

Fédération Française
d'Études et de Sports
Sous-Marins



FFESSM



COMMISSION

Apnée

L'ENTRAÎNEMENT A L'APNÉE

Patrick Riegert

Séminaire apnée – Metz 2008



Sommaire

- Introduction
- Aspects théoriques
- Facteurs de performance
- Construire un entraînement dans la saison
- Conseils pratiques
- Bibliographie
- Glossaire

Introduction

- L'apnée est un sport... à part
- L'homme a évolué avec un accès **permanent** au composant de base qu'est le dioxygène (O_2)
- La majorité des sports nécessitent des adaptations qui ne font que potentialiser cet accès permanent
- L'apnée est un sport à part car la performance est réalisée avec une quantité déterminée et finie d' O_2
- L'entraînement à l'apnée sera spécifique même si certaines constantes sont présentes dans d'autres sports

Aspects théoriques : les filières énergétiques

- En matière d'entraînement sportif et selon ses objectifs, il faut savoir choisir la bonne filière énergétique
- L'entraînement à pour but
 - **d'améliorer les avantages de ces filières**
 - **de lutter contre leurs inconvénients****afin d'augmenter les performances physiques et sportives**

Aspects théoriques : les filières énergétiques

**La contraction musculaire utilise
une molécule comme carburant, c'est**



l'ATP

**Sous l'action de l'influx nerveux et avec l'intermédiaire du calcium
l'ATP est dégradée en ADP et un atome de phosphate**

Cette dégradation libère de l'énergie et de la chaleur

Aspects théoriques : les filières énergétiques

- Les réserves d'ATP sont faibles
 - Cela ne permet qu'une contraction de 1 à 2 secondes
- Il existe des processus capable de resynthétiser et reconstituer les molécules d'ATP et de phosphate présentes dans le muscle
- L'ATP est resynthétisé selon 3 filières qui dépendent de :
 - L'intensité et la durée du travail

Aspects théoriques : les filières énergétiques

- Les trois filières énergétiques sont :
 - La filière **ANAEROBIE ALACTIQUE**
 - La filière **ANAEROBIE LACTIQUE**
 - La filière **AEROBIE**

Aspects théoriques : les filières énergétiques

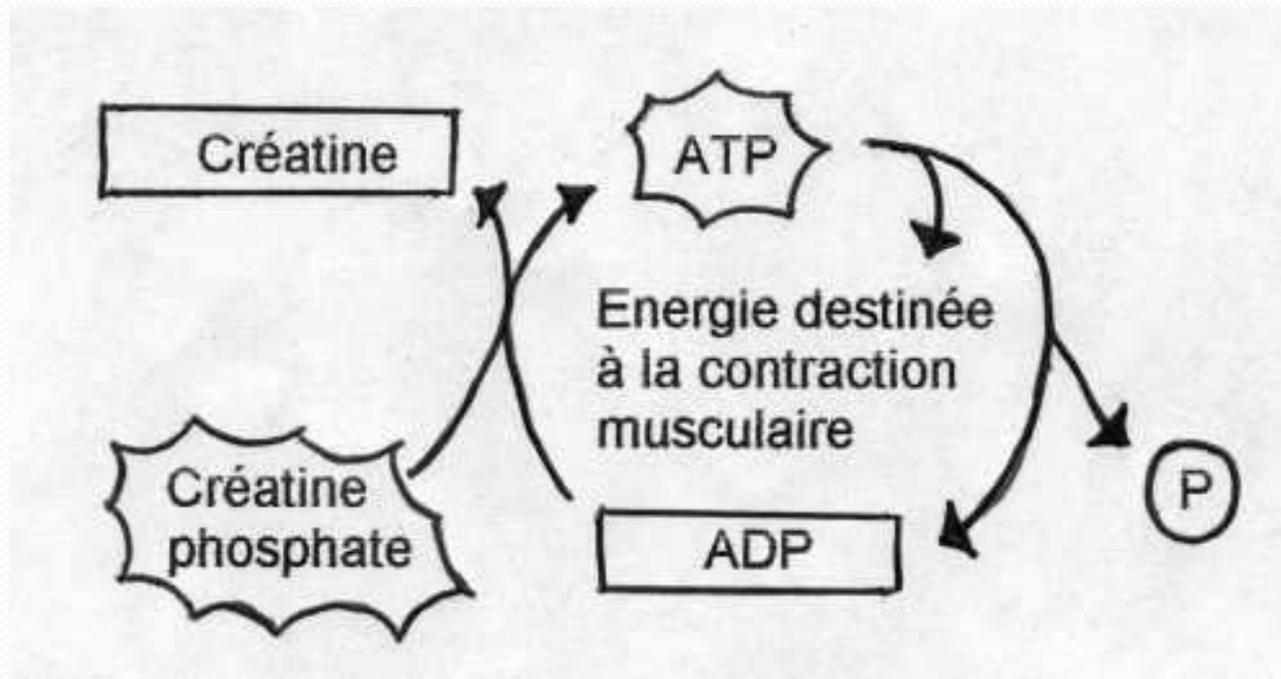
La filière **ANAEROBIE ALACTIQUE**

- Mise à disposition **immédiate** d'énergie en utilisant
 - L'ATP et la Phosphocréatine présentes dans les muscles
- Effort immédiat, intense mais **bref** < 10''
- Séries d'apnées courtes 75 à 100% vitesse maxi
- Sauvetage rapide
- Palmage de sustentation court et intense
- Autres sports : haltérophilie, sprint



Aspects théoriques : les filières énergétiques

La filière **ANAEROBIE ALACTIQUE**



Aspects théoriques : les filières énergétiques

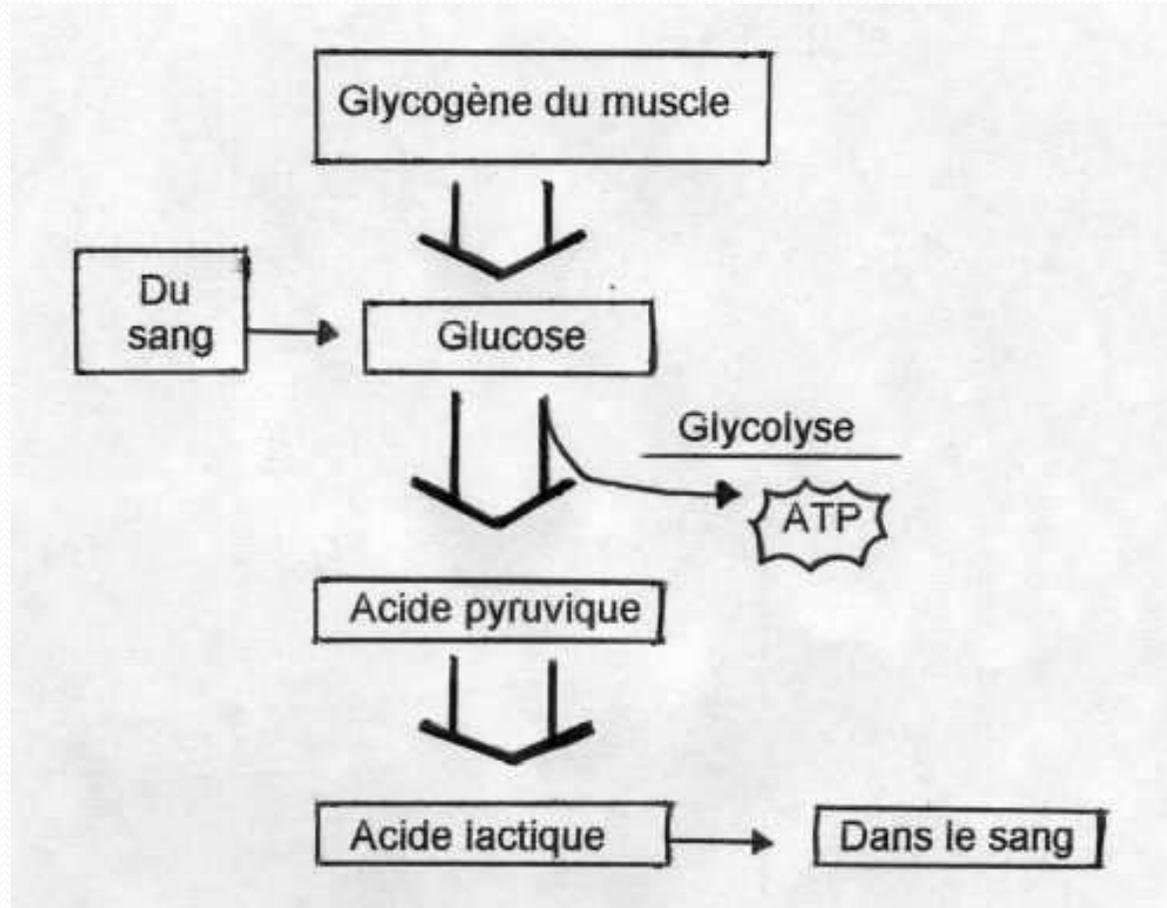
La filière **ANAEROBIE LACTIQUE**

- Mise à disposition **rapide** d'énergie (entre 30'' et 2 min.) en dégradant le glycogène sans apport d'O₂
- Production d'acide lactique qui circule dans le sang sous forme de lactates
- Filière utilisée en apnée dès que l'O₂ est rare
 - **C'est un des points de rupture de l'apnée**
 - Séries d'apnées soutenues avec récupérations courtes
 - Séries d'apnées avec récupération surface active (Fartlek).
 - Relais apnée vitesse soutenue.
- L'acide lactique est long à éliminer
 - 1 heure en récupération **active**
 - 2 heures en récupération **passive**



Aspects théoriques : les filières énergétiques

La filière ANAEROBIE LACTIQUE



Aspects théoriques : les filières énergétiques

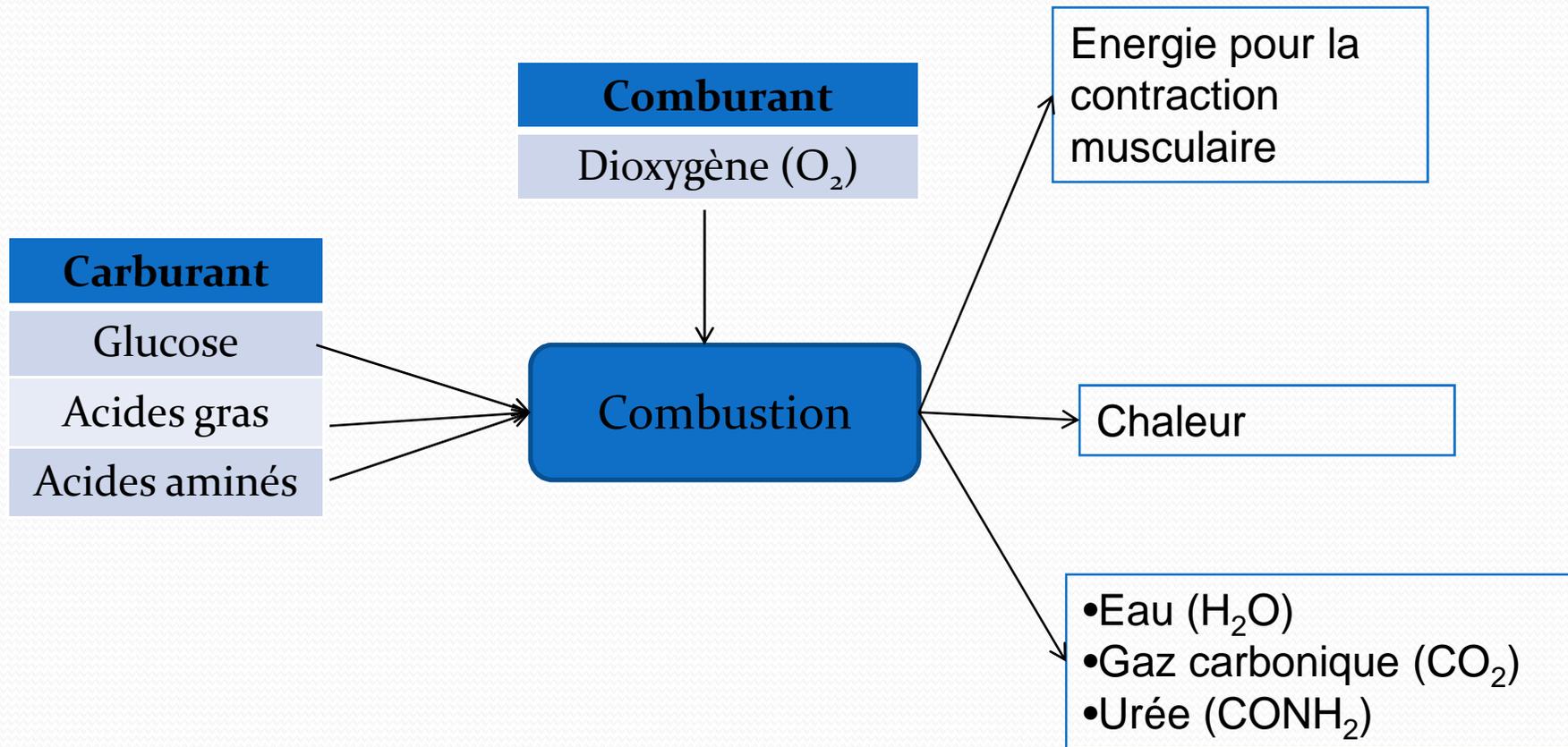
La filière **AEROBIE**

- C'est la filière de tous les jours et celle de l'endurance
- Mise à disposition **lente** d'énergie (> 2 minutes) en dégradant les glucides et les lipides en présence d'O₂
- Permet la reconstitution de l'ATP
- Dégage de la chaleur et produit de l'eau et CO₂
- Efforts modérés et prolongés
- Séries d'apnée avec récupération
- Apnées statiques + dynamique avec récupération



Aspects théoriques : les filières énergétiques

La filière **AEROBIE**



Processus permettant la fourniture d'énergie en présence d'O₂

QUE SE PASSE –T-IL LORSQUE MES ELEVES NAGENT ?

| <p>Le plus vite possible pendant une durée maximale de 10'' ?</p> <p>Ils sont en sprint</p> | <p>Le plus vite possible entre 10'' et 2'</p> <p>Ils sont en résistance (par ex. au max de leur vitesse)</p> | <p>Le plus vite possible entre 2' et 30' voire 1h ?</p> <p>Ils sont en endurance</p> |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> •l'énergie est fournie par les réserves du muscle en A.T.P puis en P-C phosphocréatine. •les réserves se reconstituent rapidement (après 3 à 4' de repos) et il est possible de recommencer. •Pas de production d'acide lactique ni de besoin supplémentaire en O2 d'où son nom : <p style="text-align: center;"><u>ANAEROBIE ALACTIQUE</u></p> | <ul style="list-style-type: none"> •pendant 6'' à 8'' utilisation des réserves du muscle. •puis production d'énergie par dégradation du glycogène.... <p>MAIS</p> <p>Comme l'apport d'O2 est insuffisant, la transformation du glycogène en énergie produit de l'acide lactique (crampes....) d'où son nom :</p> <p style="text-align: center;"><u>ANAEROBIE LACTIQUE</u></p> | <ul style="list-style-type: none"> •c'est l'O2 inspiré qui servira à produire l'énergie nécessaire à l'effort demandé. <p>Le glycogène en présence de l'O2 se dégrade sans production d'acide lactique.</p> <ul style="list-style-type: none"> •en augmentant progressivement l'intensité de l'effort, on augmente les besoins en O2. La consommation d'O2 croît jusqu'à un seuil individuel qui correspond au volume maxi d'O2 consommé (le VO 2 max) •la vitesse de course correspondante est appelée vitesse maximale aérobie (VMA) : c'est la vitesse maximale à laquelle peut nager l'élève en restant en... <u>AEROBIE</u> |

Facteurs de performance

Facteurs dynamiques

- Absence de mouvement de la cage thoracique
- Contractions du diaphragme
- Absence de passage d'air au niveau du pharynx

Facteurs mécaniques

- Pression intra pulmonaire
- Volume pulmonaire

Facteurs psychiques

- Motivation
- Volonté
- Anxiété
- Compétition

Facteurs physiologiques

- O₂
- CO₂
- Acide lactique

Facteurs extérieurs

- Entraînement
- Exercices
- Température
- Posture
- Altitude

Facteurs de performances : facteurs physiques

Absence de mouvement de la cage thoracique
Contractions du diaphragme
Absence de passage d'air au niveau du pharynx

C'est l'apnée par l'apnée !

- Il n'y aura que le temps et la pratique qui, doucement, émousseront ces réflexes : ils seront **toujours présents** mais leurs stimuli seront **amoindris** et **retardés**.
- On privilégiera les exercices à récupération courte comme les séries.
- Plus ces facteurs seront sollicités plus rapide et meilleure sera l'adaptation
- **Quand : à pratiquer en début de saison**

Facteurs de performances : facteurs physiologiques

Acide lactique

L'acide lactique est la conséquence de tous les exercices physiques en apnée !

- **Comment**

- Prévoir des séries d'exercices avec des vitesses de nage rapides ou bien des exercices avec un effort
- Ce type de travail demande un temps de récupération active après l'exercice.

- **Quand**

- **A pratiquer en début de saison**

Facteurs de performances : facteurs physiologiques CO₂

On va abaisser le seuil de sensibilité de l'organisme aux stimuli de pression partielle en CO₂ situé dans le bulbe rachidien

- **Comment**

- Pratiquer des séries d'apnées faciles à récupération courte (inférieure à une minute).
- Avec l'entraînement la tolérance au CO₂ s'améliore et sa vitesse de production ralentit.
- Adaptation rapide mais une interruption de trois mois suffit à faire perdre le bénéfice de l'année.

- **Quand**

- **A pratiquer tout au long de l'année avec une densité dégressive en allant vers la fin de saison.**

Facteurs de performances : facteurs physiologiques

O₂

On va abaisser le seuil de sensibilité de l'organisme aux stimuli de pression partielle en O₂ situé dans les sinus carotidiens et prendre l'habitude de stocker plus d'O₂ (augmentation des globules rouges)

- **Comment**

- Le travail en hypoxie se fait proche de ses maximums.
- Les récupérations sont longues (4mn paraît être un maximum)
- La surveillance doit être accrue lors de ces exercices et lors des préparations (attention à l'hyperventilation).
- On travaillera proche des temps, distance ou profondeur acquis.

- **Quand**

- A pratiquer en fin de saison

Facteurs de performances : facteurs mécaniques

De tous les facteurs de performances, ce sont les plus difficiles à améliorer. La pratique régulière de l'apnée et les techniques de ventilation mises en œuvre vont permettre d'augmenter la souplesse de la cage thoracique et du diaphragme ainsi que la puissance de la musculature ventilatoire.

- **Comment**

- Les exercices poumons vides ou à moitié vides sont intéressants :
 - Ils vont aider à l'assouplissement du diaphragme,
 - Permettre de se familiariser avec la sensation d'enfoncement du diaphragme ,
 - Permettre de travailler différemment la compensation (BTV).

- **Quand**

- A pratiquer toute la saison

Facteurs de performances : facteurs psychiques

LA CLÉ pour améliorer les performances en apnée de vos élèves.

- **Pourquoi**

- L'élément mental est le principal facteur d'une apnée réussie.
- Maîtriser la compréhension de l'état psychologique de vos élèves est aussi un élément capital de **sécurité**

- **Comment**

- Capacité à limiter l'activité cérébrale. *'Je pense donc je suis' consomme de l'O₂. La sophrologie aide à se relâcher*
- Résistance au stress afin d'améliorer le relâchement. *Faire varier les sources de stress*
- Augmenter la volonté. Comme d'autre sport de résistance, elle peut être un facteur important de performance
- Capacité à positiver. *Développer un reflexe d'extase afin de se détacher d'une situation. Qui à parlé de PNL ?*

- **Quand : A pratiquer toute la saison**

Construire un entraînement dans la saison

PPG

**Aquaticité,
Habilités.**

CO2

**Endurance,
Technique.**

O2

**Aisance,
Fluidité,
Rendement.**

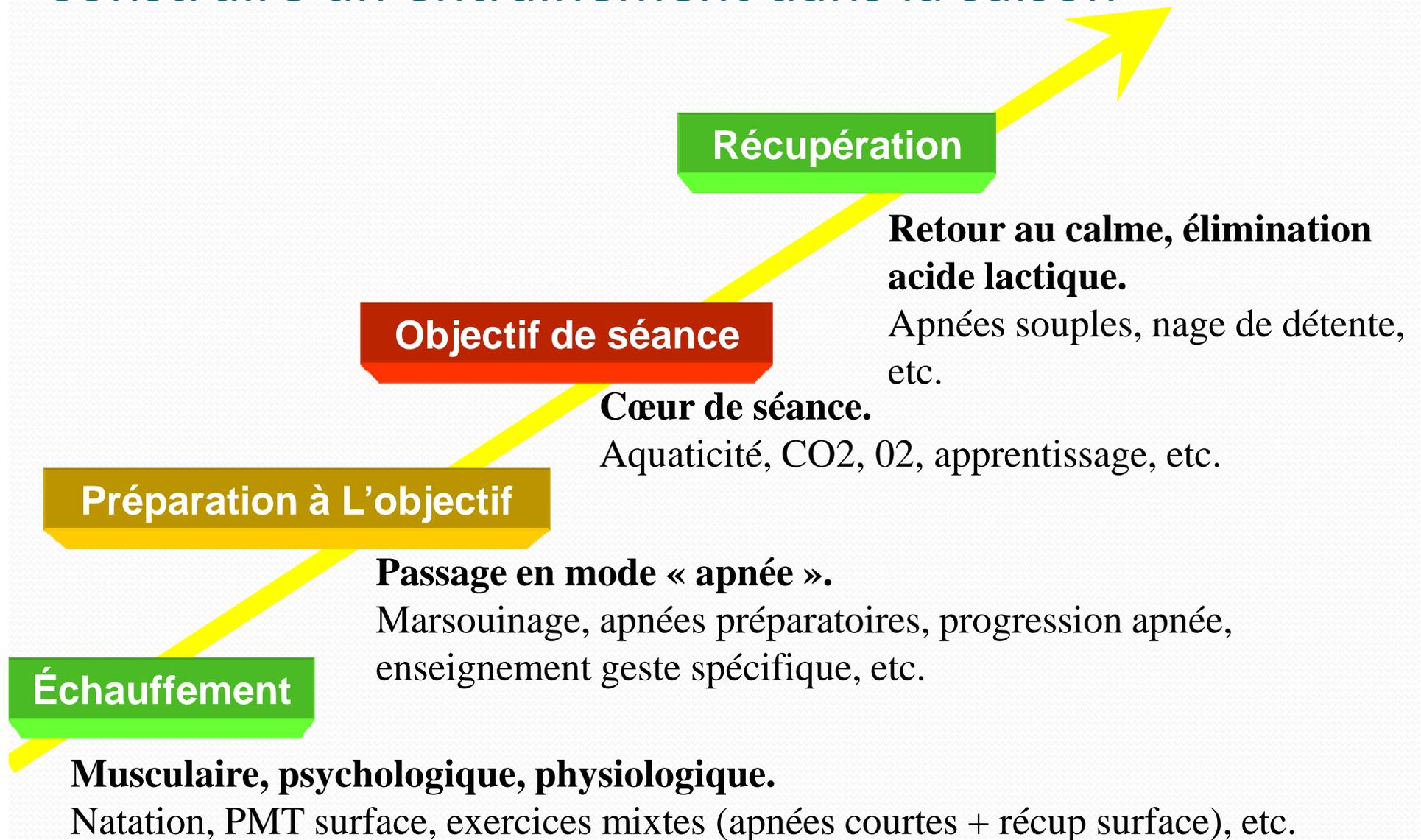
Valorisation

**Maîtrise,
Qualité,
Résultats.**

Du quantitatif

Au qualitatif

Construire un entraînement dans la saison



Construire un entraînement sur 6 mois

| Le nombre de + représente les qualités à entretenir ou à développer pour la performance | | Sep | Oct | 15 nov | 16 nov | déc | 15 jan | 16 jan | fév |
|---|-----------------------------------|-----|-----|--------|--------|-----|--------|--------|-----|
| Technique | Hydrodynamisme | | +++ | | | +++ | | +++ | |
| | Palmage | | +++ | | | ++ | | + | |
| | Coordination | | +++ | | | ++ | | + | |
| Physiologie | Hypercapnique | | +++ | | | ++ | | + | |
| | Hypoxique | | + | | | ++ | | +++ | |
| | Aérobie | | +++ | | | ++ | | + | |
| | Lactique | | + | | | ++ | | +++ | |
| Psychologie et musculation | Souplesse | | +++ | | | +++ | | +++ | |
| | Musculation spécifique | | +++ | | | ++ | | + | |
| | Musculation muscles inspiratoires | | +++ | | | ++ | | + | |
| | Relâchement | | +++ | | | +++ | | +++ | |

Prêts pour les compétitions à Strasbourg et Besançon début 2009 !

Conseils pratiques

La dernière inspiration.

- La dernière inspiration et le volume d'air inspiré doivent être adaptés au type d'exercice travaillé.
- Faire une dernière inspiration en relevant le diaphragme (ventre rentré) et inspirer en abaissant le diaphragme (ventre gonflé) et en ouvrant la cage thoracique (épaules écartées),
- Finir l'inspiration en levant la tête pour libérer les voies aériennes supérieures.

L'entrée sous l'eau

- L'entrée sous l'eau se fait calmement, il ne faut pas se jeter dans l'eau !
- Le départ se fait soit sur un canard si la profondeur de la piscine le permet, soit par une coulée en avant si on a pied.

La compensation

- La compensation dépend de la technique utilisée par chacun. Elle doit être douce.
- On veillera à ce que la manoeuvre de Valsalva ne freine pas l'hydrodynamisme en gardant lors de la manoeuvre le coude le plus près du corps.

Conseils pratiques

Le palmage.

- Le palmage doit être ample et efficace proche du fond. Le palmage doit se faire aussi bien en baissant les palmes qu'en remontant les palmes (optimiser les appuis).
- La vitesse va dépendre de chacun en évitant de trop forcer au début.

La position du corps.

- Offrir le moins de résistance à l'eau, bras devant (sans hyper extension) ou collés au corps (être compact), ne pas lutter contre l'eau mais s'y fondre, faire corps avec elle. Tête horizontale, regard vers le carrelage (ne pas regarder constamment devant soi).

Le virage.

- Profiter au mieux de l'élan.
- Toucher l'obstacle et continuer sur le même rythme.
- Il est fortement recommandé de ne pas s'écraser contre le mur.

Conseils pratiques

La remontée

- Si les bras sont devant, on peut les utiliser pour s'aider à atteindre la surface, par un mouvement de brasse.

Arrivée en surface

- Prendre un point d'appui
- On peut ôter son masque pour favoriser la ventilation
- Signaler son bon état tout en se tournant face à la personne de sécurité.
- La première expiration ne doit pas être forcée mais suivie d'une inspiration ample et complète, puis il faut reprendre un cycle ventilatoire normal.

Glossaire

- **Acide lactique** : L'acide lactique est un acide organique qui joue un rôle dans divers processus biochimiques. Un lactate est un sel de cet acide. Le lactate est l'un des produits clés de la production d'énergie dans les muscles notamment.
- **ADP** : Adénosine diphosphate – **ATP** : Adénosine Triphosphate. L'adénosine triphosphate est une molécule utilisée chez tous les organismes vivants pour fournir de l'énergie aux réactions chimiques.
- **Comburant** : corps chimique qui a pour propriété de permettre la combustion d'un combustible Le principal *comburant* est le dioxygène.
- **Créatine** : substance azotée que l'on retrouve dans l'alimentation, la créatine provoque une rétention intra-musculaire. Elle améliore la performance des muscles en effort anaérobie.
- **Fartlek** : exercice d'entraînement sportif développé par le suédois Gösta Holmer qui consiste à alterner des phases de sprint anaérobie et des phases calmes aérobie Développé pour l'entraînement d'athlète de course de fond le fartlek est aussi utilisé lors d'entraînement d'apnée où le sprint est remplacé par une phase anaérobie en apnée.
- **Glycogène** : Le glycogène est une molécule de la famille des glucides (macromolécule) constituée de nombreuses unités de glucose et qui constitue une réserve de glucose stockée dans le foie et dans les muscles. C'est un polymère du glucose.
- **Habilité** : Qualité de quelqu'un qui est capable de réaliser un acte avec une bonne adaptation psychomotrice au but poursuivi (Larousse).
- **Musculature ventilatoire** : diaphragme, muscles intercostaux, ceintures scapulaire et abdominale.
- **Marsouinage** : Terme aéronautique qui signifie oscillations longitudinales, régulières et de basse fréquence d'un aéronef en vol. En apnée, distance de 100 à 200 m en surface avec des immersions fréquentes tous les 2 à 3 m.
- **Phosphocréatine** : dérivé phosphaté formé par addition d'un groupement phosphate sur la créatine. Agit comme phosphagène dans les muscles, en permettant la régénération rapide de l'ATP lorsqu'il se trouve en faible quantité.
- **PNL** : La PNL est un ensemble de modèles et de techniques destinées à améliorer la communication entre individus et à s'améliorer personnellement.
- **Temps acquis, distance ou profondeur acquises** : c'est la performance maximum que l'on est capable d'atteindre 3 fois avec 3mn de récupération entre chaque performance

Bibliographie

- L'apnée de l'initiation à la performance
 - U. Pelizzari et S. Tovagliari, Ed. Amphora
- L'apnée de la théorie à la pratique
 - Direction F. Lemaire, Ed PURH
- Plongée Préparation Physique
 - P. Estribeau, Ed. Amphora
- Les dossiers de CTN INFO 1994
 - Ed. FFESSM
- Revue Apnée, avril 2003
- <http://www.volodalen.com/>