UNIVERSITÉ D'AUVERGNE
FACULTÉ DE MÉDECINE
LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE - BIOLOGIE DU SPORT

28, place Henri Dunant - BP 38
63001 CLERMONT-FERRAND CEDEX

Évaluation de la fonction musculaire
Muscle strié squelettique

Pr. Ruddy RICHARD

Service de Médecine du Sport et des Explorations Fonctionnelles
CHU G. Montpied, 58 rue Montalembert,
63003 Clermont-Ferrand Cedex 1

richard.ruddy@gmail.com
rrichard@chu-clermontferrand.fr

Journées Francophones de Nutrition

LYON
12 - 14 décembre 2012

Déclaration d'intérêts de M. : RICHARD Ruddy

- **Activités de conseil, fonctions de gouvernance, rédaction de rapports**

  Non

- **Essais cliniques, autres travaux, communications de promotion**

  Non

- **Intérêts financiers (actions, obligations)**

  Non

- **Liens avec des personnes ayant des intérêts financiers ou impliquées dans la gouvernance**

  Non

- **Réception de dons sur une association dont je suis responsable**

  Non

- **Perception de fonds d'une association dont je suis responsable et qui a reçu un don**

  Non

- **Détention d'un brevet, rédaction d'un ouvrage utilisé par l'industrie**

  Non

Problématique :

➔ **Évaluer de manière simple, reproductible et non invasive (prise de sang) la fonction musculaire.**

➔ **Mettre en place des tests adaptés aux capacités motrices et physiques des sujets évalués.**

➔ **Réaliser des mesures qui vont refléter les variations anatomiques et physiologiques.**

Ce qui n'est pas abordé mais qui peut rentrer dans cette problématique :

- ➔ **Évaluation invasive**

  Electromyographie

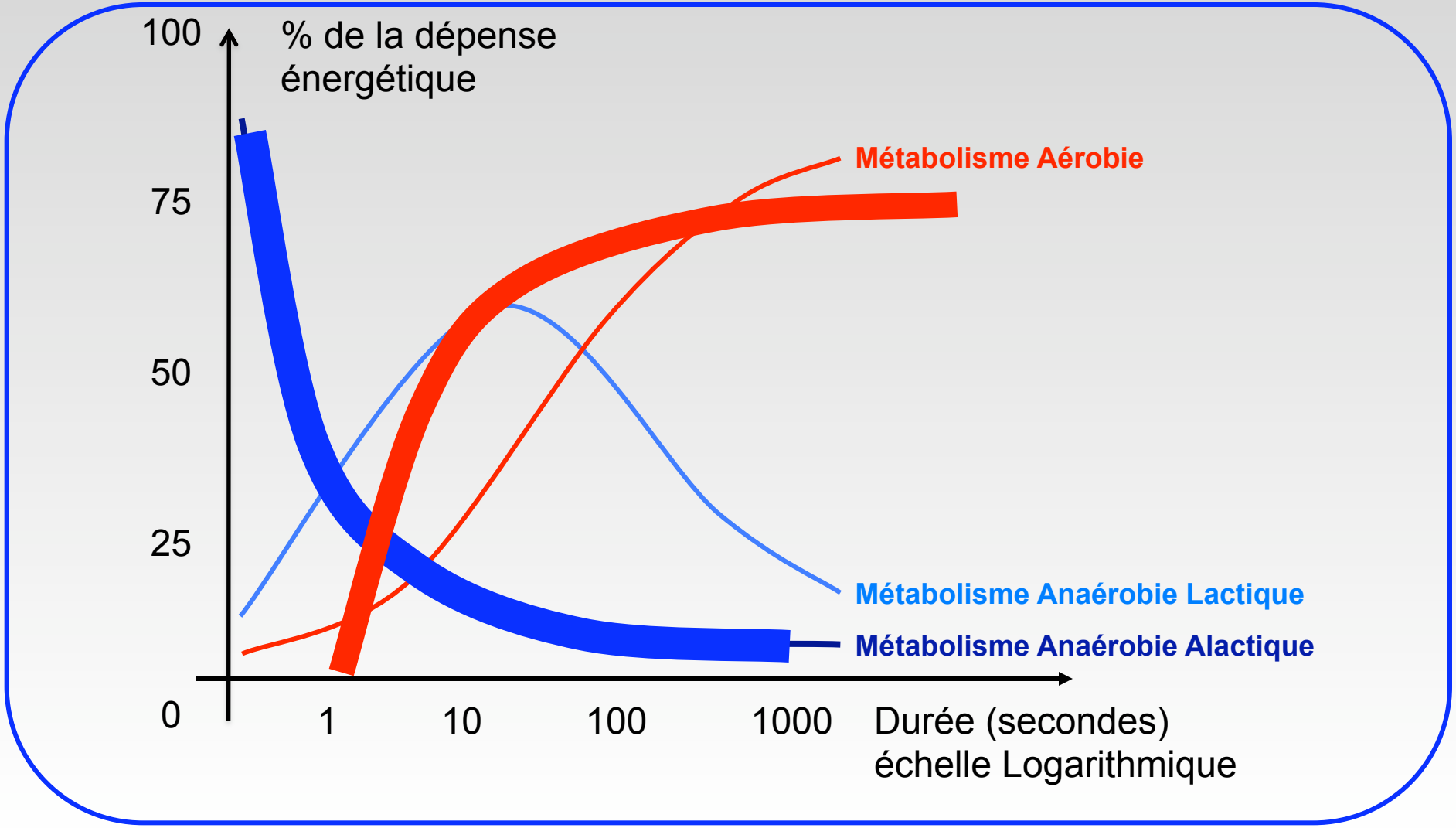
  Micromécanique musculaire

  Energétique mitochondriale

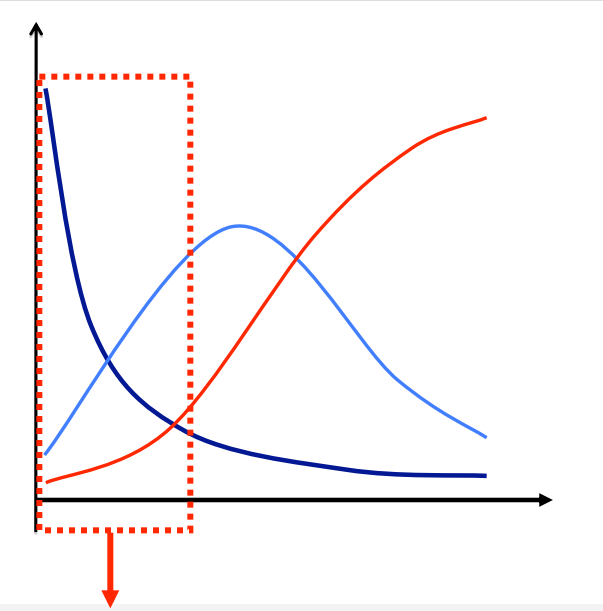
- ➔ **Quantification de la masse musculaire**

- ➔ **Evaluation de la capacité fonctionnelle**

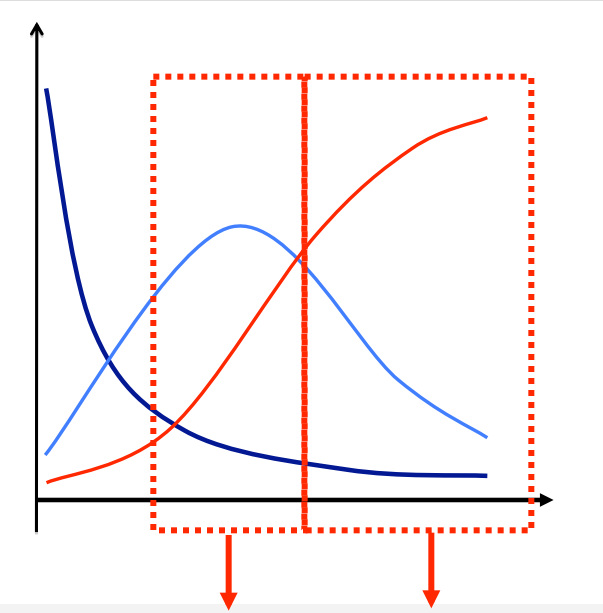
Modèle Bioénergétique



Modèle Bioénergétique

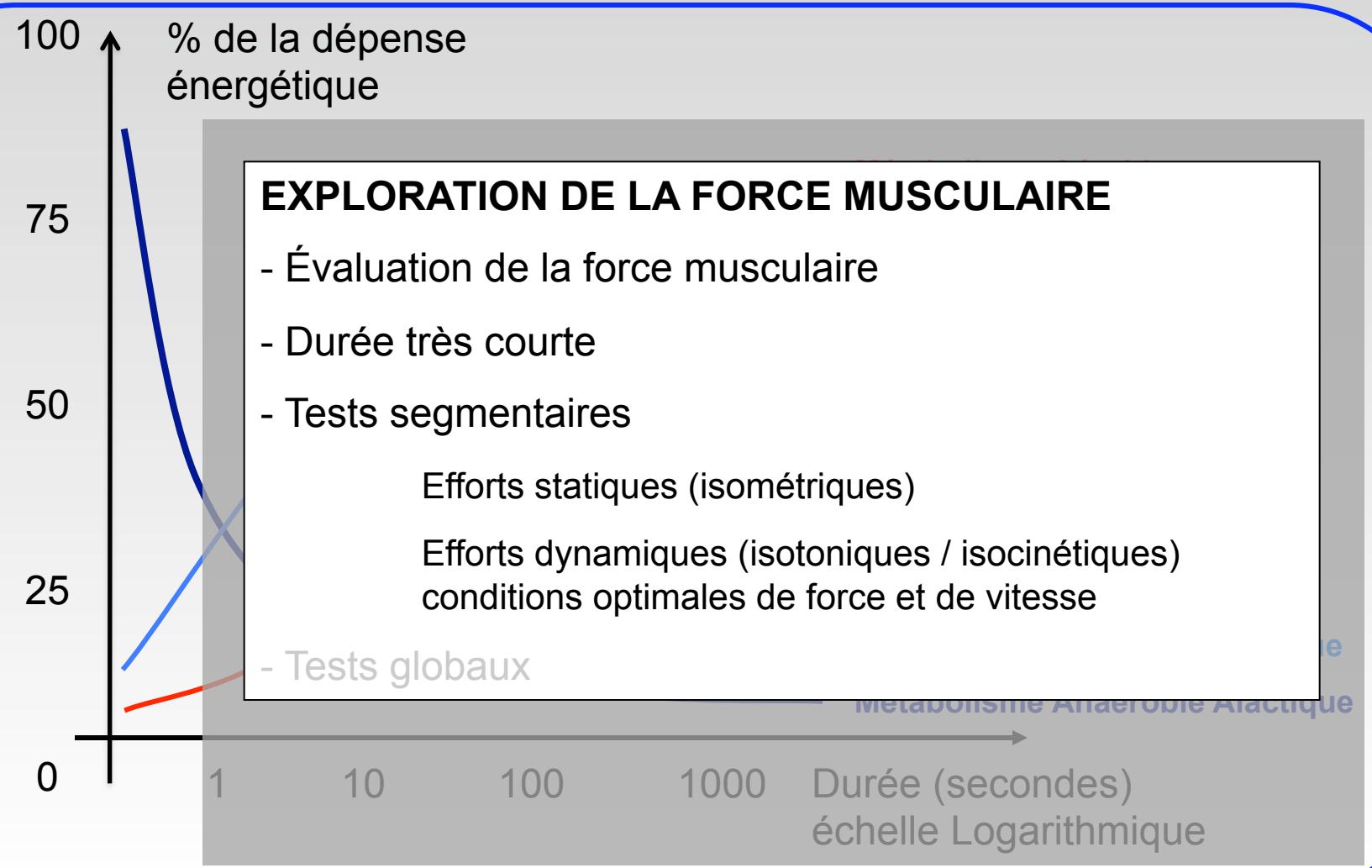


Evaluation segmentaire ou globale



Evaluation globale corps entier

Modèle Bioénergétique



EXPLORATION DE LA FORCE MUSCULAIRE

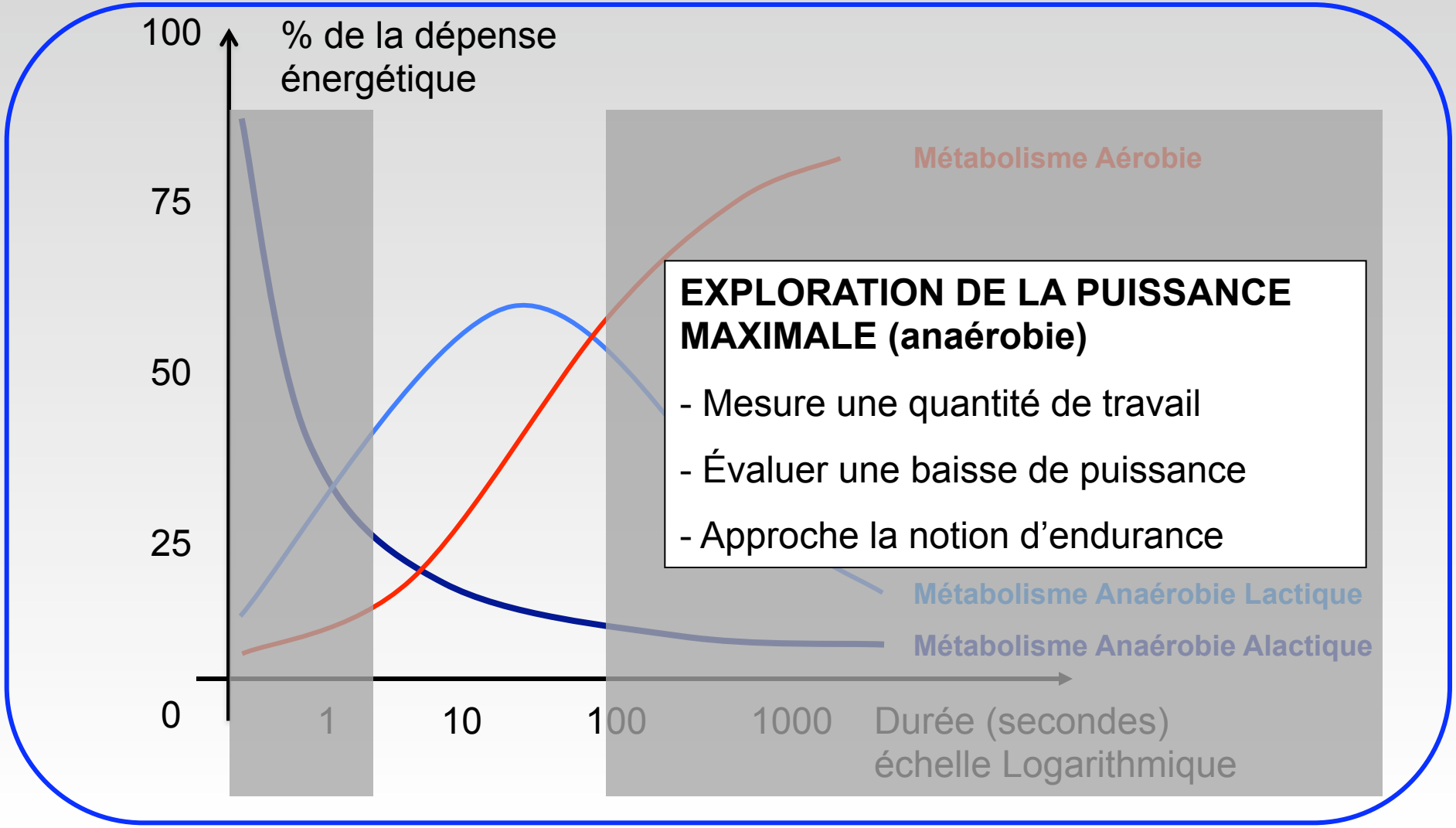
- Évaluation de la force musculaire
- Durée très courte
- Tests segmentaires

  Efforts statiques (isométriques)

  Efforts dynamiques (isotoniques / isocinétiques)
  conditions optimales de force et de vitesse

- Tests globaux

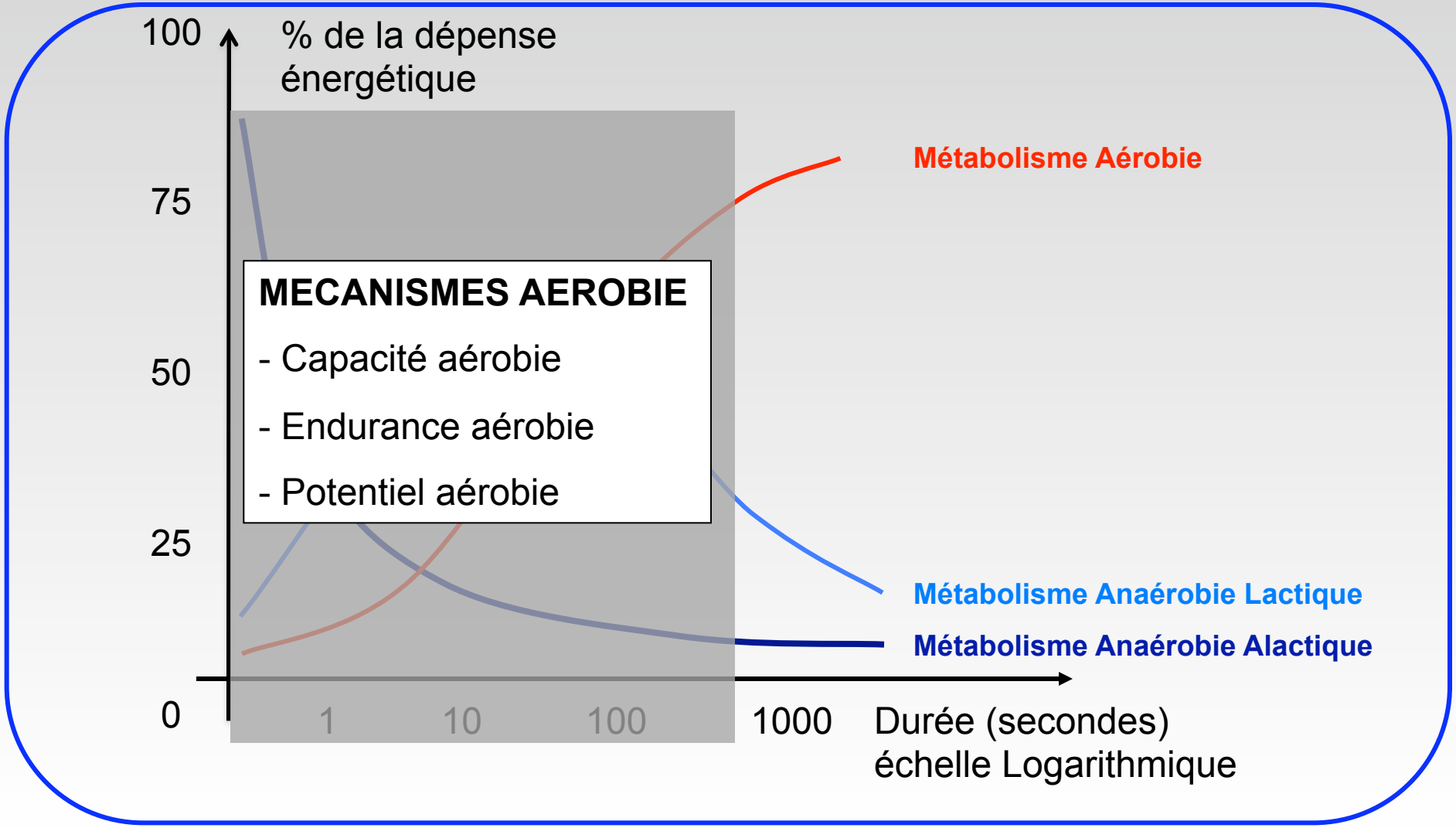
Modèle Bioénergétique



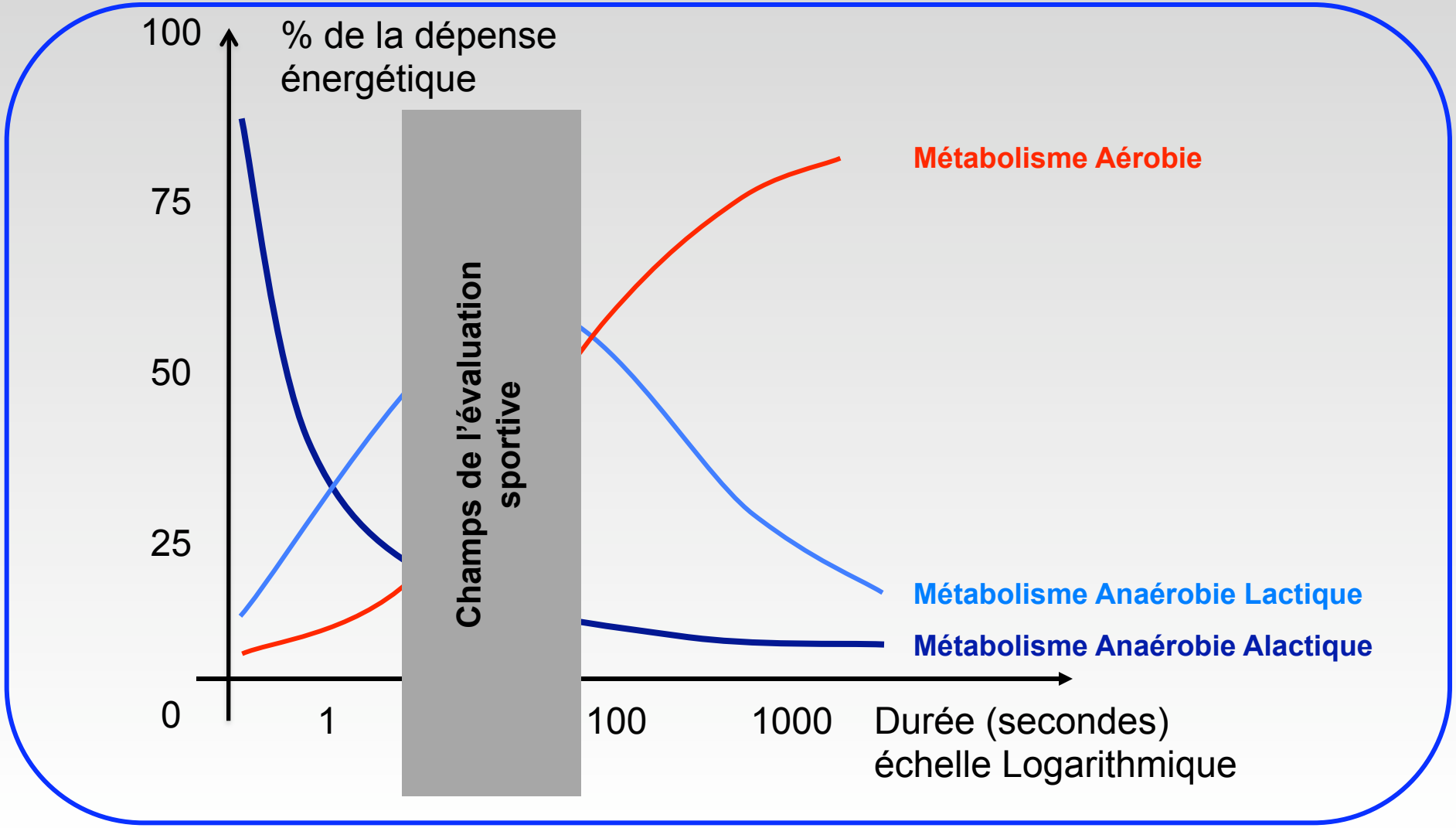
EXPLORATION DE LA PUISSANCE MAXIMALE (anaérobie)

- Mesure une quantité de travail
- Évaluer une baisse de puissance
- Approche la notion d'endurance

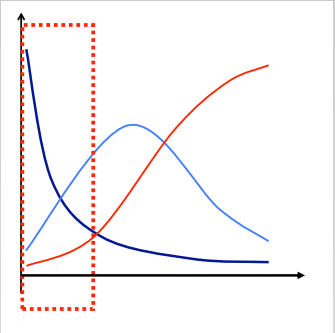
Modèle Bioénergétique



Modèle Bioénergétique



Évaluation de la Force musculaire segmentaire



- Force musculaire isométrique
- Force musculaire anisométrique (mouvement CON EXC)
  - Isotonique (à charge constante)
  - Isocinétique (à vitesse constante)
- Début de la notion d'endurance musculaire

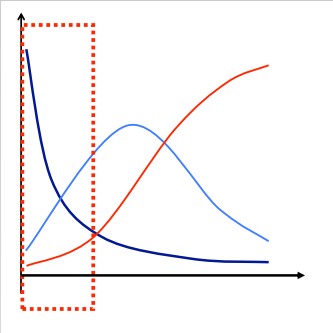
Précision et reproductibilité des mesures dépendent :

→ 1) Standardisation des positions

→ 2) Limitation des degrés de liberté

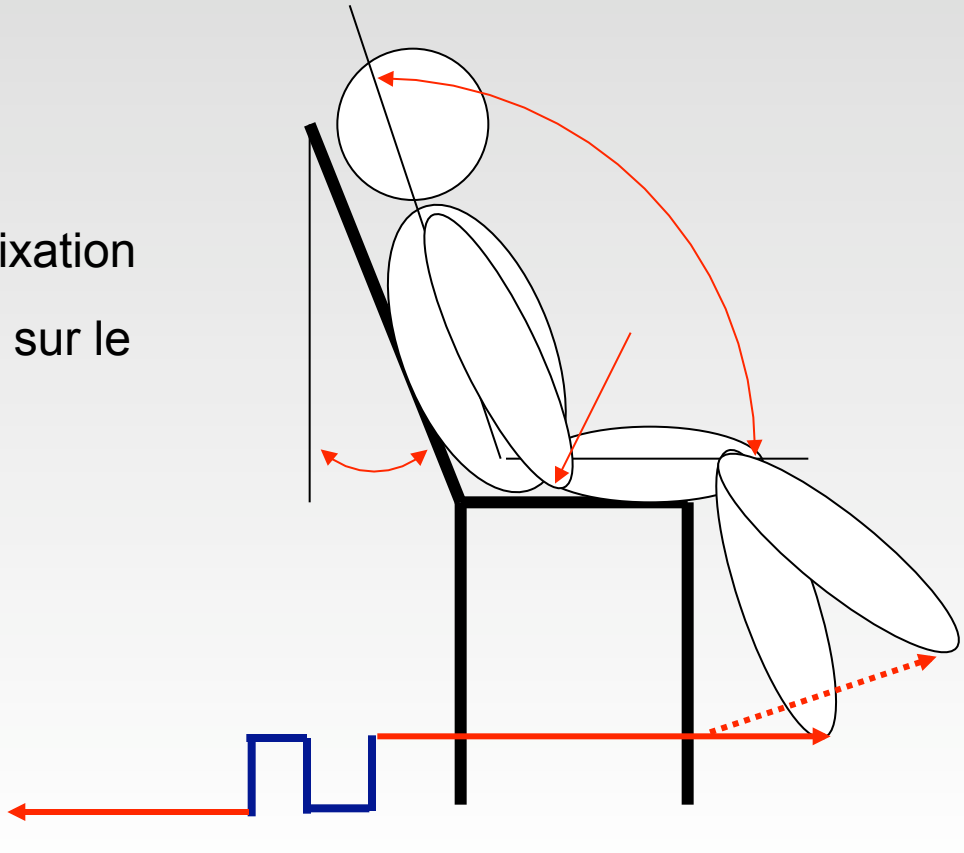
→ 3) Contrôle de la relation Force / Vitesse

Évaluation de la Force musculaire segmentaire

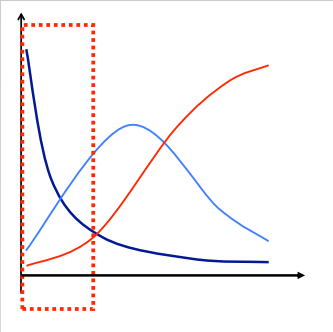


Standardisation des positions et limitation des degrés de liberté

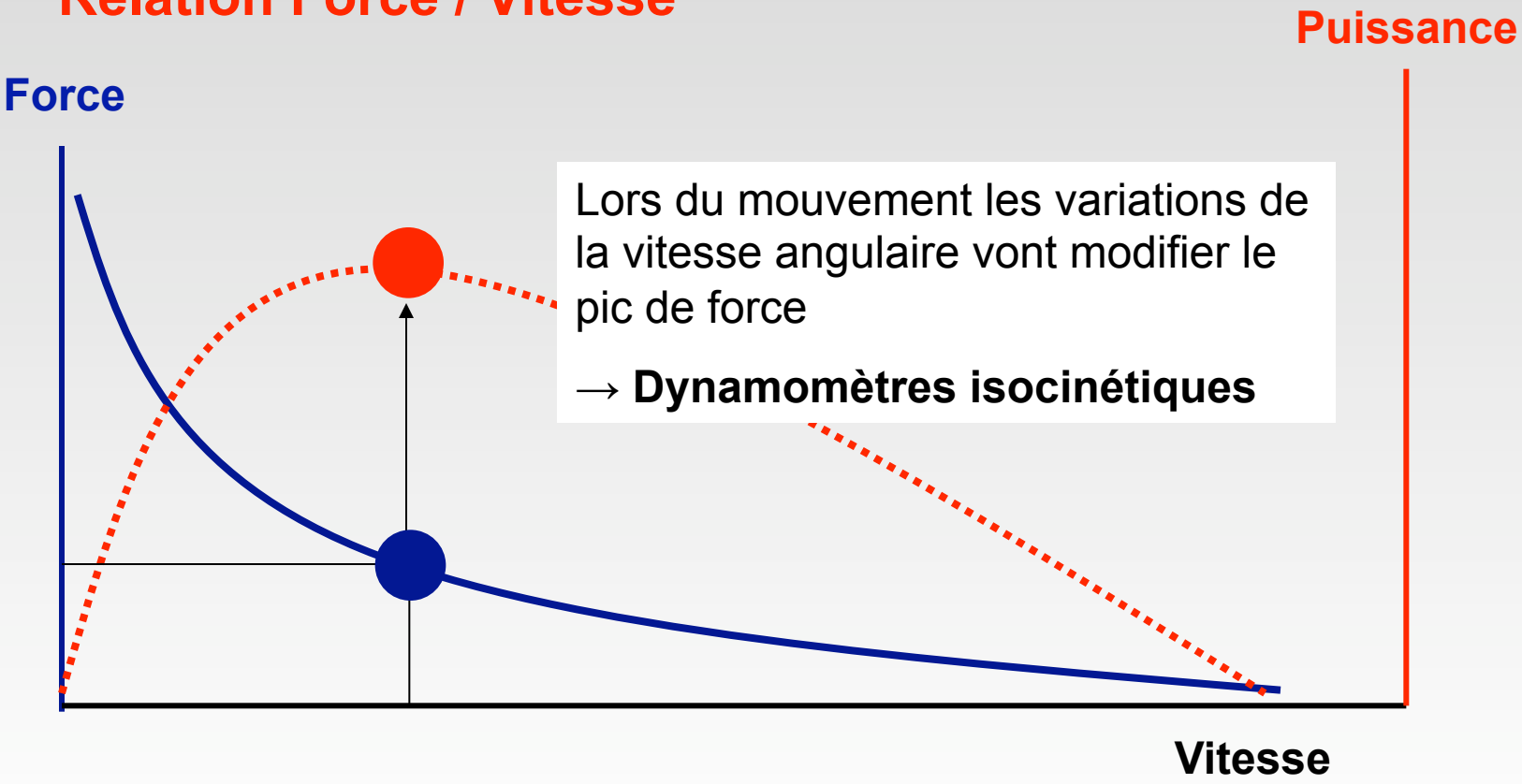
- Standardiser les positions
- Déterminer les points de fixation
- Position des bras (croisés sur le thorax, prise des poignées)



Évaluation de la Force musculaire segmentaire Tests anisométriques



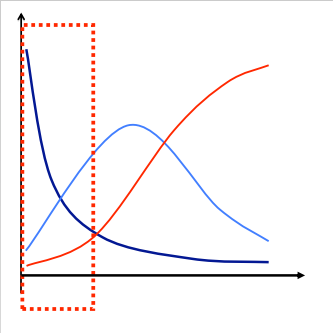
Relation Force / Vitesse



Lors du mouvement les variations de la vitesse angulaire vont modifier le pic de force

→ **Dynamomètres isocinétiques**

Évaluation de la Force musculaire segmentaire Les méthodes



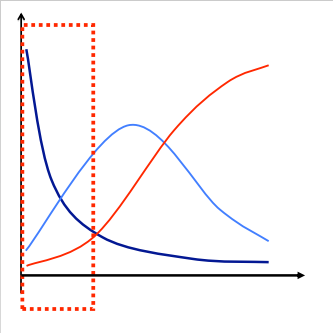
Liste non exhaustive

Testing musculaire manuel

Testeurs qui permettent la quantification de la force

- Testeurs manuels
- Capteur de force associé à un appareil de musculation ou un système de positionnement
- Dynamomètres isocinétiques

Évaluation de la Force musculaire segmentaire Les méthodes

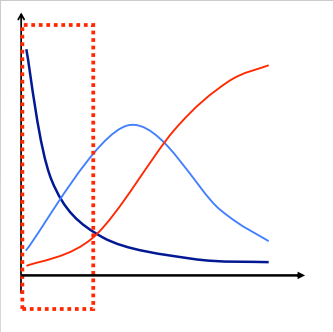


Testing musculaire manuel

Echelle MRC de testing manuel (6 grades) ou modifiée (11 grades)

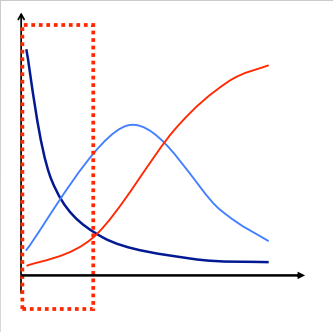
Grade	Résistance produite
5	Force développée normale
4	Mouvement possible contre la gravité et contre résistances
3	Mouvement possible contre la pesanteur
2	Mouvement possible si la gravité est éliminée
1	Tremblement ou trace de contraction
0	Pas de contraction musculaire visible

Évaluation de la Force musculaire segmentaire Les méthodes



Testeurs manuels avec quantification (Hand grip, Microfet®)

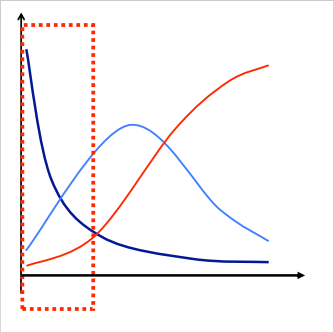
Évaluation de la Force musculaire segmentaire Les méthodes



Capteurs de force et jauges de contraintes fixés sur un support

Dynatrac®

Évaluation de la Force musculaire segmentaire Les méthodes



Dynamomètres isométriques / isocinétiques

Évaluation de la Force musculaire segmentaire Les méthodes

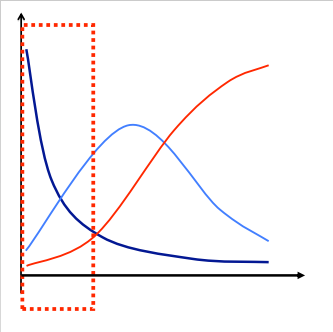
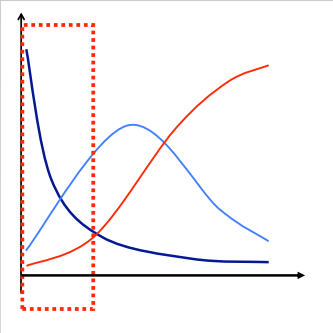


Tableau comparatif des principales méthodes

Méthode	Coût	Mise en œuvre	Précision (1-10) Reproductibilité
Manuelle	0	Simple	1
App. Mobile	500-1000 €	Méticuleuse Assez rapide	2-4
Cap. De force	1000-3000 €	Longue si plusieurs mouvements sont testés	6-8
Isocinétisme	>> 15000 €	Longue si plusieurs mouvements sont testés	8-10 Très reproductible

De la Force à l'Endurance segmentaire



Tests d'endurance : décroissance de la force lors d'une épreuve d'endurance

Epreuves courtes

→ 30 répétitions sur une durée très limitée (< 1 minute)

→ Mesure la pente de décroissance de la force à partir du premier mouvement maximal.

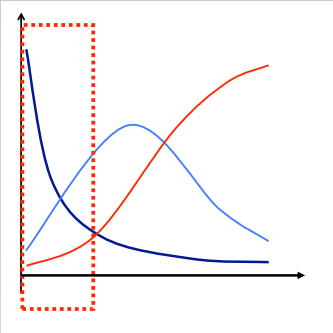
Dynamomètre isométrique / isocinétique

Recommandations

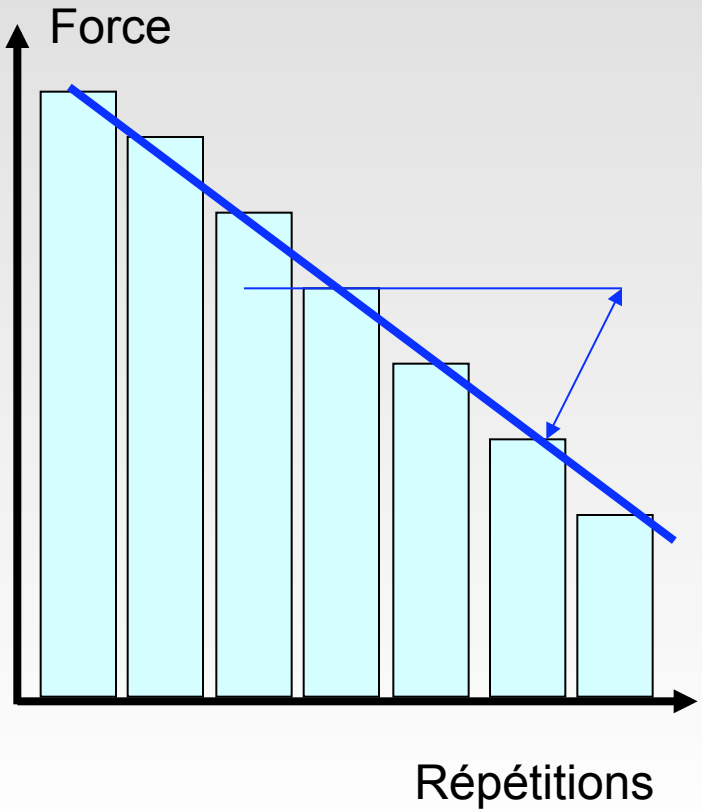
→ Isoler les groupes musculaires à tester

→ Geler l'une des variables : la force ou la vitesse

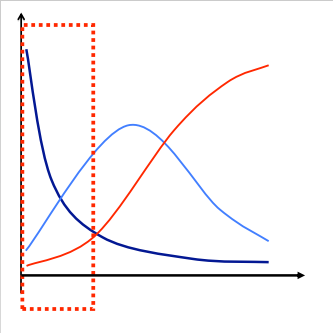
De la Force à l'Endurance segmentaire



Tests d'endurance : décroissance de la force lors d'une épreuve d'endurance



Applications :
1) Mesure de la force maximale du quadriceps chez le BPCO



Recommandations SPLF Groupe Alvéole

Wuyam B

➔ MicroFET2

➔ Cahier des charges

- Normes CE
- Game de mesure jusqu'à 200 N
- Sensibilité importante avec un faible seuil de mesure
- Précision et portabilité
- Adaptable à la mesure stabilisée par sangles
- Stabilité dans le temps (2 ans)
- Visualisation de la courbe de pression (interface WIFI)

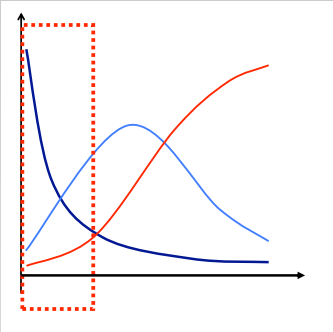
Applications :
1) Mesure de la force maximale du quadriceps chez le BPCO

Modèle Bioénergétique

Force musculaire

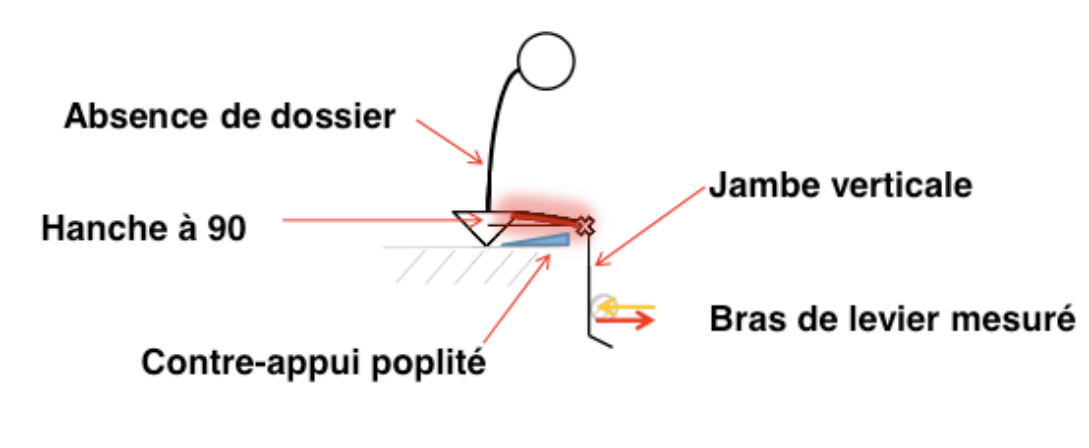
Evaluations globales

Pratique

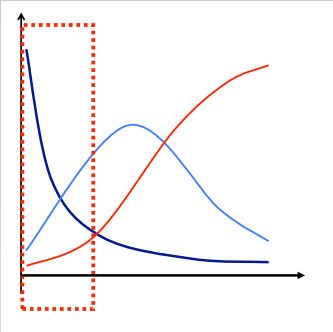


Recommandations SPLF Groupe Alvéole Wuyam B

- ➔Sujet assis sur un plan dur
- ➔Genou et hanche fléchis à 90°
- ➔Coussin en coin densité 140 kg/m^3
- ➔Pas d'appui dorsal



Applications :
1) Mesure de la force maximale du quadriceps chez le BPCO



Recommandations SPLF Groupe Alvéole Wuyam B

Réalisation de la mesure après échauffement

Les consignes :

- Instructions :
  « *Le but de ce test est de mesurer force maximale.*
- *Le mouvement demandé est une **extension de la jambe**.*
- *Vous devez fournir **la plus grande** force **possible**, c'est très important.*
- *Je vous indiquerai par un **décompte** le moment ou vous devrez pousser,*
- *puis je vous **encouragerai** pendant plusieurs secondes.*
- *Ensuite seulement vous pourrez **relâcher**.*
- *Pendant le test, je vous demande de garder **les bras croisés** sur la poitrine et de faire le **dos rond**.*
- *Nous **répèterons** plusieurs fois cet exercice»*

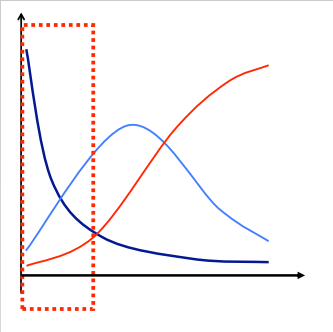
Applications :
2) HandGrip dans le diagnostic des maladies myométaboliques

Modèle Bioénergétique

Force musculaire

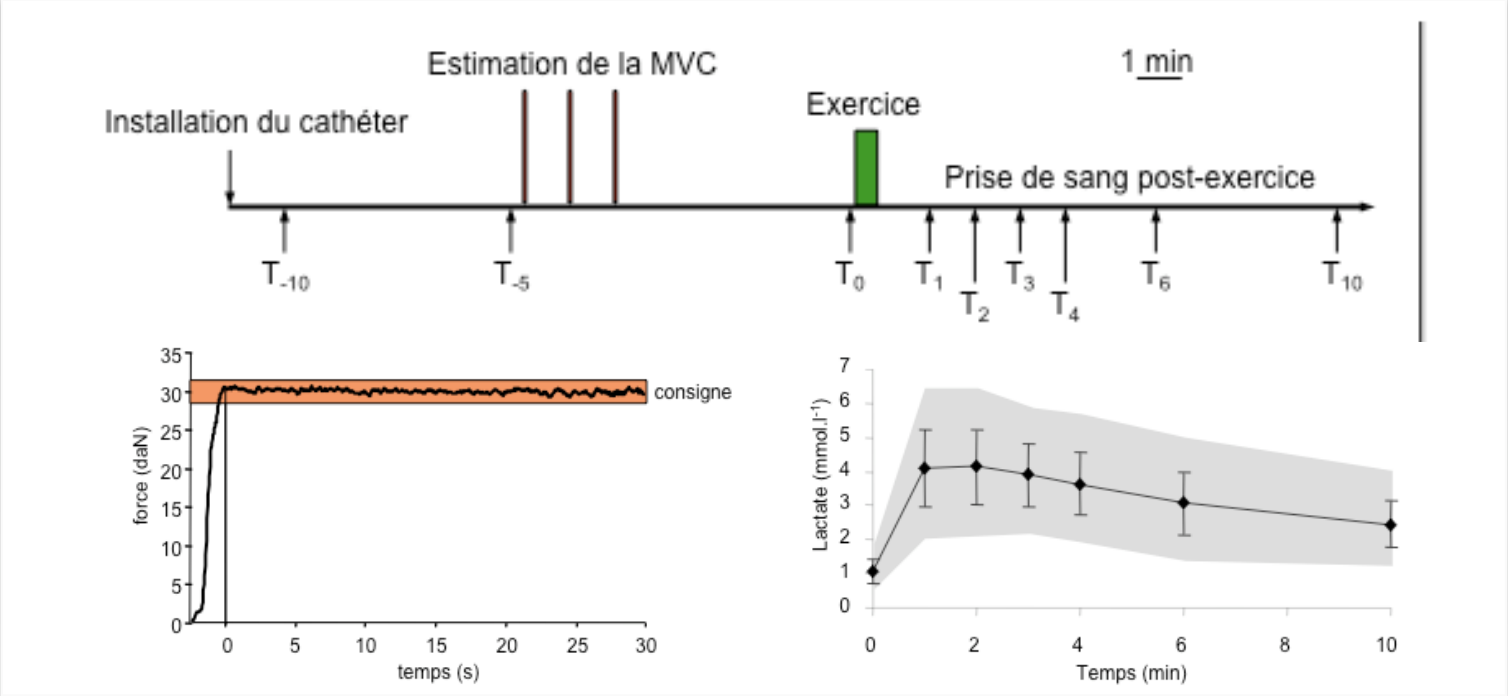
Evaluations globales

Pratique

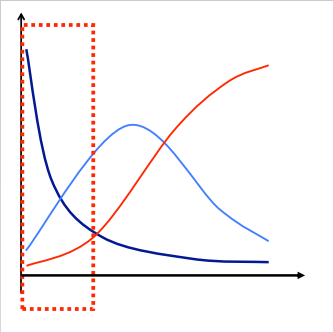


Institut de Myologie :
Hogrel JY, Laforêt P, Eymard B

➔Evaluation FM HandGrip
➔Contraction isométrique à 70% 30”



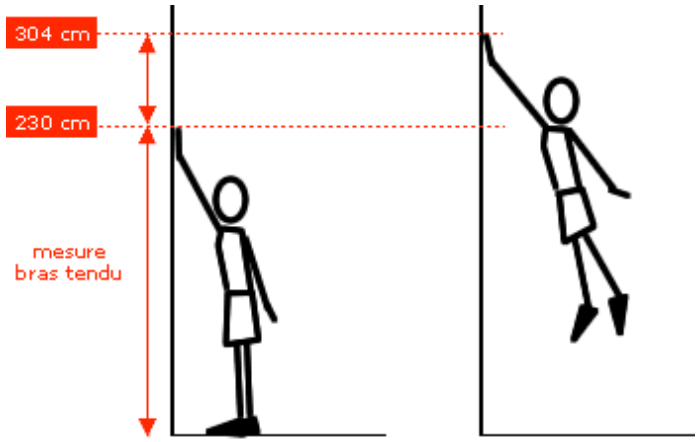
Évaluation Globale de la Filière Anaérobie Alactique



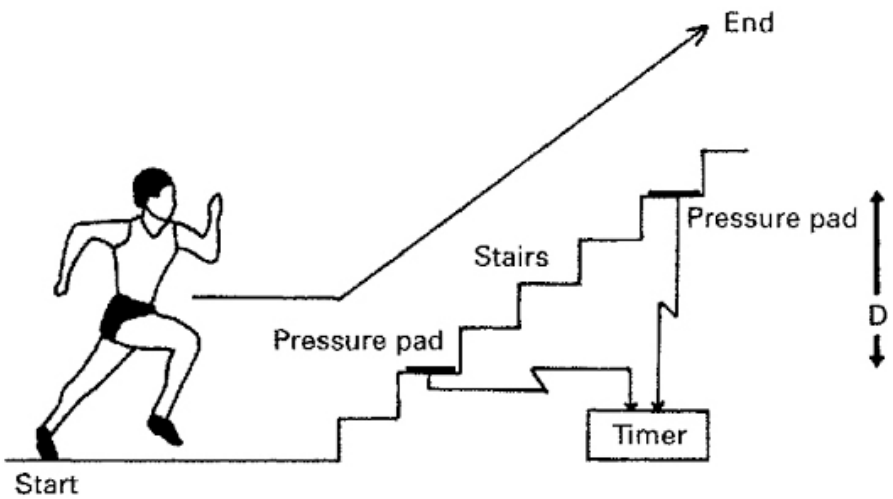
Techniques développées essentiellement dans le cadre de l'évaluation sportive :

Test de détente verticale

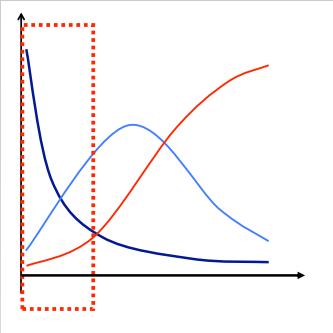
Test de la montée des escaliers (MARGARIA 1966)



Détente sèche = 304 - 230 = 74 cm



Évaluation globale de la filière anaérobie alactique

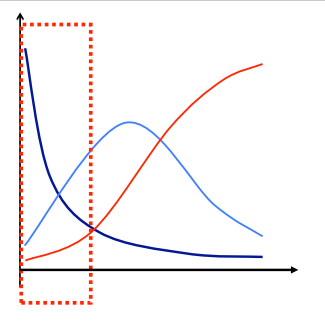


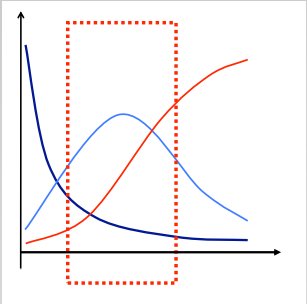
Techniques développées essentiellement dans le cadre de l'évaluation sportive :

Test de détente verticale

Test de la montée des escaliers (MARGARIA 1966)

Évaluation globale de la filière anaérobie lactique





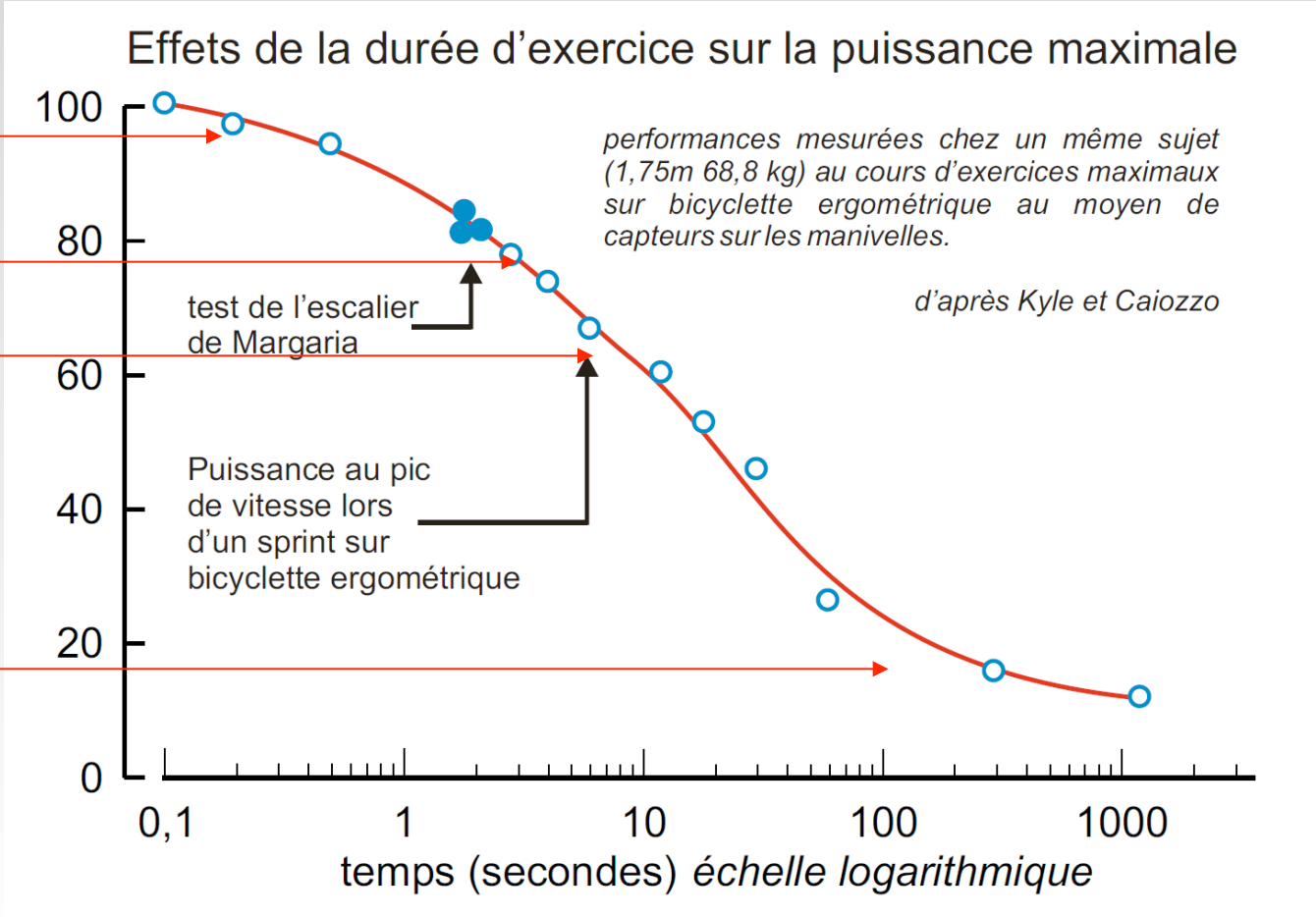
Détente Verticale

Montée des escaliers

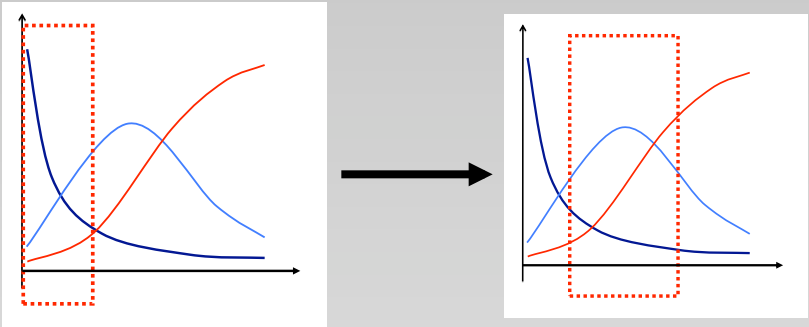
Wingate test

Capacité aérobie

Temps de maintient



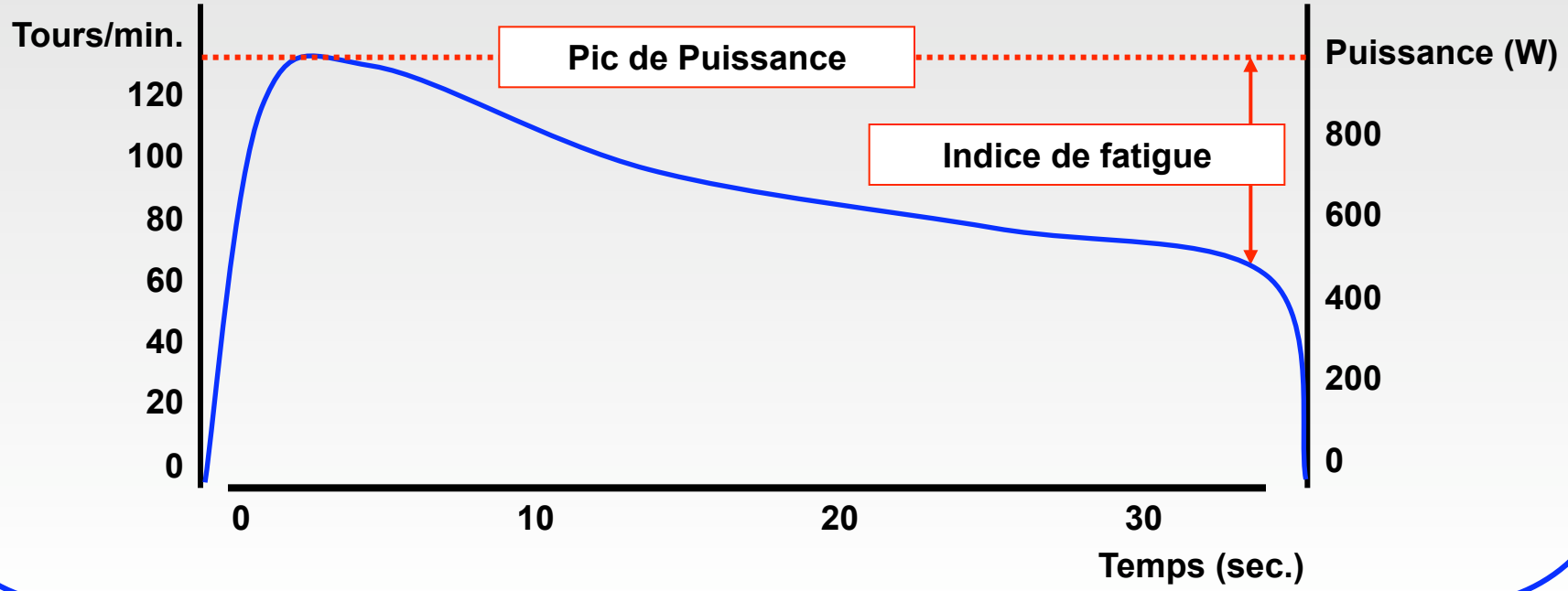
Évaluation globale de la filière anaérobie lactique



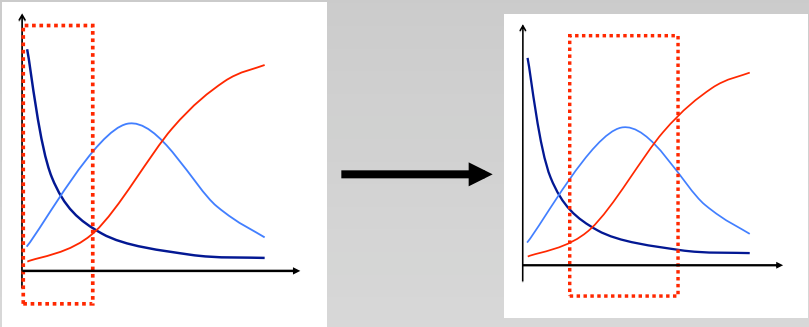
Problématique sportive essentiellement

Test de WINGATE (Ayalon et Al. 1974)

Exercice de pédalage à une vitesse maximale pendant une durée de 30 secondes, la force de freinage est constante et déterminée en fonction du poids corporel.



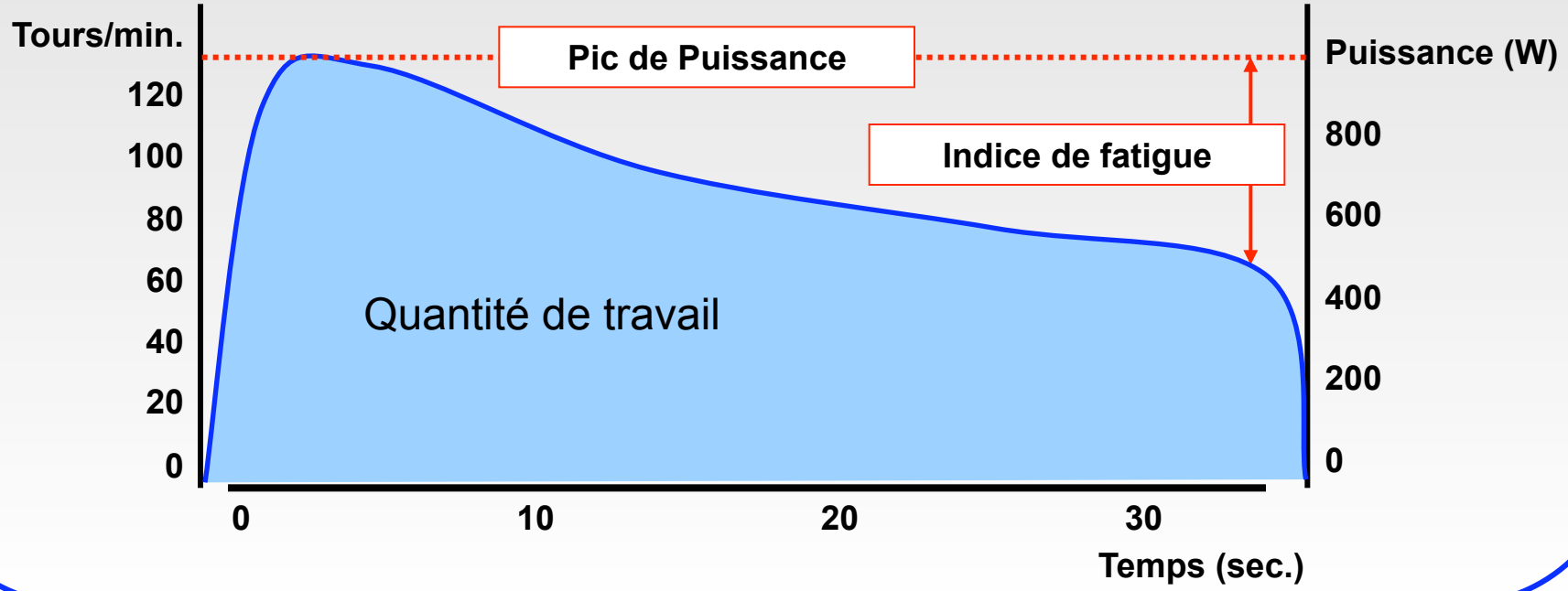
Évaluation globale de la filière anaérobie lactique



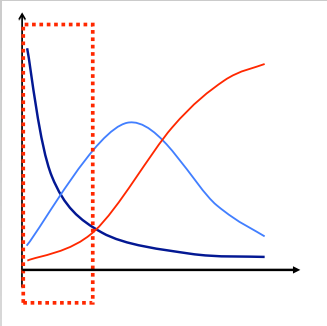
Problématique sportive essentiellement

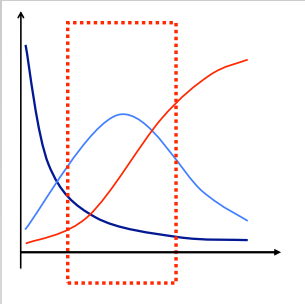
Test de WINGATE (Ayalon et Al. 1974)

Exercice de pédalage à une vitesse maximale pendant une durée de 30 secondes, la force de freinage est constante et déterminée en fonction du poids corporel.

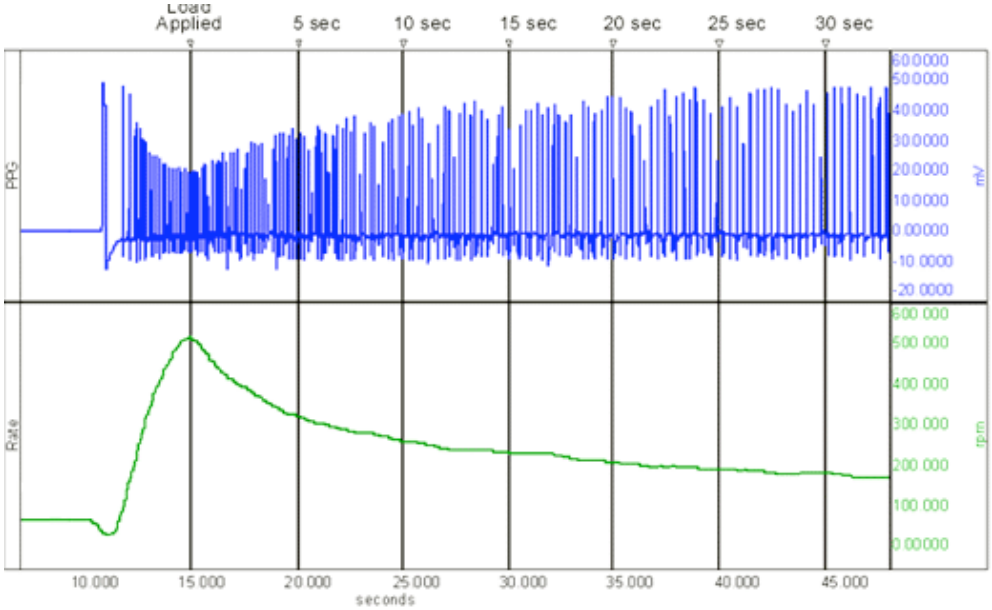


Évaluation globale de la filière anaérobie lactique

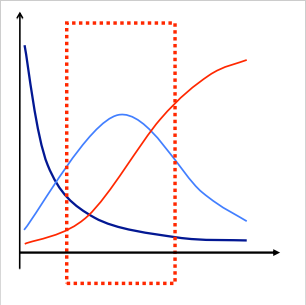


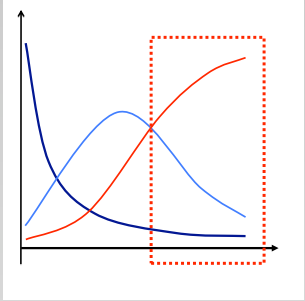


Test de WINGATE

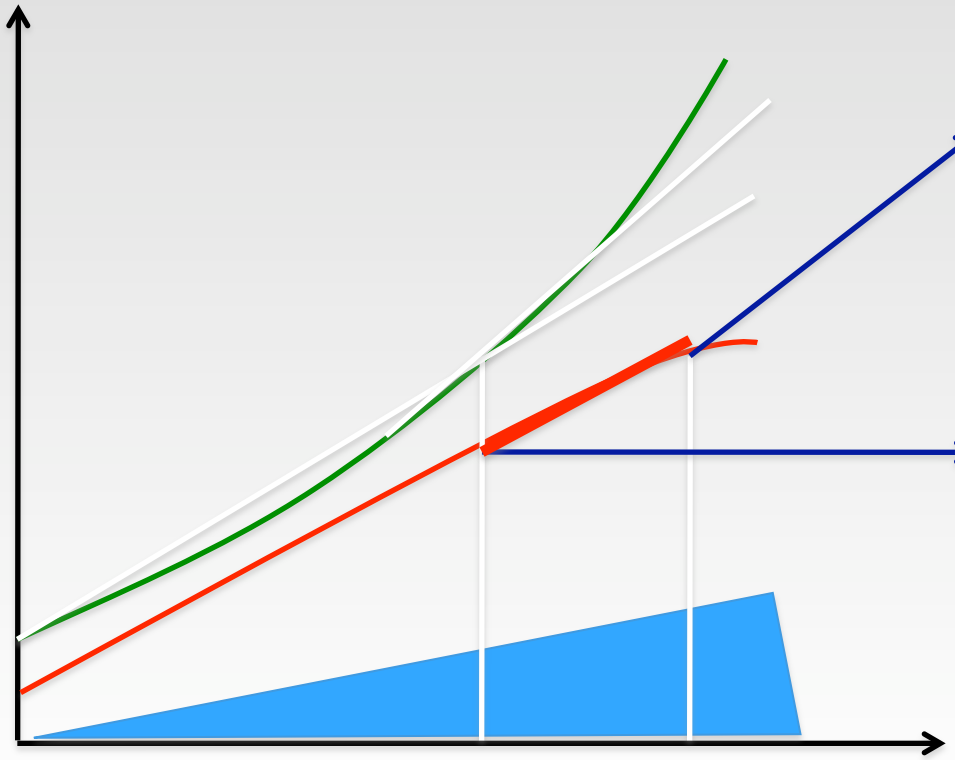


Évaluation globale de la filière anaérobie lactique





Temps de maintient et Capacité Aérobie



Temps de maintient à PMA :

3 min	Sédentaire
6 min	Entraîné
9 min	Athlète

Temps de maintient au seuil :

30 à 45 min	Sédentaire
45 min et +	Entraîné

En pratique :

Segmentaires
- Force
- Test court d'endurance

Globales
- Capacité aérobie

→ **Quadriceps +++**
Flexion Extension genou
Biceps B

→ **1. Isocinétisme**
2. Jauge de Cont.
3. Cap. Manuel

↓

Standardiser les positions

Isoler l'articulation et les muscles à tester

Fixer les variables relation Force / Vitesse

↓

Précision
Reproductibilité
En //
Coût

UNIVERSITÉ D'AUVERGNE
FACULTÉ DE MÉDECINE
LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE - BIOLOGIE DU SPORT

28, place Henri Dunant - BP 38
63001 CLERMONT-FERRAND CEDEX

Évaluation de la fonction musculaire
Muscle strié squelettique

Pr. Ruddy RICHARD

Service de Médecine du Sport et des Explorations Fonctionnelles
CHU G. Montpied, 58 rue Montalembert,
63003 Clermont-Ferrand Cedex 1

richard.ruddy@gmail.com
rrichard@chu-clermontferrand.fr

Journées Francophones de Nutrition

LYON
12 - 14 décembre 2012