

# **LA PREPARATION PHYSIQUE DANS LES ACTIVITES SPORTIVES DE LA FFESSM**



# Les activités sportives de la FFESSM

## Activités en déplacement

- Nage avec palmes
- Nage en eau vive
- Plongée sportive en piscine



## Activités associées à de l'apnée

- Apnée
- Tir sur cible
- Pêche sous-marine
- Hockey subaquatique



## Déterminants de la performance

- Préparation physique, aspects physiologiques (les filières énergétiques)
- Préparation mentale
- Préparation technique
- Equilibre nutritionnel
- Suivi médical



## Les principes de l'entraînement

- Identiques pour toutes les activités
- Développer des capacités physiques liées aux filières énergétiques
- Les spécificités à chaque activité liées à l'intensité et la durée de l'exercice
- Comprendre les principes afin d'élaborer des entraînements cohérents et adaptés





## Les filières énergétiques

- Connaître les principes physiologiques pour savoir les améliorer
- Etre capable de faire le lien entre les concepts théoriques et la pratique
- Avoir une vision globale de l'entraînement, système multifactoriel avec des interactions multiples



## La contraction musculaire

- Énergie chimique transformée en énergie mécanique (20%) et en chaleur (80%)
- Élément énergétique indispensable à la contraction A.T.P, Adénosine Triphosphate
- ATP en réserve très limitée dans l'organisme, nécessité d'être re synthétisé. Comment ?

**Dépend de l'intensité de l'exercice**



## Intensité maximale

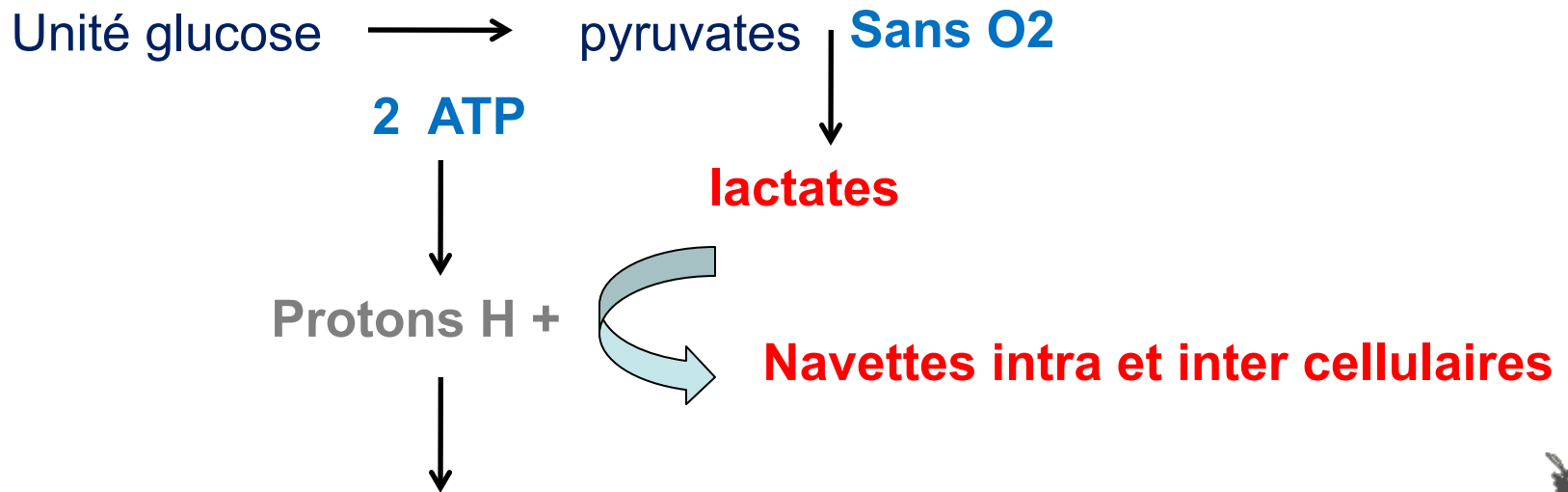
- ATP provient:
- ATP dans le muscle: 2 secondes
- De la créatine phosphate qui se combine à l'ADP pour produire l'ATP
- Puissance très élevée mais quantité de CP très limitée
- Effort de très courte durée, 8 à 10 s

**ANAEROBIE PHOSPHAGENES  
A HAUTE INTENSITE**



## Intensité élevée

### ANAEROBIE GLYCOLYTIQUE



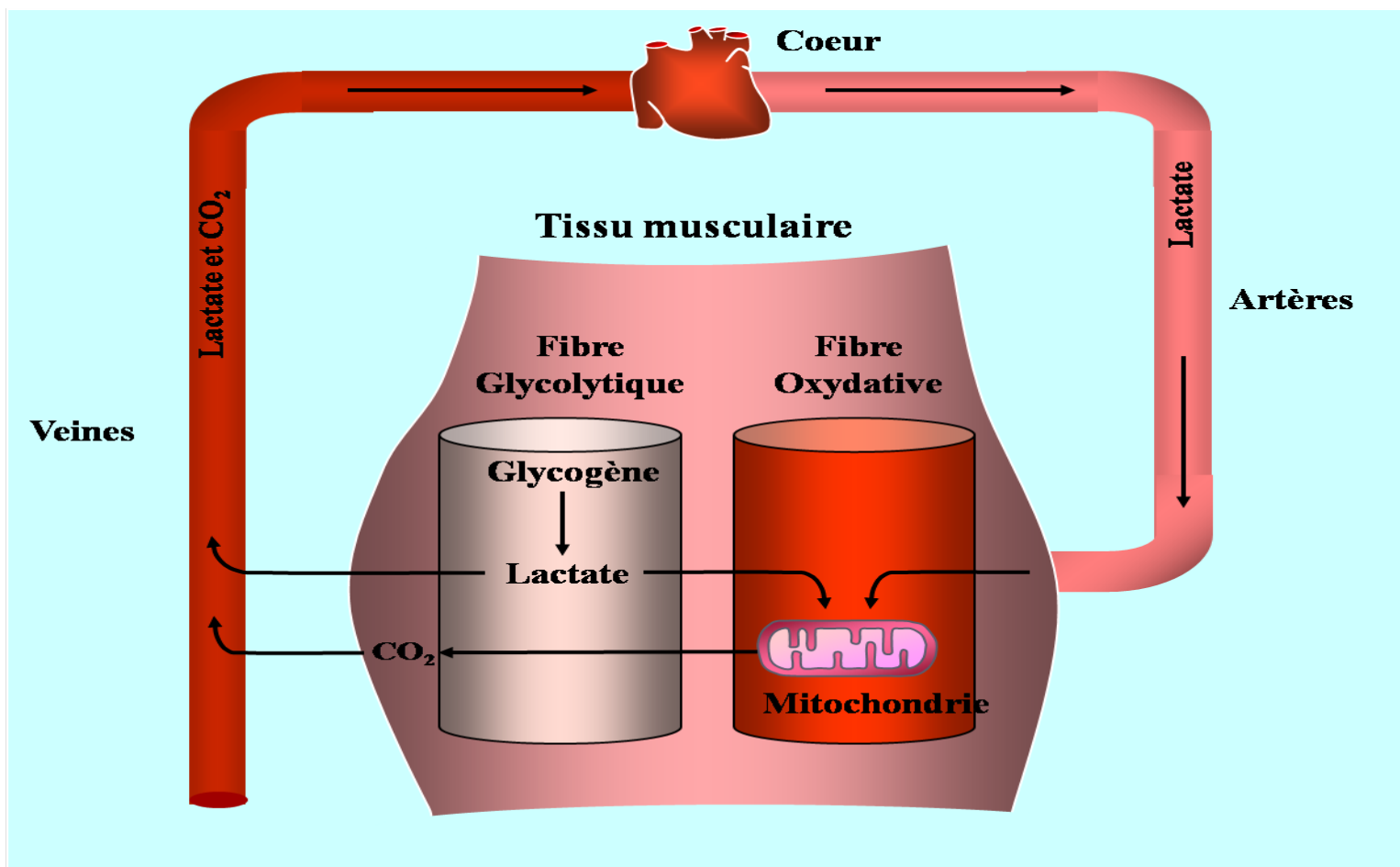


## Le rôle et devenir du lactate

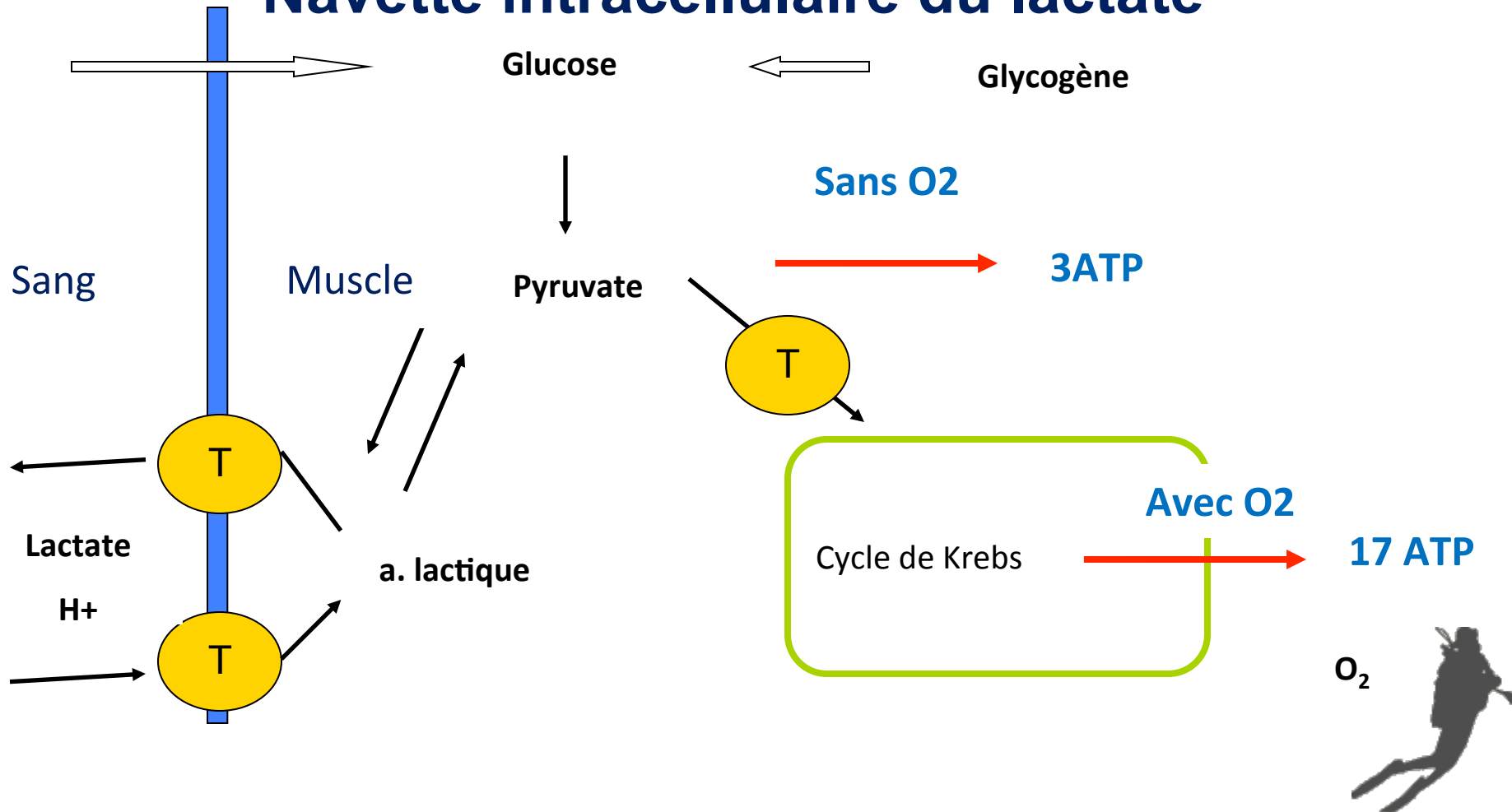
- Récupère  $H^+$  et permet de diminuer l'acidose
- Utilisé comme substrat énergétique (18 ATP) par le cœur, foie et muscle
- Transporté par système de navette: veines, cœur, artères, muscles



## Navette inter cellulaire du lactate



## Navette intracellulaire du lactate



## Navette intra cellulaire du lactate

T

- Transporteurs spécifiques du lactate: MCT1 et MCT4
- Lactate entre dans la cellule musculaire et la mitochondrie
- Lactate transformé en pyruvate grâce à une enzyme LDH
- Pyruvate entre dans la mitochondrie et devient substrat



## Lactate et performance

- Etudes ont montré une relation entre production de lactates et performance
  - Une lactatémie de 18mmol/l en fin de 400m est associée à un chrono de 49s
  - Une lactatémie de 23mmol/l en fin de 400m est associée à un chrono de 46s
  - Une lactatémie de 15mmol/l en fin de 400m est associée à un chrono de 52s





- Sujet entraîné: plus grande capacité à produire et métaboliser le lactate comme substrat énergétique, par augmentation de:
  - La densité mitochondriale
  - L'activité enzymatique
  - Le pouvoir tampon (capacité à résister à l'acidose)
  - Le réseau capillaire
  - Nombre de transporteurs spécifiques (MCT1 MCT4)

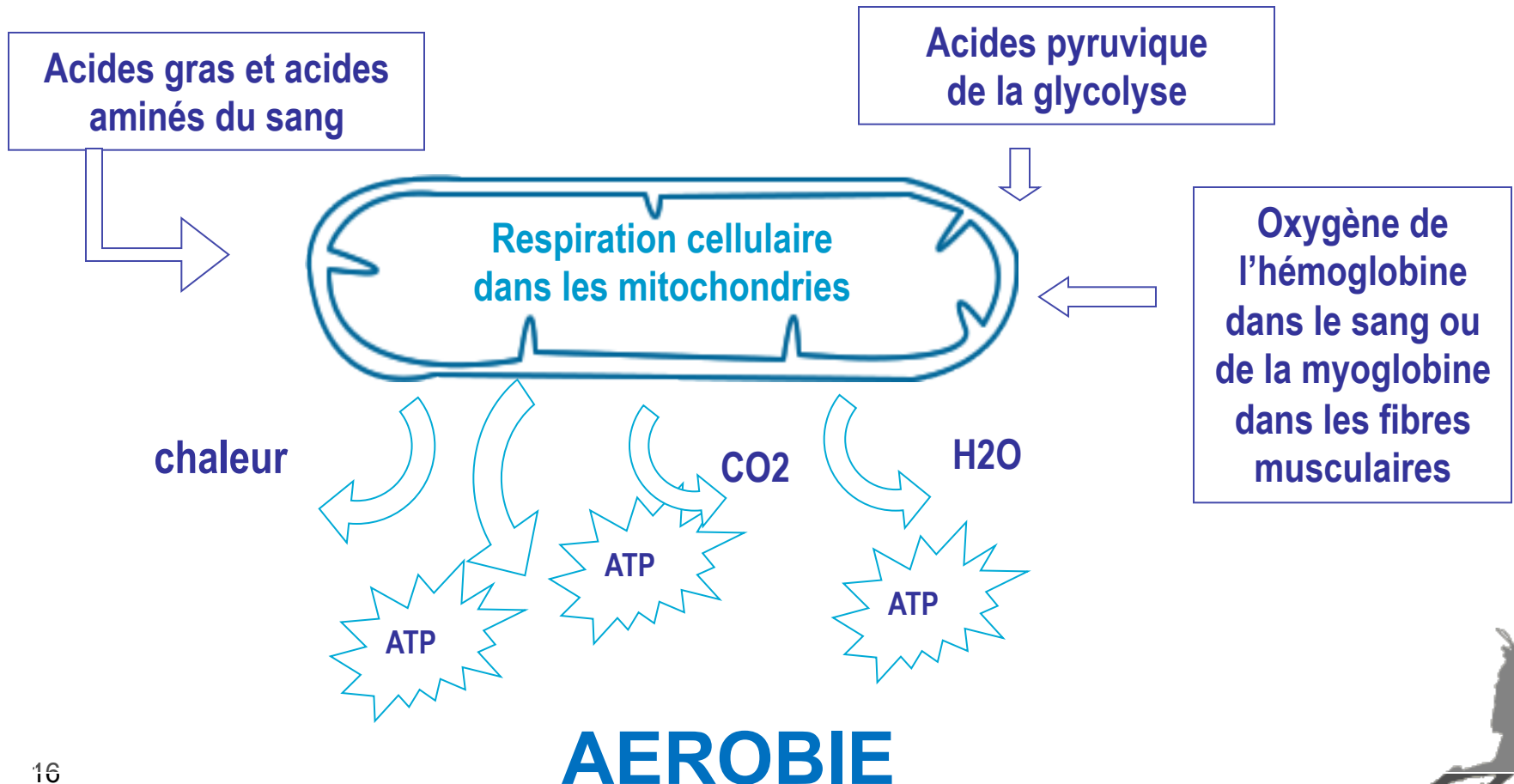


## La filière anaérobie

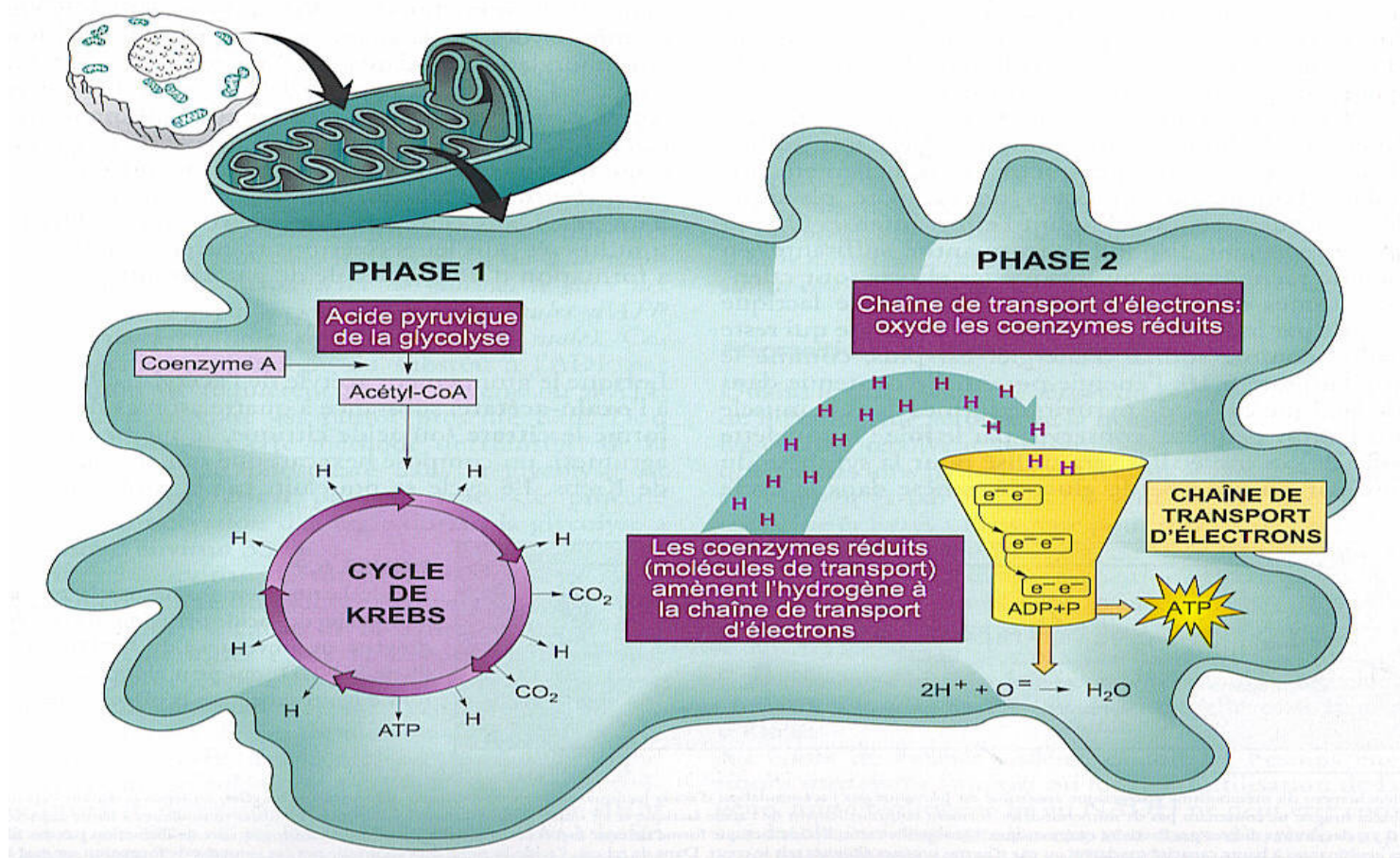
- Intensité **sub maximale**
- Substrats: **glucose**
- Durée d'effort: **2 à 3'**
- Facteur limitant: **acidose**



## Intensité faible à modérée







## Intensité faible à modérée

- Le cycle de Krebs constitue la première étape avec récupération des enzymes de réserves énergétiques (NADH et FADH<sub>2</sub>).
- La chaîne respiratoire permet, par un transfert d'électrons, la formation des molécules d'ATP et de l'eau (à partir de l'O<sub>2</sub>).

# AEROBIE





## La filière aérobie

- Intensité **faible à modérée**
- Liée au **VO<sup>2</sup> max**
- Substrats: **glucose et acides gras (lipides)**
- Durée d'effort: **plusieurs heures**
- Capacité: **illimitée en réserve**
- Facteur limitant: **fatigue, niveau d'entraînement, chaleur, etc.**

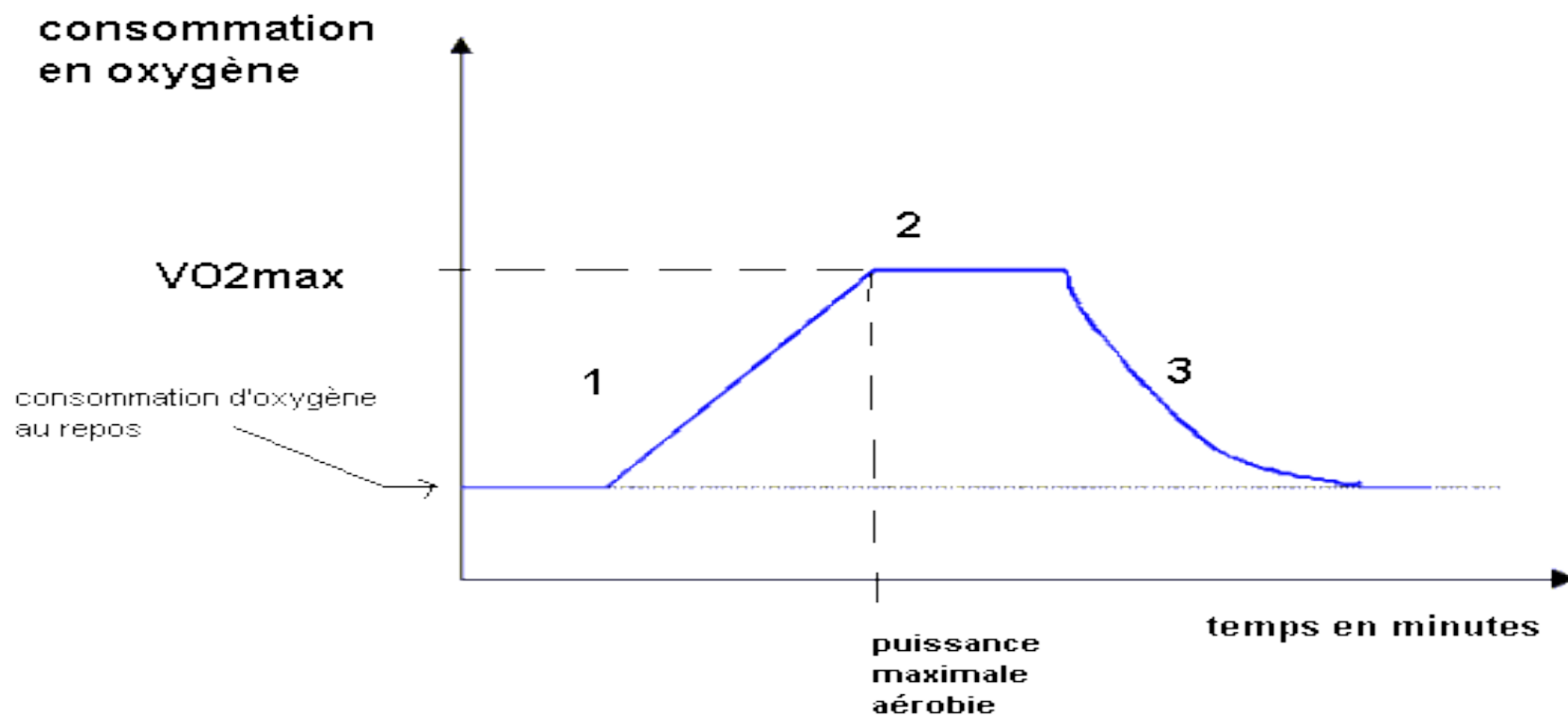


## La consommation max d' O<sub>2</sub>, VO<sub>2</sub> max

- Lors d'un exercice effectué à intensité progressive, on arrive à un moment à une consommation maximale d' O<sub>2</sub>, appelée VO<sub>2</sub> max.
- A cette valeur de VO<sub>2</sub> max correspond une Puissance Maximale Aérobie (PMA) et une fréquence cardiaque maximale (FC max)



## Filière aérobie / Le $VO_2$ max



## Utilisation des paramètres du test VO<sub>2</sub> max

- A l'entraînement on utilisera les références issues du test pour développer le VO<sub>2</sub> max:
- FC max correspondant à l'activité du test (non transférable)
- ou Puissance Max Aérobie (vélo)
- ou Vitesse Max Aérobie (tapis et course à pied)
- ou Vitesse Max Aérobie sur test aquatique



## Seuil ventilatoire 2

- Compromis énergétique permettant d'exploiter une intensité élevée de la filière aérobie sans production limitante de lactates.
- Zone variable selon le niveau d'entraînement de l'individu. De 50% de la FC max à plus de 90%.





## Seuil ventilatoire 2

- Évaluation du seuil:
  - Lors d'un test direct de consommation max d'O<sub>2</sub>: inversion du QR, courbe ventilatoire.
  - Par des sensations sur le terrain.
  - Détermination d'une la zone de fréquence cardiaque



## Les fréquences cardiaques

- La fréquence cardiaque maximale (FC max)
  - **Test direct** de  $VO^2$  Max: ré utilisable sur l' AP du test
  - **Indirecte** par des tests de terrain: FC spécifique à l' activité
  - **Théorique**: 220 pulsations/minute - l' âge: aucune utilité
- La fréquence cardiaque de repos: indicateur d' état de fatigue



## Les effets de l'entraînement en endurance

- Il augmente la quantité de mitochondries et modifie leur fonction
- Il augmente l'expression des transporteurs du lactate et facilite les échanges du lactate
- Il développe le réseau capillaire
- Il augmente l'activité des enzymes oxydatives
- Il induit une diminution des myofibrilles rapides de myosine au profit des myofibrilles lentes
- Il facilite les oxydations lipidiques et épargne le glycogène seulement pour des intensités faibles.



## Principes généraux d'entraînement

- Pour développer une filière, s'entraîner à l'intensité de la filière
- Mettre l'organisme en « stress physiologique » afin de créer des adaptations
- Les adaptations s'effectuent pendant les phases de récupération





## Améliorer le rendement énergétique



## ENTRAINEMENT DANS LA ZONE AEROBIE





## Aérobic / Les disciplines concernées

- Filière de base nécessaire à toutes les activités sportives
- Indispensable également dans les activités de sprint
- L'augmentation du nombre de mitochondries permet une synthèse plus rapide de la phosphocréatine
- Se développe en première phase de cycle et s'entretient ensuite



## Aérobic / Le principe d'entraînement

- Toutes les activités de fond
- FC de travail entre 60% et 70% de la FC max
- Travail en continu ou fractionné
- Faire varier : distance, durée, nombre de séries, récupération



## Aérobic / Le principe d'entraînement

- Séries de 50m ou 100m avec 5 à 10'' de récupération
- Distance de 500 à 1500m en continu
- Séries en pyramide montante et descendante avec 5 à 20'' de récupération:
  - 50m R=5' 100m R=10'' 200m R=20'' 400m R=30'' 200m R=20'' 100m R=10'' 50m

**La récupération n'a pas de rôle physiologique,  
sert à éviter la monotonie**



# ENTRAINEMENT DANS LA ZONE ANAEROBIE PHOSPHAGENE



## Anaérobie phospagènes / Les disciplines concernées

- Toutes les épreuves de sprint
- 50 m NAP pour les meilleurs
- Phases de jeu dans le hockey
- Certaines situations en NEV





## Entraînement dans la zone anaérobie phosphagènes

- A intensité maximale pendant 10'' max
- 4 à 5 X 12m récupération de 1' à 1'30''
- La récupération doit être suffisamment longue pour permettre de repartir à intensité maximale
- Mais incomplète pour créer déficit en phosphagènes

**Générer des adaptations physiologiques**



# ENTRAINEMENT DANS LA ZONE ANAEROBIE GLYCOLYTIQUE



## Anaérobie glycolytique / Les disciplines concernées

- Une grande partie des activités sportives de la FFESSM
- **NAP** (du 100m au 400m, une partie du 800m pour les meilleurs)
- **Hockey**
- **Apnée dynamique** avec et sans palmes (apnée hypercapnique)
- **Pêche sous marine**
- **NEV** (slalom, descente, etc.)
- **PSP** (100m immersion individuel, combiné, octopus, relais en équipe)



## Entraînement dans la zone anaérobie glycolytique

- A intensité sub maximale pendant 2 à 3'
- Séries courtes de 50 à 200m ou de 30'' à 3'
- Blocs de séries de 4 à 6
- Récupération longue mais incomplète: 15 à 20'' sur des 50m; 1' à 1'30'' sur des 100 ou 200m
- La récupération est passive dans la série: créer une surcharge d'acidose
- La récupération est active entre les blocs: favoriser le transfert des lactates



# ENTRAINEMENT AU SEUIL VENTILATOIRE 2





## Seuil ventilatoire 2 / Les disciplines concernées

- Toutes les épreuves d'endurance avec performance
- NAP (à partir du 400m ou 800m selon le niveau)
- Apnée hypercapnique



- NEV (slalom, descente, raid, orientation, etc.)



## Entraînement au seuil ventilatoire 2

- Rendement optimal sur des épreuves longues nécessitant une performance (intensité la plus élevée possible)
- Intensité de 60 à 90% de la FC max selon niveau d'entraînement
- Reculer l'apparition du seuil
  - nager le plus vite possible, tout en restant aérobie
- Augmenter la durée de maintien de cet effort au seuil
  - nager le plus longtemps possible à cette intensité



- Faire varier : distance, nombre de répétitions, FC
- Course à pied, je cours à 12 km/h:
  - 6 X 3' à 13km/h avec R: 2' puis 4 X 5' à 13 km/h puis 3 X 7' jusqu'à 30' à 13km/h
  - Recommencer le fractionné à 14 km/h, etc.
- Natation
  - 2 X 400m à 70% R=1'30''
  - 4 X 200m à 80% R=45''
  - 8 X 100m à 90% R=30''



## L'entraînement en apnée

- Travail sur l'apnée hypoxique (durée)

- Tir sur cible
- Apnées statiques



- Travail sur l'apnée hypercapnique

- Apnées dynamiques





## Les effets de l'entraînement en apnée

- Augmentation de la durée de maintien
- Augmentation des volumes pulmonaires (cv cpt) et diminution de vr par une meilleure souplesse thoracique
- Diminution du seuil de sensibilité au  $CO_2$
- Bradycardie plus importante
- Repousse les points de ruptures physiologiques
- Même bénéfices physiologiques liés à l'entraînement physique
- Bénéfices psychologiques (motivation, relâchement, stress)





# Les principes de l'entraînement en apnée

## Apnée hypoxique

- travail en durée mais sans aller systématiquement dans le max (risque de démotivation)
- Travail de la relaxation et du relâchement
- Travail en séries avec récupération complète



# Les principes de l'entraînement en apnée

## Apnée hypercapnique

- Repousser la rupture physiologique
- Améliorer la ré utilisation des lactates
- Améliorer la tolérance à l'acidose
- Séries statiques ou dynamiques avec récupérations variables mais plutôt courtes
  - 6 X 30'' avec 30'' de récup
  - 10 X 50m avec 30'' de récup
  - 10 X 2' statique avec 20'' de récup



## Conclusion

- Bases physiologiques permettent la compréhension du principe d'entraînement
- L'entraînement est un terrain de jeu complexe où s'articulent données empiriques liées à la pratique et données scientifiques liées à la recherche
- Faire confiance à ses sensations et ressentis!

