



LA PREPARATION AUX EPREUVES PHYSIQUES DU MF2

MEMOIRE D'INSTRUCTRICE NATIONALE

Pascale Estripeau

2006

Remerciements A mes parrains, Pierre GIRODEAU et Pascal BARREAU, pour leur confiance, A Jean-Paul FARRUGIA et Christian FERCHAUD, pour leurs précieux conseils dans la finalisation de ce mémoire, A Tous les Instructeurs Nationaux qui m'ont fait part de leur savoir et expérience durant mon cursus de stagiaire.

SOMMAIRE

1 - NOTIONS DE PHYSIOLOGIE SUR L'ENTRAINEMENT					
1-1 La synthèse de l'adénosine triphosphate	7 8				
1-2 La filière anaérobie alactique					
1-3 La filière anaérobie lactique 1-4 La filière aérobie 1-5 Le VO2 Max ou consommation maximale d'oxygène 1-6 La détermination de la vitesse maximale aérobie					
				1-7 La zone de transition aérobie-anaérobie ou seuil anaérobie	11 11
				1-8 Les fréquences cardiaques	12
1-9 Tableau récapitulatif des filières	14				
1-10 La charge d'entraînement	14				
2 - OPTIMISER LE RENDEMENT ENERGETIQUE 2-1 Mannequin	18 18				
2 1 Manusequent	10				
Descriptif de l'épreuve et critères d'évaluation	18				
Filières énergétiques	19				
Principe d'entraînementExemples	20 21				
2-2 1000m capelé et 1500m P.M.T	22				
Descriptif des épreuves et critères d'évaluation	22				
Filières énergétiques	22				
Principe d'entraînement	23				
	25				
2-3 Apnée à 15m	27				
Descriptif de l'épreuve	27				

3 - AMELIORER LA TECHNIQUE		
3-1 1500M P.M.T ET 1000M CAPELE	28	
3-1-2 EQUILIBRE	28	
3-1-3 PROPULSION	29	
A - Résistances à l'avancement	30	
Traînées de forme	30	
Traînées de vague	31	
♣ Traînées de frottement	31	
B - Modèles théoriques de propulsion	32	
Modèles traditionnels	32	
Modèles récents	33	
C - Mouvement de crawl et facteurs d'efficacité	35	
Descriptif du mouvement des bras	35	
Notions d'amplitude et de fréquence	36	
Equilibre du corps	36	
♣ Surfaces motrices	36	
Exemples de séances techniques	37	
3-1-4 PALMAGE	38	
Technique	38	
Influence de la voilure	38	
Coordination bras-jambes	40	
♣ Respiration	40	
3-1-5 ORIENTATION	41	
3-2 MANNEQUIN	43	
Première natation	43	
♣ Tractage	43	
3-3 APNEE	44	
♣ Ventilation	45	
Relaxation mentale	45	
Conditions météorologiques	45	
♣ Comportement moteur	46	
Règles de sécurité	46	

4 - PLANIFICATION DE LA PREPARATION PHYSIQUE SUR 6 MOIS					
 Première période de huit semaines Deuxième période de huit semaines Troisième période de huit semaines Méthodologie d'élaboration d'une planification Exemple d'élaboration d'une planification Exemples de séances 	47 48 49 49 50 50				
5 - ASPECTS NUTRITIONNELS	53				
 ♣ Equilibre énergétique ♣ Apports énergétiques conseillés ♣ Apports nutritionnels conseillés ♣ Equilibre alimentaire ♣ Hydratation ♣ Stage final et examen 	53 53 56 59 62 64				
6 - CONCLUSION	65				
BIBLIOGRAPHIE	66				

Le Monitorat Fédéral deuxième degré est un niveau d'encadrant qui nécessite une condition physique particulière du fait de la charge importante des épreuves de l'examen, répartis sur une durée approximative d'une semaine. De plus, cette dernière étant dans la plupart des cas précédée d'une semaine de stage final, l'organisme doit être préparé à supporter de tels volume et intensité de travail.

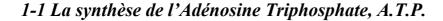
La multitude des épreuves physiques constitue la principale source de fatigue. Cumulées aux autres épreuves de pédagogie et de théorie, l'examen du MF2 trouve sa spécificité dans cette sollicitation importante du versant physiologique et psychologique de l'individu.

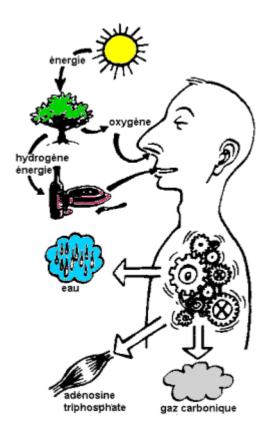
Les acquis de la condition physique du niveau 4 sont souvent très lointains. Si le futur E4 ne suit pas un entraînement régulier dans une ou plusieurs activités sportives, ses capacités physiques seront généralement insuffisantes pour prétendre à ce niveau d'encadrant.

L'objectif de ce mémoire est donc de proposer des moyens d'optimiser la condition physique pour les épreuves de l'examen du MF2, document pouvant être présenté lors du stage initial et servir de base de travail aux candidats lors de leur préparation individuelle les mois précédents l'échéance de l'examen.

La diversité, l'intensité et la multitude des épreuves constituent un véritable enjeu de préparation physique pouvant être assimilé à une recherche optimale de performance. Seront abordés dans ce mémoire les aspects physiologiques de l'entraînement, la spécificité technique des épreuves de surface et une approche de nutrition sportive appliquée à la plongée.

1 - NOTIONS DE PHYSIOLOGIE SUR L'ENTRAINEMENT





Le muscle est une machine thermique qui transforme l'énergie chimique en énergie mécanique (20%) et en chaleur (80%). Il est constitué de nombreuses cellules allongées qui se raccourcissent sous l'influence du système nerveux. Ces cellules contractiles ont besoin de sels minéraux (potassium, sodium, calcium), de différentes enzymes (agents qui permettent et facilitent les réactions biochimiques) et d'énergie. Cette dernière est fournie par l'adénosine triphosphate (A.T.P.)

Grâce à l'influx nerveux, les fibres musculaires transforment l'énergie chimique contenue dans l'A.T.P. en énergie mécanique. L'A.T.P. se scinde ainsi en Adénosine Di-Phosphate (**A.D.P.**), et en un phosphate tout en produisant une chaleur importante.

Mais les réserves dans l'organisme sont très limitées et l'A.T.P. doit être sans cesse dégradé et re synthétisé selon trois processus complémentaires :

- **Le processus anaérobie alactique**
- **Le processus anaérobie lactique**
- **Le processus aérobie**

1-2 La filière anaérobie alactique

La synthèse de l'A.T.P. se fait sans oxygène et sans production d'acide lactique.

Dès le début de la contraction, toute l'A.T.P. présente dans le muscle est utilisée. Un système de régénération immédiat et sans temps de latence, situé dans les fibres musculaires permet à partir de la créatine phosphate (C.P.) de prolonger la contraction musculaire. Mais la réserve de phosphocréatine est faible et ne permet un exercice maximal que pendant environ 8 à 10 secondes.

Il n'y a pas de délai d'intervention, la puissance est très élevée mais la capacité est très faible. Le facteur limitant est l'épuisement des réserves de phosphocréatine.

Situations pratiques dans l'examen du MF2

O Décollage dans l'épreuve de la Démonstration Technique avec Handicap de 30m

1-3 La filière anaérobie lactique

Lorsque les réserves d'A.T.P. sont complètement épuisées, d'autres molécules d'A.T.P. doivent être fabriquées pour que la contraction musculaire puisse continuer. C'est par la mise en jeu de ses réserves énergétiques glucidiques, lipidiques et par la dégradation des aliments que l'organisme y parvient.

La synthèse de l'A.T.P. se fait par dégradation du glucose, sans oxygène et avec production d'acide lactique, c'est la filière anaérobie lactique.

Les glucides sont transformés pendant la digestion en glucose, d'abord stocké sous une forme rapidement utilisable (le glycogène) dans le muscle et le foie. Les capacités sont limitées et en cas de besoin, le glycogène musculaire est d'abord utilisé, puis le glucose sanguin et enfin le glucose hépatique.

Dans la cellule, l'unité glucose est catabolisée acide pyruvique, qui en l'absence d'oxygène, se transforme en acide lactique.

Cette production d'énergie anaérobie alactique à partir du glycogène (glycogénolyse) donne 3 molécules d'A.T.P., 2 molécules à partir du glucose sanguin (glycolyse).

L'acide lactique

L'acide lactique provoque une augmentation de l'acidité (PH acide) qui bloque les enzymes de la glycolyse donc une diminution de la synthèse de l'A.T.P.. C'est le facteur limitant de ce système.

L'élimination de l'acide lactique se fait en grande partie par le sang vers le myocarde, le foie (où il est transformé en glycogène) et vers le rein qui l'évacue. Une autre partie (plus faible) reste sur place pour réintégrer les chaînes de réaction en présence d'oxygène, afin d'être transformé en glycogène et alanine (produit du catabolisme des protides).

La Caractéristiques du système

- Le délai d'intervention est de l'ordre de 20 à 30 secondes mais la glycolyse est mise en en jeu dés le début de l'exercice.
- o La puissance est submaximale sur une durée de 30 à 60 secondes.
- O La capacité dépend de la tolérance à l'accumulation des lactates car le facteur limitant est l'acide lactique. Cette acidose se caractérise par une incapacité à continuer l'exercice lorsque l'on est à puissance maximale (tractage du mannequin par exemple si mauvaise gestion).

Situations pratiques dans l'examen du MF2

- o Deuxième partie du mannequin (tractage)
- o Fin des épreuves du 1000m capelé et 1500m P.M.T

1-4 La filière aérobie

La synthèse de l'A.T.P. se fait **avec l'intervention de l'oxygène**. Les substrats utilisés sont les glucides, les lipides et secondairement les protides.

Cette production d'énergie aérobie à partir du glucose sanguin permet la synthèse de 38 molécules d'A.T.P. et 39 molécules à partir du glycogène, avec le rejet d'eau et de gaz carbonique.

La lipolyse (catabolisme des lipides)

Les lipides sont utilisés sous forme d'acides gras libres provenant de la dégradation des triglycérides. Ces derniers sont constitués par trois acides gras attachés à une molécule de glycérol. On les trouve dans le plasma, le tissu adipeux, le muscle (vacuole lipidique). Leur dégradation comporte des étapes comme la glycolyse.

La dégradation des lipides entraı̂ne la formation de 463 molécules d'A.T.P.

Les protides

La participation des protides à la contraction musculaire est minime. Elle semble plus importante au stade de la récupération, intervenant notamment dans la reconstitution du stock hépatique.

La Caractéristiques du système

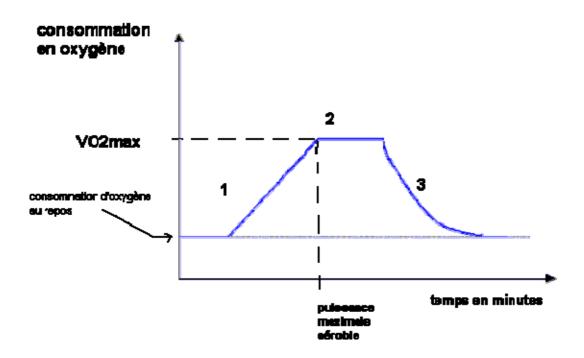
- O La mise en jeu du système aérobie est immédiate mais son délai d'apparition dépend de l'adaptation du système cardio-vasculaire de chaque individu (environ 4' chez le sédentaire et 1' chez le sportif).
- o La puissance du système dépend de la consommation maximale d'O2 de l'individu ou du VO2Max (volume d'O2 max).
- o La capacité est illimitée en réserve mais limitée par les possibilités de l'individu (niveau d'entraînement, fatigue, chaleur...)

Situations pratiques dans l'examen du MF2

o Toutes les épreuves n'exigeant pas d'intensité

1-5 Le VO2 Max ou consommation maximale d'oxygène (1)

Lorsque l'on effectue un exercice d'intensité progressive, on arrive à un moment à une consommation maximale d'O2, appelée VO2 max, volume d'O2 maximal. A cette valeur de consommation maximale d'oxygène correspond une puissance atteinte, nommée Puissance Maximale Aérobie (P.M.A.) et une fréquence cardiaque maximale (F.C. max).



- 1 Plus la puissance de l'exercice augmente, plus la consommation d'O2 augmente.
- 2 La consommation d'O2 atteint un plafond, le sportif est à ses possibilités maximales et l'effort ne pourra être soutenu que quelques minutes (7 minutes environ).
- 3 A l'arrêt de l'effort, suit une phase où la consommation ne revient pas immédiatement à celle de repos (hyperventilation).

En physiologie, ce VO2 max représente les possibilités maximales de transport et d'utilisation de l'oxygène par les cellules.

Ce volume diminue avec l'âge mais peut-être augmenté par l'entraînement (de 15 à 20%). Enfin, ce volume varie de 40 ml/kg/min chez le sédentaire à plus de 80 ml/kg/min chez certains sportifs (environ 10ml/kg/min en moins chez la femme).

On mesure le VO2 max en laboratoire par méthode directe sur tapis de course ou vélo. Cette valeur en soi ne nous intéresse guère car inutilisable sur le plan pratique. En revanche, à ce VO2 max correspond une **P.M.A.** et une **F.C. max** qui sont des valeurs concrètement utilisables dans l'élaboration des plans d'entraînement.

1-6 Détermination de la vitesse maximale aérobie, V.M.A

Des mesures indirectes, par le biais de tests de terrain (en course à pied ou en natation), permettent de définir une Vitesse Maximale Aérobie (V.M.A.), équivalente à la Puissance Maximale Aérobie.

A cette V.M.A. correspond de la même manière une **F.C. max** qui servira ensuite de référence pour établir les vitesses de travail dans chacune des filières. On parlera ainsi d'exercice effectué à x % de la F.C. max ou de la V.M.A. Nous verrons dans les chapitres consacrés à l'entraînement des filières comment utiliser ces notions.

Exemple de test de terrain en natation réalisable en piscine



Nager 400 m (libre ou palmes)en augmentant progressivement l'intensité tous les 50 m afin de terminer la distance à intensité maximale. Il est nécessaire de posséder un cardio-fréquencemètre étanche, relevant automatiquement les pulsations toutes les 20 ou 30" afin d'avoir un nombre suffisant de valeurs et surtout de repérer la F.C. max car celle-ci ne sera pas forcément la dernière relevée (en cas de mauvais dosage de l'effort).

Si on souhaite également relever la V.M.A. de nage, on peut s'aider d'un indicateur de vitesse, matérialisé par une personne marchant le long du bassin .Afin d'augmenter régulièrement la

vitesse tous les 50 m, cette personne donne une vitesse de marche, donc de nage en utilisant soit un podomètre de marche, soit le principe du test de *Légers-Bouchers* (plots espacés tous les 10 m avec signal sonore).

Cette V.M.A. permettra par la suite d'avoir un temps de référence pour les distances d'entraînement.

1-7 La zone de transition aérobie-anaérobie ou seuil anaérobie

Lorsque l'on effectue un exercice d'intensité progressive, l'organisme, d'abord en filière aérobie (faible intensité), passe rapidement en filière anaérobie lactique au fur et à mesure que l'intensité augmente. De ce fait, l'exercice ne peut-être maintenu très longtemps car le facteur limitant de l'acide lactique bloque rapidement la production d'A.T.P.

Pour obtenir un exercice à intensité maximale sur une durée maximale, il faut donc trouver un compromis énergétique permettant de rester aérobie (pas de facteur limitant propre au système) tout en ayant une intensité élevée afin d'être le plus rentable. Ce compromis se situe dans la zone de transition aérobie-anaérobie (ou seuil anaérobie), c'est à dire, juste avant que l'organisme n'entre dans la filière anaérobie lactique mais tout en ayant une intensité maximale de la filière aérobie.

Cette zone est variable selon le niveau de pratique de l'individu. Chez le sédentaire, ce seuil anaérobie est rapidement atteint, tandis que chez le sportif entraîné, il peut apparaître beaucoup plus tard.

L'objectif de l'entraînement au seuil anaérobie est de reculer l'apparition de ce seuil dans le temps afin de pouvoir tenir un exercice d'intensité élevé le plus longtemps possible. L'évaluation du seuil anaérobie se fait en laboratoire sur tapis de course ou vélo par l'interaction de différents paramètres (fréquence cardiaque, quotient respiratoire, teneur en lactates sanguins...). De cette manière, on détermine la zone de fréquence cardiaque pour laquelle l'organisme est au seuil , disposant ainsi d'une valeur de référence dans l'élaboration des plans d'entraînement.

Certaines mesures indirectes permettent de définir d'une manière approximative la fréquence cardiaque au seuil, mais généralement on estime arbitrairement une valeur de référence du seuil par un pourcentage de la fréquence cardiaque maximale en fonction du niveau de pratique de l'individu.

Situations pratiques dans l'examen du MF2

o Les épreuves du 1000m capelé et 1500m P.M.T

1-8 Les fréquences cardiaques (2)

La fréquence cardiaque permet de contrôler l'intensité de l'exercice et donc indirectement, la filière énergétique sollicitée. Il est nécessaire de définir les notions de **fréquence** cardiaque maximale, de repos, de réserve.

La fréquence cardiaque maximale (F.C. max)

Elle varie en fonction de l'âge et sert de référence pour définir toutes les zones de travail. Sa mesure peut-être effectuée de différentes manières :

- Directe en laboratoire sur tapis de course ou vélo
- Indirecte par des tests de terrain à l'aide d'un cardio-fréquencemètre
- Théorique :

220 pulsations/min moins l'âge

Exemple pour un individu de 30 ans : 220 - 30 = 190 puls/min

La deuxième solution semble être un bon compromis, car relativement fiable et facilement réalisable par l'athlète en possession d'un cardio-fréquencemètre. Elle a également pour avantage d'être adaptée à l'activité pratiquée. En effet, la F.C. max peut varier en fonction de la discipline et des conditions environnementales. En course à pied ou en natation, la valeur relevée peut différer de plusieurs pulsations. Pour le plongeur, l'idéal est bien entendu d'effectuer un test de terrain dans l'eau. A défaut, un test de terrain en course à pied reste un bon indicateur, ainsi qu'une estimation théorique si l'équipement ne permet pas d'autre alternative.



Cardio-fréquencemètre

Le principe des tests de terrain est d'augmenter progressivement l'intensité de l'effort afin d'obtenir la F.C. max à la fin de la distance. Cette dernière peut varier en fonction du niveau de pratique des individus. On peut l'évaluer sur un test de course à pied, test de Légers-Bouchers, test de Cooper (course sur 12' en augmentant progressivement la vitesse), à l'aide d'un cardio fréquence mètre.

La fréquence cardiaque de repos

Si la F.C. max ne varie guère en fonction de l'entraînement, la F.C. de repos est un bon indicateur du niveau de condition physique de l'individu, car elle diminue avec la pratique. Sa mesure est aisément réalisable le matin avant le lever, soit par prise directe au niveau carotidien, soit à l'aide d'un cardio-fréquencemètre. Connaître sa valeur permet de calculer la fréquence cardiaque de réserve.

La fréquence cardiaque de réserve

Cette fréquence cardiaque est en fait la plus utilisée dans le calcul des fréquences cardiaques de travail. En effet, on estime que c'est cette F.C. que l'on fait varier au cours de l'effort et non pas la F.C. maximale qui tient compte de la F.C. de repos qui elle ne varie pas. Son calcul est simple :

• F.C. de réserve = F.C. max – F.C. de repos

L'utilisation de cette F.C. se fait de la manière suivante : On décide de travailler à x% de la F.C. max (abus de langage, il faudrait dire x% de la F.C. de réserve). On cherche la F.C. de travail :

• F.C. de travail = (F.C. de réserve $X \times \%$) + F.C. de repos

Exemple

Un individu a une F.C. max de 190 puls/min et une F.C. de repos de 55 puls/min, il veut effectuer un exercice à 60% :

• F.C. de réserve = 190 - 55

- **F.C. de réserve** = 135 puls/min
- F.C. de travail = $(135 \times 60\%) + 55$
- F.C. de travail = 136 puls/min

Cet individu devra réaliser son exercice entre 135 et 140 puls/min pour être à 60% d'intensité.

Si le calcul est fait à partir de la F.C. max, on aurait une F.C. de travail de (190 X 60%) 114 puls/min. On comprend alors l'importance du choix de la F.C. de référence.

Par convention, nous utiliserons toujours dans cet ouvrage la fréquence cardiaque de réserve comme F.C. de référence dans les plans d'entraînement.

1-9 Tableau récapitulatif des filières

FILIERES	PUISSANCE	DUREE	RESERVES ENERGETIQUES	CARACTERISTIQUES
ANAEROBIE ALACTIQUE	Maximale	Quelques secondes	Phosphocréatine	Décollage DTH 30m
ANAEROBIE LACTIQUE	Sub maximale	Quelques minutes	Glucides	Respiration très rapide, sensation d'essoufflement Fin du tractage du mannequin Fin du 1000m capelé et 1500m P.M.T
AEROBIE	Moyenne à faible	Plusieurs heures	Glucides et lipides	Respiration aisée Situations sans intensité

1-10 La charge d'entraînement

Connaître les principes de charge, de récupération, d'intensité et de volume est

indispensable pour exploiter au mieux les principes de base de l'entraînement. Dans le cas inverse, on s'expose au risque d'aller à l'encontre des objectifs fixés au départ par un phénomène de surcharge physique et psychologique. Ceci est d'autant plus vrai dans le cadre du MF2 car les exigences physiques sont principalement orientées vers les filières de transition anaérobie/aérobie et anaérobie lactique. Or ces dernières sont particulièrement sollicitantes sur le plan énérgétique amenant rapidement à un état d'épuisement si les phases de récupération ne sont pas respectées.



Union Objectifs de préparation physique du MF2

Développer la filière aérobie. Travail dans la zone de transition aérobie-anaérobie. Travail de la Vitesse Maximale Aérobie. Travail dans la filière anaérobie lactique

La planification

L'objectif général fixé (atteinte du niveau de pratique) permet de définir globalement la planification sur six mois minimum en trois **macrocycles de huit semaines**. Chacun de ces macrocycles comporte un travail spécifique que nous développerons dans le dernier chapitre concernant la planification

Le volume horaire

Celui-ci dépend de la disponibilité du sujet et de ses capacités physiques, mais selon un principe de base, ce volume horaire doit être augmenté progressivement afin d'obtenir un quelconque résultat de performance. Ce volume est étroitement lié au développement de la capacité aérobie car cette filière énergétique nécessite une part importante de travail de longue durée pour être améliorée.

♣ L'intensité

L'intensité détermine la qualité de l'entraînement. Elle doit faire partie intégrante de la préparation physique du plongeur. Plusieurs moyens permettent de définir une intensité de référence propre à chaque individu, mais la fréquence cardiaque reste la solution la plus exploitable sur le terrain pour l'athlète. On s'efforce en premier lieu d'augmenter le volume d'entraînement, puis ensuite progressivement l'intensité.

Lorsque l'on parle de travail intensif, on fait généralement référence aux filières énergétiques anaérobies, l'indiction de la fréquence cardiaque permettant de cibler la zone précise (seuil anaérobie, anaérobie lactique ou alactique, vitesse maximale aérobie)

Les Continuité et progressivité

Ces deux notions sont indissociables dans la recherche d'un entraînement optimal. Une interruption trop longue, se faisant hors d'une période programmée de récupération, fait chuter le bénéfice d'un travail acquis préalablement. Il est donc important de bien planifier son entraînement en vu de l'objectif fixé afin de ne pas rester inactif plusieurs semaines avant l'échéance.

Tout comme l'acte pédagogique, la préparation physique nécessite une logique de progressivité. L'augmentation de la charge et de l'intensité entraîne des phénomènes d'adaptation de l'organisme qui lui permettent une amélioration des performances. Cette progression doit respecter certaines règles (privilégier d'abord le volume et ensuite l'intensité) afin de ne pas créer une fatigue précoce.



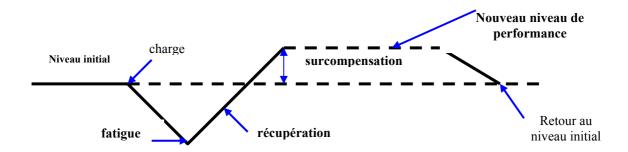
La récupération

Elle fait partie intégrante de la préparation physique car elle permet à l'organisme de créer les adaptations physiologiques à l'effort. Elle est variable en fonction de la charge d'entraînement et peut-être passive (repos) ou active (légère activité à très faible intensité). Plus cette dernière sera élevée, plus la récupération sera importante. On verra que selon l'intensité des séances et des filières sollicitées, la récupération sera déterminante pour l'amélioration des capacités. De même, les fonctions de récupération sont fonction du niveau de pratique de l'individu, elles s'améliorent avec la répétition des entraînements.

La surcompensation

Cette notion schématise les processus de réponses de l'organisme à l'effort. Suite à une activité physique, on observe quatre phénomènes (3):

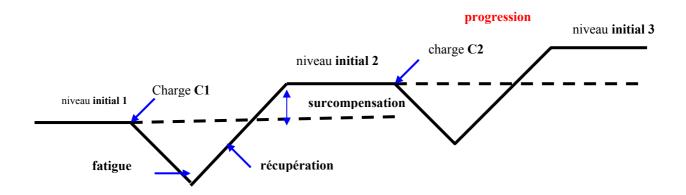
Une diminution de la capacité de travail : la fatigue Une restauration de la capacité de travail : la récupération Un dépassement de la capacité de travail : la surcompensation Un retour au niveau initial



Plus la charge est importante, plus la diminution de la capacité de travail est élevée (fatigue), plus la récupération doit être longue pour permettre le retour au niveau initial. Puis dans un second temps, on observe une augmentation de la capacité de travail, appelée la surcompensation qui correspond en fait à un nouveau état initial.

• Entraînement bénéfique

Selon ce principe, on applique une charge C1 à un premier niveau initial 1. On observe alors un état de surcompensation qui amène l'individu à un niveau initial 2. A ce moment, on applique une autre charge d'entraînement C2 pour atteindre un niveau initial 3 et ainsi de suite. Ceci a pour effet d'augmenter progressivement le niveau de performance de l'individu.

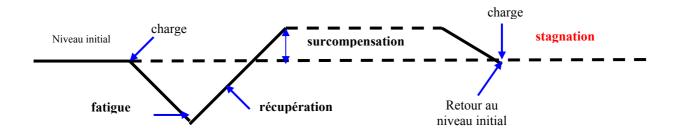


Ceci est valable lorsque l'entraînement (charge) est placé de manière optimale en connaissance des temps de récupération en fonction de l'intensité de la séance. On considère qu'il faut environ 10 à 15 heures entre deux séances dont la charge est faible (aérobie), 48 à 72 heures entre deux séances d'intensité élevée (seuil anaérobie, anaérobie lactique).

• Récupération trop longue

C'est le cas où les entraînements sont trop espacés dans le temps. L'organisme ne bénéficie pas de l'effet de surcompensation et les capacités de l'athlète stagnent.

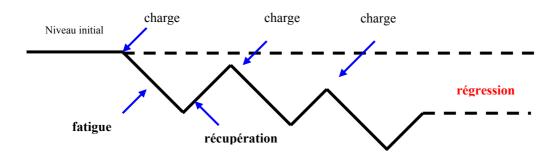
Dans ce cas, la charge d'entraînement est placée trop tard dans le temps, au moment où l'individu a retrouvé son état initial de départ.



Un plongeur préparant le MF2 se trouve dans ce schéma lorsqu'il s'entraîne une fois par semaine. Le niveau initial reste toujours identique, il ne peut en aucun cas être élevé et peut même régresser. Il faut être conscient de la nécessité absolue de multiplier les doses d'entraînement lorsqu'on prépare un certain niveau physique de plongée, et ne pas se limiter au seul créneau horaire hebdomadaire de la piscine du club.

• Récupération trop courte

Dans ce cas, l'organisme n'a pas le temps de restaurer ses capacités initiales et la charge d'entraînement arrive trop tôt, provoquant une accumulation de la fatigue et une régression des performances.



Un plongeur préparant le M.F 2 quinze jours ou un mois avant l'examen se trouve dans ce cas de figure en voulant sur doser ses entraînements. Il enchaîne généralement les plongées et distances natation en juxtaposant jour après jour les différentes épreuves sans souci d'organisation des temps de récupération. Le fait d'être dans un état optimal le jour de l'examen relève plus du hasard que d'un calcul prémédité.

2 - OPTIMISER LE RENDEMENT ENERGETIQUE

2-1 Epreuve du mannequin

Descriptif de l'épreuve (4)

10 - Nage libre et sauvetage : coefficient 2

« L'épreuve consiste après avoir effectué un parcours de 200 mètres, à aller chercher un mannequin immergé sur un fond de 10 mètres et à le ramener sur une distance de 100 mètres. Le temps mis pour effectuer les 200 mètres, pour aller chercher le mannequin et le ramener

en surface devra être inférieur à 5 minutes, 20 secondes. Le mannequin utilisé doit avoir un poids apparent de 1,500 kg.

Le parcours (le point de départ, les passages obligés, le point de récupération et de retour du mannequin) est défini par le jury. La notation est faite sur les bases suivantes :

- 1) Parcours de 200 mètres en PMT + temps de recherche du mannequin (15 points). Le temps est mesuré depuis le top de départ jusqu'à l'émersion des voies aériennes du mannequin.
 - inférieur à 3' : 15 pts — de 3' à 3'09" : 14 pts
 - de 3'10" à 3'19" : 13 pts

```
— de 3'20" à 3'29" : 12 pts
— de 3'30" à 3'39" : 11 pts
— de 3'40" à 3'49" : 10 pts
— de 3'50" à 3'59" : 09 pts
— de 4' à 4'09" : 08 pts
— de 4'10" à 4'19" : 07 pts
— de 4'20" à 4'29" : 06 pts
— de 4'30" à 4'39" : 05 pts
— de 4'40" à 4'49" : 04 pts
— de 4'50" à 4'59" : 03 pts
— de 5' à 5'09" : 02 pts
— de 5'10" à 5'19" : 01 pts
— supérieur à 5'20" : ÉLIMINÉ
```

- 2) Signal de détresse : Fait 2 points
 - Mal fait 1 point
 - Non fait 0 point
- 3) Parcours de 100 mètres avec tractage du mannequin.

Le temps est mesuré depuis l'émersion des voies aériennes du mannequin jusqu'au point défini par le jury.

N.B. - Si la température de l'eau est inférieure à 18°, le port au minimum de la veste et de la cagoule est obligatoire.

De 18° à 24° le port d'un vêtement est facultatif.

Lorsque le candidat est vêtu de cet équipement, il doit porter un lestage annulant la flottabilité de la protection isothermique.

Dans le cas de l'utilisation de la combinaison complète, le lest doit être identique à celui utilisé pour les épreuves 11 et 12.

Notation

n — de 2'17" à 2'23" 10 pts — de 2'24" à 2'30" 09 pts — de 2'31" à 2'37" 08 pts — de 2'38" à 2'44" 07 pts — de 2'45" à 2'51" 06 pts — de 2'52" à 2'58" 05 pts — de 2'59" à 3'05" 04 pts — de 3'06" à 3'12" 03 pts — de 3'13" à 3'19" 02 pts — de 3'20" à 3'26" 01 pt — temps > 3'27" 00 pt



4) Tenue du mannequin : de 0 à 13 points

Le candidat doit tenir le mannequin, les voies aériennes hors de l'eau en utilisant une prise compatible avec la réalité.

Un temps d'immersion du mannequin supérieur à 20 secondes est éliminatoire»

F.F.E.S.S.M. Commission Technique Nationale Manuel du Moniteur Brevets et qualifications MF2 10/04 Page 10 / 28 $\,$

Filières énergétiques

La durée moyenne de cette épreuve se situant entre 5' et 7', la filière anaérobie lactique ne peut à elle seule permettre un effort intense sur une telle durée. La filière aérobie est également sollicitée, particulièrement lors du premier 200m.



L'intensité quasi maximale fournie lors de la deuxième partie de l'épreuve (tractage) implique une répartition inégale de l'effort sur la totalité de la distance. Lors du premier 200 m, il est primordial de gérer correctement son effort afin de pouvoir enchaîner l'apnée à 10m. De ce fait, la vitesse dans ce 200 m n'est pas l'objectif principal et au contraire, il convient de décélérer progressivement pour permettre une bonne ventilation préalable à l'apnée (développée dans le chapitre sur la technique). La quantité de lactates produits au cours de cette nage ne doit pas être pénalisante pour la suite de l'effort.

En revanche, dès la sortie de l'eau, l'objectif est de tracter le plus rapidement le mannequin sur 100 m (on abordera les critères techniques liés à l'orientation, au maintien du mannequin...). C'est pendant ce trajet que la filière anaérobie lactique est fortement sollicitée. L'intensité doit être maximale sur une durée pouvant varier de 2' à 3' en fonction du niveau de chacun et des conditions climatiques. C'est sur ce critère de réalisation physique de la deuxième partie de l'épreuve que l'on peut classer celle-ci dans la filière anaérobie lactique.

Il est à noter que cette filière peut également être sollicitée lors de la phase du tractage (50m max) dans l'épreuve de démonstration technique avec handicap de 30m. Comme dans toute situation de sauvetage, la partie en immersion fait appel à une gestion contrôlée de la vitesse, mais en surface, la rapidité de retour au bateau détermine le pronostic vital de l'assisté. Cette partie spécifique du tractage jusqu'au bateau sollicite donc principalement la filière lactique car elle doit être effectuée à intensité maximale.



Principe d'entraînement

Il s'agit d'habituer l'organisme à travailler avec des charges élevées d'acide lactique mais aussi de favoriser les différents mécanismes de sa re-synthèse au niveau du foie, du myocarde et localement au niveau des muscles comme substrat énergétique. On tente ainsi de reculer l'acidose (ou favoriser sa tolérance) responsable du blocage de la synthèse d'ATP et par là même de la difficulté ou impossibilité de poursuivre l'exercice musculaire.

La fréquence cardiaque de travail se situe à 90 - 95% de la F.C. de réserve. La durée de l'exercice ne doit pas excéder 2' à 3.

La récupération doit être suffisamment longue pour permettre d'enchaîner un autre exercice mais ne pas être complète afin de mettre l'organisme en légère surcharge d'acide lactique.

L'entraînement dans la zone anaérobie lactique est relativement éprouvant sur le plan physique et psychique. Il est donc important de respecter 72 h de récupération entre deux séances sur ce thème.

Exemples d'entraînement

Dans la progression, faire varier :

- La distance (ou durée) : de 50 m à 200 m (de 45'' à 3')
- Le nombre de séries : de 2 à 4
- La récupération : de 30'' à 1'30''
- Le type d'exercice : nage complète, palmes seules, capelé, tractage. Il est préférable d'effectuer une série entière dans le même style de nage afin de solliciter électivement les mêmes fibres musculaires.

Exemple 1, en tractage

• 2 à 3 X (4 X 50 m R : 25") avec 100 m souple de récupération complète entre les blocs de séries

Exemple 2, en capelé

- 4 X 100 m R : 1'
- 100 m souple, récupération complète
- 6 X 50 m R: 25"
- 100 m souple, récupération complète

Exemple 3, en tractage

• 2 X (4 X 100 m R : 1') avec 100 m souple de récupération complète entre les blocs de séries

Exemple 4, en PMT

- 2 X 200 m R: 2'
- 100 m souple, récupération complète
- 2 X 100 m R : 1'
- 100 m souple, récupération complète

2-2Epreuves du 1500m P.M.T et1000m capelé (4)

♣ Descriptif des épreuves et critères d'évaluation

11 - Nage chronométrée sur 1.500 mètres : coefficient 1.

Les candidats partent ensemble et effectuent un parcours déterminé de 1.500 mètres. Le lestage est celui utilisé pour l'épreuve n° 12 de plongée libre à 15 mètres.

NOTATION pour un temps total :

```
— inférieur à 17'30" : 20 pts
— de 17'31" à 18' : 18 pts
— de 18'01" à 19' : 16 pts
— de 19'01" à 20' : 15 pts
— de 20'01" à 21' : 14 pts
— de 21'01" à 22' : 13 pts
— de 22'01" à 23' : 12 pts
— de 23'01" à 24' : 11 pts
— de 24'01" à 25' : 10 pts
— de 25'01" à 26' : 09 pts
— de 26'01" à 27' : 07 pts
— de 27'01" à 28' : 06 pts
— supérieur à 28' : ÉLIMINÉ
```

13 - Nage en surface chronométrée sur 1.000 mètres : coefficient 1

Les candidats portent le scaphandre mais ne l'utilisent pas. Ils adoptent un lestage correspondant à leur pesée.

Une notation est effectuée suivant le barème ci-après pour un temps total :

```
— inférieur à 17' : 20 pts

— de 17'01" à 17'30" : 18 pts

— de 17'31" à 18' : 16 pts

— de 18'01" à 18'30" : 15 pts

— de 18'31" à 19' : 14 pts

— de 19'01" à 19'30" : 13 pts

— de 19'31" à 20'30" : 12 pts

— de 20'31" à 21' : 11 pts

— de 21'01" à 22' : 10 pts

— de 22'01" à 23' : 09 pts

— de 23'û1" à 24' : 08 pts

— de 24'01" à 25' : 66 pts

— supérieur à 25' : ÉLIMINÉ
```

F.F.E.S.S.M. Commission Technique Nationale Manuel du Moniteur Brevets et qualifications MF2 10/04 Page 10 / 28

Filières énergétiques

Tout exercice dont la durée est supérieure à quelques minutes fait référence à la **filière aérobie** comme source énergétique. Mais la seule notion de durée ne suffit pas à établir une base de travail intéressante pour développer cette filière. Dans les épreuves du 1500 m P.M.T et 1000m capelé, le paramètre de performance est un élément déterminant dans la conception de l'entraînement. En effet, la notion de barème de temps impose de solliciter cette filière d'une manière intensive. Autrement dit, on cherche à travailler dans la zone « haute » de la filière aérobie, proche d'une intensité maximale sans pour autant verser dans le lactique. Cette

zone particulière de **transition aérobie-anaérobie ou seuil anaérobie** trouve toute sa spécificité dans les épreuves de longue durée où la recherche de performance est présente. C'est la zone de travail dans laquelle le compromis intensité/durée est optimal.

L'objectif premier est de développer la filière aérobie afin de permettre à l'organisme tout travail postérieur au seuil anaérobie. Dans le cas inverse de ne pas acquérir les « bases » aérobies, l'individu s'expose à des risques de fatigue prématurée et de limite rapide dans les possibilités de progression.

Parallèlement à ce travail aérobie, l'intensité sera progressivement augmentée afin de s'entraîner régulièrement au seuil anaérobie et reculer ainsi l'apparition de l'acidose.

La filière anaérobie lactique peut être elle aussi sollicitée en fin d'effort. Même si l'épreuve doit être gérée au seuil anaérobie afin d'optimiser le rendement énergétique, il est concevable que dans les dernières minutes, l'acidose musculaire soit de plus en plus élevée.

Il est important de comprendre que chaque filière n'est pas un processus isolé et que le muscle puise son substrat (et de ce fait sa filière de dégradation) en fonction de l'intensité exigée. Même sur un effort de longue durée, il est tout à fait possible de se retrouver en anaérobie lactique sur quelques secondes ou minutes en fonction des conditions de réalisation de l'exercice (passage d'un courant, séries de vague, etc..). La qualité de l'entraînement permettra alors de récupérer plus ou moins vite de ce « passage » et repartir sans acidose pénalisante pour la suite de l'effort.

La filière aérobie

Principe d'entraînement

Toutes les activités de fond, annexes de la natation, représentent autant de possibilités de sources d'entraînement. En fonction de chacun, on vise à augmenter progressivement le kilométrage, quelque soit la discipline (vélo, course à pied...). Il convient tout de même de limiter la durée d'exercice pour la course à pied qui devient rapidement une source de traumatismes sur le plan musculaire, tendineux ou articulaire. Sur une période durable, une sortie de deux heures en vélo est préférable à trois footings de une heure par semaine.

De plus, il est intéressant, sur le plan du développement musculaire de faire appel à des activités mettant principalement en jeu les membres inférieurs tels le roller, le ski de fond, le vélo. Ainsi, on vise à augmenter le potentiel aérobie pendant la période foncière en diversifiant les activités en évitant la monotonie du bassin et surtout en permettant l'accroissement du volume horaire hebdomadaire d'entraînement sans être tributaire des créneaux piscine si rares...

Le travail de la zone aérobie s'effectue pour une fréquence cardiaque de travail égale à environ 60 - 70 % de la F.C. de réserve.

Il existe globalement deux méthodes d'entraînement, soit en continue, soit en fractionnée.

1. <u>Travail en continu</u>

Il convient d'effectuer des distances plus ou moins longues (dépend de l'activité) sur une durée minimale. A titre d'exemple, c'est classiquement le footing de 30 minutes à 1 heure, la sortie vélo de 1 à 2 heures, la natation de 15 à 30 minutes.

Le principe ici est de ne pas interrompre l'effort et de conserver la même intensité tout au long de l'exercice. L'avantage d'une telle méthode, en dehors du travail purement physiologique, est de s'habituer psychologiquement à effectuer un effort de longue durée.

L'inconvénient à contrario est le risque d'engendrer à long terme une lassitude d'entraînement. Ceci est particulièrement vrai en fin de période foncière au bout de quelques mois d'entraînement en piscine.

Faire varier les distances ou la durée:

- de 400 m à 2000m avec palmes
- de 10 minutes à 45 minutes avec palmes
- de 400 m à 1000 m en capelé
- en fonction de la situation dans la saison
- en fonction du niveau de pratique du plongeur
- en fonction de la condition physique de chacun

2. Travail en fractionné:

Le principe est de conserver la même durée d'effort que précédemment tout en incluant des phases courtes de récupération.



Celles ci ne doivent pas engendrer une baisse de la fréquence cardiaque de travail mais permettre simplement une composition différente de la séance afin de limiter la monotonie de l'entraînement. Si cette méthode est peu utilisée pour des raisons pratiques dans certaines activités de fond (vélo), elle trouve aisément sa place en natation.

Ces deux méthodes d'entraînement sont facilement utilisables en piscine ou en mer. En piscine, le repère est principalement la distance alors

qu'en mer on se sert davantage de la durée car l'étalonnage s'avère quelques fois difficile ou impossible. Il semble intéressant de combiner les deux méthodes, continue et fractionnée afin de diversifier au maximum les séances et limiter ainsi la monotonie.

Faire varier:

- soit le nombre de répétitions : de 2 à 10
- soit la distance : de 50 m à 800 m
- soit la récupération : de 5 secondes à 30 secondes
- soit plusieurs paramètres en même temps (distance et nombre de répétitions, distance et récupération...)

Exemples d'entraînement

(...) : série R : récupération

Exemple 1

• 2 X (8 X 50 m R : 10") R : 20" entre les 2 séries

• 2 X (4 X 100 m R : 15") R : 20" entre les 2 séries

• 2 X (2 X 200 m R : 20") R : 30" entre les 2 séries

etc...

ou

ou

Exemple 2

• 16 X 50 m R : 5"

ou

• 8 X 100 m R : 10"

ou

• 4 X 200 m R : 20"

ou

• 2 X 400 m R : 30"

La progression consiste à augmenter soit la distance, soit le nombre de répétitions ou diminuer la durée de la récupération

Exemple 3

• 50 m R:5"

• 100 m R : 10"

• 200 m R: 15"

• 300 m R : 20"

• 200 m R: 15"

• 100 m R : 10"

• 50 m

Cette forme particulière appelée pyramide est une variante du fractionné permettant également de modifier la distance totale parcourue. Les distances peuvent être remplacées par des durées afin de transférer cette forme d'entraînement en mer :

• 45" R:5"

• 1'30" R:10"

• 3' R: 15"

• etc...



Le seuil anaérobie ou zone de transition aérobie-anaérobie

Principe d'entraînement

L'entraînement au seuil anaérobie s'effectue entre 60% et 90% de la F.C. de réserve, variable d'un individu à l'autre en fonction de son niveau d'entraînement.

Chez le sédentaire, cette zone de transition anaérobie/aérobie se situe aux alentours de 60% de la F.C. maximale, alors que chez un sportif entraîné la valeur de référence du seuil peut se situer à 90% de cette même fréquence cardiaque.

Le principe d'entraînement au seuil est de permettre à l'organisme de maintenir cette intensité de travail à la limite inférieure de production limitante de lactates le plus longtemps possible. L'entraînement consiste, d'une part à élever l'intensité de travail afin de reculer le plus possible l'apparition du seuil anaérobie lactique et d'autre part, de maintenir le plus longtemps possible cette fréquence de travail ainsi obtenue.

L'entraînement s'effectue en fractionné ou en continu. Plus l'intensité est importante, plus l'exercice s'oriente vers des séries courtes afin d'éviter un épuisement précoce par apparition de lactates mettant un terme à l'exercice.

La récupération doit être assez longue pour éviter d'entrer en filière anaérobie lactique lors de l'exercice suivant mais suffisamment courte pour maintenir une fréquence cardiaque de travail au seuil.

Exemples d'entraînement

On peut faire varier:

- La distance ou durée de l'exercice : de 100 m à 800 m ou de 1'30 à 12'
- Le nombre de répétitions : de 1 à 8
- La F.C. de travail : de 60% à 90% de la F.C. de réserve
- Le style de nage : P.M.T, capelé

Exemple 1

• 800 m à 70%

Exemple 2

• 2 à 3 X 400 m à 70% avec R : 1'30''

Exemple 3

• 4 à 6 X 200 m à 80% avec R : 45"

Exemple 4

• 6 à 8 X 100 m à 90% avec R : 30"

2-3 Apnée à 15m (4)

♣ Descriptif de l'épreuve et critères d'évaluation

12 - Plongée libre à 15 mètres : coefficient 1

« Les candidats partent à tour de rôle, descendent jusqu'au niveau de l'examinateur dont le masque est à 15 mètres, lui font face et remontent.

La notation est faite sur les bases suivantes :

- Descente à 15 mètres et retour en surface dans de bonnes conditions de sécurité : 10.
- De 1 à 6 points supplémentaires peuvent être attribués suivant l'aisance du candidat à 15 mètres.
- De 1 à 4 points supplémentaires peuvent être attribués suivant le comportement du candidat lors de l'arrivée en surface. »

F.F.E.S.S.M. Commission Technique Nationale Manuel du Moniteur Brevets et gualifications MF2 10/04

Filières énergétiques

Les filières énergétiques sollicitées lors de cette épreuve d'apnée dépendent de l'intensité de sa réalisation. Plus l'individu aura un palmage rapide, plus les filières anaérobies seront utilisées. L'objectif de cette apnée étant davantage dans le maintien d'une durée que dans la recherche d'une performance de distance, il semble que la filière aérobie soit à privilégier pour une réussite optimale.

3 - AMELIORER LA TECHNIQUE

La notion de performance ne se limite pas aux seules capacités énergétiques de l'individu. Il est primordial dans un souci de rentabilité, de consacrer une part importante à la technicité de l'exercice. L'objectif de ce chapitre est de donner les bases principales de travail pour chaque épreuve.

D'un point de vue général, la technique doit être abordée avec le maximum de concentration afin d'être efficace. Pour cela, il semble opportun de la travailler en début ou milieu de séance afin de ne pas être parasité par une surcharge de fatigue. Souvent utilisé comme moyen de récupération, le travail de la technique n'apporte pas toujours les réponses motrices adaptées (fatigue nerveuse et physique).

3-1 1500m P.M.T ET 1000m CAPELE

Ces épreuves, nécessitant de réelles capacités aérobies ne peuvent se dispenser d'une technicité adaptée. L'économie d'énergie réalisée dans la recherche de perfection technique génère une meilleure performance.

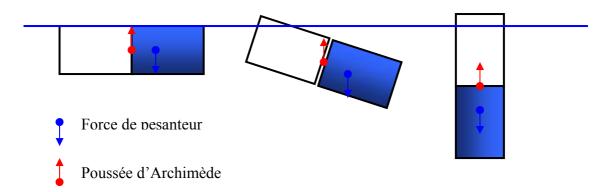
Les aspects techniques de la nage en crawl seront abordés en liaison avec notre activité, en tenant compte de notre spécificité : utilisation de palmes, combinaison, lest. Les grands principes généraux relatifs à cette nage sont cependant transférables, même si la composante propulsive est davantage liée au membre inférieur dans notre activité.

Les trois fondamentaux de la natation sur lesquels portera l'analyse sont : l'équilibre, la propulsion, la respiration.

3-1-1 L'EQUILIBRE

On différencie équilibre statique ou flottaison (état de repos du corps soumis à la poussée d'Archimède) à un état d'équilibre dynamique qui est considéré comme un éternel rééquilibre. Ce dernier est appelé alors équilibration.

Placé en position d'équilibre horizontal statique, le corps humain va subir un couple de redressement dans la mesure où les deux points d'application des forces de pesanteur et d'Archimède ne sont pas confondus.



La position de la tête va influencer sur cet équilibre. La bascule permet de gérer le volume corporel émergé de manière à répartir celui-ci le plus centralement possible par

rapport à l'ensemble du corps (décaler la poussée vers l'arrière). A l'inverse, le relèvement de la tête accélère le processus de redressement vertical.

Ce phénomène est essentiel à comprendre pour toutes les applications dans l'eau de recherche de position horizontale (diminution des forces de résistance à l'avancement).

En natation, chaque inspiration créée un déséquilibre par le mouvement d'extension ou de rotation qu'elle impose. Chez le nageur, l'inspiration sera brève pour limiter les perturbations d'équilibre mais optimale pour permettre un apport d'oxygène suffisant. La respiration sur tuba permet au plongeur de pallier à cette difficulté technique, son équilibre n'étant pas perturbé par cette succession d'extension et flexion.

Mais à contrario, toute extension de la tête dans la prise d'informations visuelles pour une orientation optimale va engendrer des perturbations de l'équilibre. En fonction du niveau du plongeur dans son aisance aquatique, la capacité de rééquilibration sera plus ou moins rapide et efficace. Au stade de l'équilibration anticipée (nageur confirmé), le plongeur prévoit les déséquilibres et s'organise en fonction de s'équilibrer de nouveau. « Il se place en général dans un déséquilibre inverse afin d'annihiler les effets du déséquilibre futur » (Bonnet, J-P, Vers une pédagogie de l'acte moteur, 2ème édition, Paris, 1993, P.51). Cette maîtrise de l'équilibre anticipé permet au nageur de s'orienter aisément par des mouvements d'extension de tête brefs, précis et non perturbateurs. Les actions sont anticipées et coordonnées les unes par rapport aux autres dans un mouvement fluide.

L'équilibre dynamique (ou équilibration) sera acquis par la mise en mouvement des bras et des jambes. Le centre de gravité étant plus situé au niveau des membres inférieurs, il sera plus aisé pour le plongeur d'avoir un équilibre dynamique car sa dominante propulsive est facilitée par le palmage.

On différencie plusieurs positions d'équilibre (5) :

La position **longitudinale**, **le tangage** d'un bateau. La position **latérale**, **le roulis** d'un bateau. La position **horizontale**, **le lacet** d'un bateau

Ces différents équilibres sont perturbés en fonction des conditions de mer et du matériel. Les vagues génèrent d'importants déséquilibres, le bloc peut accentuer le roulis, la combinaison au contraire tend à le limiter si elle est trop serrée. L'utilisation des palmes limite cependant ce déséquilibre latéral en permettant un appui bien plus stable que dans le crawl. Le lacet, plus lié à la technique de nage (bras qui croisent) peut être aggravé par des difficultés d'orientation.

3-1-2 LA PROPULSION

Contrairement à la technique du crawl, la propulsion dans notre activité est assurée principalement par les membres inférieurs. Ceci aura quelques conséquences sur la technique globale de nage mais les fondamentaux de la propulsion au niveau des bras restent les mêmes.

Un nageur en déplacement est un système qui crée des zones de résistances qui ont tendance à freiner son action. La propulsion aquatique est donc dépendante de ces résistances à l'avancement. Nous verrons ensuite les forces propulsives qui génèrent le déplacement du nageur.

A - Les résistances à l'avancement

Les traînées de forme (frontale et de remous) (5)

Elles sont liées à la forme du nageur, autrement dit à la surface de son maître couple. En frontal, plus cette dernière est élevée (individu nageant debout), plus la résistance est grande. Dans le capelé, celle-ci se trouve aisément augmentée par le poids de la bouteille qui a tendance à verticaliser le nageur. Il est donc primordial de réduire ce phénomène, notamment par une bascule de la tête (regard dirigé vers le bas et non à l'horizontale). D'une manière générale, en nage P.M.T et en capelé, on minimise cette résistance frontale en réduisant la surface du maître-couple, par une recherche systématique de la position horizontale. Le lestage contribue également à définir une position optimale. Il est illusoire de compenser un sur lestage par une simple bascule de la tête.



La traînée de remous correspond aux résistances tourbillonnaires ou aspiration de queue. Il s'agit d'une forme de résistance excessivement freinatrice, elle exerce un effet de succion, voire d'aspiration à l'arrière du corps. Ce phénomène est d'autant plus important que la forme de l'arrière est mal profilée, c'est le cas notamment en capelé.

Paradoxalement à ce que l'on pourrait croire, la traînée de remous est plus freinatrice que la traînée frontale. Ceci dit, nous n'avons guère la possibilité de modifier notre profil arrière. En revanche, il est intéressant pour un nageur de se positionner juste derrière la traînée de remous de quelqu'un afin de profiter de cet effet d'aspiration. Cette technique nécessite

cependant des conditions de réalisations particulières. Le niveau des nageurs doit être quasiment identique pour être efficace. L'aspiration n'est profitable que si on se trouve « collé » aux palmes du nageur de devant. Or la principale difficulté réside dans cette gestion de la distance optimale.

Si le nageur est trop loin, il ne bénéficie plus de cet effet de succion, s'il



est trop prés, il s'assure des coups de palmes dans la figure.

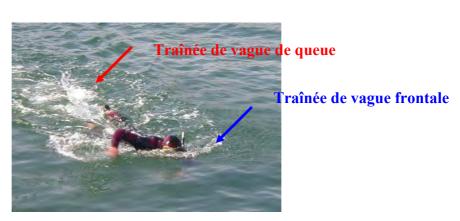
Les traînées de vague (frontale et de queue) (5)

Lorsqu'un corps se déplace, il crée une zone de turbulence provoquant des vagues à l'avant (vague frontale par la pénétration des bras) et à l'arrière (vague de queue par les battements). Elles sont générées par les mouvements réalisés à la surface de l'eau. Peu significatifs en frontal, ils deviennent importants avec l'utilisation de palmes. Il convient alors de réduire les mouvements de palmes hors de l'eau afin de limiter ce phénomène, particulièrement en P.M.T car on ne bénéficie plus du lest de la bouteille pour faciliter la phase subaquatique du palmage.



De la même manière que précédemment, la position de la tête va influencer sur la position générale du corps et donc déterminer l'enfoncement plus ou moins important des palmes. Le compromis se situe entre une horizontalité optimale permettant à la fois la réduction des traînées de forme et n'entraînant cependant pas une sortie intempestive des palmes hors de l'eau.

Le lestage une fois de plus, intervient de façon notoire sur la position du nageur. En nage P.M.T, un sous lestage entraîne une difficulté considérable à maintenir un palmage subaquatique.



Les traînées de frottement

Cette résistance est directement liée à la notion de couche-limite. La vitesse d'écoulement des molécules d'un fluide sur une paroi est quasi nulle. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de cette paroi, les molécules tendent à reprendre la vitesse d'écoulement du fluide extérieur. Cette zone intermédiaire se nomme la couche-limite où les forces de friction sont importantes. Pour certains auteurs, ces forces sont négligeables. En natation, elles peuvent être déterminantes dans la recherche d'une performance au centième de seconde et justifient le port de combinaison de nage ou l'épilation du corps. On comprend aisément que dans notre activité, ces traînées de frottement soient occultées.

B - Les modèles théoriques de la propulsion

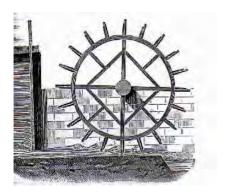
Les études concernant la propulsion dans la natation sont relativement récentes. En revanche, celles basées sur la propulsion des bateaux sont nombreuses et depuis longtemps étudiées. Il en résulte qu'une analogie est possible pour les approches théoriques liées à la propulsion dans le milieu aquatique.

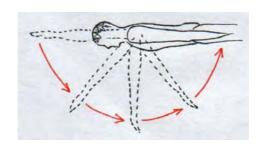
Il existe plusieurs modèles de théorisation de la propulsion. Aucun ne prétend être la référence unique dans l'explication du mouvement de natation, mais leur compréhension peut aider chacun à parfaire sa technique par la mise en application qui en découle.

Les modèles traditionnels (5)

Ils sont basés sur la loi d'action-réaction ou troisième loi de Newton. Le principe en natation peut se comprendre de la manière suivante : on cherche à ramener l'eau vers l'arrière pour créer le déplacement du corps. L'action est dirigée vers l'arrière, la réaction vers l'avant. Le fondement tient compte également de deux notions principales : les surfaces motrices doivent être perpendiculaires (turbulences importantes à l'arrière) et parallèles au sens du déplacement. Selon ces principes de base, plusieurs modèles existent :

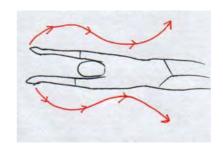
Le modèle des roues à aubes où le trajet propulsif est effectué bras tendu. Intéressant chez le débutant car permettant une bonne perception des appuis, il trouve rapidement ses limites dans une surcharge musculaire considérable au niveau des épaules.



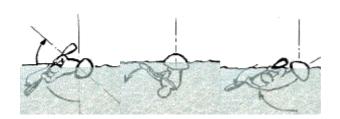


Le modèle de l'aviron et celui de la pagaie définissent un mouvement horizontal linéaire ou sinusoïdal en cherchant à mobiliser des masses d'eau immobiles derrière soi (donc limiter les appuis fuyants). L'inconvénient majeur est qu'il n'y a pas d'utilisation de la profondeur.





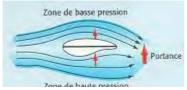
Le modèle de l'esquimautage qui utilise le même principe que précédemment mais dans les trois plans de l'espace. Le nageur a un mouvement en S dans tous les plans.



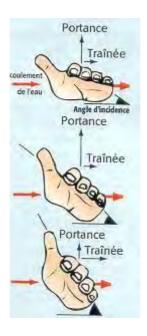


Les modèles plus récents (5) (6)

Il existe depuis une trentaine d'années (Counsilman en 1977), de nouveaux concepts qui tentent d'expliquer différemment la propulsion en natation. Ces modèles, basés **sur la portance, se réfèrent au principe de Bernouilli.** Comparée à une aile d'avion ou à la voile d'un bateau, la main, de part sa forme concave et convexe implique des écoulements d'air spécifiques. Lorsque le fluide traverse la surface de la main, il rencontre une partie haute convexe (le dos de la main) et une partie concave (le creux de la main). Le fluide circule donc plus vite sur le dessus de la main (zone de basse pression) que sur le dessous (zone de haute pression), la main a tendance à monter, c'est la portance.

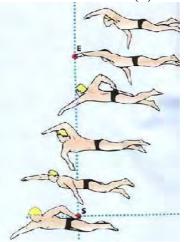


Ce phénomène explique notamment la forme d'une aile d'avion (déplacement vers le haut) ou le déplacement d'un bateau à voile (forme concave et convexe de la voile). Dans ce modèle les surfaces motrices ne doivent jamais se trouver à la perpendiculaire du sens du courant, car elles entraînent alors de nombreuses turbulences (qui augmentent les forces de traînées). Les écoulements laminaires deviennent prédominants, l'angle d'incidence optimal se situant aux alentours de 30°. Le degré d'inclinaison de la main devient primordial dans le rôle propulsif.

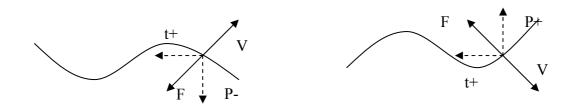


Counsilman compare alors la main du nageur à une hélice, godille de bateau. Dans ce dernier cas, le déplacement vers l'avant du bateau est obtenu grâce à un mouvement latéral et oblique de la godille. La rame n'est jamais perpendiculaire au sens du déplacement. En natation, les mains se déplacent de la même manière verticalement et latéralement.

Un autre phénomène important est la notion de déplacement du corps par rapport au point d'appui de la main. Des techniques de vidéos ont permis de montrer que la main finit son trajet près du point d'entrée dans l'eau. Ceci est déterminant dans la visualisation du geste technique afin de créer chez le nageur des sensations de déplacement du corps vers l'avant et non une mentalisation de traction d'eau vers l'arrière. (6)

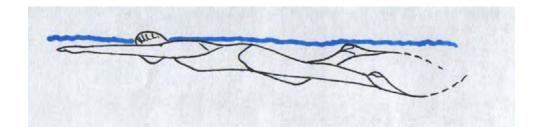


Les applications du modèle théorique de la portance sont représentées par celui de *la palme*, où les trajets sont constamment obliques. Il s'agit d'une succession de portance positive (phase descendante) et négative (phase ascendante). (5)

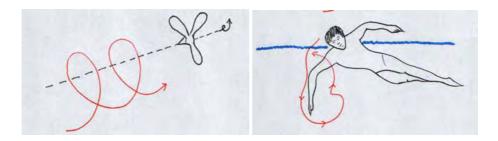


Phase ascendante du palmage

Phase descendante du palmage



Le modèle de l'hélice ou de la godille, où le trajet moteur suit une forme de S, semblable au mouvement de rotation de l'hélice.



Counsilman précisait pour compléter ces notions de portance-traînée que « l'efficacité maximum de la propulsion dans l'eau est obtenue en déplaçant vers l'arrière une grande quantité d'eau sur une courte distance, plutôt qu'une petite quantité d'eau sur une grande distance ».

En conclusion de présentation de ces différents modèles, il semble plus intéressant de travailler sur la notion d'appuis et de sensations de déplacement de son corps dans l'eau plutôt que de tenter de reproduire un mouvement stéréotypé.

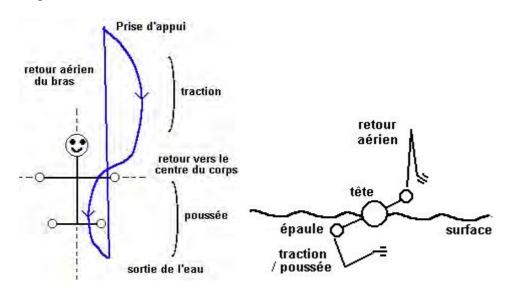
C - Le mouvement de crawl et ses facteurs d'efficacité

Descriptif du mouvement des bras (5) (6)

L'entrée de la main se fait parallèle à l'axe du corps, l'avant bras légèrement fléchi sur le bras lors de l'entrée dans l'eau. Il y a ensuite extension de l'avant bras lors de cette phase d'appui. La traction est caractérisée par un mouvement de godille basse et externe (la main va vers le bas et le dehors) et godille interne (le bras fléchit légèrement en se rapprochant de l'axe du corps). La phase de poussée est définie par une godille externe haute



où la main va de l'intérieur vers le haut et extérieur. Le retour aérien est linéaire et relâché, le coude fléchi permettant de détendre au maximum les muscles non sollicités.



Les notions d'amplitude et de fréquence

Elles sont déterminantes dans les critères d'amélioration de la performance. On parle d'amplitude du mouvement (distance séparant l'entrée de la main jusqu'à sa sortie de l'eau) et d'amplitude de cycle de nage (distance parcourue par un cycle complet de nage). Les deux paramètres sont intimement liés et l'amélioration de l'un interfère sur le gain de l'autre. La fréquence représente le nombre de séquences de cycle par unité de temps. Il s'agit de la différencier du rythme qui représente les variations temporelles au sein de la séquence : accélération, ralentissement, temps mort. En terme de fréquence, on parlera de nombre de cycles de bras effectué sur 50m par exemple.

Le rendement optimal doit se situer dans une combinaison judicieuse entre amplitude et fréquence. Chez le débutant la fréquence a tendance à être élevée au détriment de l'amplitude. Le nageur expert parviendra à diminuer cette fréquence pour augmenter l'amplitude du mouvement et de ce fait l'amplitude de cycle de nage.

Toute la technique de nage sera dans la recherche de ce compromis individuel entre fréquence et amplitude afin d'acquérir une glisse la plus parfaite possible.

L'équilibre du corps

Il doit être horizontal afin de réduire les résistances à l'avancement. Il faut trouver un compromis entre un roulis permettant l'optimisation des appuis sans déséquilibrer tout le corps. Une fois de plus, la tête joue un rôle déterminant dans la dissociation de cet équilibre. Elle doit toujours rester dans l'axe du corps, seules les épaules enclenchent une oscillation latérale afin d'en augmenter leur surface d'appui. Equipé en P.M.T, cet ajustement devient difficile car la compression de la combinaison diminue ce déséquilibre latéral.

Les surfaces motrices

La quantité de surfaces propulsives est primordiale dans le rendement et ce, qu'elle que soit le modèle théorique de référence (action-réaction ou portance). Ceci justifie l'utilisation de plaquettes de nage (paddles) dans un but de musculation spécifique ou d'augmentation des sensations kinesthésiques.

L'orientation des surfaces motrices est également déterminante. Dans le cas de l'action-réaction, elles doivent être perpendiculaires au sens du déplacement afin de repousser l'eau vers l'arrière. Quand on se réfère aux notions de portance (godille), elles doivent sans cesse rechercher de nouvelles particules au repos comme les pales d'une hélice.

Les forces propulsives résultent d'un compromis entre ces différents modèles. De la coordination des forces de traînée et de portance dépendra l'efficacité des appuis. C'est la raison pour laquelle, le mouvement de crawl (et des autres nages) ne peut en aucun cas s'acquérir par mimétisme d'un geste décrit. Il est le résultat d'un long travail où l'on cherche à développer chez le nageur des sensations d'appuis. Plus l'individu baignera dans le milieu et plus tôt il fera cet apprentissage dans l'âge, meilleures seront ses sensations kinesthésiques. Cet aspect perceptif de l'appui est essentiel et déterminant dans la qualité technique de nage. Il est cependant très dur à acquérir et demande concentration et travail de longue haleine.



Même si pour nous plongeurs, la principale ressource propulsive est issue du palmage, il est intéressant de développer un minimum de sensations tactiles afin de rendre l'action motrice des bras plus utile que parasite.

Ce travail peut être effectué en piscine en début de saison et être entretenu par la suite régulièrement. Il est important d'aborder ces exercices dans un état de vigilance optimal (milieu de séances et en dehors de séances sollicitant trop le versant énergétique). D'autre part, l'emploi de plaquettes de nage est très intéressant car il permet réellement de développer les sensations d'appuis. Il faut sans cesse rechercher les zones d'appuis les plus dures et sentir son corps « se propulser vers l'avant ». L'eau devient un élément solide sur lequel l'épaule prend appui et non plus une masse que l'on tire vers l'arrière. Il est nécessaire de réaliser ces exercices en piscine (milieu calme), sans combinaison, en contact direct avec l'eau sur la peau.

Exemples de séance technique

200m à effectuer sans temps d'arrêt, une à plusieurs fois, avec et sans plaquettes. D'autres variantes sont possibles pour augmenter les sensations d'appuis (poings fermés, mains ouvertes).

- 25m battement sans palme: recherche de stabilité
- 25m sur un bras (l'autre devant avec planche ou pull boy ou rien) : recherche d'amplitude du mouvement de bras (loin devant et derrière), léger roulis (augmenter la surface d'appui), recherche de sensations d'appui sur la godille
- 25m battement
- 25m l'autre bras (idem précédemment)
- 25m battement
- 25m rattrapé: recherche d'amplitude de cycle de nage mais difficulté supplémentaire de conserver l'équilibre latéral (nécessité de bien fixer la tête)
- 25m battement
- 25m semi rattrapé (léger décalage dans le temps, la main part juste avant que l'autre ne revienne devant) : recherche d'amplitude de cycle de nage et situation proche de la nage avec palme.

Le port de la combinaison modifie les sensations tactiles et kinesthésiques. Il semble donc difficile de travailler ces aspects perceptifs dans un contexte de mer ou lors de séances spécifiques proches de l'examen. La combinaison, même idéalement taillée sur mesure, limite par ses forces de constriction l'amplitude du mouvement. Seul un néoprène très souple et fin peut garantir une amplitude optimale.

3-1-4 LE PALMAGE

Principal moyen de propulsion dans notre activité, son efficacité détermine la réussite dans les épreuves du 1500m P.M.T et du 1000m capelé. Le modèle théorique de référence s'appuie sur la notion de portance et traînée comme nous l'avons vu précédemment. Afin d'améliorer le rendement, il est nécessaire d'augmenter la portance et de diminuer la traînée. Plusieurs facteurs vont intervenir dans la recherche d'optimisation de l'appui.

Technique de palmage

Il s'agit d'une succession de mouvements alternatifs des membres inférieurs comparable au battement de crawl mais avec la particularité d'être beaucoup plus ample et moins rapide. Le mouvement débute au niveau de l'articulation coxo-fémorale et l'articulation tibio-tarsienne doit être solide afin de permettre la transmission des forces entre la jambe et la palme, contrairement au nageur de crawl qui recherche un relâchement de la cheville lors de son battement. Le mouvement est scindé en deux phases : une descendante qui représente le temps fort propulsif et une ascendante, temps faible, d'action propulsive moins importante. Ceci est du au positionnement de nos muscles fléchisseurs puissants qui se situent sur le versant antérieur (droit antérieur). A l'inverse, chez le dauphin, la phase propulsive est ascendante car ses muscles les plus puissants sont sur le sommet de sa colonne vertébrale. (7)

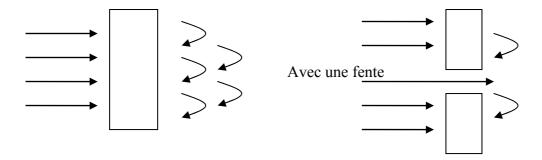
La phase descendante débute par une flexion de la cuisse sur la hanche, rendue plus facile par une légère flexion du genou (impossibilité de palmer les jambes tendues). Le pied est en flexion plantaire sub-maximale, sollicitant les muscles fléchisseurs intrinsèques et extrinsèques.

La phase ascendante se caractérise par une extension de la cuisse et de la jambe. Le pied se retrouve dans une position neutre ou en flexion plantaire sans jamais atteindre la dorsi flexion



♣ Influence de la voilure sur l'efficacité du palmage

Plus la voilure est rigide et longue, plus la portance est élevée et meilleure est la propulsion. A l'inverse, une voilure souple et courte diminue les forces de portance (car augmente le degré d'inclinaison, voir schéma de la main) et donc limite l'avancement. Une voilure de type « fendue » a pour objectif de s'adapter au débutant qui a généralement un palmage trop en flexion. Il a du mal à vaincre la force de l'eau car la voilure est trop rigide et donc fléchit le genou. Dans ce cas, la portance est augmentée par la souplesse de la voilure et la traînée diminuée par la fente qui limite les turbulences à l'arrière de la voilure. Mais ce type de palme n'est pas adapté chez le nageur expert en recherche de performance car les forces de portance sont rapidement limitées (voilure trop souple avec la fente). (8)



Il n'existe pas un type de palme idéal pour les épreuves de natation car l'efficacité est fonction de la musculature sous jacente. En effet, si la voilure est trop dure ou trop longue en rapport avec les capacités musculaires du nageur, des désordres physiologiques apparaissent rapidement pour bloquer temporairement ou définitivement le palmage.

- Les crampes, localisées sous la voûte plantaire ou au niveau du mollet sont le signe d'une sollicitation trop importante en extension des muscles fléchisseurs (fléchisseurs des orteils, triceps sural). Les crampes sont favorisées par d'autres facteurs (déshydratation, manque de substrats, déséquilibre en minéraux, etc...) mais la principale cause reste une contribution trop importante de ces muscles en fonction des capacités du sujet.
- Un effort supérieur aux possibilités du muscle va entraîner rapidement un épuisement des réserves locales en substrats énergétiques et provoquer une acidose. Celle-ci est responsable du blocage de la synthèse d'ATP entraînant de ce fait une fatigabilité notoire. La qualité du palmage s'en trouve affectée, le nageur exagère la flexion du genou pour faciliter le mouvement. Celui-ci devient donc moins efficace et la palme devient un frein au déplacement. Dans le pire des cas, l'acidose est telle que tout effort devient impossible.
- A la longue, l'utilisation d'une palme non adaptée aux possibilités musculaires de l'individu peut entraîner des lésions tendineuses, notamment au niveau du tendon d'Achille. Ce dernier, peu vascularisé, réagit assez mal aux sollicitations importantes et sa guérison, souvent longue, nécessite une mise au repos systématique.

Il est donc essentiel de trouver l'équilibre entre rigidité, longueur de voilure et capacités musculaires personnelles. La résultante de ce choix déterminera une fréquence et amplitude optimales de palmage, en rapport avec la morphologie et la physiologie énergétique du nageur. Cet équilibre est difficile à trouver car il est rare de pouvoir essayer durablement une paire de palmes avant son achat.

▲ La coordination bras-jambes

L'utilisation des palmes et du tuba engendre quelques modifications sur la technique du crawl dans l'épreuve du 1500m.



Le déséquilibre latéral est fortement diminué car les palmes agissent comme des stabilisateurs. La combinaison limite également les mouvements dans leur amplitude, ce qui tend à réduire encore les oscillations. Intéressant chez le débutant, cette conséquence liée au matériel peut devenir un frein au rendement par une diminution des surfaces motrices effectrices (épaules).

La propulsion étant à plus de 70% assurée par les palmes, les bras doivent s'adapter aux membres inférieurs. La vitesse de déplacement étant donnée par les palmes, les bras peuvent opter « en complément » pour un style en semi-rattrapé. Il convient de décaler le départ de l'un par rapport à l'arrivée de l'autre. Au lieu de faire partir son bras au moment ou le coude opposé sort de l'eau, on démarre la phase d'appui quasiment lors de l'entrée dans l'eau de l'autre main. Par cette technique, il semble plus aisé de placer dans le temps les mouvements de bras par rapport aux jambes et d'économiser l'action des bras, de toute façon bien moins propulsive que les palmes. Cette technique est d'autant plus intéressante que le plongeur n'est pas un adepte du crawl. De plus, elle oblige le nageur à profiter un maximum de la glisse en diminuant la fréquence au profit d'un gain en amplitude.

La respiration

Le problème semble réglé avec l'usage du tuba. Pourtant ce dernier nécessite quelques contraintes et adaptations. En crawl, la respiration est placée temporellement en fin de poussée des bras, facilitée par le temps mort moteur et la fixation de la cage thoracique. Elle doit être brève pour éviter les déséquilibres et maximale afin d'oxygéner efficacement. L'expiration est alors active et prolongée en phase aquatique. L'emploi du tuba réduit les problèmes d'équilibre car il permet de garder la tête constamment dans l'axe. A contrario, son utilisation peut entraîner une mauvaise synchronisation de la respiration, une incapacité à expirer profondément et une dette en oxygène par l'espace mort inhérent à son volume. Il est donc primordial de placer correctement son inspiration sur un repère fixe et déterminé à l'avance. Le choix peut se faire sur un mouvement de palmes ou mieux sur un passage de bras (temps mort moteur bénéfique aux muscles inspiratoires). La régularité de l'inspiration détermine également la qualité de l'expiration. Le tuba peut avoir tendance à réduire la phase d'expiration du fait même de la liberté de respiration qu'il offre. Or une expiration incomplète engendre rapidement une hypercapnie et une sensation d'essoufflement. Enfin, l'espace mort

anatomique diminue la qualité alvéolaire en oxygène. Le tuba, énorme avantage dans la réalisation technique du crawl nécessite pour autant une synchronisation sur les mouvements propulsifs ainsi qu'une adaptation contrôlée afin de ne pas devenir un facteur limitant. En capelé, la synchronisation est tout aussi indispensable et l'inspiration devra trouver sa place sur un nombre déterminé de coups de palmes.

3-1-5 L'ORIENTATION

Toujours dépendante de l'environnement, l'orientation nécessite de créer chez le nageur certains automatismes car bien connaître ses principes ne garantit pas systématiquement une trajectoire optimale. En fonction du milieu et des conditions météos, l'orientation s'avère plus ou moins difficile et un 1500m P.M.T peut rapidement se transformer en 1800m et le 1000m capelé en 1200m ou plus. Tous les bénéfices d'un entraînement technique et énergétique sont alors réduits à néant, la sanction immédiate se traduisant en minutes supplémentaires sur le chrono. Il est donc primordial de ne pas compromettre le gain d'une préparation physique de six mois par une lacune de cet aspect de la performance.

S'orienter correctement nécessite de prendre des informations visuelles aussi souvent

que possible sans pour autant perturber la technique de nage et donc engendrer une perte de temps. La principale difficulté réside dans la synchronisation de l'extension de la tête avec le mouvement global de nage. Cette extension doit être très brève afin de générer le moins de déséquilibre mais suffisamment longue pour permettre une prise d'informations visuelles efficace. Chez le débutant, cette action motrice crée généralement un temps mort dans le mouvement de nage qui entraîne un ralentissement et un déséquilibre du corps.



Chez le nageur confirmé, l'extension de la tête est anticipée dans le mouvement afin de ne pas induire de déséquilibre perturbateur. Quand la tête se relève, le reste du corps compense ce déséquilibre momentané et parvient à conserver une horizontalité maximale. De même, le mouvement de bras n'est pas interrompu et l'extension de la tête ne provoque pas de temps mort dans les actions motrices propulsives. Cette prise d'informations visuelles se situe lors de la phase d'entrée dans l'eau de la main, au moment de la prise d'appui qui sert de point « fixe » pour lever la tête. Celle-ci doit être de nouveau dans l'eau lorsque la main attaque la phase de traction, on comprend donc que cette action doit être la plus rapide possible. Si elle dure trop dans le temps, le bras se trouve en position de poussée alors que la tête est encore levée, le corps se redresse et la phase propulsive est interrompue. Ce geste relativement technique nécessite un entraînement non négligeable pour être parfaitement maîtrisé. Sa complexité d'apprentissage explique qu'avec la fatigue, le nageur l'effectue de moins en moins sur une longue distance et de ce fait la trajectoire devient imprécise en fin de parcours.



Quelle fréquence de prise d'informations visuelles adopter ? Plus elle est élevée, meilleure est la précision dans l'orientation. Elle permet d'ajuster constamment les écarts avec la trajectoire idéale et de

récupérer la mauvaise prise d'informations de l'extension précédente. En effet, il n'est pas rare de lever la tête et ne pas parvenir à capter l'amère, par manque de temps ou par interposition de parasites (soleil, vague plus haute, écart de trajectoire trop important, etc...). Ce « coup pour rien » retarde d'autant plus la qualité de l'orientation et nécessite rapidement une autre prise d'informations visuelles. Même s'il appartient à chacun de déterminer sa fréquence de repérage visuel, tous les quatre à six mouvements de bras semblent être une indication raisonnable. Opter pour un nombre pair permet de fixer son extension sur le même bras et donc faciliter la gestuelle (sauf pour ceux qui font preuve d'une aquaticité irréprochable leur permettant d'être aussi à l'aise des deux côtés).

L'aspect technique de la gestuelle peut être abordé en piscine afin de travailler la synchronisation, la prise d'appui, la rapidité d'exécution, le maintien de l'équilibre général. Il est cependant essentiel de l'aborder en milieu naturel car c'est bien dans cet environnement que l'orientation trouve toute sa spécificité. Les carreaux de la piscine disparaissent au profit d'un espace non délimité, les lignes d'eau sont remplacées par des côtes souvent éloignées, les vagues obstruent aisément le champ visuel et le soleil éblouit parfois les derniers repères existants. Bref, l'orientation se travaille en mer et il serait inconséquent de négliger cet aspect de la performance. Citons pour exemple une autre discipline pleinement exposée aux nécessités d'une orientation optimale, le triathlon. Il n'est pas rare de constater des erreurs commises par certains triathlètes. Chez deux nageurs d'un niveau identique en piscine, celui qui a très peu d'expérience dans le milieu naturel et qui néglige cet aspect de l'entraînement, sort systématiquement de l'eau deux à trois minutes (sur une distance de 1500m) derrière un nageur habitué aux conditions extérieures. Dans notre discipline et pour le MF2, cet écart change la notation de 5 points!

Pour une prise correcte d'amers, il est nécessaire de visualiser à l'avance des points aisément repérables lors de la natation. Le repère doit être fixe, sur la côte si possible (proximité de celle-ci et conditions météos) et très distinct. Un arbre ou rocher non particulier ne sera plus différencié lors de la natation car la prise d'informations visuelles à ce moment ne permet pas une analyse fine du paysage. Il est donc primordial de prendre un aspect caricatural et imposant de la côte (immeuble, pointe rocheuse, forêts, etc...). Si le parcours s'effectue sur une longue distance, une reconnaissance préalable permet d'affiner des repères au fur et à mesure de l'approche (bâtisse particulière dans groupement d'immeubles, rocher sur pointe, bosquet dans la forêt). Il est important également d'utiliser plusieurs types d'amers en fonction des conditions météos et de faire le repérage à l'heure exacte du jour de l'épreuve sur site. Un soleil couchant anéantit toute possibilité de repérage si la natation s'effectue face à lui. Dans ce cas, il faut apprendre à nager avec le soleil dans les yeux et se servir de lui comme amer.

L'orientation est un aspect fondamental dans les épreuves du 1000m capelé et du 1500m P.M.T et le travail de celle-ci dans les conditions réelles de l'examen (lieu, horaire, conditions météos) représente une stratégie incontournable.

3-2 MANNEQUIN

Première natation et apnée

Le balisage de l'épreuve facilite généralement la gestion de cette première partie. Le parcours est installé sur deux bouées distantes de 50m, nécessitant d'effectuer deux allers-retours. S'agissant d'un 200m chrono enchaîné d'une apnée, il convient de gérer au mieux le compromis énergétique et la préparation optimale à l'apnée à 10m.

Dans un souci de rentabilité, la vitesse des 100 premiers mètres doit être relativement soutenue pour permettre un temps correct. En fonction du niveau du nageur, elle peut s'effectuer en nage complète (nageur confirmé) ou seulement avec les palmes afin de limiter la dépense énergétique liée à la faible rentabilité propulsive des bras.

Dans la deuxième partie de ces 200m, la vitesse de nage est dégressive, plus ou moins anticipée en fonction de ses capacités individuelles sur la réalisation de l'apnée. D'une manière générale, l'apnée à 10m ne pose aucun problème quand elle est effectuée isolée de toute natation. Dans le cadre de cette épreuve, sa réussite dépend essentiellement de sa faculté personnelle à se relaxer et à retrouver une ventilation calme à l'approche de l'apnée. Etre capable de baisser son rythme cardiaque et sa fréquence ventilatoire va déterminer l'aisance dans



l'apnée. Ceci est un travail spécifique, non plus simplement lié à l'entraînement de l'apnée mais bien dans la régulation et la gestion de la natation préalable. Plus la condition physique de l'individu est optimale, meilleure sont ses capacités de récupération et plus rapide est sa préparation à l'apnée.

Il convient alors de trouver le juste équilibre entre vitesse de nage et distance optimale de récupération. Dans tous les cas, cette phase de récupération doit s'effectuer sans les bras, le palmage est ample et largement diminué, le corps le plus allongé possible pour faciliter le travail des muscles respiratoires (limiter la pression hydrostatique). Les principales sources de réussite dans une apnée se trouvent dans une faculté de relaxation mentale optimale, un relâchement musculaire maximal et un abaissement de la fréquence ventilatoire et cardiaque. L'espace mort anatomique du tuba est certes un frein à l'efficacité ventilatoire mais ce paramètre est peu modifiable du fait de l'approche ventrale (mise à part de limiter la longueur du tuba et d'augmenter son diamètre).

Nous aborderons plus précisément les éléments spécifiques à la préparation d'une apnée dans le prochain chapitre. Tous ces paramètres font que cette épreuve nécessite une réelle préparation spécifique. Une excellente condition physique générale ne suffit pas à pallier le manque d'entraînement technique sur cette épreuve.

♣ Tractage

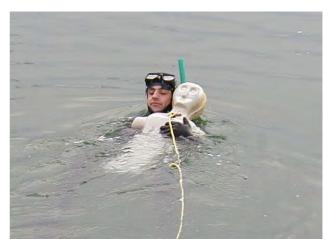
Cette deuxième partie de l'épreuve est très sollicitante sur le plan physiologique car elle s'effectue essentiellement en anaérobie lactique. Il est donc important durant ces 100m de bien gérer l'effort afin de pouvoir terminer l'épreuve en acidose, mais dans un temps correct.

Il ne faut cependant pas focaliser sur la seule performance chronométrique. En effet, chaque point supplémentaire est acquis pour six secondes de moins sur ces 100m. Or cette marge est très importante et il semble difficile de diminuer d'autant son chrono lorsque l'on a atteint ses capacités anaérobie lactique optimale. En revanche, il est très facile de perdre des secondes par un défaut de trajectoire et une fois de plus, la stratégie d'orientation se révèlera plus payante qu'un palmage en force et en aveugle.

L'orientation lors du tractage implique de trouver des solutions techniques compatibles avec une prise correcte du mannequin et une prise d'informations visuelles efficace.

Actuellement la prise du mannequin est clairement définie et il n'est plus concevable dans le cadre de l'examen d'employer n'importe quelle technique. Le sauveteur doit utiliser la prise dorsale reconnue par la Fédération Française de Sauvetage où la victime est positionnée sur le dos, le bras du sauveteur passant sous le moignon du mannequin et venant plaquer la tête de celui-ci contre l'oreille du nageur.

Les voies aériennes sont à l'abri de toute immersion et le palmage n'est pas gêné par le mannequin. En revanche, les mouvements d'extension et de rotation de la tête pour la prise d'informations visuelles sur l'orientation sont très difficiles à effectuer. Le mouvement nécessite de décoller momentanément le mannequin de son oreille et d'être bref et rapide dans son exécution pour ne pas risquer d'immerger les voies aériennes.



3-3APNEE

La notation de l'apnée s'effectue selon des critères de temps et de prestation technique. Le nombre de points octroyé est minime pour une durée égale à 30''et en dessus de 1'21, il n'y a pas de point supplémentaire. Les critères éliminatoires sont définis par un temps inférieur à 30 secondes, si la profondeur de 15m n'est pas atteinte et s'il survient une syncope pendant l'épreuve (du canard jusqu'au retour bateau). Huit points sont réservés à la prestation technique en surface et au fond. Dans un contexte d'examen où stress et fatigue prédominent, il est important d'aborder cette épreuve en toute sérénité sans le moindre doute dans sa réussite.

Les risques inhérents à l'apnée sont majeurs, il est donc indispensable de conserver à l'esprit que chacun est vulnérable lors de l'entraînement. Le travail de cette épreuve doit faire l'objet d'une attention très particulière et les précautions prises doivent être majorées en connaissance approfondie des accidents. La sécurité nécessite au minimum deux personnes (une qui réalise, une qui surveille) capables d'intervenir sur une syncope (reconnaissance rapide des symptômes, conduite à tenir).

D'une manière générale, la réalisation optimale d'une apnée dépend de la qualité de sa préparation et du comportement sous l'eau. Les différents paramètres qui régissent l'entraînement à l'apnée peuvent être différenciés de la manière suivante(9):

La ventilation

Elle dépend d'une part de la souplesse thoracique qui permet de réaliser des mouvements de grande amplitude et de la force des muscles inspiratoires et expiratoires (préférentiellement). Il est également intéressant de distinguer les différentes phases de la respiration (abdominale, thoracique et supérieure) même si ces techniques ne sont pas indispensables dans la réussite de notre apnée. A ce niveau, seule une ventilation ample et calme suffit largement à sa réalisation.

La tolérance à l'hypoxie et à l'hypercapnie représente les fondements de l'entraînement. La méthode qui consiste à alterner des apnées poussées avec de longues récupérations (supérieures à 1'30) est le meilleur moyen pour diminuer la sensibilité à l'hypoxie. Exemple : 1 à 3 répétitions à 100% (distance max).

Le travail en hypercapnie vise à habituer le centre respiratoire bulbaire à l'excès de C02. Le principe d'entraînement se caractérise par des séries d'apnées avec une courte récupération (inférieures à 1'30). Exemples : 7 à 10 répétitions entre 65 et 85% du max. Il est cependant important de ne pas enchaîner trop de répétitions car l'excès de CO2 peut à la longue entraîner des maux de tête.

La phase de préparation doit être suffisamment longue pour abaisser son rythme cardiaque et respiratoire. L'hyperventilation est à proscrire, seules trois à quatre ventilations amples suffisent à « rincer » les poumons en insistant sur le volume de réserve expiratoire. Le tuba diminue l'efficacité de la ventilation mais permet cependant de conserver une position horizontale et donc faciliter le travail des muscles respiratoires (diminution de la pression hydrostatique). Cette phase peut se scinder en deux séquences, une en position allongée pour reposer la ventilation, une juste avant l'immersion sans tuba pour augmenter la qualité de l'air

La relaxation mentale

Le relâchement musculaire permet de diminuer la consommation d'oxygène. Cette capacité dépend des facultés mentales de l'individu. La relaxation détermine la résistance au stress et la capacité à faire abstraction de l'environnement. Plus l'individu est apte à faire le vide, meilleure est sa disposition à l'apnée. Ceci nécessite également un long entraînement car cette préparation se fait généralement dans un environnement hostile (bruits perturbateurs, stress de l'épreuve). De plus, la focalisation sur un but à atteindre (15m) est génératrice d'un stress négatif. Il est primordial de se concentrer sur la visualisation de l'action future par une mentalisation des différentes séquences : canard, palmage, vitesse de descente, remontée.

Les conditions météos

Elles vont influencer sur la qualité de l'apnée en rendant sa réalisation plus ou moins difficile. (température, visibilité). Il est important de tenir compte de ces paramètres si le lieu d'entraînement est différent du site de l'examen.

P. Estripeau 2006

Comportement moteur

La technique influence directement sur la qualité de l'apnée : immersion, lestage, hydrodynamisme, technique de palmage, gestion de la vitesse de descente et de remontée. L'hydrodynamisme permet à la fois un déplacement efficace et une économie énergétique non négligeable. Les bras et la tête doivent être placés dans le prolongement du corps, la ceinture abdominale gainée. Le compromis entre fréquence et amplitude de palmage doit induire une glisse maximale. Lors de la remontée, la tête conserve sa position dans le prolongement du corps pour éviter toute stimulation bulbaire.

Règles de sécurité

Connaître les signes pré-syncopaux :

Perceptibles par le plongeur

- o Lourdeur ou chaleur importante dans les muscles des cuisses
- o Petites troubles visuels étoilés ou d'obscurcissement
- o Tremblements désordonnés (« samba »)
- o Confort ou peine anormale

Signes observables par l'équipier en sécurité

Au fond

- Durée excessive, absence de mouvements
- o Relâchement anormal
- Lâcher de bulles
- o Tremblements

A la remontée

- o « Samba »
- Arrêt du palmage
- o Coloration anormale du visage et des lèvres
- o Lâcher de bulles

En surface

Apnéiste

- o Arrivée sans le tuba
- o Expiration suivie de plusieurs cycles respiratoires amples
- o Seulement après parler avec son équipier de sécu

Equipier en sécu

- Etre très proche physiquement (moins d'un mètre)
- o Ne pas quitter des yeux son visage
- O Attendre au moins une minute avant de relâcher la surveillance
- o Engager un dialogue

4 - PLANIFICATION DE LA PREPARATION PHYSIQUE SUR 6 MOIS

La période de six mois peut-être scindée en trois phases de deux mois ou huit semaines de préparation, à raison de deux séances d'entraînement hebdomadaire en milieu aquatique.

Il n'est pas tenu compte de la planification des plongées techniques, elles doivent être comptabilisées en plus des deux séances hebdomadaires.

Enfin, il faut être vigilant sur les notions de récupération et bien respecter les délais en fonction de l'intensité de la séance (voir chapitre sur les principes généraux).

♣ Première période de huit semaines

Les objectifs principaux concernent le développement de la filière aérobie et un début de travail au **seuil anaérobie**.

SEMAINES	FILIERES DES SEANCES		
S1	Aérobie Aérobie		
S2	Aérobie Seuil anaérobie		
S3	Aérobie Aérobie		
S4	Aérobie Seuil anaérobie		
S5	Aérobie Aérobie		
S6	Seuil anaérobie Aérobie		
S7	Aérobie Seuil anaérobie		
S8	Repos		

Les Deuxième période de huit semaines

Durant cette période, on conserve le volume de travail aérobie tout en incluant des séances au **seuil anaérobie** pour maintenir le niveau d'intensité élevé. On commence à aborder les séances **anaérobies lactiques**.

SEMAINES	FILIERES DES SEANCES		
S9	Aérobie Seuil anaérobie		
S10	Aérobie Seuil anaérobie		
S11	Aérobie Aérobie		
S12	Anaérobie lactique Aérobie		
S13	Aérobie Seuil anaérobie		
S14	Aérobie Anaérobie lactique		
S15	Aérobie Seuil anaérobie		
S16	Repos		

Troisième période de huit semaines

La filière aérobie est délaissée au profit d'un travail au **seuil anaérobie** pour maintenir un niveau d'intensité élevé.

La filière **anaérobie lactique** est davantage exploitée en effectuant des séances plus spécifiques, notamment sur l'épreuve du mannequin.

SEMAINES	FILIERES DES SEANCES		
S17	Seuil anaérobie Seuil anaérobie		
S18	Aérobie Seuil anaérobie		
S19	Anaérobie lactique Aérobie		
S20	Seuil anaérobie Seuil anaérobie		
S21	Aérobie Anaérobie lactique		
S22	Aérobie Anaérobie lactique		
S23	Seuil anaérobie Seuil anaérobie		
S24	Repos		

♣ Méthodologie d'élaboration d'une planification

La planification doit tenir compte des éléments suivants :

- ✓ Le découpage de chaque cycle sur les différentes semaines
- ✓ L'objectif de chaque cycle (énergétique ou autre)
- ✓ Le nombre de séances par semaine sur chaque mois
- ✓ Le type d'activité physique pour chaque cycle (terrestre ou aquatique) : APS
- ✓ Le lieu de pratique dominant de chaque cycle (piscine, lac, mer)

P. Estripeau 2006

Exemple d'élaboration d'une planification

SEMAINES	APS	OBJECTIFS	CONTENU DOMINANT	VOLUME
S 1 (piscine)	Natation	Aérobie	Série de 50 à 100m	De 1600 à 1800m
	Autre	Aérobie	Continu de 30' à 45'	1h
S 2 (piscine)	Natation	Aérobie	Série de 100m	De 1600m à 1800m
	Autre	Aérobie	Continu de 30' à 45'	1h
S 3 (piscine)	Natation	Seuil	Série de 100m	De 1200 à 1400m
	Autre	Aérobie	Continu de 45 ' à 1h	1h
S 4 (mer)	Natation	Seuil	Série de 200m	De 1400m à 1800m
	Natation	Aérobie	Continu	De 1800m à 2200m
S 5 (piscine)	Autre	Aérobie	continu	45'
	Natation	Seuil	Série de 400m	De 1800m à 2000m
	Autre	Aérobie	Continu de 45' à 1h	1h
ETC				

Exemples de séances

Séance aérobie en début de progression : entre 50% et 70% de la F.C de réserve

Echauffement: 400 m P.M.T ventral

Série:

> 8 X 100 m P.M.T R: 10"

> capelé:

• 50 m R:5"

• 100 m R: 10"

• 200 m R :20"

• 100 m R : 10"

• 50 m

> 100 m P.MT dorsal récupération

Total de séance: 1800 m

<u>Séance au seuil anaérobie en début de progression : entre 80% et 90% de la F.C de réserve</u>

Echauffement: 400 m P.M.T ventral

Série:

- > 4 X 100 m P.M.T R: 20"
- > 100 m P.MT dorsal récupération
- > 4 X 100 m P.M.T R: 20"
- > 100 m P.MT dorsal récupération

Apnée

- ➤ 4 X 12,5 m en apnée R sur 12,5m
- ➤ 4 X 20 m en apnée R sur 20 m

Total de séance : 1400 m

<u>Séance au seuil anaérobie en fin de progression : entre 80% et 90% de la F.C de réserve</u>

Echauffement: 400 m P.M.T ventral

Série:

- > 3 X 400 m P.M.T R: 45""
- > 100 m P.MT dorsal récupération
- > 3 X 200 m capelé R : 30":
- > 100 m P.MT dorsal récupération

Apnée

- ➤ 4 X 20 m en apnée R sur 5 m
- > 3 X 25 m en apnée R :15"
- > 25 m récupération

Total de séance : 2400 m + apnées

<u>Séance anaérobie lactique en début de progression : entre 90% et 95% de la F.C de réserve</u>

Echauffement: 400 m P.M.T ventral

Série:

- > 4 X 100 m P.M.T R: 40"
- > 100 m P.MT dorsal récupération
- > 4 X 100 m P.M.T R: 40"
- > 100 m P.MT dorsal récupération

Apnée

- ➤ 12,5 m apnée 50 m P.M.T 12,5 m apnée
- ➤ 15 m apnée 100 m P.M.T 15 m apnée
- ➤ 20 m apnée 50 m P.M.T 15 m apnée

Total de séance : 1400 m + apnées

Séance anaérobie lactique en fin de progression : entre 90% et 95% de la F.C de réserve

Echauffement

- ➤ 200 m P.M.T ventral
- ➤ 100 m P.M.T costal apnée sur 10 m
- ➤ 100 m P.M.T ventral apnée sur 15 m
- ➤ 100 m P.M.T costal apnée sur 15 m

Série:

- > 2 X 200 m P.M.T R: 1'
- > 100 m P.MT dorsal récupération
- ➤ 4 X 50 m en tractant un mannequin entre R : 25"
- > 100 m P.MT dorsal récupération
- ➤ 200 m P.M.T ventral apnée de 20"- 100 m P.M.T dorsal bras hors de l'eau entre 90% et 95% de la F.C de réserve
- ➤ 100 m P.MT dorsal récupération

P. Estripeau 2006

5 - ASPECTS NUTRITIONNELS

L'équilibre énergétique

Le métabolisme de base peut être résumé et simplifié par cette équation,

les substrats utilisés étant représentés par les glucides (glucose), les lipides (acides gras) et les protides (acides aminés).

On parle d'équilibre énergétique lorsque les apports sont équivalents aux besoins, autrement dit, lorsque la ration alimentaire (ou ingesta) équilibre les dépenses énergétiques. Ces dernières peuvent être réparties sur 24 heures de la manière suivante :

- ✓ Le métabolisme basal (environ 70% de la dépense globale) : il dépend de la quantité de masse maigre (muscle) de l'individu. Plus elle est importante, plus ce métabolisme est élevé. Il est également majoré chez un sujet jeune par rapport à une personne âgé et enfin ce métabolisme est plus important chez le sportif que chez le sédentaire. En résumé, un jeune plongeur musclé préparant le MF2 consomme d'avantage d'énergie au repos que son examinateur membre du jury...
- ✓ La thermogenèse post-prendiale (environ 10% de la dépense globale). Elle est essentiellement liée aux réactions chimiques de transformation des nutriments absorbés.
- ✓ L'exercice physique représente environ 20% de la dépense globale. Il s'agit ici du moindre mouvement effectué lorsque l'individu est au repos (lever un bras, tourner la tête...). Cette valeur est bien entendue largement modifiée en fonction de l'activité. C'est ce qui déterminera pour une grande part l'aspect quantitatif de la ration alimentaire du sportif.
- ✓ La thermorégulation entre également dans la couverture des besoins énergétiques en fonction du milieu environnant, l'objectif de l'organisme étant la recherche de la neutralité thermique. Dans notre activité, cette dépense représente une large part dans la consommation calorique.

D'une manière générale et en dehors de tout contexte pathologique, c'est de l'équilibre de la balance énergétique dont dépend le profil de l'individu. Si les apports sont supérieurs aux besoins (sédentaire gourmand), le surpoids fait rapidement son apparition. Lorsque les apports couvrent équitablement les dépenses (activité physique régulière avec ration équilibrée), le poids reste stable. Enfin, si les apports sont insuffisants par rapport aux besoins (régime alimentaire ou sportif sous alimenté), le poids diminue (10).

Les apports énergétiques conseillés

Comme on vient de le voir, les apports énergétiques dépendent de la morphologie, du sexe et de l'activité du sujet. En fonction de ces différents critères, il a été établi des moyennes de couverture énergétique selon les principales catégories de la population. Ces valeurs n'ont d'intérêt que si elles peuvent servir d'outil de comparaison avec à sa propre

dépense énergétique. Celle-ci est réalisable dans le cadre d'une enquête alimentaire effectuée par une personne compétente (diététicien).

Le tableau suivant présente quelques moyennes en besoins énergétiques, exprimés en kcal et sans faire apparaître la catégorie des enfants (11).

Catégorie de population	Kcal pour activité réduite	Kcal pour activité habituelle	Kcal pour activité importante
Homme adulte 20 à 40 ans (70kg)	2400	2700	- 3000 à 4000
Homme adulte 41 à 60 ans (70kg)	2250	2500	
Femme adulte 20 à 40 ans (60kg)	1900	2200	2200 \ 2500
Femme adulte 41 à 60 ans (60kg)	1800	2000	2200 à 2500

Dans le cadre de la préparation du MF2, le sujet se situe dans la dernière colonne des dépenses énergétiques, notamment lors des séances intenses d'entraînement, durant le stage final et lors de la semaine d'examen. On verra qu'il est alors primordial de ne pas hésiter à augmenter sa ration alimentaire durant ces périodes afin de ne pas compromettre la balance énergétique. Ce déséquilibre peut entraîner une perte de poids, certes profitable dans certains cas, mais pouvant engendrer également des perturbations physiologiques plus dommageables à la performance (intellectuelle et physique).

On considère qu'au-delà d'une heure et demi d'entraînement par jour, l'apport calorique doit être le suivant

Chez l'homme = 50 à 55 Kcal/Kg/jour

Chez la femme = 45 à 50 Kcal/Kg/jour

Notre activité sportive, même si elle ne nécessite pas un entraînement quotidien de cet ordre en terme de durée possède quelques spécificités qui peuvent justifier un apport équivalent.

Le vent est également source de déperdition calorique et son influence sur la température est très importante. Quelques kilomètres/heures suffisent à abaisser une température de plusieurs degrés (Index de Windchill en annexe). Afin de lutter contre l'hypothermie et de maintenir un bilan thermique neutre (production de chaleur égal aux déperditions), la thermogenèse est augmentée, nécessitant un apport calorique supérieur à la normale.

L'entraînement physique exercé dans ce milieu est de ce fait plus consommateur d'énergie que s'il était réalisé au sec et dans un confort thermique.

La kilocalorie (Kcal) représente la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de 1kg d'eau pure de 14,5°C à 15,5°C à la pression atmosphérique. Bien qu'on continue, par commodité, à employer le terme calorie, l'unité officielle pour exprimer la valeur calorique des aliments est le kilojoule (kJ).

1 kJ = 0.24 Kcal 1 Kcal = 4.185 kJ

Lorsqu'on établit une enquête alimentaire, c'est-à-dire que l'on cherche à déterminer un bilan qualitatif et quantitatif des habitudes alimentaires, on a besoin de se référer à la valeur calorique d'un aliment, qui dépend de sa teneur en nutriments énergétiques :

1 gramme de protide apporte 4 calories 1 gramme de lipides apporte 9 calories 1 gramme de glucides apporte 4 calories 1 gramme d'alcool apporte 7 calories

Ainsi chaque aliment est constitué de nutriments qui sont des substances simples, énergétiques (lipides, glucides et protides) ou non énergétiques (eau, sels minéraux, oligo-éléments, vitamines) mais indispensables à la vie.

La répartition journalière des besoins énergétiques est la suivante :

Protides = 10 à 15% Lipides = 30 à 35% Glucides = 50 à 55%

Cette répartition est intéressante à connaître mais doit surtout faire l'objet d'une conversion simple et concrète sur le plan fonctionnel. Pour cela, il est indispensable d'identifier les principales sources de chacun de ces nutriments au sein de notre alimentation et de respecter certaines règles élémentaires en matière de nutrition.

Dans le cadre d'un entraînement régulier et important (de 1h à 1h30 par jour), cette répartition peut être modifiée en faveur d'une augmentation des glucides, avoisinant 60 à 65%. De la même manière, pendant le stage final et l'examen, la part glucidique est largement élevée afin de répondre à une dépense calorique importante (intensité et charge des épreuves, stress, sollicitation intellectuelle, milieu humide plus ou moins froid).

Les apports nutritionnels conseillés

Les protéines sont des nutriments formés d'acides aminés, apportant de l'azote indispensable à la croissance et au renouvellement des protéines. Certains **acides aminés sont dits indispensables ou essentiels** (isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane, valine) car l'organisme ne peut pas les synthétiser, ils doivent donc être apportés par les aliments.

Apport quantitatif

10 à 15% de l'apport énergétique total journalier correspondent environ à 0,8g/kg/jour chez le sédentaire. Cette valeur peut être largement augmentée dans certaines activités sportives nécessitant un gain de masse musculaire (musculation). En plongée, la spécificité d'une base essentiellement aérobie impose un apport supplémentaire en protéines peu élevé, de 1,2 à 1,5 g/kg/jour.

Apport qualitatif et sources

L'apport doit être réparti pour la moitié en protéines végétales et pour l'autre moitié en protéines animales.

Les protéines d'origine animale (œuf, viandes, poissons, lait, laitages, fromage, fruits de mer) contiennent tous les acides aminés. Le blanc d'œuf est considéré comme la protéine de référence car il contient tous les acides aminés en quantité adéquate (valeur biologique égale à 1).

Les protéines d'origine végétale (céréales, soja, légumineuses) ont toutes une carence relative en tel ou tel acide aminé. On parle alors de facteur limitant. C'est la raison pour laquelle on dit que la valeur biologique des protéines d'origine animale est supérieure à celle des protéines d'origine végétale.

Ainsi, une alimentation végétarienne qui exclue toute chair d'origine animale peut être équilibrée par des œufs et produits laitiers. En revanche, une alimentation végétalienne qui bannit tous les aliments et sous produits d'origine animale est dangereuse, car carencée en acides aminés essentiels mais aussi en calcium, fer et vitamine B12.



Ce sont des nutriments composés de glycérol et d'acides gras. On trouve les **acides gras saturés** (AGS), les **acides gras mono-insaturés** (AGMI) et les acides gras essentiels ou **acides gras poly-insaturés** (AGPI) car l'organisme ne peut les synthétiser et ils doivent être apportés par les aliments (acide linoléique, oméga 6 et acide α-linolénique, oméga3)

Apport quantitatif

Ils représentent 30 à 35% de l'apport énergétique total journalier, soit 1 à 1,2g/kg/jour, avec la répartition suivante pour l'ensemble des acides gras:

✓ AGS: 25% ✓ AGMI: 60% ✓ AGPI: 15%

Apport qualitatif et sources

Les différentes sources alimentaires :

- ✓ Les graisses d'origine animale sont riches en AGS: beurre, lard, charcuteries, viandes, crème fraîche, laitages non écrémés, fromages. Ces graisses favorisent la formation d'athérome, c'est-à-dire des dépôts dans la paroi des artères.
- ✓ Les graisses des poissons sont riches en AGPI, avec un rôle anti-athéromateux.
- ✓ Les graisses d'origine végétales sont riches en AGMI (huile d'olive de noisette et de colza) et en AGPI (huile de pépin de raisin, de tournesol, de noix)

P. Estripeau 2006



Ce sont les nutriments fournisseurs d'énergie sous forme de glucose, stocké dans le muscle et le foie en réserve de glycogène. Ces hydrates de carbone sont classés en fonction du nombre de sucres simples combinés dans sa molécule.

- ✓ Les monosaccharides ou sucres simples: le glucose, fructose, galactose, composés d'une seule molécule. Ils ne sont pas hydrolysables en sucres plus simples et la vidange gastrique est rapide.
- ✓ Les oligosaccharides: le lactose, maltose. Ils peuvent être scindés en deux monosaccharides.
- ✓ Les polysaccharides ou sucres complexes qui comportent un très grand nombre de molécules et dont l'hydrolyse aboutit à plusieurs dizaines de molécules de monosaccharides. L'amidon est la forme de réserve la plus répandue des hydrates de carbone chez les végétaux et la plus importante source alimentaire : le blé et ses dérivés, riz, maïs, céréales, légumes secs.

L'index glycémique d'un glucide détermine une élévation plus ou moins importante du taux de glucose dans le sang qui déclenche à son tour une sécrétion d'insuline en rapport. Plus le taux d'insuline est élevé, plus le passage du glucose dans les cellules musculaires est important. On ne parle donc plus de sucres rapides ou lents mais de l'index glycémique d'un sucre. Un sucre simple a un index glycémique plus élevé qu'un sucre complexe.

L'index glycémique d'un hydrate de carbone dépend :

- ✓ De la vitesse de la vidange gastrique : plus le sucre est complexe, plus lente est sa vidange.
- ✓ De son **ingestion avec d'autres aliments**: un sucre pris seul a un index glycémique plus élevé qu'un sucre associé à un autre aliment. C'est la raison pour laquelle, il est préférable de manger une pâtisserie en fin de repas où le taux d'insuline est déjà haut plutôt qu'une prise isolée de tout autre aliment. Dans ce cas, la montée brusque d'insuline va « ouvrir » les cellules et favoriser le stockage, engendrant une prise de poids. Ingérés en trop grande quantité, les sucres sont transformés en lipides et stockés dans les tissus adipeux.
- ✓ De **son mode de cuisson** : la purée a un index glycémique plus élevé que la pomme de terre car l'hydrolyse enzymatique est plus rapide.
- ✓ De la **présence de fibre** ou non dans le sucre : un aliment complet a un index glycémique plus faible car les fibres ralentissent l'hydrolyse.
- ✓ De la **forme solide ou liquide** : un jus de pomme a un index plus élevé que le fruit car l'hydrolyse est en grande partie réalisée avant l'ingestion.

Apport quantitatif

Ils représentent 50 à 55% de l'apport énergétique total journalier, en répartition suivante :

- ✓ Glucides complexes : 80%
- ✓ Glucides simples : 20%
- ✓ Sucres purs (confiserie, miel, confiture): moins de 10%

Les fibres alimentaires

Les végétaux contiennent des fibres alimentaires non digestibles par l'organisme humain, lequel est dépourvu d'enzymes spécifiques. Ce sont :

- ✓ La cellulose et les hémicelluloses : dans le son, résidu de la mouture des céréales constitué de fragments d'enveloppes des grains, les végétaux, les pommes de terre, etc
- ✓ Les pectines : contenues dans les végétaux et formant un gel absorbant.
- ✓ Les lignines : constituants des tiges et des parties fibreuses des végétaux, des enveloppes des légumes secs.

Ces fibres traversent le tube digestif sans transformations, ce qui a plusieurs avantages :

- ✓ Elles n'ont pas de valeur calorique : intérêt en cas de surpoids.
- ✓ Elles favorisent le transit intestinal en fixant deux à six fois plus leur volume d'eau : intérêt en cas de constipation.
- ✓ Elles ralentissent l'absorption des glucides : intérêt dans le stockage énergétique.

Elles engendrent cependant quelques inconvénients :

- ✓ La formation de résidus, d'où une fermentation qui peut provoquer des problèmes dans notre activité.
- ✓ Une irritation du colon en cas d'excès.
- ✓ Une diminution de l'absorption des minéraux.

L'équilibre alimentaire

L'équilibre alimentaire peut être facilement trouvé en adoptant quelques règles élémentaires, davantage issues du bon sens que de connaissances approfondies sur le thème de la nutrition.

✓ La répartition de la ration alimentaire se découpe dans les proportions suivantes

Petit déjeuner = 20-25% de l'Apport Energétique Total (AET) Déjeuner = 35-40% de l'AET Dîner = 30-35% de l'AET Goûter = 10-15% de l'AET

Cette répartition est d'autant plus importante à respecter si l'entraînement est effectué quasi quotidiennement. Mais en fonction de sa planification qui tient compte d'impératifs professionnels, personnels et logistiques, les pourcentages peuvent varier en conséquence. Certaines règles essentielles doivent être respectées :

- Ne pas placer un entraînement de suite après le repas mais idéalement trois heures après: la redistribution sanguine inhérente à l'exercice physique perturbe la digestion qui peut entraîner des troubles.
- Ne pas faire l'économie d'un repas, les répercussions sur l'entraînement peuvent être dommageables à celui-ci (hypoglycémie, fatigue).
- L'entraînement à jeun peut être un objectif transitoire dans l'utilisation préférentielle des lipides mais doit alors être effectué à faible intensité. Lors de séances axées sur la course à pied, une attention particulière doit être portée sur l'échauffement des tendons. L'ensemble du système musculaire est davantage exposé aux blessures dans la fraîcheur matinale s'il est sollicité dès la sortie du lit sans échauffement particulier.
- ✓ Varier et diversifier l'alimentation en respectant tous les groupes d'aliments :

Viandes ou équivalents (protéines
Produits laitiers (calcium et vitamines)
Céréales et légumineuses (glucides complexes)
Légumes verts et fruits (fibres, eau, vitamines, minéraux)
Matières grasses (lipides, vitamines)
Produits sucrés (glucides simples)
Boissons (eau, minéraux)

✓ Exemple d'équilibre des repas

PETIT DEJEUNER

- o Lait (1/2 écrémé) + ou − sucré
- o Thé café
- o Pain beurre confiture céréales

DEJEUNER

- Légumes crus ou cuits
- Viande ou équivalent
- o Féculents
- o Fromage
- o Fruit
- o Pain
- o Sucre
- Matière grasse

DINER

- o Féculents
- Viande ou équivalent
- Légumes verts
- Yaourt
- o Fruit Pain
- o Sucre
- o Matière grasse

En fonction de l'entraînement et des besoins énergétiques, la quantité respective de chaque nutriment varie. Si la planification correspond à une phase d'intensité importante, les féculents prendront une part plus importante tout en conservant une part moindre de légumes.

A l'inverse, et pour éviter une prise de poids superflue, il est judicieux de réduire les rations lors de périodes moins intenses tout en conservant la variété de tous les aliments.

L'équilibre alimentaire peut se résumer ainsi :

- Respect de la balance énergétique : dépenses égales aux besoins.
- Diversité nutritionnelle afin d'assurer un apport qualitatif optimal.

P. Estripeau 2006

L'hydratation

Thermorégulation et perte hydrique

Lorsqu'il y a exercice physique, une majeure partie de l'énergie fournie est source forme de chaleur (80%) alors que seulement 20% sont destinés au travail mécanique. Cette augmentation de la température nécessite de la part de l'organisme des processus de refroidissement. On observe alors :

- ✓ Une vasodilatation des territoires périphériques.
- ✓ Une convection sanguine et une augmentation de la surface d'échange de chaleur en surface.
- ✓ Une perte d'eau évaporée : c'est le changement d'état de l'eau, de liquide à gazeux, qui permet la perte de calories (1 litre d'eau évaporé permet de perdre 580 Kcal). Cette évaporation est dépendante de l'intensité, de la durée de l'exercice et du niveau d'entraînement. Elle est fonction également du milieu environnant. Plus il est sec et chaud, plus l'évaporation est importante. Paradoxalement, un sujet entraîné dans ces conditions devient plus tolérant à la chaleur mais est également plus sensible à la déshydratation. Ses glandes sudoripares sont hypertrophiées, multipliées, elles ont donc un rendement plus élevé.
 - La perspiration (800ml/24h)
 - La transpiration par les glandes sudoripares (jusqu'à 21/h)
 - La respiration par les voies aériennes supérieures (de 300 à 500ml/24h)
- ✓ La radiation : un sujet au repos dans un climat tempéré, perd 60% de sa production de chaleur par radiation. A l'exercice, ce pourcentage devient plus faible (5%).
- ✓ La conduction : dépend de la température ambiante. Les dépenditions sont plus importantes dans l'eau.
- ✓ La convection : dépend du mouvement du fluide. Dans l'air, on se refroidit ou se réchauffe plus vite en fonction du vent. Dans l'eau, ce phénomène est lié au courant d'eau, amplifié sans combinaison, limité avec.

Ces deux derniers phénomènes sont en grande partie responsables du refroidissement de l'organisme lors d'exercices effectués dans l'eau. Ceci ne veut pas dire qu'il n'est pas nécessaire de réhydrater l'organisme pour suffire à son refroidissement. De plus, le port de la combinaison diminue énormément les phénomènes de conduction et convection. Il n'est donc pas rare lors de séances intensives en mer, lorsque la température de l'eau avoisine les 20°, de ressentir un inconfort hyperthermique.

La déshydratation

La déshydratation est un facteur favorisant dans la survenue des crampes, favorisées par un déséquilibre ionique qui accompagne les pertes sudorales. Elle entraîne également à la

longue un épuisement lié à la chaleur, qui résulte d'une réduction du volume sanguin due aux pertes liquidiennes et minérales excessives de la sudation.

Optimiser l'apport hydrique

Il doit s'effectuer avant, pendant et après l'effort. Un rajout d'hydrate de carbone dans la boisson au cours de l'exercice permet d'apporter un complément glucidique, notamment dans les efforts de plus de deux heures où effectués en milieu froid. La concentration doit être cependant modulée en fonction de plusieurs paramètres.

- ✓ La capacité maximale d'absorption de l'organisme en glucides est de l'ordre de 50 à 60g par litre. Au-delà, la vidange gastrique s'effectue moins bien et des problèmes au niveau de l'absorption intestinale s'ajoutent. La différence d'osmolarité entraîne des problèmes diarrhéiques. Lorsque l'entraînement s'effectue en milieu chaud et sec, il est préférable de diminuer cette concentration afin d'éviter ces mêmes désagréments. Lors d'entraînements effectués en mer dans des conditions de basses températures, il est judicieux de garder ces concentrations de 50 à 60g/litre et ne pas chercher à trop sur doser pour éviter les problèmes cités.
- ✓ La température du liquide ingéré influence également la rapidité de vidange gastrique, plus elle est chaude, moins bien se fait la vidange. Dans notre activité, nous sommes rarement confrontés à ce problème de chaleur importante. Mais lorsque l'entraînement se fait dans d'autres disciplines terrestres, il est intéressant d'utiliser une boisson entre 12 et 14°.



Dans notre activité, où les efforts ne dépassent rarement l'heure, l'hydratation avant l'exercice est normale, sans ajout de glucides. La complémentation peut se justifier lors d'entraînement de longue durée (plus de deux heures) et en récupération pour recharger l'organisme en substrats. Pour des durées inférieures, une hydratation en eau suffit, à raison d'un litre par heure. Cette valeur est bien sûr fonction des conditions environnementales (diminuée par temps froid et augmentée en cas de chaleur), des possibilités d'approvisionnement (réalisable en piscine avec une bouteille sur le bord du bassin, plus difficile en mer).

Les apports en substrats énergétiques ne concernent que les glucides et toute complémentation dans les boissons en protéines et lipides est inutile. Il existe sur le marché de multiples boissons contenant un apport de glucides, vitamines et sels minéraux. Il se différencie la plupart par leur goût et leur composition en molécules de sucres. Les maltodextrines sont préférables aux sucres simples (glucose) car mieux tolérés lors de l'absorption. Il est cependant possible de confectionner soi-même une boisson glucidique avec des maltodextrines disponibles en pharmacie.

Stage final et examen

L'intensité des efforts, la charge répétée des épreuves, la sollicitation intellectuelle vont mettre l'organisme dans une situation inhabituelle de stress nerveux et physique. Un entraînement bénéfique doit permettre une approche optimale de ces quinze jours. L'objectif du stage est une mise au point personnelle sur certains domaines : affiner quelques aspects théoriques, préciser des apports pédagogiques, régler des détails techniques par rapport au matériel ou au milieu, repérer les conditions environnementales pour les épreuves physiques.

Les règles alimentaires sont identiques à celles évoquées précédemment, si ce n'est que la ration peut être légèrement supérieure en terme de quantité afin de compenser une dépense supérieure. Durant les quinze jours d'épreuves, l'hydratation doit être omni présente et il est indispensable de garder à portée de main une bouteille d'eau, permettant de compenser les pertes hydriques dues aux efforts physiques et aux plongées. La quantité d'eau ingérée devrait être comprise entre 1,51 et 21 par jour.

6 - CONCLUSION

L'objectif de ce travail est de proposer des connaissances et des moyens pour aborder dans les meilleures conditions les épreuves physiques de l'examen du MF2. Il serait cependant réducteur de considérer la préparation physique comme une finalité en soi dans le passage des examens, tout niveau de plongeur et d'encadrant confondu.

Depuis l'émergence de la plongée loisir et la prolifération de son activité économique, la population pratiquante a largement évolué. On assiste depuis une trentaine d'année à une inversion progressive du profil type du plongeur. D'une manière caricaturale, on est passé d'un individu jeune, sportif, empreint d'une image pseudo-militaire à un sédentaire vieillissant. Autrement dit, la condition physique, qui était un pré-requis chez l'un, devient actuellement un acquis, parfois difficile à obtenir. De plus, les formations à visée commerciale tendent vers une accélération dans l'acquisition des contenus de formation, réduisant ainsi le temps octroyé à la préparation physique. Même si les modèles d'élaboration des tables de plongée s'orientent vers une individualisation des profils, il ne faut pas oublier que le modèle haldanien et ses dérivés, encore largement d'actualité, ont été élaborés sur un profil type jeune et de corpulence physique athlétique. Les accidents de décompression dits immérités sont de moins en moins justifiés comme tels et il apparaît que l'excès de sédentarité et la mauvaise condition physique deviennent des facteurs favorisants dominants dans l'apparition des accidents.

Dans cette vision globale de l'activité, la préparation physique ne se justifie plus seulement comme un objectif à court terme dans l'obtention d'un niveau de plongeur. La condition physique d'un individu est, au même titre que ses compétences techniques, le garant d'une pratique de l'activité dans des conditions optimales de sécurité. En tant que telle, elle doit faire partie intégrante de la formation technique, en adéquation avec l'objectif général du niveau de plongeur.

BIBLIOGRAPHIE

- ➤ (1) http://perso.wanadoo.fr/doc.doc/VO2max.htm site internet
- ➤ (2) MILLET (Gr.), La fréquence cardiaque, Triathlète Magazine, n°96, p.51-53, avril 1995.
- ➤ (2) MILLET (Gr.), La fréquence cardiaque, Triathlète Magazine, n°94, p.52-55, février 1995.
- ➤ (2) MILLET (Gr.), La fréquence cardiaque, Triathlète Magazine, n°95, p.50-54, mars 1995.
- ➤ (3) ROUCHON (AM), MASSIAS (L), l'entraînement en triathlon, Fédération Française de Triathlon, Direction Technique Nationale
- ➤ (4) F.F.E.S.SM., Commission Technique Nationale, Le manuel du moniteur
- ➤ (5) CHOLET (D), Natation sportive, approache scientifique, Collection Sport + initiation, Vigot, 2000
- ➤ (6) http://www.chez.com/nager/ site internet
- > (7) ETUDES ET SPORTS SOUS MARINS N°79, Mars-Avril 1985, « Ledauphin estil un entraîneur fdéral ? »
- ➤ (8) CORDIER (H), Mémoire Instructeur Régional Ile de France Picardie, « Mécanique des fluides appliquée à la plongée », 2003
- > (9) CORRIOL (JH), La plongée en apnée, Masson, 2002
- ➤ (10) BIGARD (X) GUEZENNEC(Y), Nutrition du sportif, Masson, 2003
- ➤ (11) DOROZ (P), Table des calories, Maloine, 2004