L'ENTRAINEMENT EN APNEE

par Frédéric Lemaître, docteur en physiologie du sport

1°) effets de l'entraînement
a) durée de l'apnée
b) volumes pulmonaires
c) chémosensibilité au CO2
d) bradycardie
e) aspects psychologiques
f) points de rupture de l'apnée
g) saturation artérielle en oxygène
h) lactatémie
i) radicaux libres
j) facteurs musculaires
k) contraction de la rate

2°) quels entraînements ?

1°) Effets de l'entraînement en apnée :

a) rapidement, on obtient chez le non apnéiste une amélioration de la durée de l'apnée

b) augmentation des volumes pulmonaires (6 à 10%) cv cpt et diminution du vr (<10%) par une meilleure souplesse thoracique. CPT /VR augmente

c) diminution du seuil de sensibilité au CO2 (sur 3 mois ; en revanche, disparition du bénéfice de l'entraînement après arrêt de 3 mois).

d) bradycardie plus importante chez l'apnéiste vs néophyte

e) aspect psychologique :
- meilleure estimation du temps, peut être moins de risque de perte de connaissance anoxique.
- influence du yoga : meilleur sensation ventilatoire, ralentissement du rythme respiratoire

f) point de rupture :
L'entraînement physique et spécifique à l'apnée permet de repousser les points de rupture physiologique et conventionnel avec une action prédominante sur la phase de lutte.
Entraînement physique : agit sur la phase de lutte et le point de rupture conventionnel.
Entraînement spécifique : agit sur le point de rupture physiologique, augmente et recule la phase de lutte.

g) désaturation moins grande grâce au diving reflex.
Phénomène retrouvé quel que soit le type d'apnée

h) lactatémie :
(W de f Joulia) diminution de la production d'acide lactique
(il est possible que l'utilisation de cet ac lactique soit amélioré)

i) radicaux libre :
Mécanisme proche du phénomène d'ischémie reperfusion par les apnées répétées. Avec l'entraînement, la production de radicaux libre est moindre → réduction du stress oxydatif

j) activité musculaire :
meilleur recrutement neuromusculaire et meilleur vitesse de conduction.
On obtient vraisemblablement une meilleure contraction musculaire ainsi qu'un recul de la fatigue musculaire ?
Remarque : étude sur les amas coréennes, ugmentation du nombre de capillaires musculaires, du nombre de fibres musculaires rapides avec diminution du diamètre des fibres musculaires de tout type.
→ meilleure adaptation au froid, meilleure vascularisation musculaire.

k) contraction de la rate :
mise en évidence chez le mammifère marin, il semble qu'elle puisse intervenir chez l'homme, bien qu'ayant perdu ses propriétés hématopoïétiques..

CONCLUSION : effets de l'entraînement :

- ↗ temps d'apnée
- ↘ consommation O2
- ↘ sensibilité au CO2
- ↗ bradycardie
- ↗ vasoconstriction
- ↗ dépolarisation membranaire
- ↗ vitesse de conduction
- ↗ couplage excitation contraction
- ↘ fatigue musculaire
- ↘ lactatémie
- ↘ production de radicaux libres

2°) Quels entraînements ?

Quels paramètres physiologiques peut-on utiliser pour provoquer ces différentes transformations ?

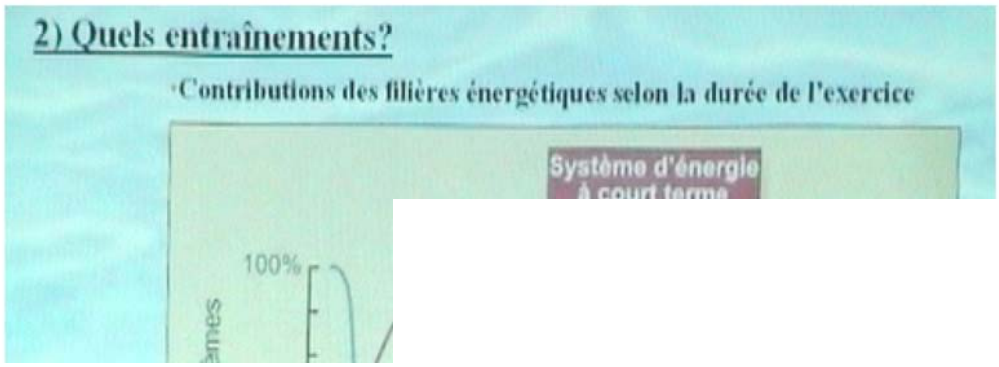
La fréquence cardiaque ?
La saturation artérielle en O2 ?
Les lactates sanguins ?
La consommation maximale d'O2 (VO2max ou FVO2max) ?
La vitesse de nage ?

- La durée de l'apnée n'est pas un paramètre fiable pour contrôler la charge d'entraînement car modifiable d'une séance à l'autre, voire au sein d'un même entraînement.

- Pour améliorer l'entraînement, il faut d'abord identifier les facteurs de performance :

  - <u>facteurs morphologiques</u> (flottabilité, taille, masse, %de graisse, densité, capacité vitale, souplesse…)
  - <u>facteurs biomécaniques</u> (efficience motrice, résistance à l'avancement, surface propulsive)
  - <u>facteurs psychologiques</u> (motivation, relâchement, stress)
  - <u>facteurs physiologiques</u> : les trois métabolismes énergétiques, la musculature respiratoire, l'hypoxie, l'hypercapnie.

    - Contribution des différentes filières énergétiques selon la durée de l'effort :



La seule étude réalisée donne pour une apnée de 70 m,150 S une part de 36% anaérobie.

Comment améliorer les facteurs physiologiques ? (tolérance de l'hypoxie, de l'hypercapnie, et de l'acidose lactique)

Le seuil lactique a été calculé chez quelques apnéistes assez entraînés à partir de la vitesse de nage. Le taux de lactate est lié à la durée de l'apnée et à l'intensité de l'effort donc au volume de travail. Une lactatémie supérieure à 3,5 mmol/l provoquerait une rupture de l'apnée.
Le seuil lactique se trouverait aux environs de 0,5 à 0,7 m/s pour les débutants et 0,9 à 1m /s pour les plus experts en bipalme.
Le seuil peut aussi être calculé en fonction de la relation VO2max /freq cardiaq : on note une rupture de la courbe de fréquence cardiaque laquelle se trouve entre 120 et 130bat/min donc lorsque l'on travaille ces fréquences cardiaques, on travaille proche du seuil de tolérance d'hypoxie et d'hypercapnie. Ainsi, on peut repousser ces seuils et habituer l'organisme à l'accumulation de lactates.

- Amélioration des facteurs chimiques => augmentation de la phase d'aisance.

Quel est l'intérêt du travail aérobie ?

Comme nous l'avons vu, il y a une relation entre la VO2max et la durée de l'apnée ; plus la VO2max est élevée, plus le délai d'apparition des lactates est repoussé. Une VO2max élevée signifie que l'O2 est mieux utilisé (meilleur perfusion cellulaire), meilleure rétention de CO2. Il semble qu'une VO2max élevée permette de repousser l'apparition des contractions diaphragmatiques.

- Amélioration des facteurs dynamique => recul du point de rupture conventionnel

Différentes formes de travail

- apnées hypoxiques (cool) : travail de la durée
- apnée lactiques (= effort violent musculaire) bien que la différence entre hypercapnie et lactique ne soit pas toujours facile à faire .
- apnée hypercapnique (apnée après un travail ou courte période de récupération)
- contrôle de tonus relaxation, relâchement
- travail aérobie, footing, endurance

Comment concevoir l'entraînement ?

Lors d'enseignement, il est important d'évaluer le niveau d'aisance des élèves .
Tester les performances sans forcement faire des max. ex : travail d'une distance à une vitesse donnée puis allonger les distances, ce qui permet d'évaluer l'état de forme de l'apnéiste sans pour autant avoir à se référer à des données chiffrées.

- dans les entraînements hypercapniques (récupération courte), le travail doit se faire entre 50 et 70% de la max.
- dans les entraînements hypoxiques (récupérations longues) : le travail de la relaxation et de la décontraction doit être privilégié, de manière à travailler plus proche des capacités maximum des apnéistes
- il y a peu d'intérêt à faire des max régulièrement à l'entraînement. Au contraire, l'apnéiste peut être démotivé par des contre-performances, alors qu'il s'investit beaucoup à l'entraînement

- la méthode d'entraînement est très importante. L'intérêt de travailler par séries répétées n'est plus à démontrer et permet un volume de travail important, sans pour autant épuiser le sportif. Le principe est de réaliser 6 à 10 apnées répétées avec récupération .

Exemple 1 : séries du type 6 apnées de 30 secondes avec 30 secondes de récupération. Celles-ci permettent une baisse de la désaturation et repoussent le point de rupture physiologique.

Exemple 2 : séries hypercapniques lactiques :
- 10 fois 50 m en monopalme avec départ toutes 1 minutes 10 secondes (35 secondes de nage et 35 secondes de récupération)
- apnée statique 10 fois 2minutes avec 20secondes de récupération.

Exemple 3 : séries hypoxiques :
- en dynamique : 3 fois 75 m en 1'15'', avec récupération 2 à 4 min ; il faut toujours conserver une récupération 7 min, sans quoi on s'expose à la perte du bénéfice des séries
- en statique : 4 apnées de 3 à 5 ' avec récupération équivalente

Il est fondamental de bien quantifier la charge d'entraînement (distance totale, temps et distance en apnée, intensité) afin d'éviter le sûr-entraînement et d'adapter au mieux cette charge de travail en fonction des périodes et ainsi coller aux objectifs.

Exemples de séances mixtes (2 entraînements par semaine)

SOIT { une séance d'entraînement physique général (vélo / footing)
une séance spécifique nage + apnée

SOIT 2 séances piscine d'entraînement général
Séance à thème : - dynamique
- statique

L'entraînement physique aérobie et l'entraînement spécifique sont complémentaires et indissociables. Ils sont tous deux nécessaires à l'amélioration des performances et de l'aisance.

A chacune des trois périodes de trois mois d'une saison sportive doit correspondre un type d'entraînement :

- 1ère période : entraînement général majoritairement
- 2ème période : entraînement spécifique majoritaire
- 3ème période : compétition

Pour chacune de ces périodes, l'augmentation de la charge de travail passe par l'augmentation du nombre de répétitions puis par une augmentation de l'intensité, en jouant par exemple sur la vitesse de nage, la diminution des temps de récupération…

En résumé :

L'entraînement doit être planifié en fonction des capacités des individus et de leurs objectifs. La charge de travail doit- être quantifiée (intensité x durée), elle doit être progressive et adaptée au type de discipline. Ne pas négliger les aspects ludiques de l'apnée, les sensations…

ET TOUJOURS EN TOUTE SECURITE.

Les règles de sécurités :

1) le statique :

- **en compétition** :

1 compétiteur → 1 apnéiste de sécurité et 2 juges (formés), l'oxygène doit être à portée de main, il y a un staff médical pour le bassin. Par exemple, à la compétition de ROUEN : 2 médecins fédéraux hyperbares, 2 MNS, 2 secouristes.

- la sécurité: l'apnéiste de sécurité exerce une pression sur la main du compétiteur qui répond par une pression. Ceci est réalisé une minute avant le temps annoncé par le compétiteur puis trente secondes avant, puis au moment de la performance annoncée, ensuite, toutes les 15 secondes. S'il n'y a pas de réponse, l'apnéiste de sécurité renouvelle la pression. En l'absence de réponse, le compétiteur est sorti de l'eau.

- les problèmes posés :
  - le plus fréquemment : la samba (perte d'intégrité motrice), souvent résumée à un tremblement furtif mais qui peut être accompagnée d'une amnésie transitoire laquelle peut durer quelques dixièmes de seconde.
  - la perte de connaissance anoxique .

- les symptômes :
  - l'absence de réponse ;
  - l'apnéiste souffle son air sans avoir prévenu à l'avance ;
  - les tremblements, comportement anormaux …

- **à l'entraînement** : les apnéistes sont par deux ; ils doivent se parler avant l'apnée, pendant, ils communiquent par des pressions. Quand l'un des deux apnéistes sort, il le signifie par 2 pressions (réponse 2 pressions), puis il doit parler à celui qui reste en apnée (ex : « c'est bon ça va… ») et poursuit la surveillance toujours en tenant son binôme.

2) le dynamique :

- **à l'entraînement :**

- travail par séries en lignes d'eau (point d'appui en bassin de 25 mètres) et départ toutes les 5 secondes (les apnéistes se suivent donc de près, s'il y a un problème, celui qui suit secourt le précédent).

- pour les performances max :

1 apnéiste et un en surface avec une distance entre les 2 qui doit être de plus en plus petite, au fur et à mesure que l'on se rapproche de la performance et qui doit être au maximum d'une longueur de bras lorsque l'apnéiste atteint la performance annoncée.

3) en mer : le poids constant :

- **à l'entraînement :**

-1 ligne de vie ou longe

- ⓘ on ne pratique jamais seul. L'apnéiste de sécurité rejoint à mi profondeur son binôme, face à lui. Il doit y avoir en plus un apnéiste sur le bateau
- ⓘ ne jamais descendre sous le plomb
- ⓘ parler avant et après l'apnée

- **en compétition :**

- apnéistes de sécurité
- juges en surface
- un point d'appui
- une ligne de compétition et une d'échauffement.
-…

COMMENT REAGIR EN CAS DE MALAISE :

① sortir l'apnéiste
② retirer le masque
③ si ça ne suffis pas, faire un bouche à nez (car il y a un risque de convulsion lors d'une perte de connaissance importante).

Prochainement édité : *L'APNEE : de la théorie à la pratique, Frederic Lemaitre, l 'APRAAS.*