



Conception et évaluation des protocoles d'activité physique pour des pathologies cardiovasculaires

Claire MAUFRAIS

Maître de Conférences

claire.maufrais@univ-avignon.fr



L'activité physique (AP)

Tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques, qui entraîne une dépense énergétique supérieure à celle du métabolisme de repos (Caspersen et al., 1985).



Les AP de la vie quotidienne



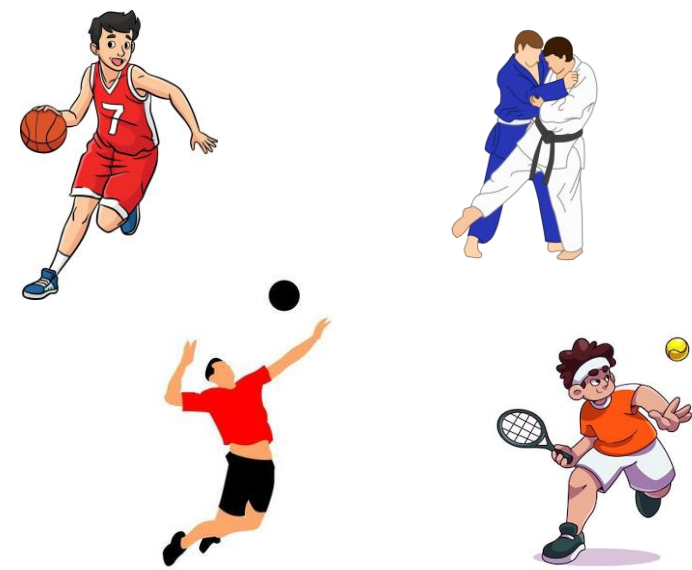
Déplacements, activités domestiques/professionnelles

L'exercice physique



Planifiée, structurée, répétitive, objectif condition physique

Le sport



Règles communes, objectif de performance



HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

→Thérapeutique non médicamenteuse
→Prévention primaire, secondaire et tertiaire de nombreuses maladies chroniques et états de santé



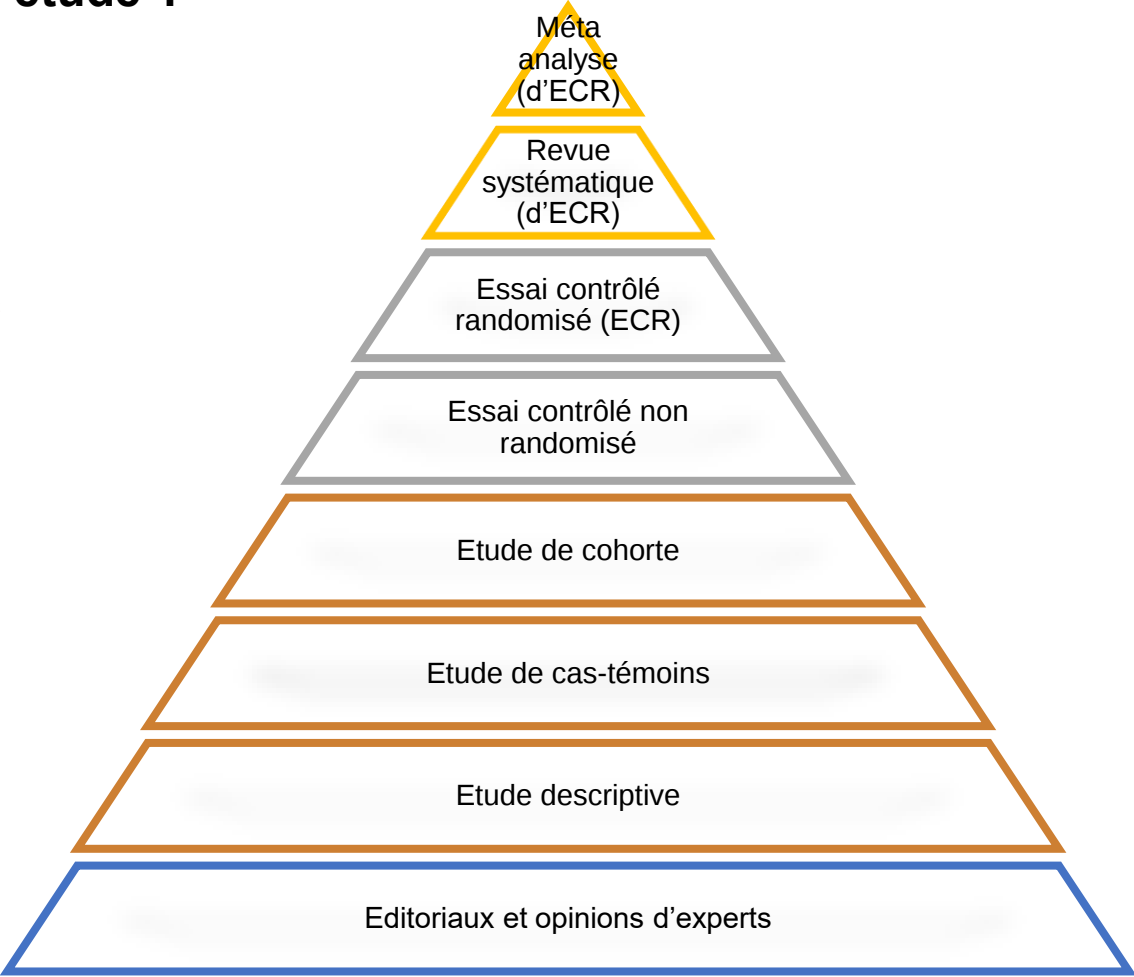
10. **ORIGINAL ARTICLE**
Effect of isomaltulic enzyme training on hemodilysis-induced myocardial stunning: a pilot-controlled trial
Andrés Escamez¹, Lorena Puente², Juan José López^{2,3}, Mariano Lavega⁴, Adrián González⁵, Carlos Ruiz-Álvarez⁶, Amparo Rodríguez⁷, Sofía López-Andrés⁸, Clara Rodríguez⁹ and Patricia Sáenz¹⁰
1 Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *2* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *3* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *4* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *5* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *6* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *7* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *8* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *9* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *10* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain
11. **ORIGINAL ARTICLE**
Effect of isomaltulic enzyme training on hemodilysis-induced myocardial stunning: a pilot-controlled trial
Andrés Escamez¹, Lorena Puente², Juan José López^{2,3}, Mariano Lavega⁴, Adrián González⁵, Carlos Ruiz-Álvarez⁶, Amparo Rodríguez⁷, Sofía López-Andrés⁸, Clara Rodríguez⁹ and Patricia Sáenz¹⁰
1 Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *2* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *3* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *4* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *5* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *6* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *7* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *8* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *9* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain; *10* Unidad de Nefrología, Hospital General de Madrid, Madrid, Spain



Quel type d'étude ?

Etudes
interventionnelles

Etudes
observationnelles



Niveau de preuve scientifique

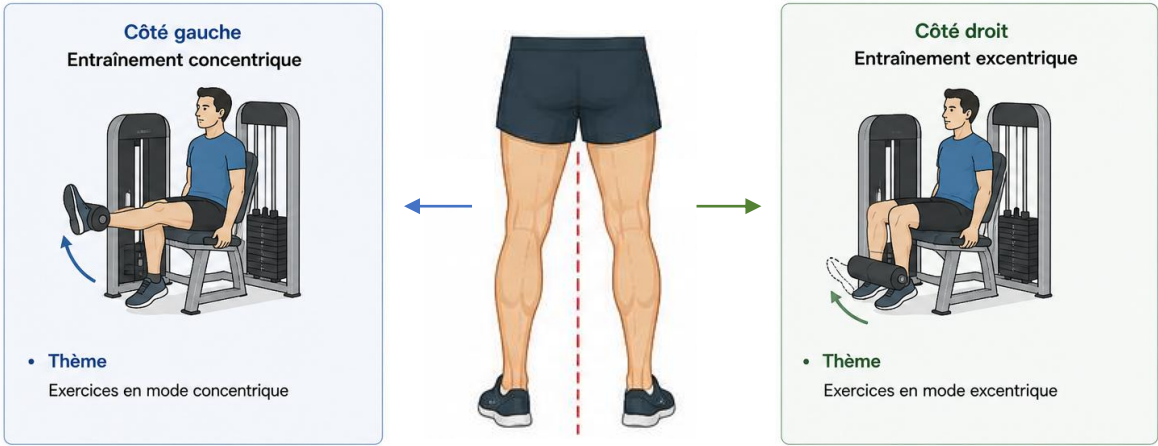
Risque de biais





Type d'essai contrôlé randomisé

1. En split body



Randomisation de l'intervention entre les 2 membres



AVANTAGES

- Contrôle des variations interindividuelles
- Très puissant statistiquement

INCONVENIENTS

- Applicabilité limitée
- Risque d'effet systémique influençant les deux côtés

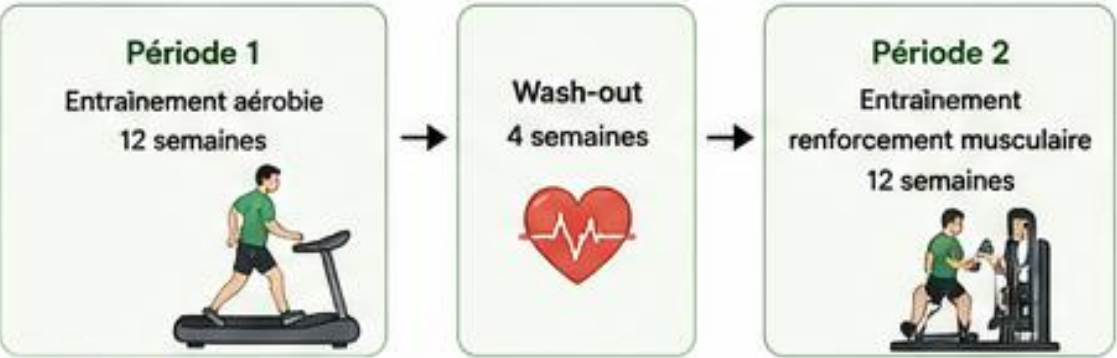


Type d'essai contrôlé randomisé

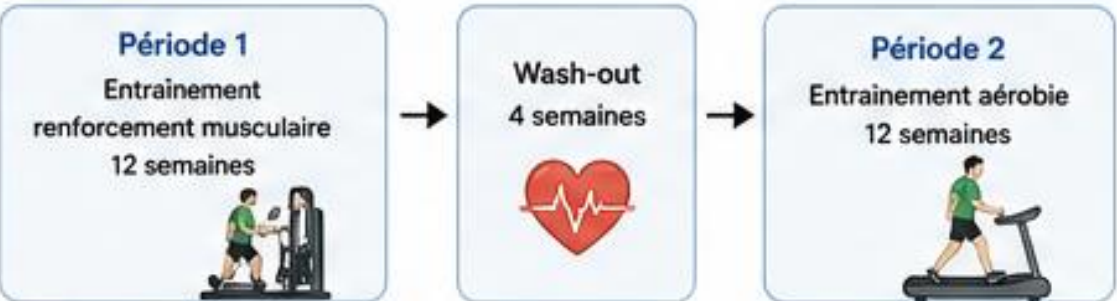
2. En cross-over

Participants
n = 30

Séquence 1



Séquence 2



AVANTAGES

- Chaque patient est son propre contrôle
- Taille d'échantillon plus faible
- Puissance statistique élevée

INCONVENIENTS

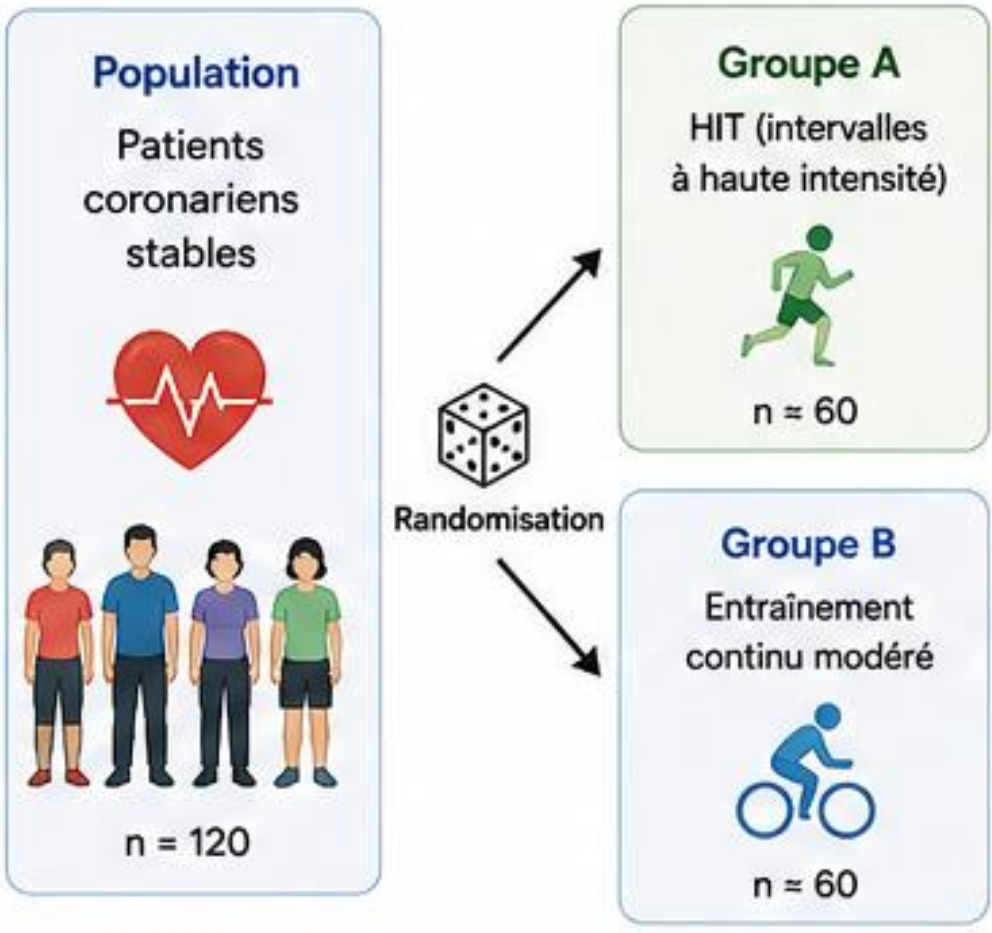
- Effet potentiel résiduel
- Durée d'étude plus longue





Type d'essai contrôlé randomisé

3. En groupes parallèles



AVANTAGES

- Simple à concevoir et analyser
- Pas d'effet de « contamination » entre interventions

INCONVENIENTS

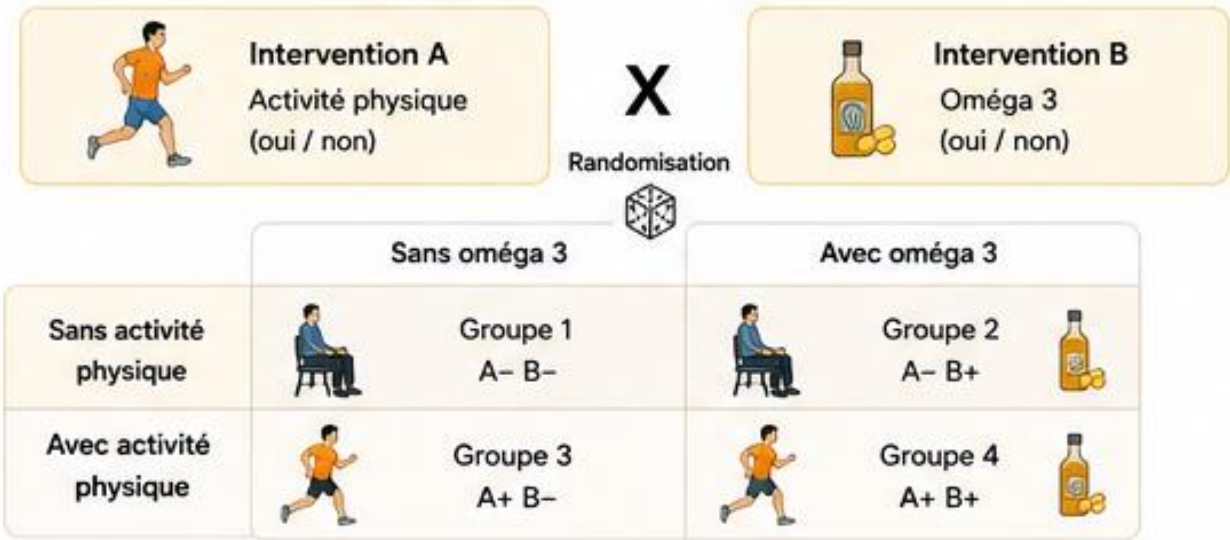
- Variabilité interindividuelle
- Nécessite souvent un grand effectif
- Moindre puissance statistique





Type d'essai contrôlé randomisé

4. En factoriel



AVANTAGES

- Étudier plusieurs prises en charge simultanément
- Gain de temps
- Economie de ressources
- Analyse des interactions entre interventions

INCONVENIENTS

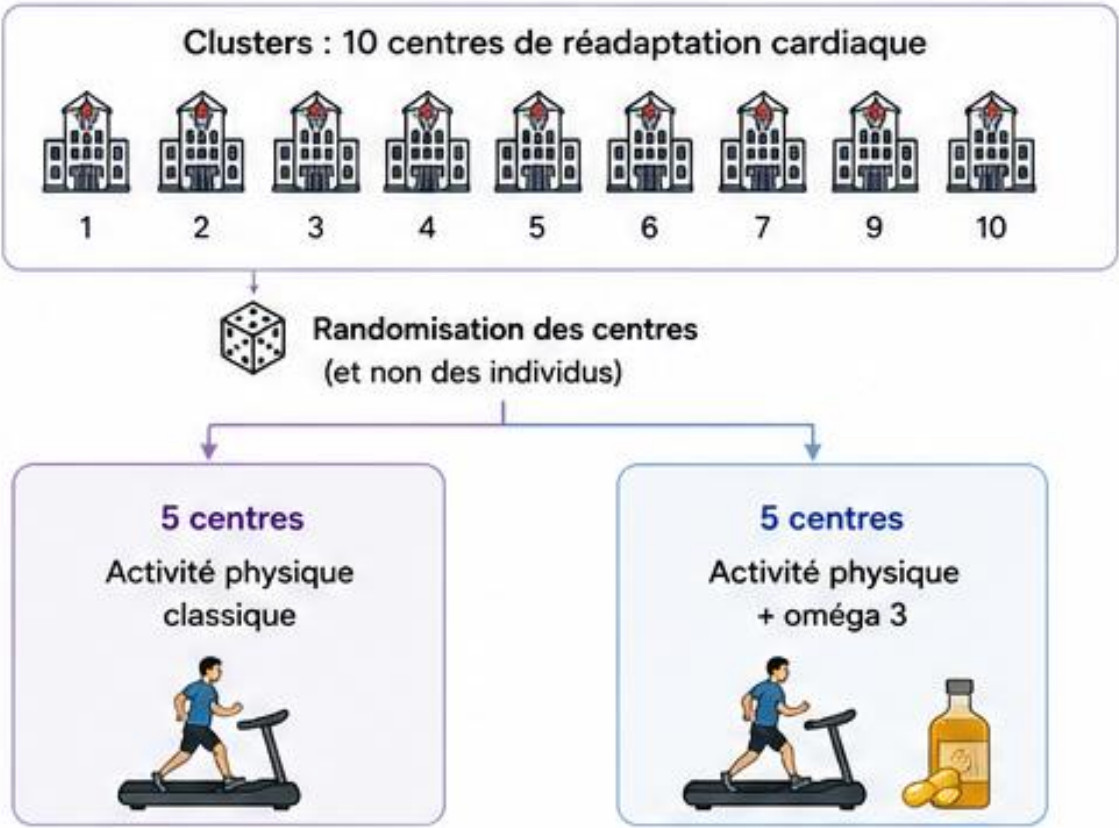
- Analyses statistiques plus complexes
- Interactions difficiles à interpréter
- Besoin potentiel d'un échantillon plus important





Type d'essai contrôlé randomisé

5. En cluster (grappes)



AVANTAGES

- Adapté aux interventions collectives (e.g. santé publique)
- Plus pratique sur le terrain

INCONVENIENTS

- Besoin d'un plus grand nombre de sujets
- Analyse statistique plus complexe
- Risque de déséquilibre entre groupes



Quel plan d'étude ?



Type d'essai contrôlé randomisé

Type d'ECR	Point fort principal	Limite principale
Split body	Contrôle intra-individuel	Applicabilité limitée
Cross-over	Puissance statistique	Effet résiduel
Parallèle	Simplicité	Besoin grand échantillon
Factoriel	Test multiple interventions	Interactions difficiles à interpréter
Cluster	Adapté au collectif	Analyse complexe





Quelle hypothèse ?



Différence d'effet de l'intervention A – B

0

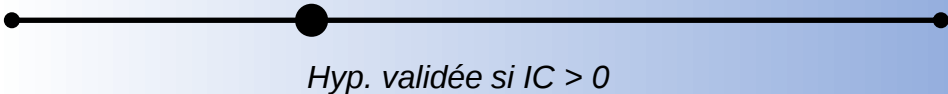
A : nouvelle intervention
B : intervention classique

Inter. A < Inter. B

Inter. A > Inter. B

SUPERIORITE

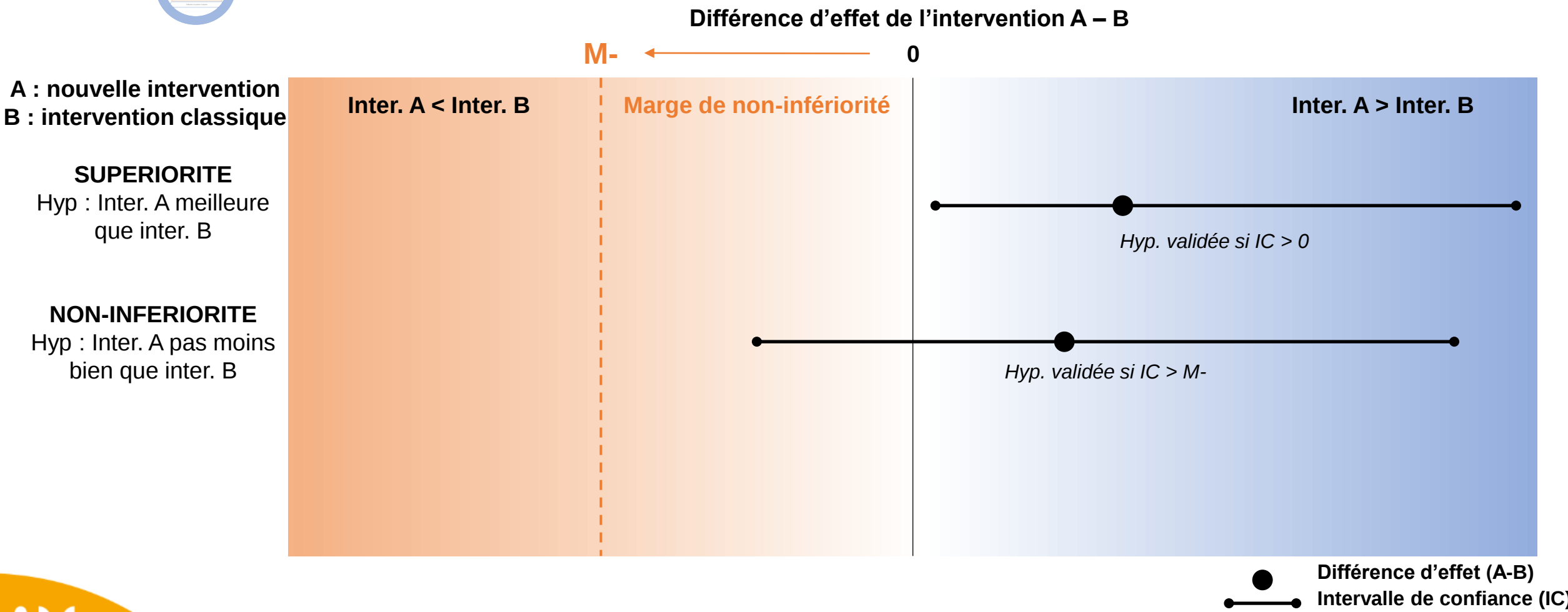
Hyp : Inter. A meilleure
que inter. B



● Différence d'effet (A-B)
— Intervalle de confiance (IC)



Quelle hypothèse ?



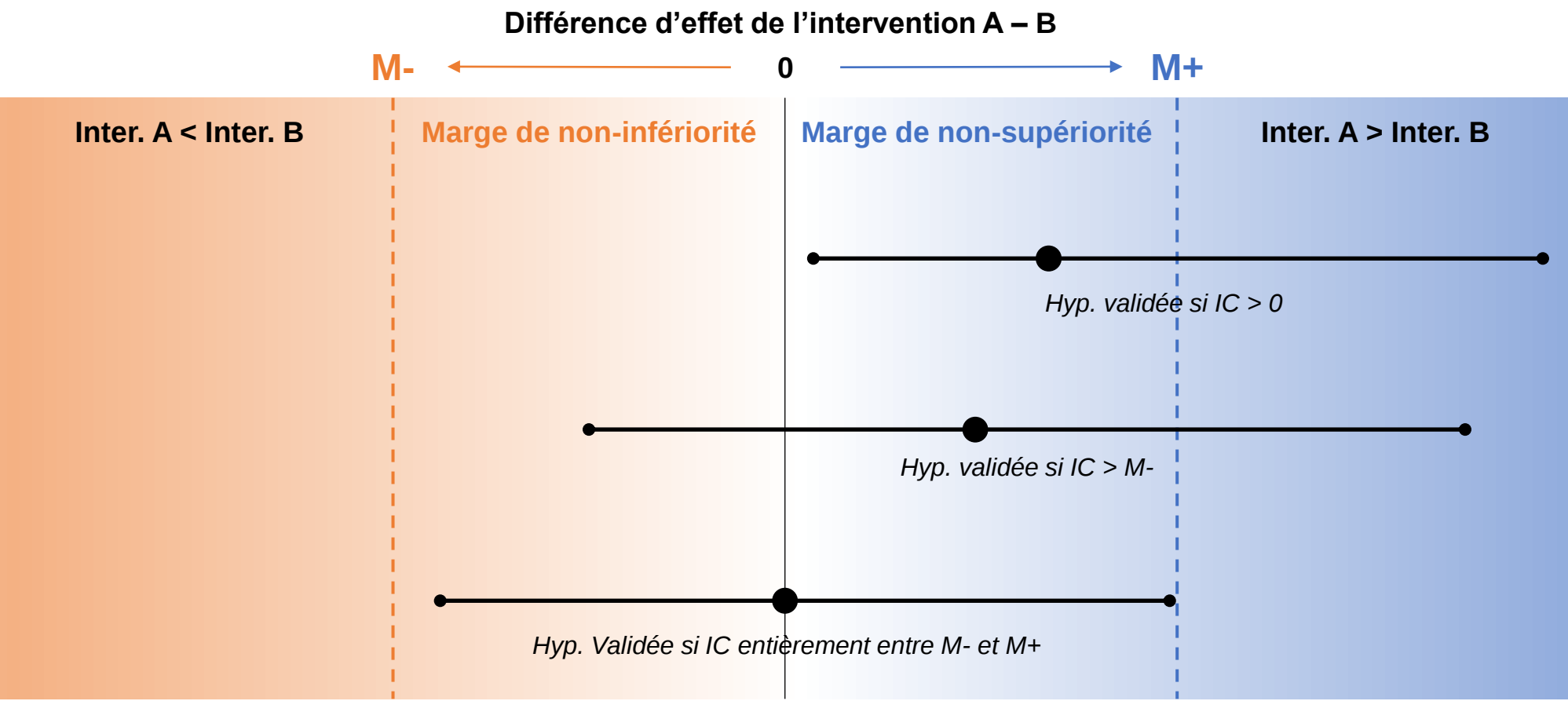


Quelle hypothèse ?



A : nouvelle intervention
B : intervention classique

- SUPERIORITE**
Hyp : Inter. A meilleure que inter. B
- NON-INFERIORITE**
Hyp : Inter. A pas moins bien que inter. B
- EQUIVALENCE**
Hyp : Inter. A équivalent à inter. B



● Différence d'effet (A-B)
— Interval de confiance (IC)



Quel programme?
Comment contrôler ?



Méthode FITT :

- **F**réquence : combien de fois
- **I**ntensité : difficulté de l'exercice
- **T**emps : durée de chaque exercice
- **T**ype : orientation de la séance (e.g. résistance vs endurance)



Quel programme?
Comment contrôler ?



Proposal for the start of a 'standard' exercise training programme (initially based on HR or workload; later, preferably based on a perceived scale). The duration and intensity of exercises must progress and be regularly re-assessed.

FITT

Type (criteria)	Frequency	Intensity		Time
		Moderate	Interval training	
Endurance (VT1–VT2 ^a , max HR, HRR ^b , exercise HR ^c , Borg)	3–6 times per week	Warm-up; continuous intensity; recovery 40–59% VO ₂ peak; VT1 (power, HR); exercise HR ^c according to Karvonen formula Borg 12–14	Warm-up; alternate periods of high- and low-intensity; recovery 1 minute HIP and 2 or 3 minutes LIP, adapted based on tolerance and variations in HR during recovery HIP: 70–90% VO ₂ peak power or max HR or VT2 LIP: 30% max HR or ≤ VT1 (power or HR) Borg 14 (LIP); 16–17 (HIP)	20–45 minutes
Resistance (1-RM ^d , OMNI-RES ^e)	2–3 times per week	30–70% of 1-RM ^d (upper body) 40–80% of 1-RM ^d (lower body) 10–15 reps OMNI-RES ^e : 5–8		≥ 20–30 minutes

Guidelines

Cardiac rehabilitation recommendations of the Group Exercise Rehabilitation Sports – Prevention (GERS-P) of the French Society of Cardiology: 2023 update

Muriel Bigot^{a,*}, Jean Michel Guy^{b,1}, Catherine Monpere^c, Alain Cohen-Solal^d, Bruno Pavy^e, Marie Christine Iliou^f, Gilles Bosser^g, Sonia Corone^h, Herve Douardⁱ, Titi Farrokhi^h, Antoine Guerder^j, Pascal Guillo^k, Jean-Pierre Houppé^l, Theo Pezel^m, Bernard Pierreⁿ, Stephane Roueff^o, Daniel Thomas^p, Benedicte Verges^q, Jean Christophe Blanchard^r, Mohamed Ghannem^{s,t}, Dany Marcadet^u

1-RM: one-repetition maximum; CPET: cardiopulmonary exercise test; HIP: high-intensity period; HR: heart rate; HRR: heart rate reserve; LIP: low-intensity period; max: maximum; reps: repetitions; VT1: first ventilatory threshold; VT2: second ventilatory threshold.





Quels paramètres d'intensité pour une séance aérobie ?
→ à SV1 : FC, puissance et VO_2



Quel programme?
Comment contrôler ?

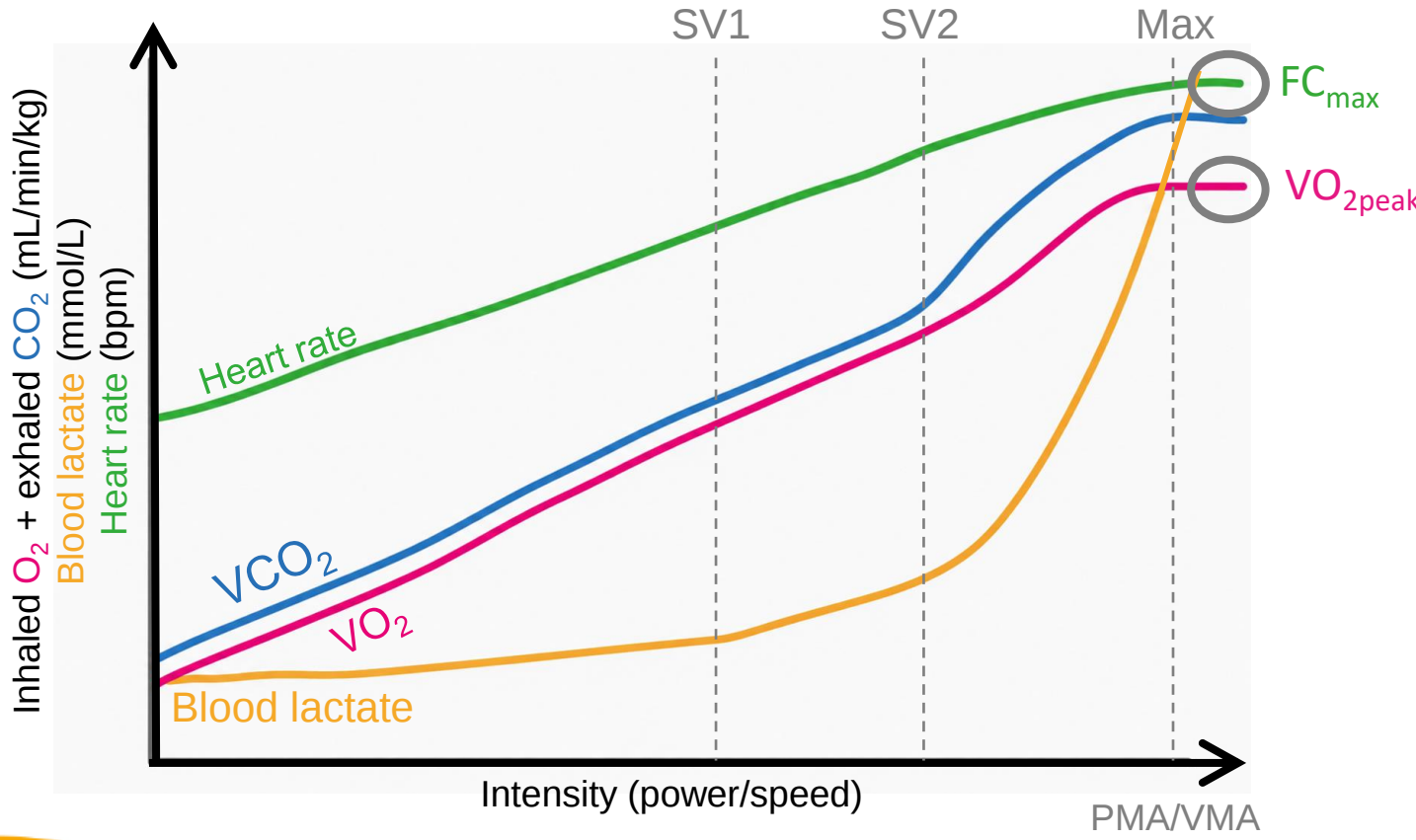




Quel programme?
Comment contrôler ?



Quels paramètres d'intensité pour une séance aérobie ?
→ à SV1 : FC, puissance et VO_2



PMA : Puissance Maximale Aérobie (W ou J.s⁻¹)
VMA : Vitesse Maximale Aérobie (km.h⁻¹)

SV1 : seuil d'adaptation ventilatoire
→ Limite intensité modérée à élevée
→ Intérêt clinique ++

SV2 : seuil d'inadaptation ventilatoire
→ Limite intensité élevée à sévère
→ Intérêt performance ++



Quel programme?
Comment contrôler ?



Quels paramètres d'intensité pour une séance aérobie ?
→ à SV1 : FC, puissance et VO₂



Exemple : SV1 → 100W /116bpm





Quels paramètres d'intensité pour une séance aérobie ?
→ Perception de l'effort : Evaluation subjective de la pénibilité d'un exercice physique (Coquart & al., 2009)





Quel programme?
Comment contrôler ?



Quels paramètres d'intensité pour une séance aérobie ?
→ Perception de l'effort : Evaluation subjective de la pénibilité d'un exercice physique (Coquart & al., 2009)

Echelle de Borg

Rating of perceived exertion (RPE)

Perception de l'effort	Score 6-20
Aucun effort	6
Extrêmement faible	7
	8
Très faible	9
	10
Faible	11
Modéré	12
Assez difficile	13
	14
Difficile	15
	16
Très difficile	17
	18
Extrêmement difficile	19
Effort maximal	20



Quels paramètres d'intensité pour une séance aérobie ?
→ Perception de l'effort : Evaluation subjective de la pénibilité d'un exercice physique (Coquart & al., 2009)

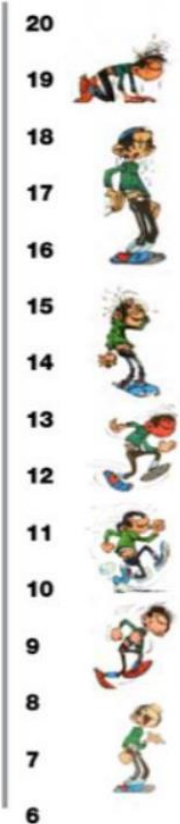
Echelle de Borg

Rating of perceived exertion (RPE)

Perception de l'effort	Score 6-20	Score 0-10
Aucun effort	6	0
Extrêmement faible	7	
	8	1
Très faible	9	
	10	2
Faible	11	
Modéré	12	3
Assez difficile	13	
	14	4
Difficile	15	5
	16	6
Très difficile	17	7
	18	8
Extrêmement difficile	19	9
Effort maximal	20	10

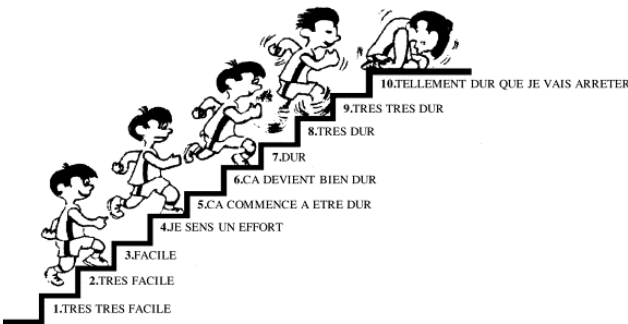
Echelle RPE-C

Rating of perceived exertion - children
Gros Lambert & al., 2000



Echelle CERT

Children's Effort Rating Table
Eston & Williams, 1994



Échelle de perception de l'effort (Borg)

Niveau de l'effort	Intensité de l'exercice	Caractéristiques de la respiration
0	Rien du tout	Repos
0,5	Très très facile	Pas de différence par rapport au repos
1	Très facile	Pas de différence par rapport au repos
2	Facile	Légère augmentation du rythme respiratoire par rapport au repos
3	Moyen	Augmentation plus marquée, capable de chanter
4	Un peu difficile	Augmentation plus marquée, capable de chanter
5	Difficile	Commence à manquer de souffle, capable de parler mais non de chanter
6	Plus difficile	Manque de souffle plus prononcé, ne peut dire plus de 4 mots consécutifs
7	Très difficile	Respiration bruyante
8		Impossibilité de parler
9	Très très difficile	Impossibilité de parler
10	Maximum	Complètement à bout de souffle

Cette échelle sert à évaluer l'intensité de l'exercice afin de mieux doser l'effort selon les caractéristiques de la respiration. Zone ciblée entre 3 et 5.

-Echelle de perception de l'effort-, Elisabeth Turgeon, kinésiologue, M.Sc., Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CHUS) - programme clientèle en soins cardiopulmonaires, 2009. Adapté de Borg G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc. 1982; 14(5): 377-81

Adapté par Rachel Vachon, inhalothérapeute, 2005-11 L'Association canadienne pour l'avancement des femmes, du sport et de l'activité physique
http://www.caawfs.ca/mothersinmotion/baby/activity_endurance.cfm

Il est strictement défendu de photocopier ou de diffuser ce document en totalité ou en partie sans la permission écrite des auteurs.





Quel programme?
Comment contrôler ?

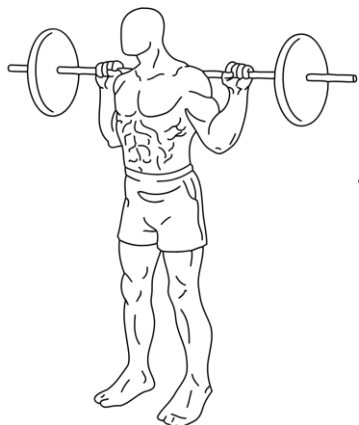


Quels paramètres d'intensité pour une séance en résistance ?
→ « 1 RM » = une répétition maximale

MESURE DU 1 RM

PROTOCOLE TEST 1RM – MONTÉE EN CHARGE PROGRESSIVE

ÉTAPE	CHARGE (% 1RM estimé)	RÉPÉTITIONS	RÉCUPÉRATION
1 ÉCHAUFFEMENT GÉNÉRAL Cardio + mobilité 2-3 séries légères	— Barre ou charge très légère	15-10 RÉPÉTITIONS	🕒 5-10 MIN
2 SÉRIE D'ACTIVATION	50% 🏋️	5 RÉPÉTITIONS	🕒 2-3 MIN
3 MONTÉE EN CHARGE 1	70% 🏋️	3 RÉPÉTITIONS	🕒 2-3 MIN
4 MONTÉE EN CHARGE 2	80-85% 🏋️	2 RÉPÉTITIONS	🕒 2-4 MIN
5 TENTATIVE 1 (APPROCHE MAX)	90-95% 🏋️	1 RÉPÉTITION	🕒 3-5 MIN
6 TENTATIVES SUIVANTES (+ 2,5 À 5 KG)	+ 2,5 À 5 KG À CHAQUE ESSAI 🏋️	1 RÉPÉTITION	🕒 3-5 MIN



Non adapté à tous les sujets

**RÉUSSITE**
Répétition validée
avec technique propre

→

AUGMENTER LA CHARGE

**ÉCHEC**
Échec ou technique
qui se dégrade

→

LA CHARGE PRÉCÉDENTE = 1RM



Quel programme?
Comment contrôler ?



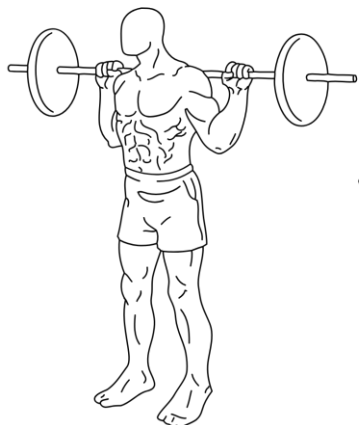
Quels paramètres d'intensité pour une séance en résistance ?
→ « 1 RM » = une répétition maximale

ESTIMATION DU 1 RM

Formule de Brzycki : $1RM_{theorique} = \text{CHARGE} / (1.0278 - 0.0278 \times \text{REPS})$

Nombre de répétitions
KG Charge maximale estimée

1R.M	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CHARGES INDICATIVES (arrondies au kilogramme supérieur)														
100	97	94	92	89	86	83	81	78	75	72	69	76	64	61
97.5	95	92	89	87	84	81	79	76	73	70	68	65	62	60
95	92	90	87	84	82	79	77	74	71	69	66	63	61	58
92.5	90	87	85	82	80	77	74	72	69	67	64	62	59	56
90	87	85	82	80	77	75	72	70	67	65	62	60	57	55
87.5	85	83	80	78	75	73	70	68	66	63	61	58	56	53
85	83	80	78	76	73	71	68	66	64	61	59	57	54	52
82.5	80	78	76	73	71	69	66	64	62	60	57	55	53	50
80	78	76	73	71	69	67	64	62	60	58	56	53	51	49
77.5	75	73	71	69	67	65	62	60	58	56	54	52	49	47
75	73	71	69	67	65	62	60	58	56	54	52	50	48	46
72.5	70	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44
70	68	66	64	62	60	58	56	54	52	51	49	47	45	43



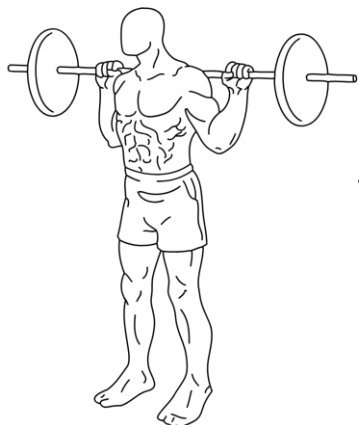
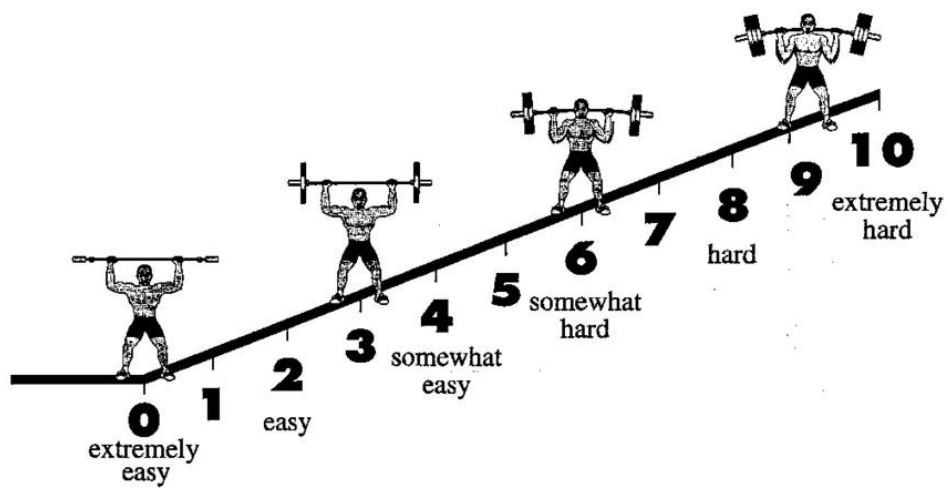


Quel programme?
Comment contrôler ?



Quels paramètres d'intensité pour une séance en résistance ?
→ Perception de l'effort

Echelle OMNI-RES (Robertson & al. 2003)





Comment évaluer ?



PRE-TESTS



Caractérisation des patients



Tests généraux et spécifiques à la pathologie

Etablir une ligne de base et sécuriser la prescription

PENDANT LE PROGRAMME



Adhésion



Intensité de l'exercice

Suivre la mise en œuvre et la dose réellement reçue

POST-TESTS



Mesurer les effets du programme



Mesurer l'impact clinique (si applicable)

Mesurer les effets de la prise en charge



Rigueur dans la réalisation des pré- et post-tests



Tests standardisés



Conditions reproductibles



Traçabilité des données

Conclusion



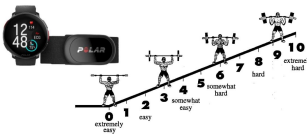
De l'idée à la preuve scientifique...



→ Le choix du design d'étude conditionne le niveau de preuve



→ La conception et l'évaluation des effets du programme doivent suivre une méthodologie rigoureuse



→ Plusieurs outils sont disponibles pour contrôler l'intensité de l'exercice

Merci de votre attention
claire.maufrais@univ-avignon.fr

