INFLUENCE DU TERRAIN LORS D'UN EFFORT RÉALISÉ À PUISSANCE MAXIMALE AÉROBIE EN CYCLISME

Anthony BOUILLOD[1,2], Julien PINOT[1,3,4], Flavien SOENEN[1,2], Théo OUVRARD[1] et Fred GRAPPE[1,3,4]

[1]UPFR Sports de BESANCON, Université de Franche Comté
[2]Intervenant au Pôle Espoir de Besançon
[3]EA4660 Département Sport-Santé C3S
[3]Entraîneur équipe professionnelle « FDJ.fr »

INFLUENCE DU TERRAIN LORS D'UN EFFORT RÉALISÉ À PUISSANCE MAXIMALE AÉROBIE EN CYCLISME

Contenu de la présentation

- La Puissance Maximale Aérobie
- Le Profil de Puissance Record
- Détermination de la PMA avec le PPR
- Test incrémental vs. test maximal 4 min en laboratoire
- Influence du terrain sur les paramètres objectifs
- Influence du terrain sur les paramètres subjectifs
- Validation de la puissance mécanique mesurée
- Intérêt dans le suivi de l'entraînement

Mesure de la $P_{méca}$

Méthode directe

Mesure valide

SRM Training System

Powertap

Méthode indirecte

La Puissance Maximale Aérobie

Qualités d'explosivité et de force - vitesse

Tests d'évaluation du potentiel physique

Tolérance au lactate

Comment la déterminer?
Disparité des protocoles

Seuil anaérobie

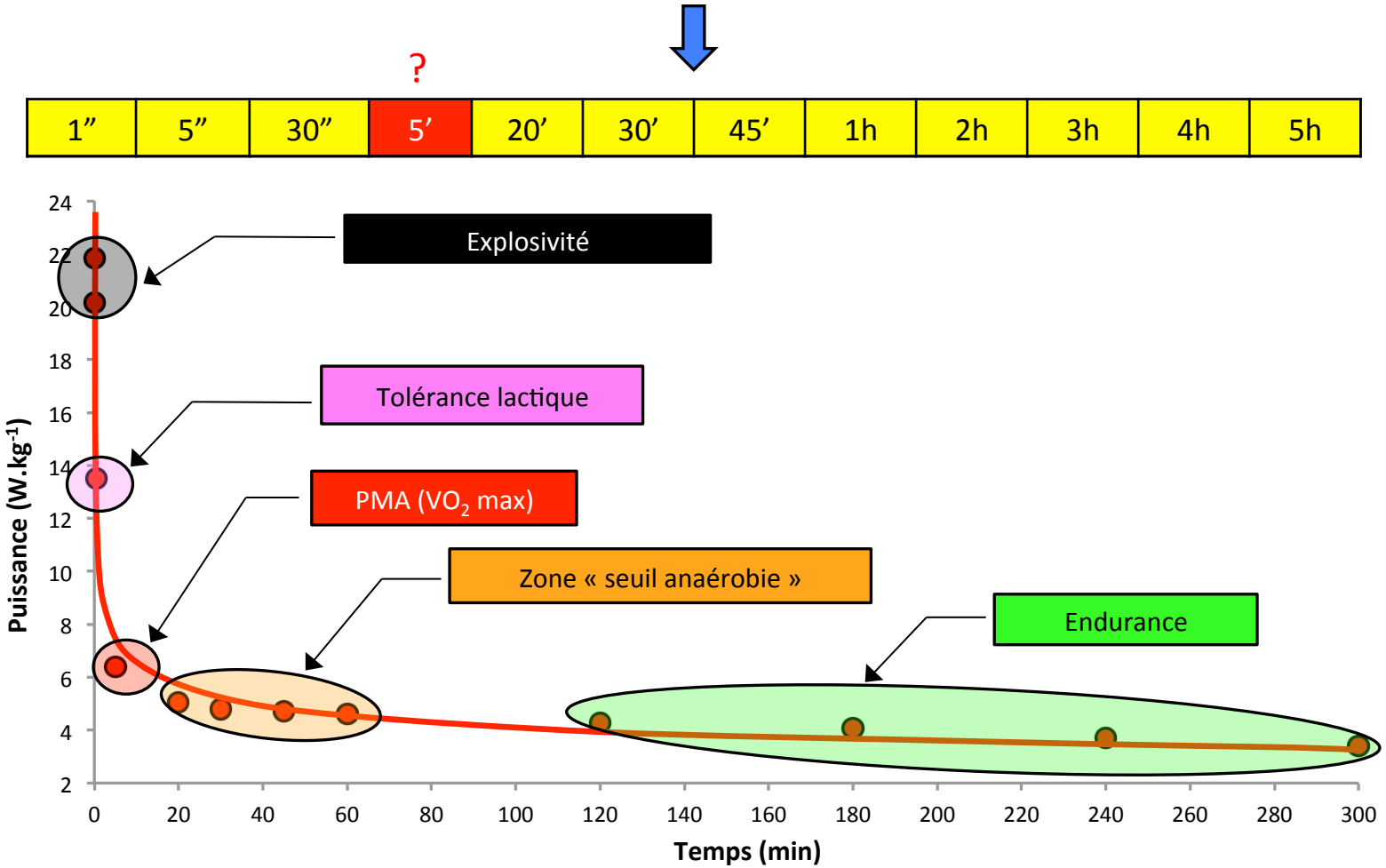
PMA

Endurance aérobie

Zones d'intensité	Intensité	% PMA
I1	Légère	30-50
I2	Moyenne	50-60
I3	Soutenue	60-75
I4	Critique	75-85
I5	Surcritique	85-100

Le Profil de Puissance Record

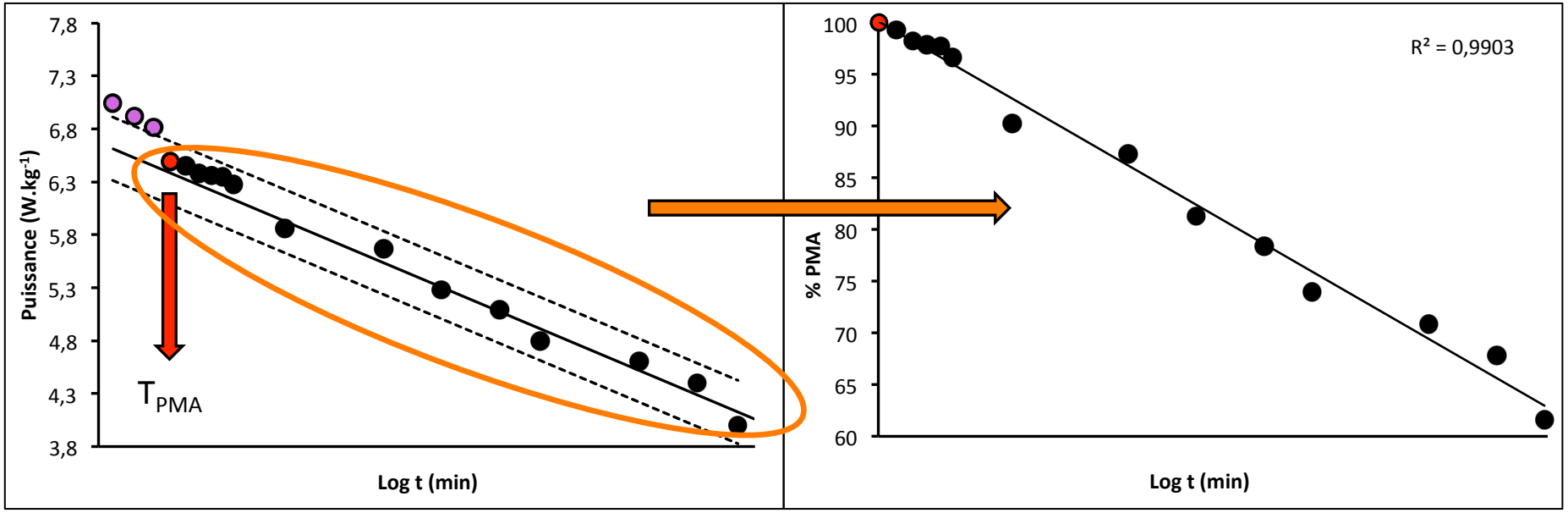
Quantification des performances maximales dans le cyclisme grâce à l'étude de la relation $P_{méca}$ – temps



Grappe, *Puissance et performance*, p. 97, 2012

Modèle mathématique

Pinot et Grappe, 2013

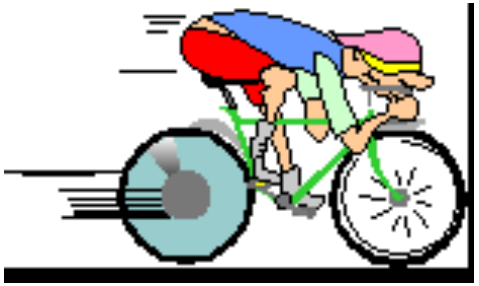


PMA = 459 ± 42 W (6,86 ± 0,6 W/kg)

T_{PMA} = 4,17 ± 0,7 min

Méthode applicable **uniquement** sur un **PPR valide**:

- Données de $P_{méca}$ sur une saison complète (entraînement + compétition)



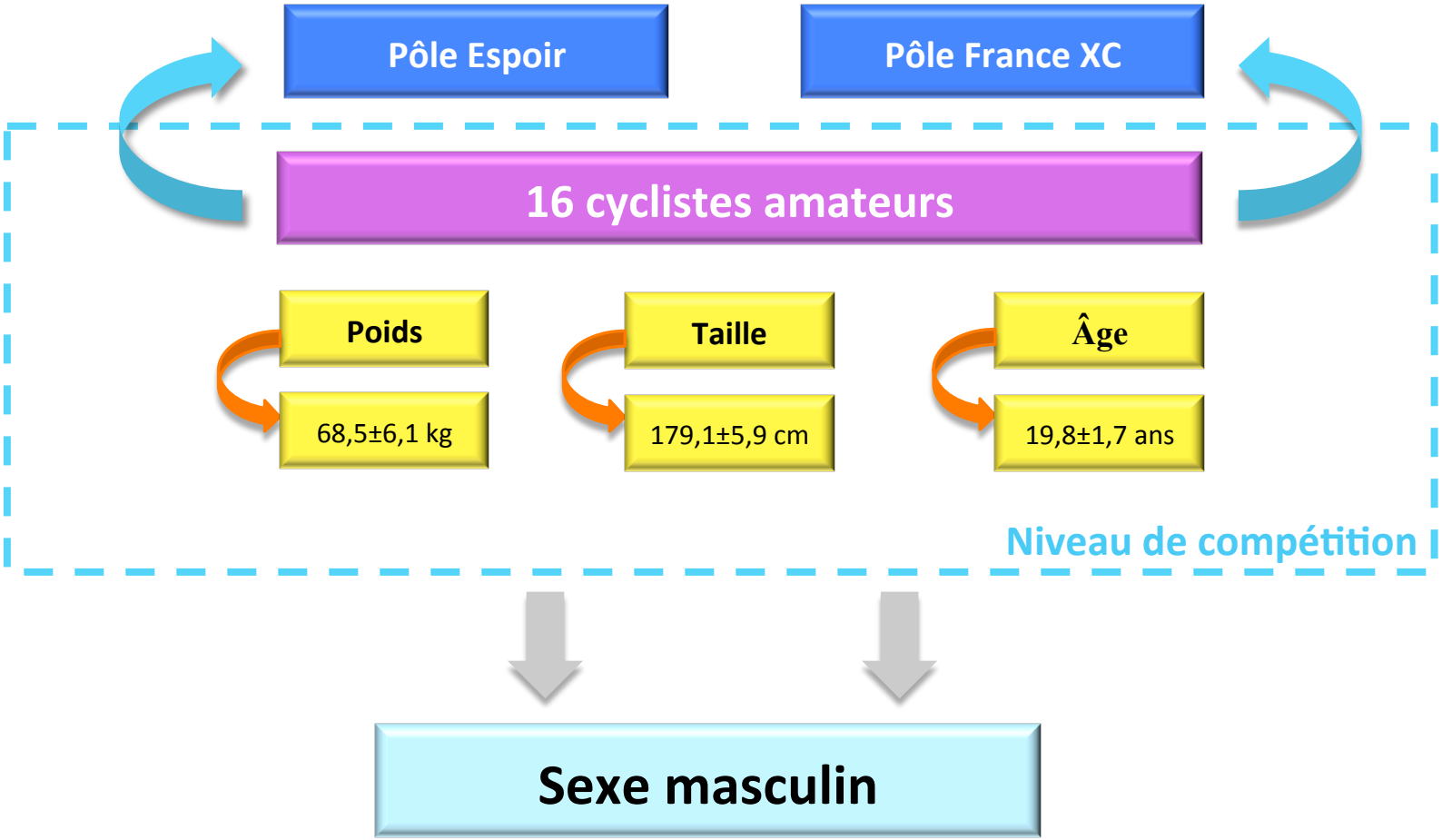
- Temps limite à VO_{2max} moyen de 3,70 minutes
  (Billat et al. 1996)
- Test incrémental fortement corrélé avec Test 4 min sur le plat ($p < 0,001$)
- Test 4 min reproductible

  (Nimmerichter et al. 2010)

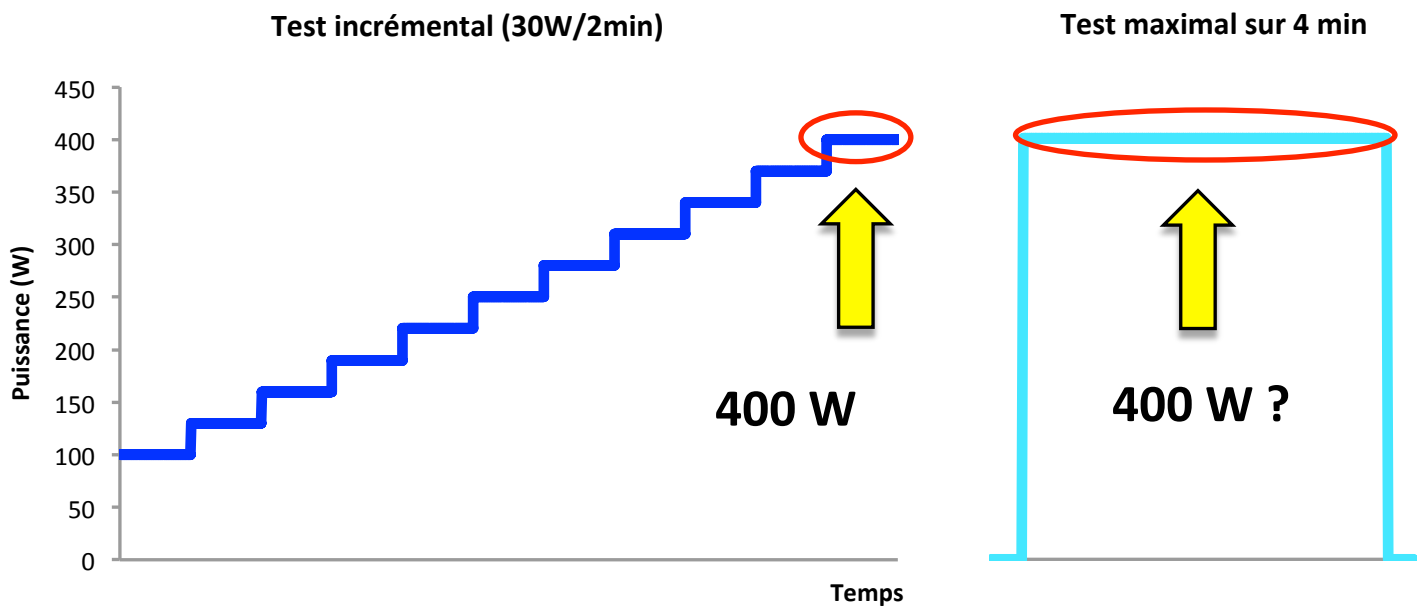
Le test d'évaluation de la PMA sur 4 minutes peut-il être influencé par les conditions d'évaluation?

- Intérêt du test maximal sur 4 min pour l'évaluation de la PMA
- Influence des conditions d'évaluation: Cycloergomètre, Plat et Montée

Sujets


Pôle Espoir
Pôle France XC
16 cyclistes amateurs
Poids
68,5±6,1 kg
Taille
179,1±5,9 cm
Âge
19,8±1,7 ans
Niveau de compétition
Sexe masculin

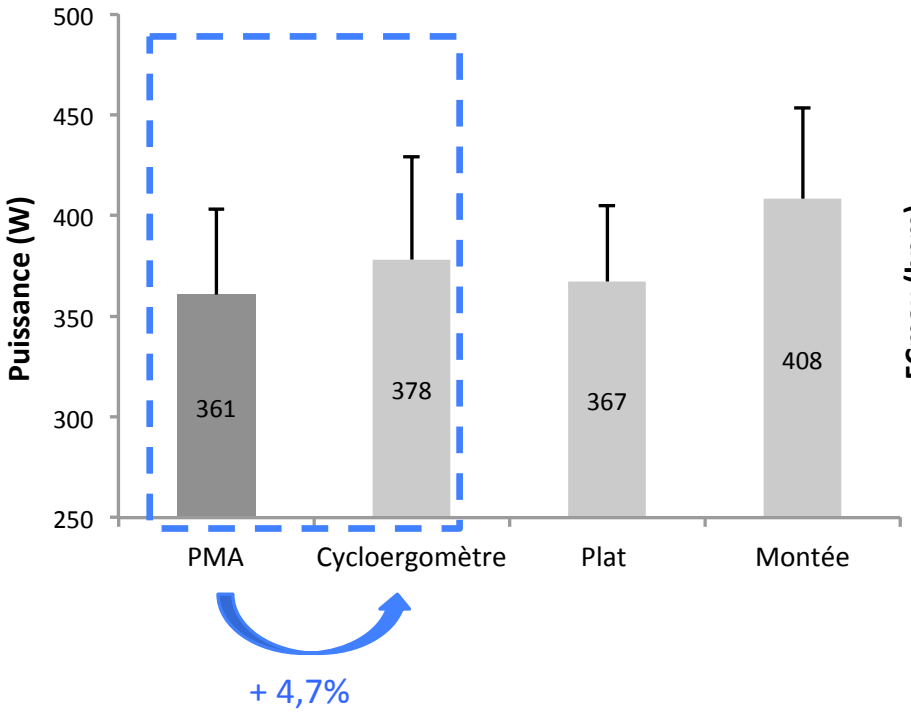
Protocole

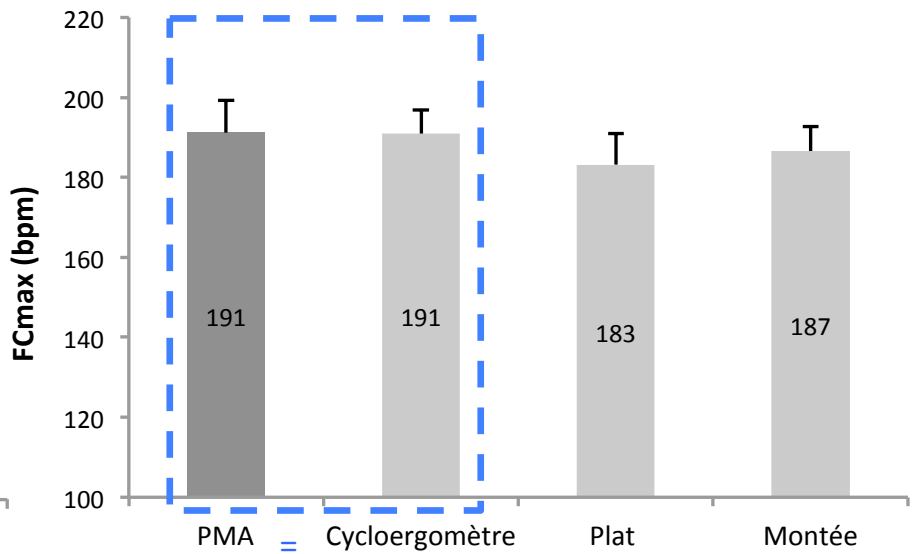


➢ <u>Trois conditions pour le test maximal sur 4 min:</u>

- Cycloergomètre
- Plat
- Montée

Paramètres obtenus lors des tests en laboratoire

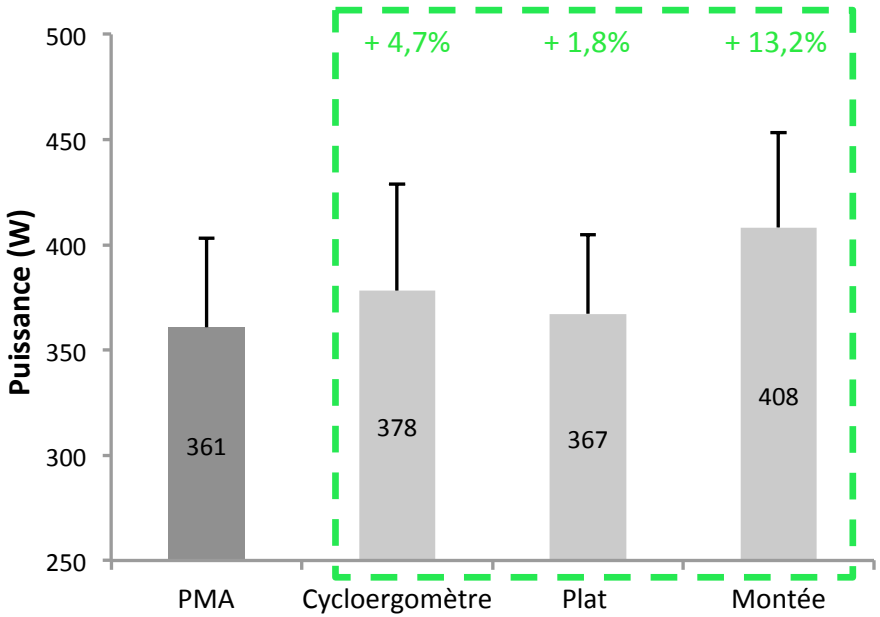


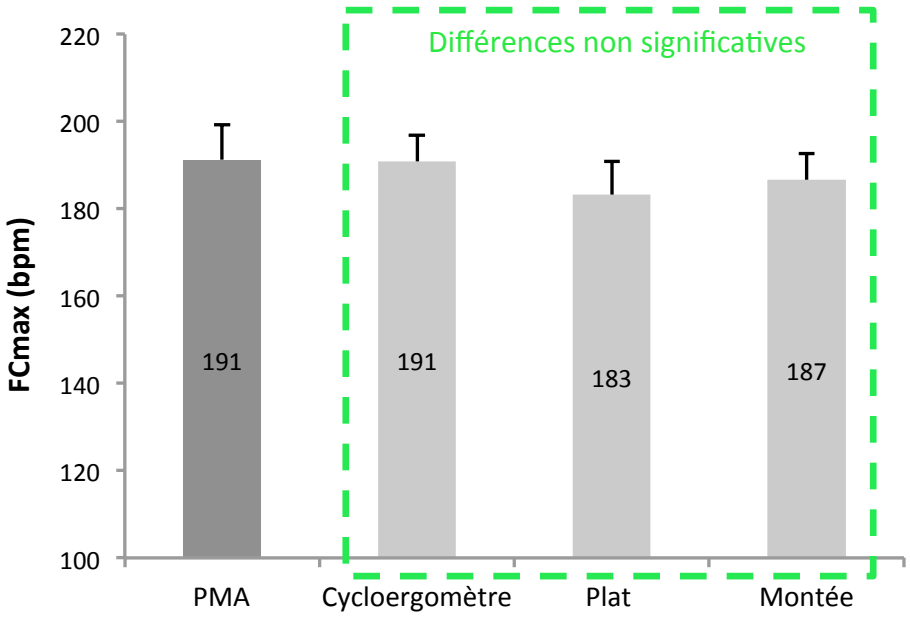


* Différence non significative

↳ Confirmation des travaux de la littérature

Paramètres obtenus lors des tests 4 min



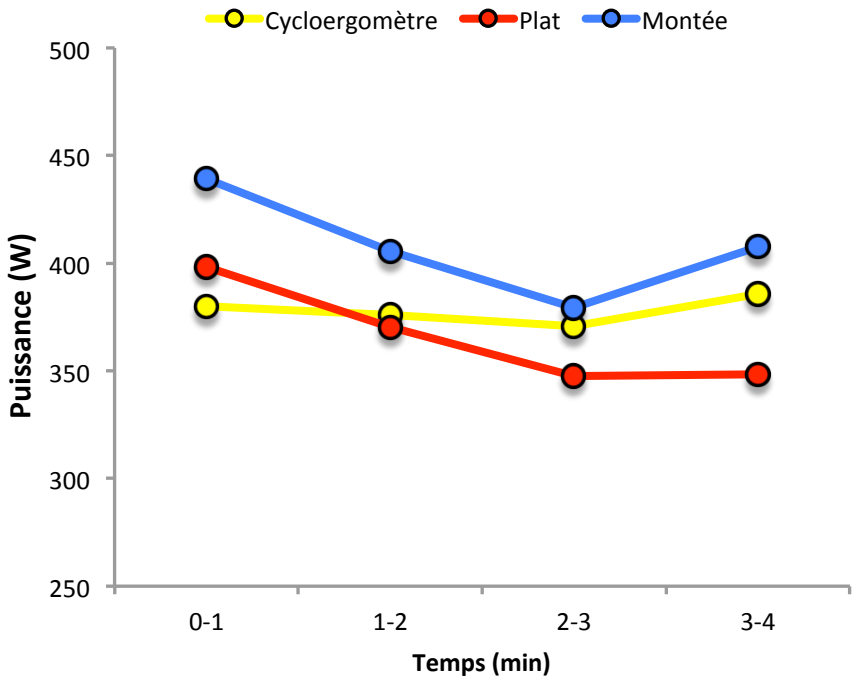


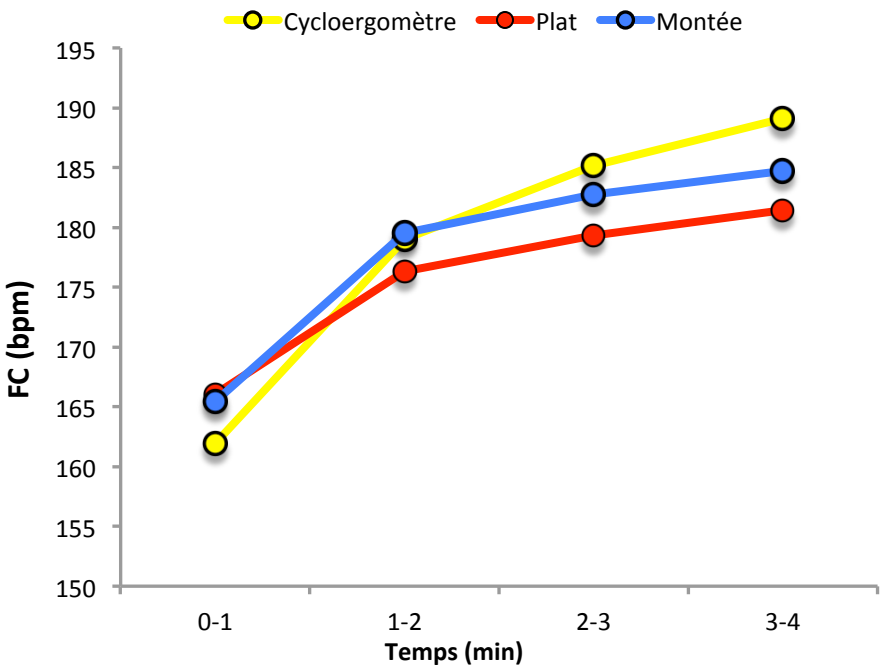
➡ $P_{méca}$ significativement plus élevée en montée

⬇

Résistances à l'avancement différentes

Evolution de la puissance et de la fréquence cardique par minute



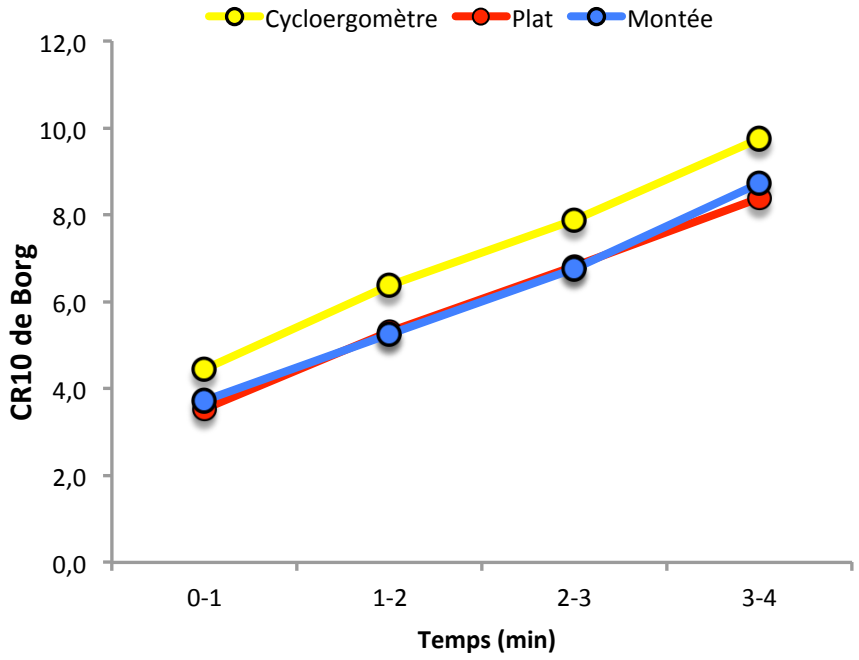


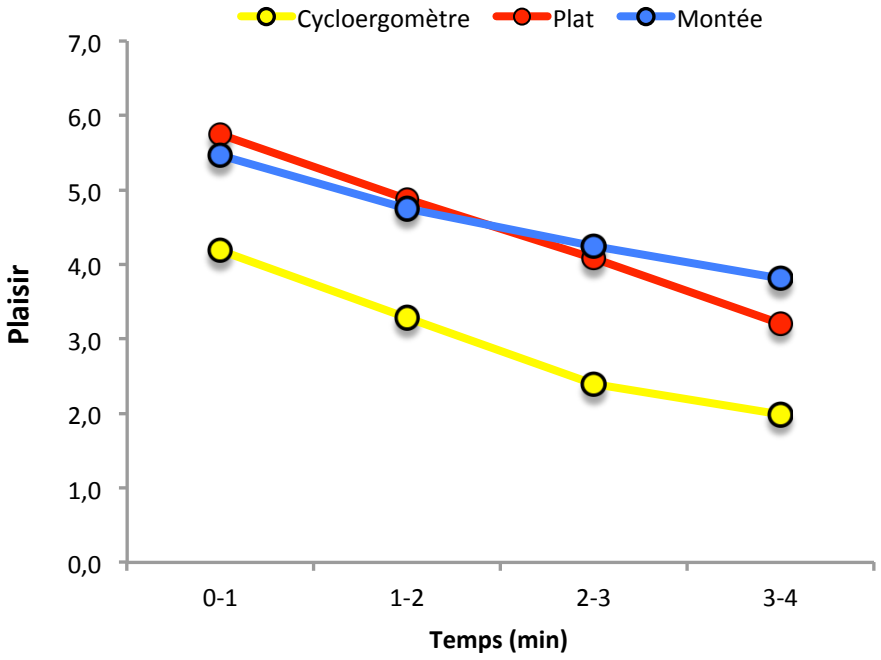
Plat < Cycloergomètre < Montée

Plat < Montée < Cycloergomètre

FC -> Pas un bon témoin de l'intensité de l'exercice

Evolution de la difficulté et du plaisir par minute





Plat < Montée < Cycloergomètre

Difficulté

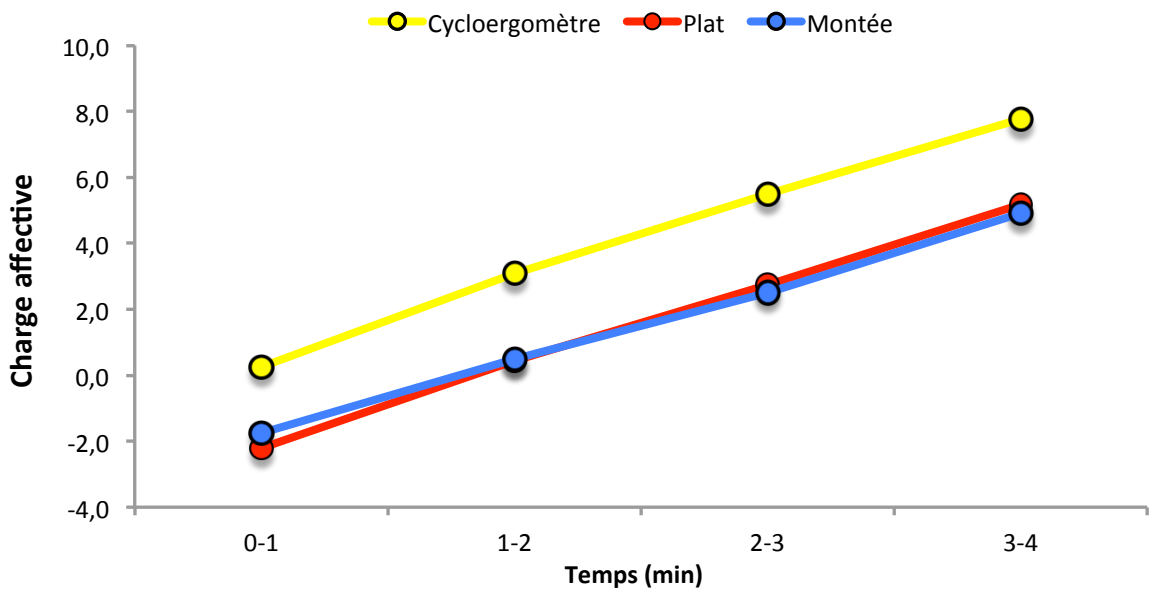
Cycloergomètre < Plat < Montée

Plaisir

Influence du terrain sur les paramètres subjectifs

Evolution de la charge affective par minute

CA = Difficulté - Plaisir



Montée < Plat < Cycloergomètre

Acceptation d'une charge plus élevée sur le terrain

Motivation +++

Baron, 2009

Mesure de la $P_{méca}$

Méthode directe

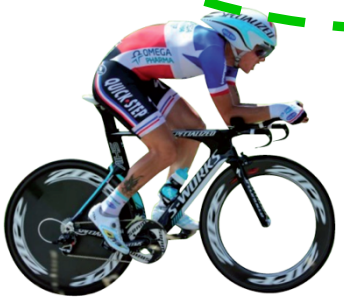
Méthode indirecte

Estimation de la $P_{méca}$

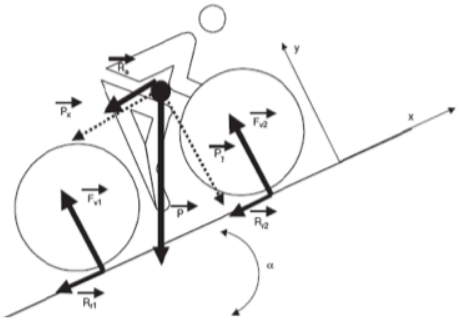
Plat

Montée

SCx ?



Validation de la puissance mécanique mesurée



$$P_{méca}\ \text{estimée} = \underbrace{0{,}21 \times (d/t)^3}_{\text{Résistances aérodynamiques}} + \underbrace{(M \times 9{,}8 \times h / d) \times (d/t)}_{\text{Résistance due à la gravité}} + \underbrace{0{,}0245 \times M \times \sqrt{d^2 - h^2}/d \times (d/t)}_{\text{Résistance de friction}} + 7$$

5 W.kg^{-1}

	Résistances aérodynamiques	Résistance due à la gravité	Résistance de friction
Pente 8%	7%	90%	3%
Pente 5%	18%	78%	4%
Pente 0%	93%	0%	7%

- *d (m) la distance d'ascension*
- *t (s) le temps d'ascension*
- *M (kg) la masse du cycliste + vélo*
- *h (m) le delta altitude*

Estimation de la $P_{méca}$: exemple pour un athlète

MODÈLE DE PERFORMANCE EN MONTAGNE

CARACTÉRISTIQUES

Variables	Cycliste	Vélo	Atmosphère	Terrain
SC_x (m^2)	0,35			
Cr		0,0025		
Altitude 1 (m)			257	
Altitude 2 (m)			377	
Altitude moyenne (m)			317	
P_B 1 (hPa)			983	
P_B 2 (hPa)			969	
P_B moyenne (hPa)			976	
T (°C)			10,8	
T (°K)			283,8	
ρ 1 ($kg.m^{-3}$)			1,20636	
ρ 2 ($kg.m^{-3}$)			1,18920	
ρ ($kg.m^{-3}$)			1,19778	
V_v ($m.s^{-1}$)			0	
Pente (%)				7,9
h (m)				79,5
d (m)				1000
α (radian)				0,080
Cos α				0,997
Rendement énergétique	23%			

RÉSULTATS

Temps montée:	00:04:00	
Temps montée (s):	240	
Masse (kg)	71,9	8,5
M (kg)	80,4	
Distance (km):	1,51	
Vd ($m.s^{-1}$) ($km.h^{-1}$):	6,3	22,7
$P_{méca}$ estimée (W):	*459*	**466**
$P_{méca}$ ($W.kg^{-1}$):	*6,38*	**6,48**
VΔh ($m.min^{-1}$)	30,0	
VΔh ($m.h^{-1}$)	1800,0	

$P_{méca}$ mesurée (W):	**461**

Conclusion

Mesure de la $P_{méca}$

?

Méthode directe ⟷ **Méthode indirecte**

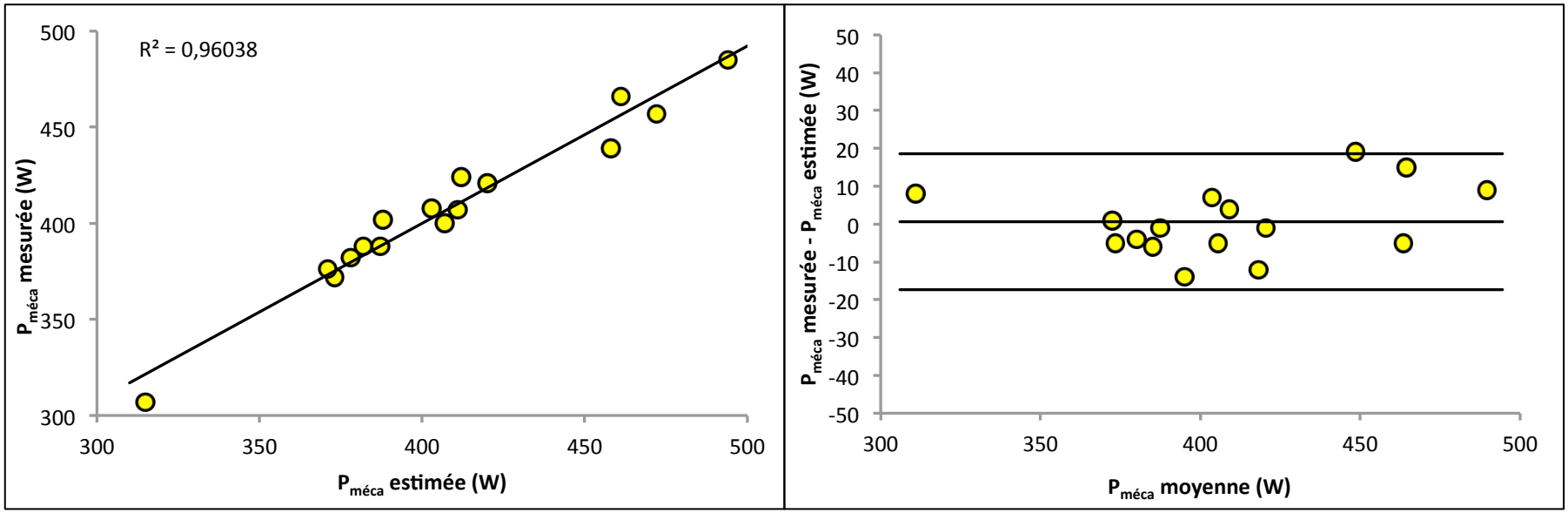
Mesure valide

- *SRM Training System*
- *Powertap*

Estimation de la $P_{méca}$

- *Plat*
- ***Montée***

Relation entre $P_{méca}$ mesurée et $P_{méca}$ estimée



La méthode indirecte est un <u>outil précis</u> pour s'assurer de la précision du système de mesure

<u>Règles à prendre en considération</u>:

- Peser l'ensemble cycliste + équipement
- Prendre note de la distance parcourue pendant les 4 min d'effort
- Utiliser un outil fiable pour déterminer les altitudes de départ et d'arrivée.

Intérêt dans le suivi de l'entraînement

Processus très long

Données entrainement + compétition

PPR

Test d'habituation

Test 4 min
Montée

Validation de la mesure

Zones d'intensité	Intensité	% PMA
I1	Légère	30-50
I2	Moyenne	50-60
I3	Soutenue	60-75
I4	Critique	75-85
I5	Surcritique	85-100

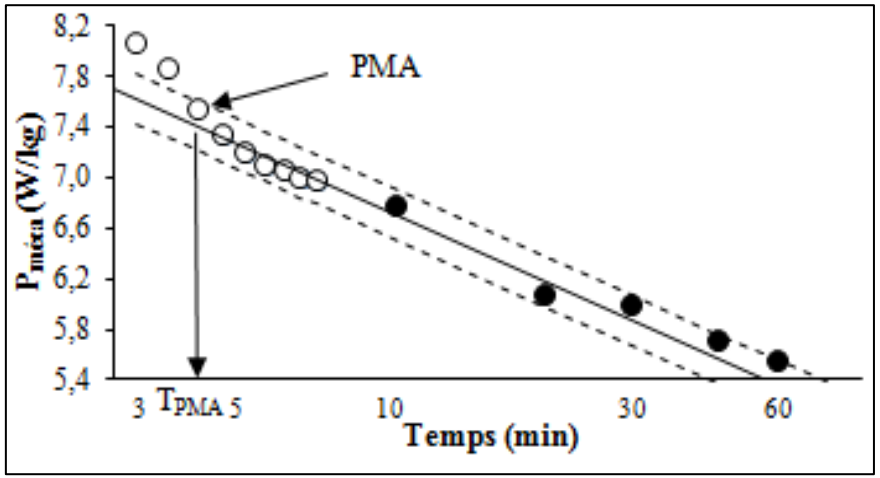
Adapter les zones de travail en fonction des conditions d'entraînement

Merci pour votre attention

Culture Sport Santé Société

anthonybouillod@gmail.com
@ABouillod

FÉDÉRATION FRANÇAISE DE CYCLISME



Pinot et Grappe. *Détermination de la PMA à partir du profil de puissance record en cyclisme*. 3ième journée Cometti, 2013.

PMA = 459 ± 42 W et T_{PMA} = 4,17 ± 0,7 min

- Régression linéaire entre les $P_{méca}$ records et le log_t, représentée entre 10min et 4h.
- Extrapolation d'un intervalle de confiance à partir de la modélisation du métabolisme aérobie.
- Dérive des $P_{méca}$ records en dehors de l'intervalle de confiance lorsque la part du métabolisme anaérobie devient prépondérante.
- PMA déterminée à partir du premier point record inclus dans l'intervalle de confiance. T_{MAP} correspond au temps de maintien de la PMA.