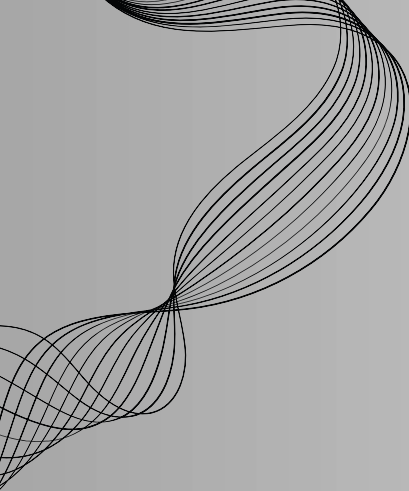


CYCLES DE FOULÉE ET
PERFORMANCE EN COURSE À
PIED



SOMMAIRE

- 01** LES CARACTÉRISTIQUES DE LA COURSE À PIED
- 02** PROBLÉMATIQUE
- 03** ÉTUDE DES DIFFÉRENTES POSES DE PIED
- 04** ÉTUDE DE L'IMPACT DE LA CADENCE
- 05** DIFFÉRENCE PRONATEUR/SUPINATEUR ET AÉRIEN/TERRIEN
- 06** CONCLUSION

Quels paramètres permettent-ils d'optimiser la foulée en course à pied ?

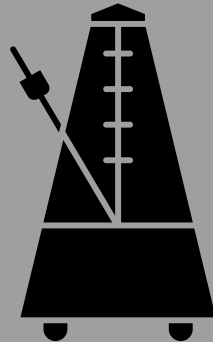
Objectif n°1

Etudier l'impact de la pose du pied



Objectif n° 2

Chercher une potentielle cadence idéale



Objectif n° 3

Étudier l'influence du type de foulée sur les performances et les impacts en fonction des paramètres biologiques

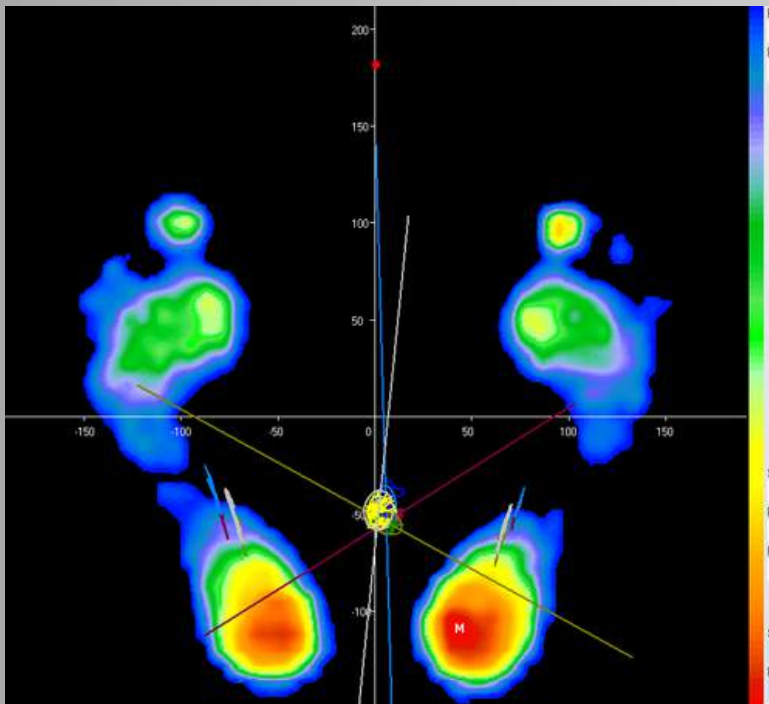


LA COURSE À PIED



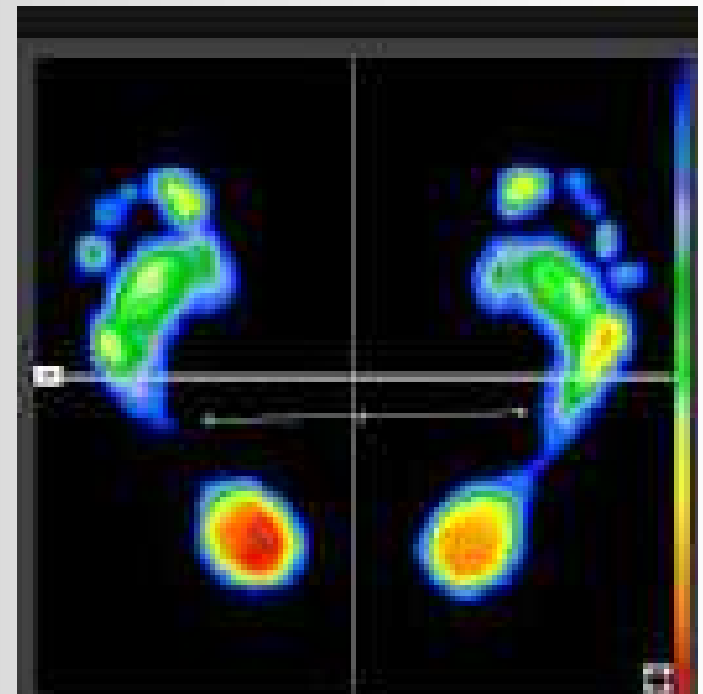
SUPINATEUR/PRONATEUR

PRONATEUR



pied vers l'intérieur

SUPINATEUR



pied vers l'extérieur

LA POSE DU PIED

Attaque talon



Attaque avant-pied

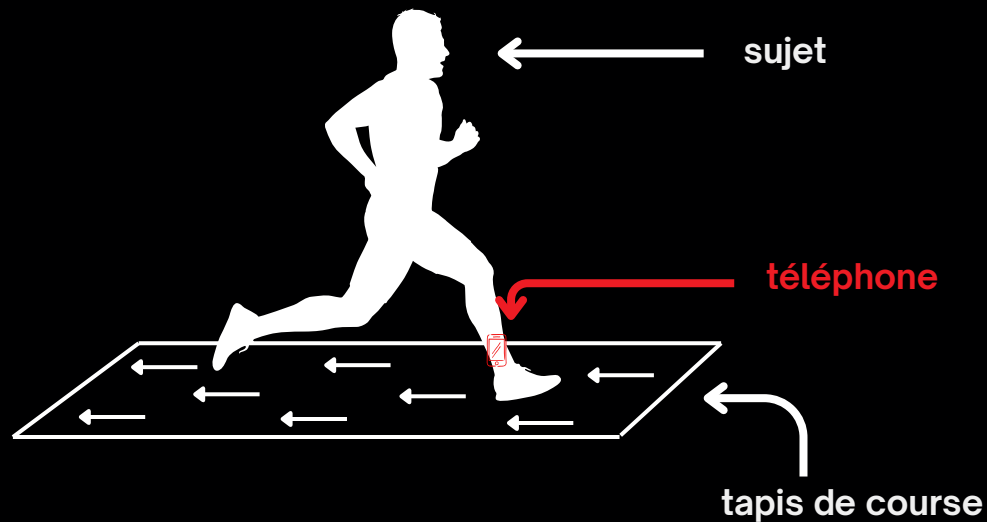


PREMIÈRE EXPÉRIENCE

DIFFÉRENCE ENTRE ATTAQUE TALON ET AVANT-PIED

protocole:

- fixer le téléphone à la cheville du sujet
- faire courir le sujet pendant 1 minute à vitesse constante avec l'une des 2 poses de pied
- lancer phyphox sur le téléphone
- mesurer l'accélération verticale au cours du temps grâce à phyphox
- relever le pic d'accélération verticale a_{max} pour chaque pose.



PREMIÈRE EXPÉRIENCE

DIFFÉRENCE ENTRE ATTAQUE TALON ET AVANT-PIED

CALCUL DU "LOADING RATE"

$$LR = \frac{a_{\max} - a_{\text{contact}}}{t_{\max} - t_{\text{contact}}}$$

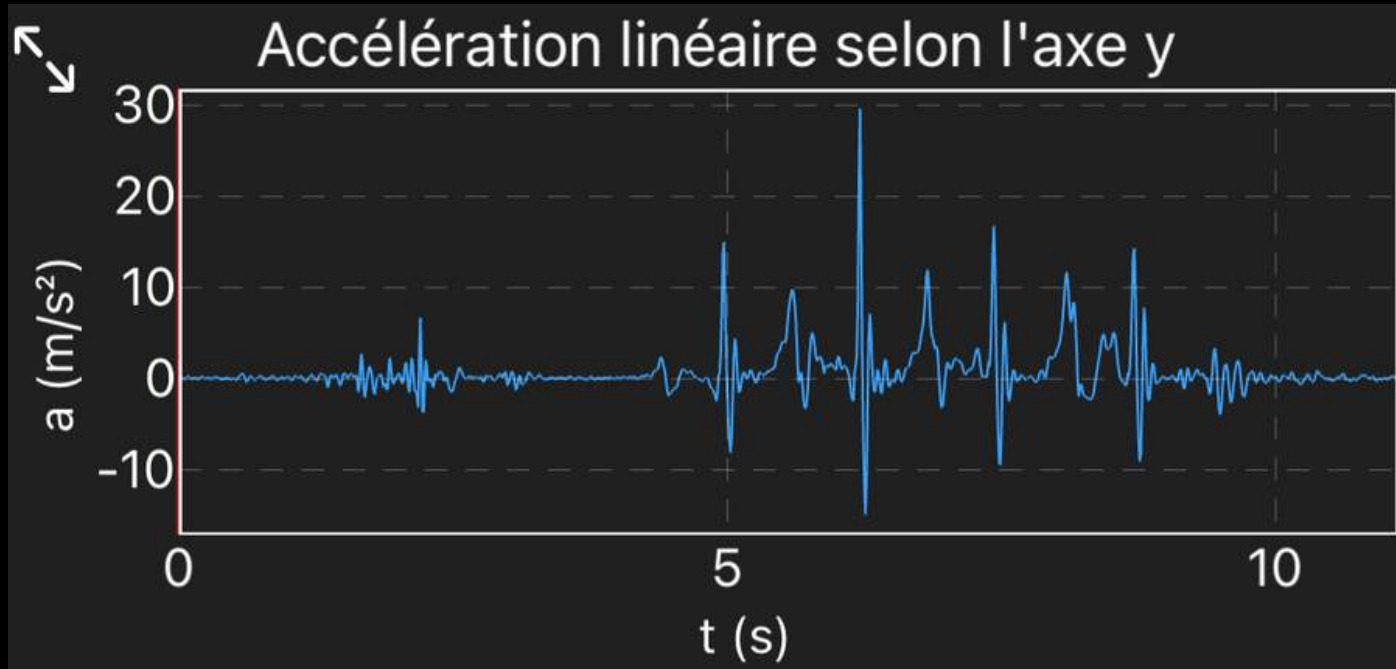
LR faible → réduction du choc transmis → potentielle baisse du risque de blessures

LR élevé → chocs plus importants → augmente contraintes dans le tibia, genou, hanche

PREMIÈRE EXPÉRIENCE

ATTAQUE TALON

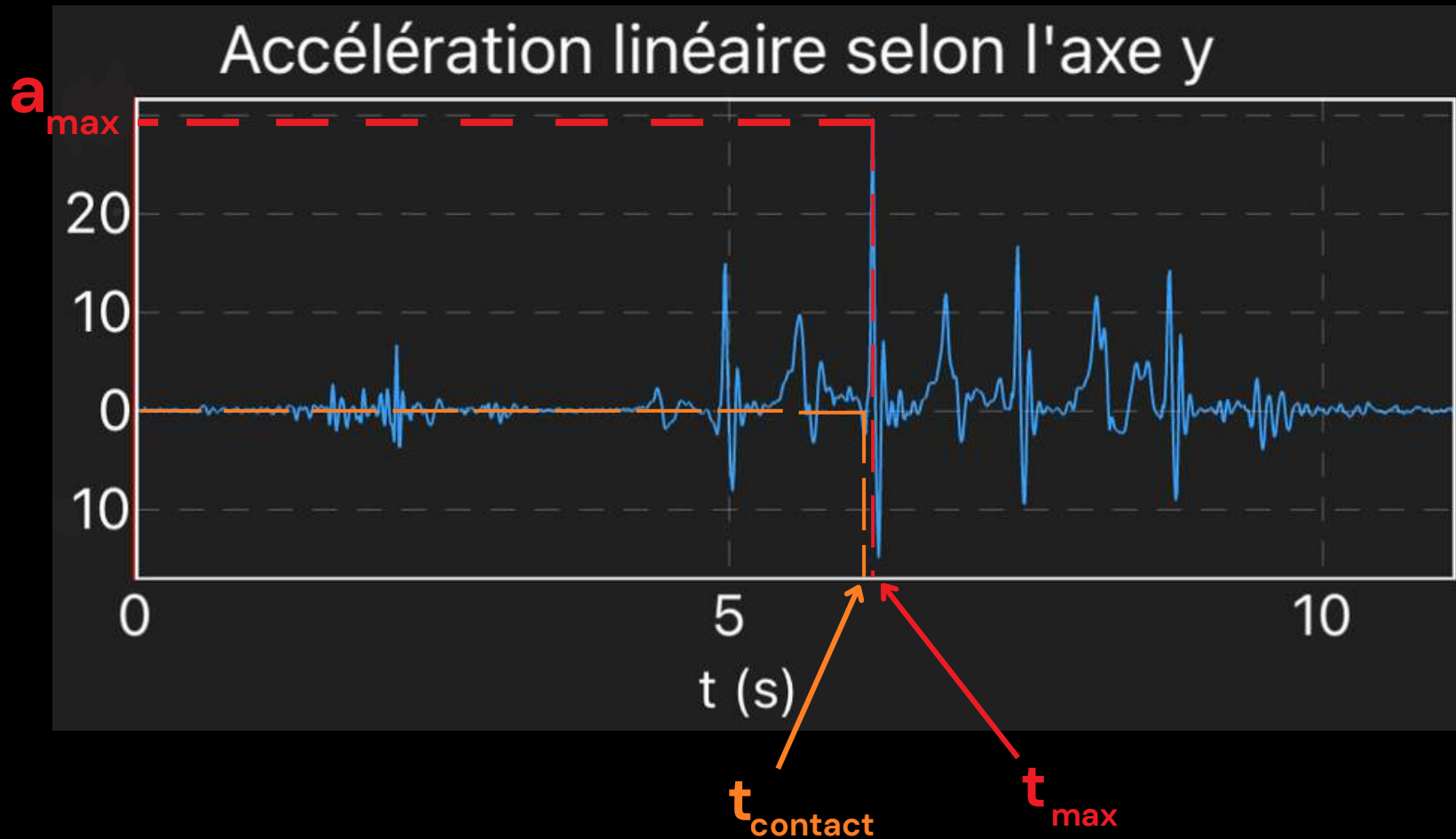
TEST TÉMOIN AVEC UNE MARCHE À 5KM/H :



PREMIÈRE EXPÉRIENCE

ATTAQUE TALON

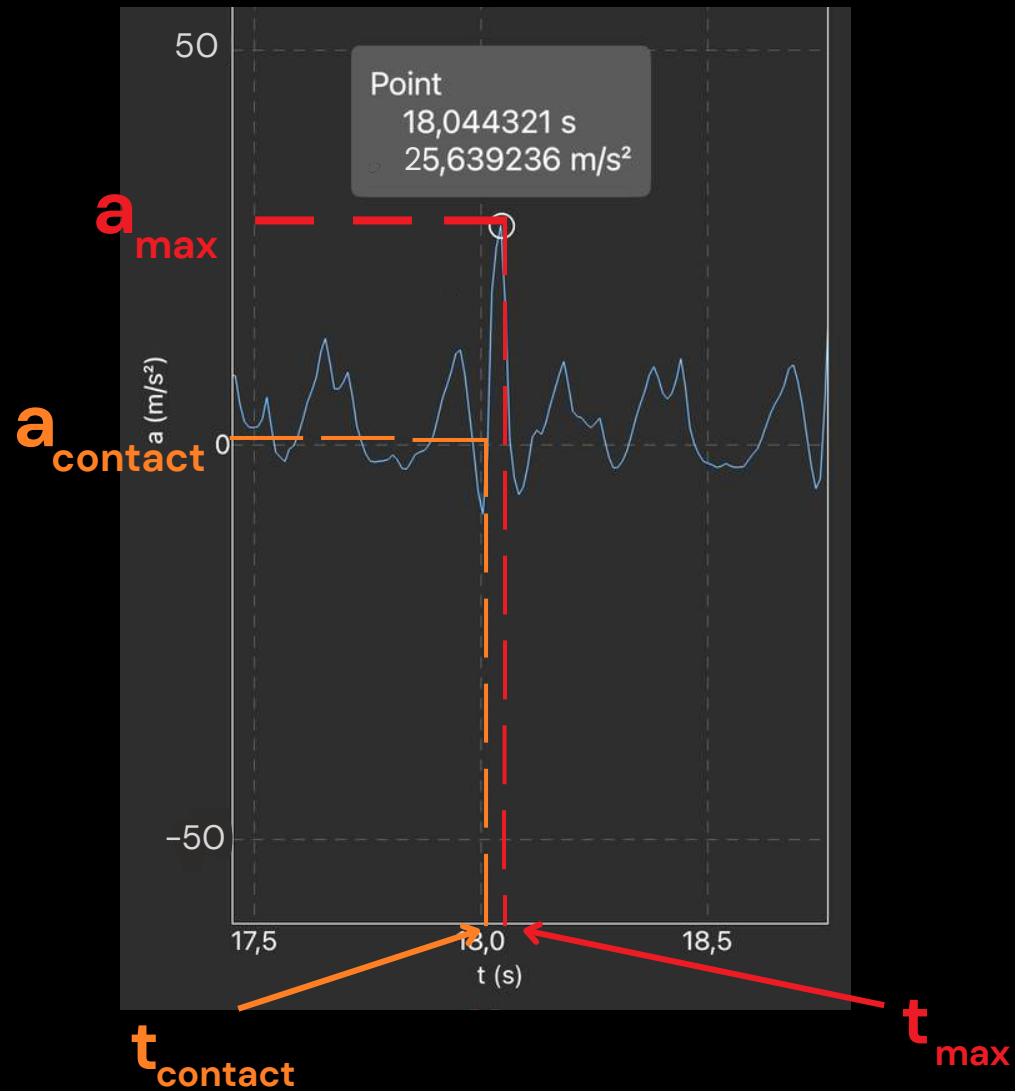
TEST TÉMOIN AVEC UNE MARCHÉ À 5KM/H :



PREMIÈRE EXPÉRIENCE

ATTAQUE TALON

TEST TÉMOIN AVEC UNE MARCHÉ À 5KM/H :



PREMIÈRE EXPÉRIENCE

ATTAQUE TALON

TEST TÉMOIN AVEC UNE MARCHÉ À 5KM/H :

$$LR = \frac{a_{\max} - a_{\text{contact}}}{t_{\max} - t_{\text{contact}}} = \frac{25,64 - 0,00}{18,044 - 18,00} = 582,72 \text{ m.s}^{-3}$$

PREMIÈRE EXPÉRIENCE

ATTAQUE AVANT-PIED

TEST TÉMOIN AVEC UNE MARCHÉ À 5KM/H :

$$LR = \frac{a_{\max} - a_{\text{contact}}}{t_{\max} - t_{\text{contact}}} = \boxed{301,15 \text{ m.s}^{-3}}$$

PREMIÈRE EXPÉRIENCE

ATTAQUE TALON

DIFFÉRENCE ENTRE ATTAQUE TALON ET AVANT-PIED :

TEST TÉMOIN AVEC UNE MARCHÉ À 5KM/H

LR_{talon}



LR_{avant-pied}

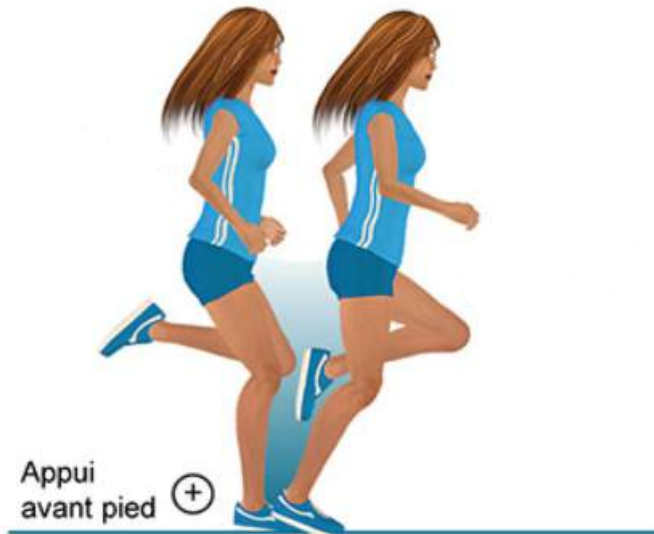
PREMIÈRE EXPÉRIENCE

ATTAQUE TALON

DIFFÉRENCE ENTRE AÉRIEN/TERRIEN :

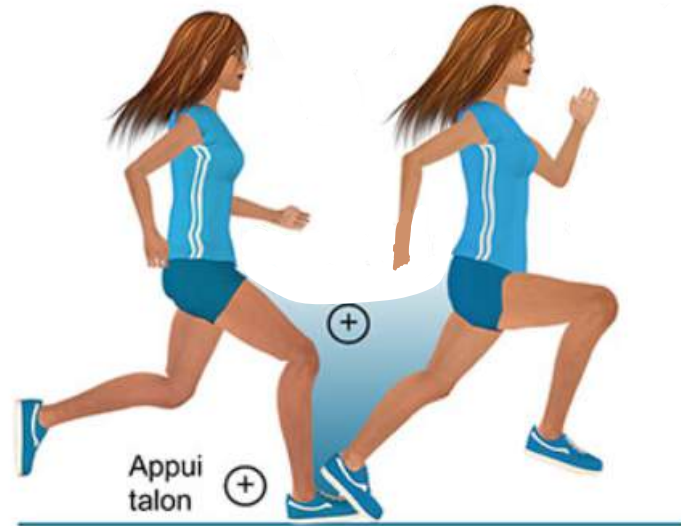
①

Coureur aérien : vol, touche, rebond
Utilisation de l'élasticité musculaire et tendineuse



②

Coureur terrien : fixe, flechit, roule et pousse
Poussée horizontale



PREMIÈRE EXPÉRIENCE

ATTAQUE TALON

DIFFÉRENCE ENTRE ATTAQUE TALON ET AVANT-PIED :

POUR UN TERRIEN :

$$LR_{\text{talon}} = 3501,23 \text{ m.s}^{-3}$$

$$LR_{\text{avant-pied}} = 1504,45 \text{ m.s}^{-3}$$

DEUXIÈME EXPÉRIENCE

INCERTITUDES

Cas de l'attaque talon :

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^n x_k = 3501,23$$

$$u(\bar{\lambda}) = \frac{\sigma_{\text{exp}}}{\sqrt{N}} = \frac{137}{\sqrt{10}} = 43,3$$

Donc le loading rate vaut :

$$LR_{\text{talon}} = 3500 \pm 40 \text{ m.s}^{-3}$$

PREMIÈRE EXPÉRIENCE

ATTAQUE TALON

DIFFÉRENCE ENTRE ATTAQUE TALON ET AVANT-PIED :

POUR UN TERRIEN :

$$LR_{\text{talon}} = 3500 \pm 40 \text{ m.s}^{-3}$$

$$LR_{\text{avant-pied}} = 1500 \pm 30 \text{ m.s}^{-3}$$

PREMIÈRE EXPÉRIENCE

ATTAQUE TALON

DIFFÉRENCE ENTRE ATTAQUE TALON ET AVANT-PIED :

POUR UN AÉRIEN :

$$LR_{\text{talon}} = 2902 \pm 40 \text{ m.s}^{-3}$$

$$LR_{\text{avant-pied}} = 1093 \pm 27 \text{ m.s}^{-3}$$

CONCLUSION

EXPÉRIENCE 1

$$LR_{\text{talon terrien}} = 43\% LR_{\text{avant-pied terrien}}$$

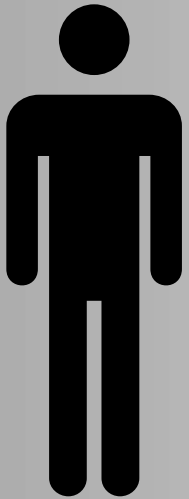
$$LR_{\text{talon aérien}} = 37\% LR_{\text{avant-pied aérien}}$$

LA CADENCE

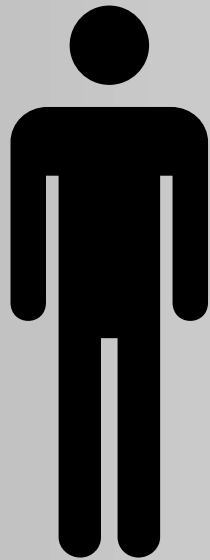


SUPINATEUR/PRONATEUR

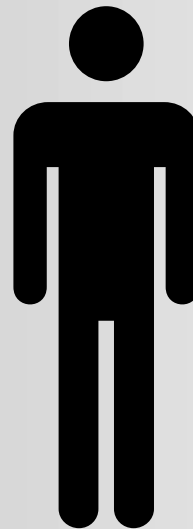
Cas étudiés :



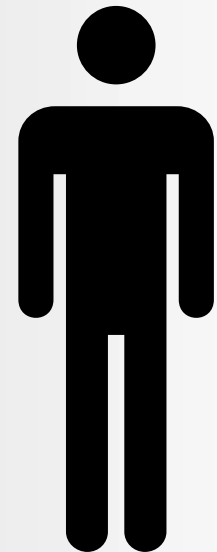
pronateur
aérien
1m70



pronateur
aérien
1m86



supinateur
terrien
1m80



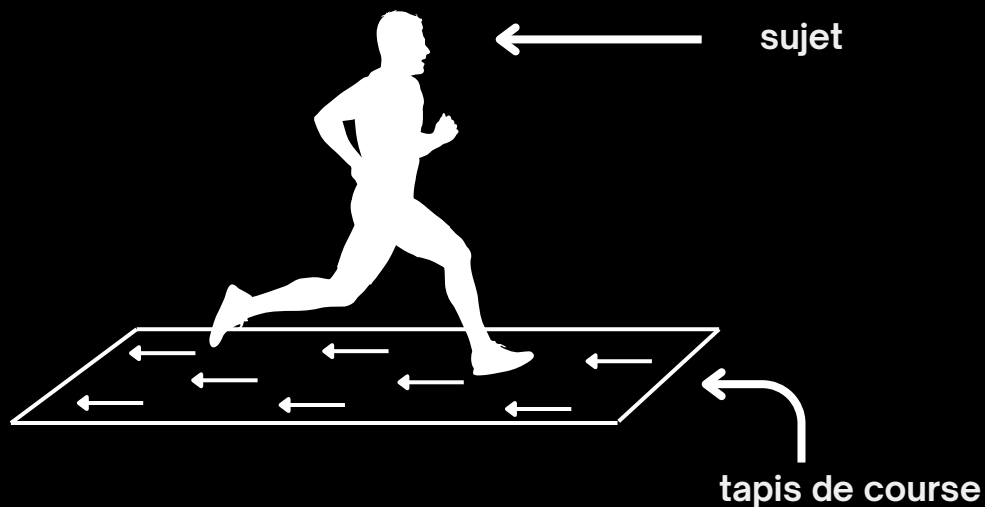
supinateur
terrien
1m85

DEUXIÈME EXPÉRIENCE

LIEN ENTRE LONGUEUR DE FOULÉE ET DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE

protocole:

- échauffer le sujet pendant 2 minutes à 8km/h
- lancer le métronome à une certaine cadence entre 160 et 200 ppm
- faire courir le sujet pendant 1km à la cadence demandée à **vitesse constante**
- relever le nombre de calories brûlées



DEUXIÈME EXPÉRIENCE

LIEN ENTRE LONGUEUR DE FOULÉE ET DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE



DEUXIÈME EXPÉRIENCE

CALCUL DU NOMBRE DE KCAL DÉPENSÉES



FORERUNNER 245

DEUXIÈME EXPÉRIENCE

CALCUL DU NOMBRE DE KCAL DÉPENSÉES

1,01 km

Distance

180



FC moyenne

6:01 /km



Allure moyenne

6:01

Temps total

68

Calories dépensées au total

DEUXIÈME EXPÉRIENCE

CALCUL DU NOMBRE DE KCAL DÉPENSÉES

Aperçu **Statistiques** Circuits Graphiques Équip

Anaérobique 	0,1
DYN. DE COURSE À PIED	AIDE
Cadence de course moyenne 	162 ppm
Cadence de course max.	163 ppm
Longueur moy. des foulées	1,02 m
ALTITUDE	
Ascension totale 	0 m
Descente totale	0 m
Altitude minimale	0 m
Altitude maximale	0 m
ALIMENTATION ET HYDRATATION	AIDE
Calories au repos	10
Calories actives	58
Total des calories brûlées	68

DEUXIÈME EXPÉRIENCE

CALCUL DU NOMBRE DE KCAL DÉPENSÉES

THÉORIE :

$$N = fT \text{ or } d = NL \implies d = fTL$$

comme $v = \frac{d}{T}$ on a donc :

$$v = fL$$

N : nombre de pas

T : durée (s)

f : cadence (pas/s)

L : longueur d'un pas (m)

d : distance (m)

v : vitesse (m/s)

DEUXIÈME EXPÉRIENCE

CALCUL DU NOMBRE DE KCAL DÉPENSÉES

CONSÉQUENCES :

À VITESSE CONSTANTE :

$$v = fL = \text{constante}$$

donc si $f \nearrow$ alors $L \searrow$ et inversement

forte cadence $\Rightarrow$ foulées plus courtes $\Rightarrow$ + de contractions musculaires

faible cadence $\Rightarrow$ foulées plus grandes $\Rightarrow$ amplitude + importante

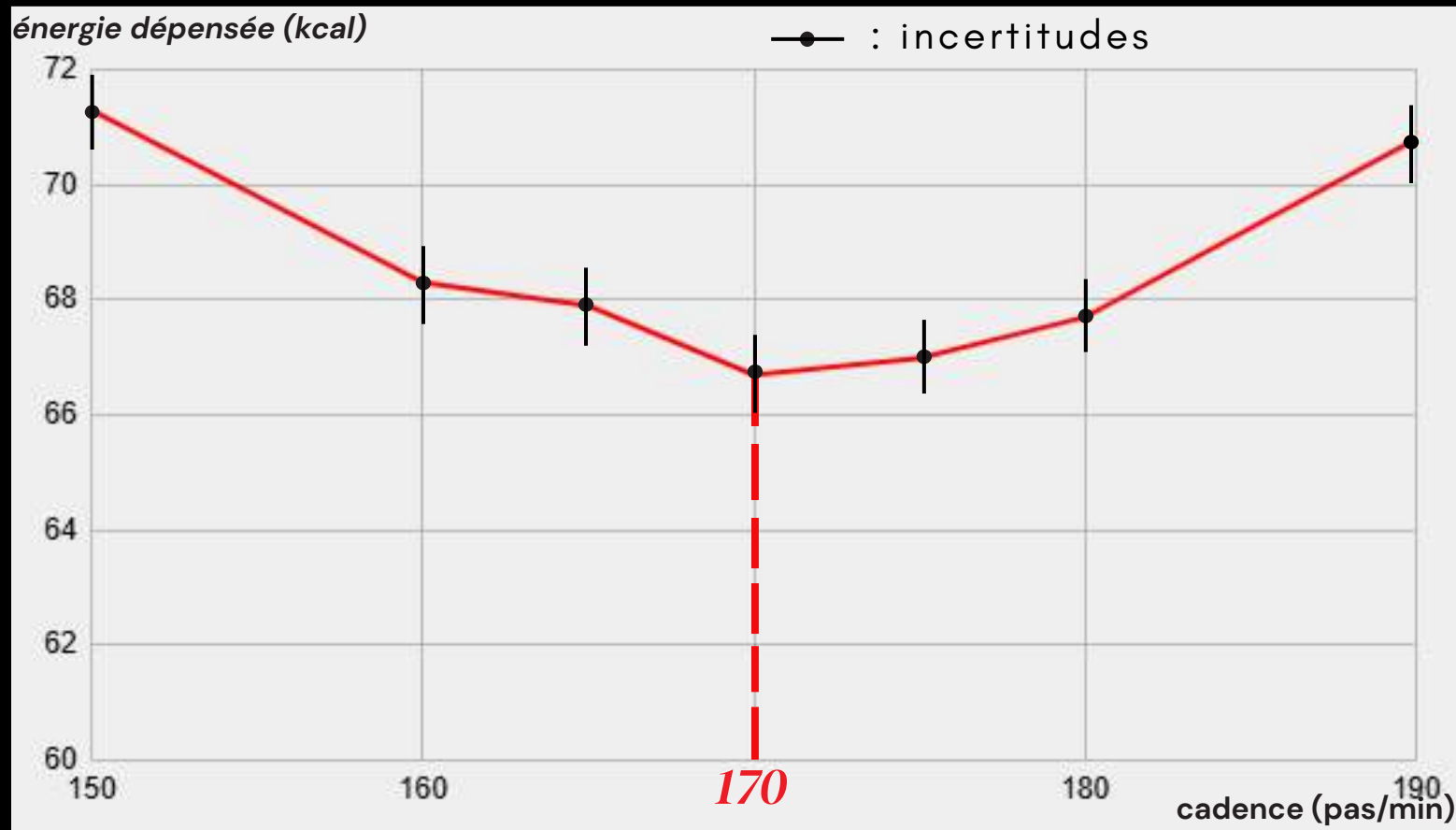
dans les deux cas : hausse de la dépense d'énergie

COMPROMIS : **CADENCE OPTIMALE**

DEUXIÈME EXPÉRIENCE

LIEN ENTRE LONGUEUR DE FOULÉE ET DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE

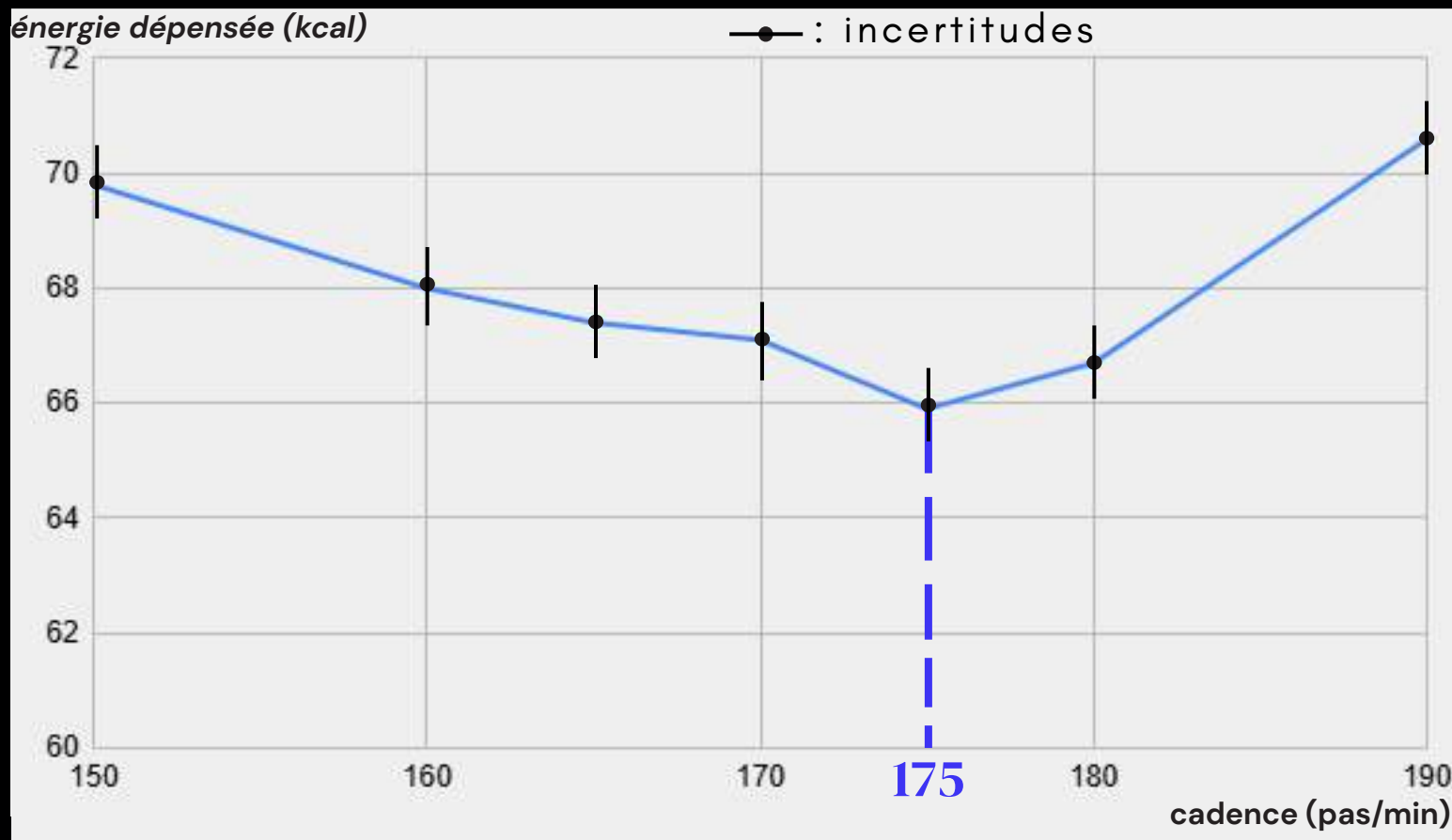
CAS PRONATEUR



DEUXIÈME EXPÉRIENCE

LIEN ENTRE LONGUEUR DE FOULÉE ET DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE

CAS SUPINATEUR

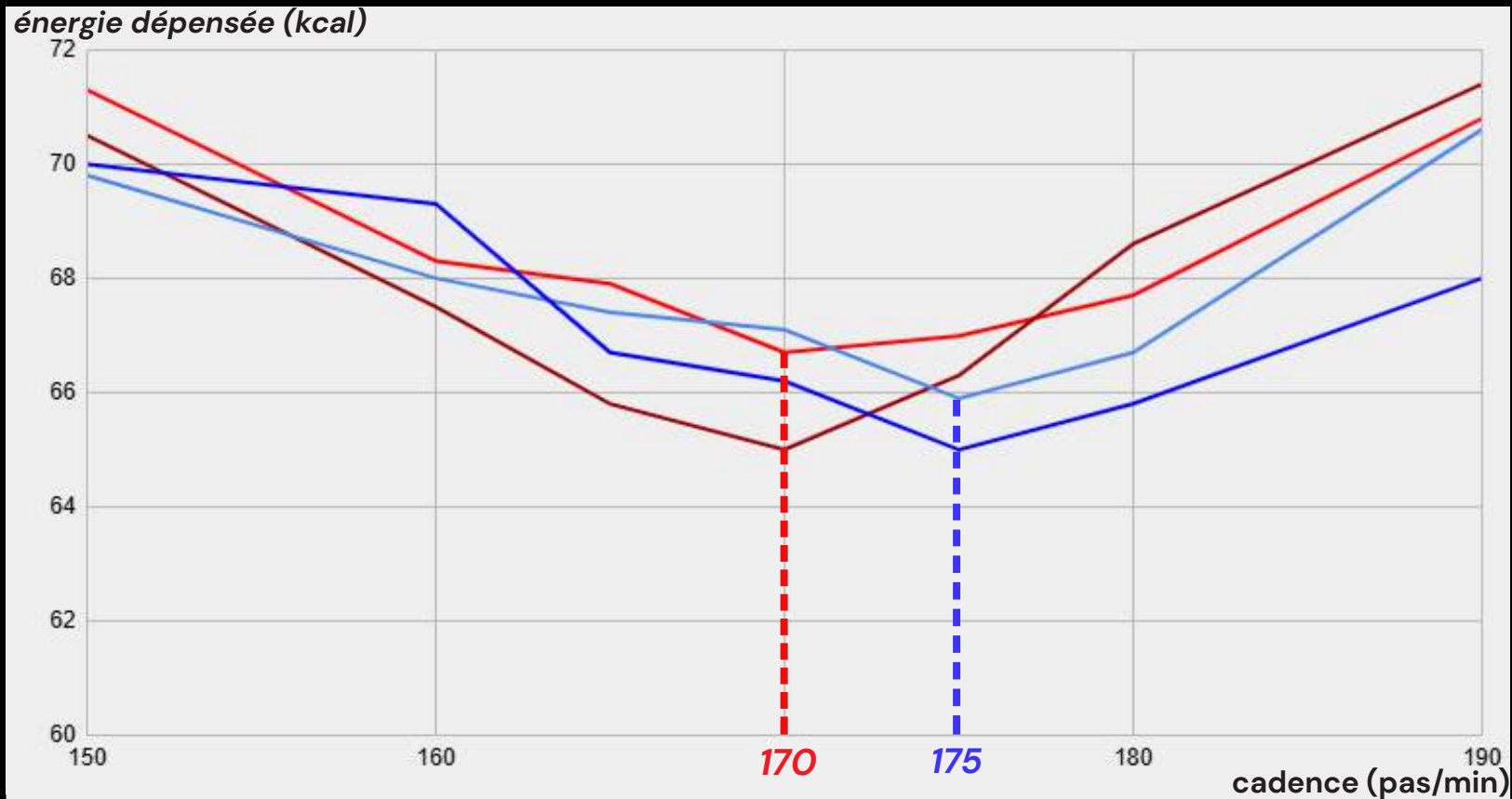


DEUXIÈME EXPÉRIENCE

LIEN ENTRE LONGUEUR DE FOULÉE ET DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE

DIFFÉRENCE SUPINATEUR/PRONATEUR

À 10 KM/H :

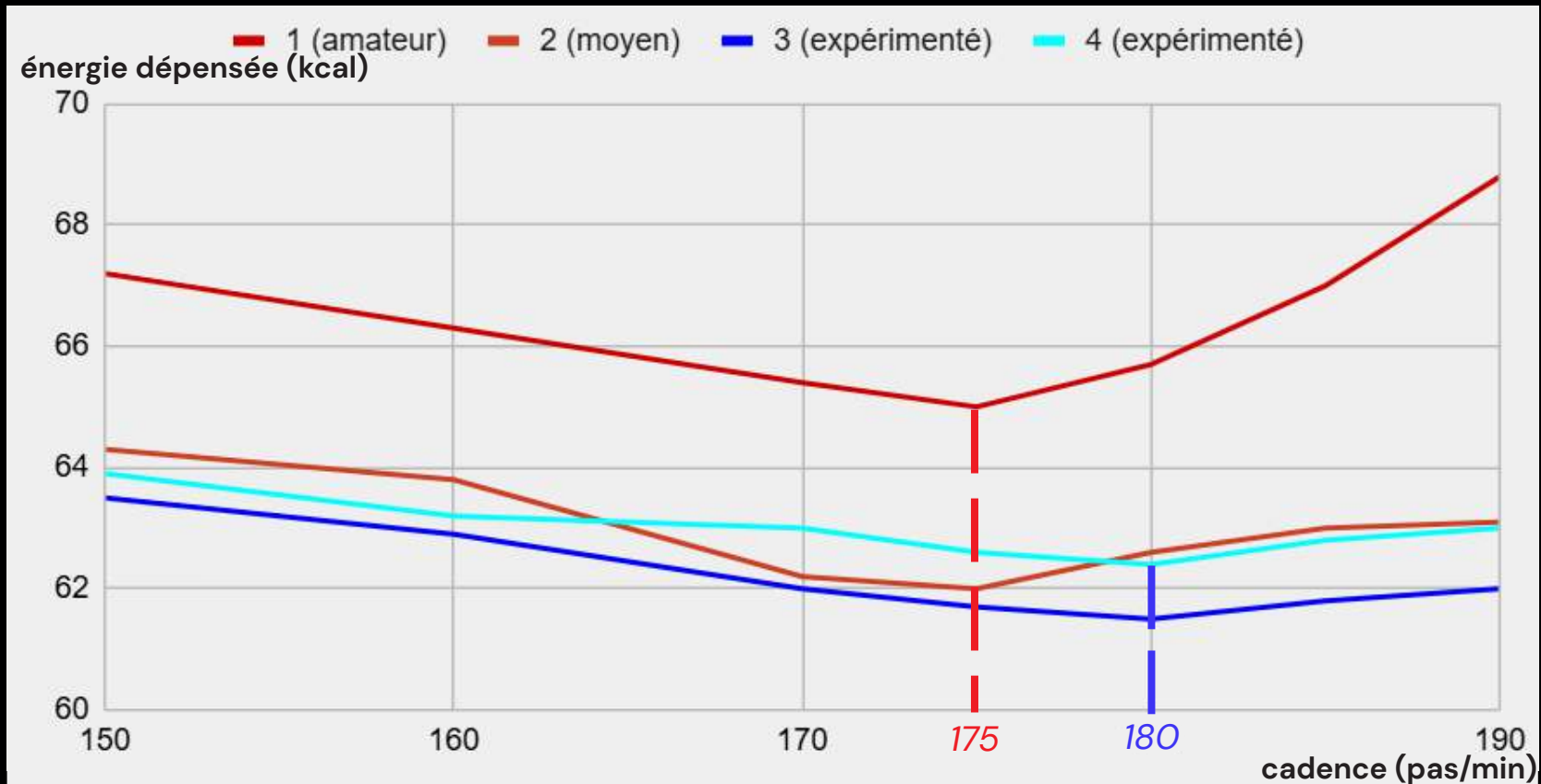


DEUXIÈME EXPÉRIENCE

LIEN ENTRE LONGUEUR DE FOULÉE ET DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE

DIFFÉRENCE SUPINATEUR/PRONATEUR

À 12 KM/H :

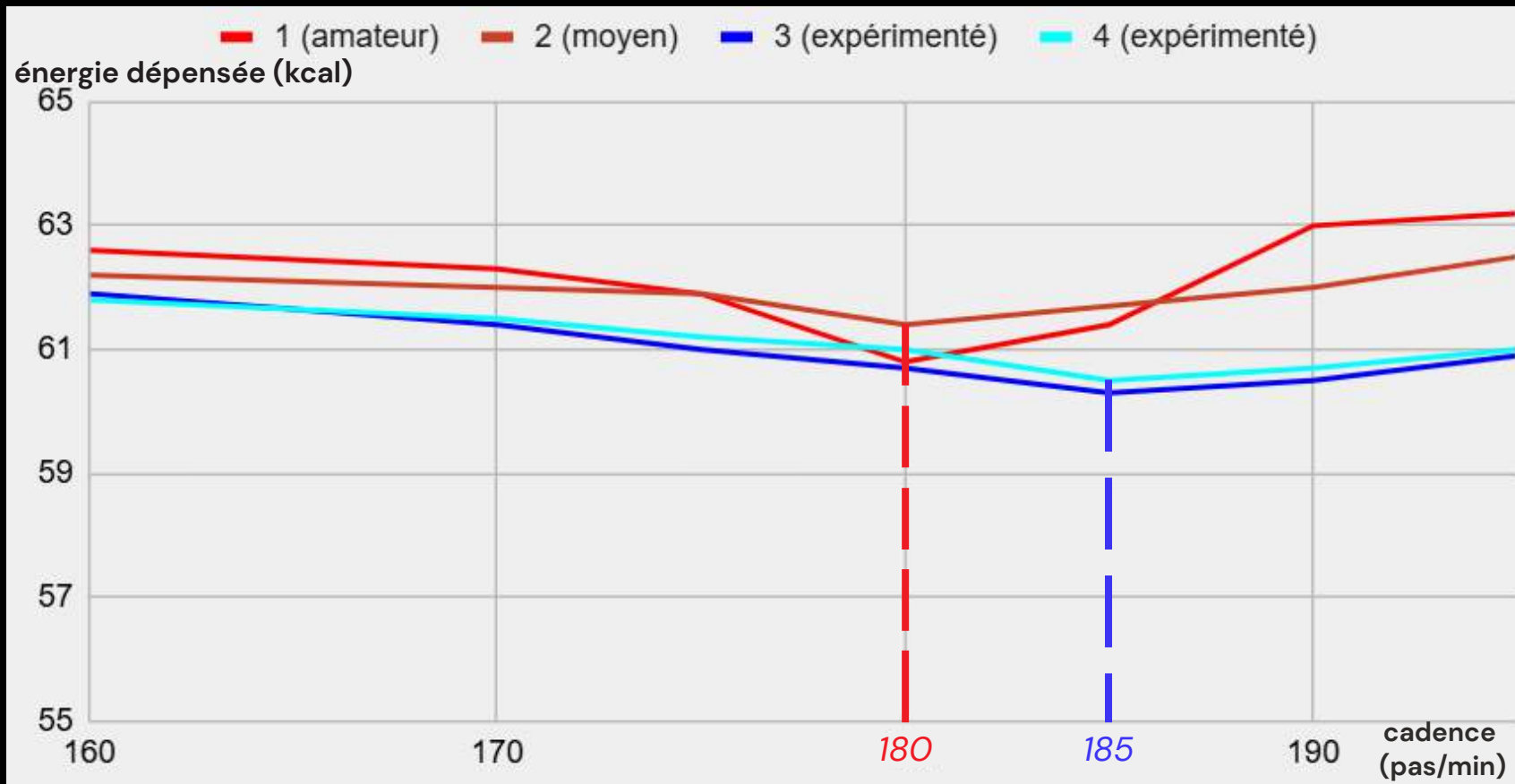


DEUXIÈME EXPÉRIENCE

LIEN ENTRE LONGUEUR DE FOULÉE ET DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE

DIFFÉRENCE SUPINATEUR/PRONATEUR

À 15 KM/H :



CONCLUSION

EXPÉRIENCE 2

CADENCE IDÉALE

	SUPINATEUR	PRONATEUR
10km/h	175 $\pm$ 3 pas/min	170 $\pm$ 3 pas/min
12km/h	180 $\pm$ 3 pas/min	175 $\pm$ 3 pas/min
15km/h	185 $\pm$ 3 pas/min	180 $\pm$ 3 pas/min

CONCLUSION FINALE

	pronateur	supinateur
cadence optimale à suivre	170-175 pas/min	180-185 pas/min

	aérien	terrien
Attaque favorisée	attaque avant pied	attaque talon

ANNEXE

La meilleure estimation de l'incertitude-type d'un résultat de la mesure est donné par l'**écart-type** expérimental de l'ensemble des résultats de mesure :

$$\sigma_{exp} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (x_k - \bar{x})^2}$$

L'incertitude-type sur la moyenne $\bar{x}$ s'exprime :

$$u(\bar{x}) = \frac{\sigma_{exp}}{\sqrt{N}}$$

Le résultat final s'écrit donc sous la forme :

$$x = \bar{x} \pm u(\bar{x})$$