

AFA

ASSOCIATION
FRANCAISE POUR L'
APPAREILLAGE

Agrément formation n° 11752965575

ANPAN

Association Médicale de
Perfectionnement en Appareillage
Nationale

Agrément formation n° 41.54.01934.54
N° siret 392 813 507 00028
Code APE 8559A - Association loi 1901

CLERMONT FERRAND 2018



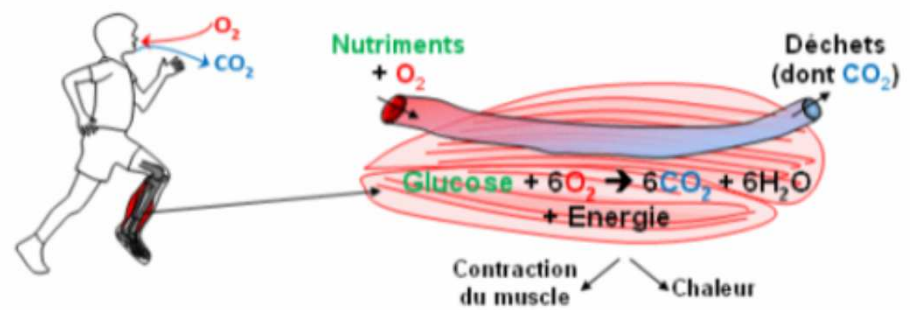
CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE PERSONNE AMPUTÉE TIBIALE : QUEL INTÉRÊT DE L'ÉVALUATION ?

VULCANIA LE 14/06/2018

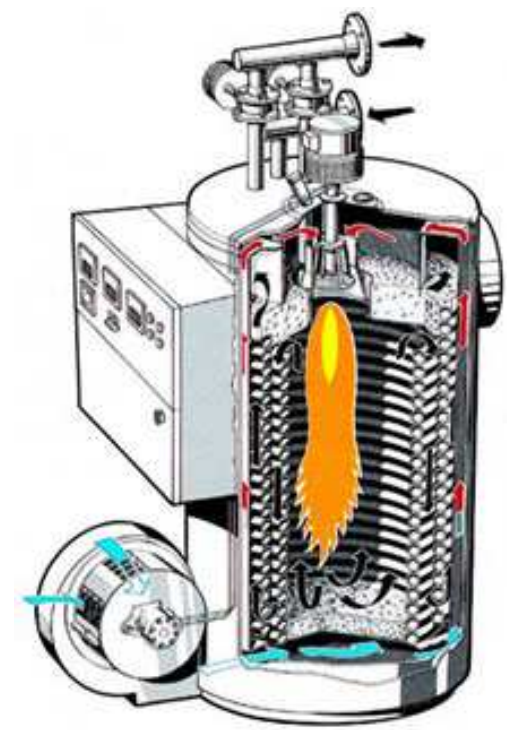
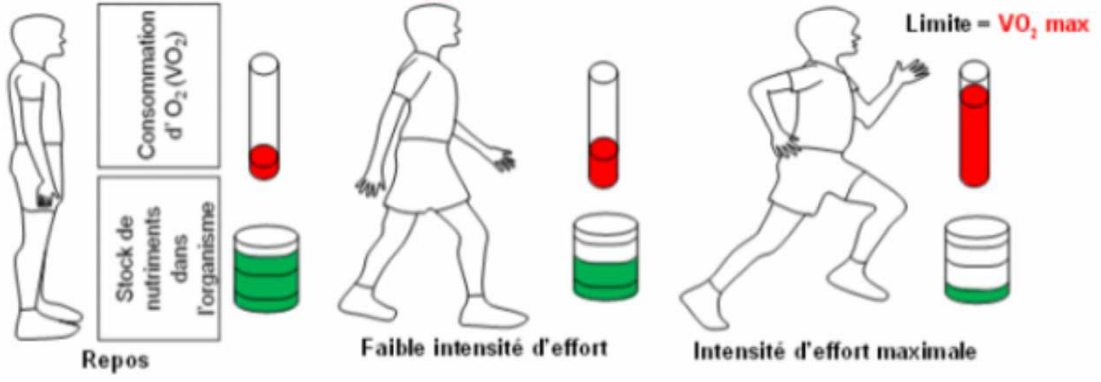
DR PANTERA ERIC *MÉDECIN CHEF CENTRE MÉDECINE PHYSIQUE ET RÉADAPTATION DE PIONSAT*



CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE



La consommation de **dioxygène** et de **nutriments** varie selon l'effort



Diapositive 3

EP2 Eric PANTERA; 24/05/2018

EP17 Lors d'un effort les muscles consomment plus de dioxygène et de nutriments. Ces deux éléments sont utilisés par les muscles pour réaliser la respiration cellulaire qui produit l'énergie nécessaire à la contraction des muscles.

Eric PANTERA; 04/06/2018

EP18 A y regarder de plus près, on constate que le corps humain fonctionne exactement selon les mêmes principes physiques qu'une chaudière. Il consomme de la nourriture en guise de carburant, qu'il transforme en énergie lors de la digestion, pour finalement rejeter des déchets, en particulier par sa respiration sous la forme de CO₂. L'analogie avec la chaudière est quasi parfaite.

Eric PANTERA; 04/06/2018

EP19 Pourquoi cette comparaison : simplement pour montrer que l'épreuve d'effort associée à l'analyse des échanges respiratoires est le moyen le plus fiable pour déterminer la capacité à l'effort d'un sujet

Eric PANTERA; 04/06/2018

QUEL INTÉRÊT D'ÉVALUER LA CAPACITÉ À L'EFFORT D'UN SUJET ?



- Sujet sain : extrapolation possible sans mesure directe échange gazeux

$$VO_{2max} = 0,01141 \times PMA + 0,435 \quad (\text{formule de Hawley})$$

- Personne amputée vasculaire : mesure directe VO_2 → évaluation fonctionnelle et pronostique majeure

Diapositive 4

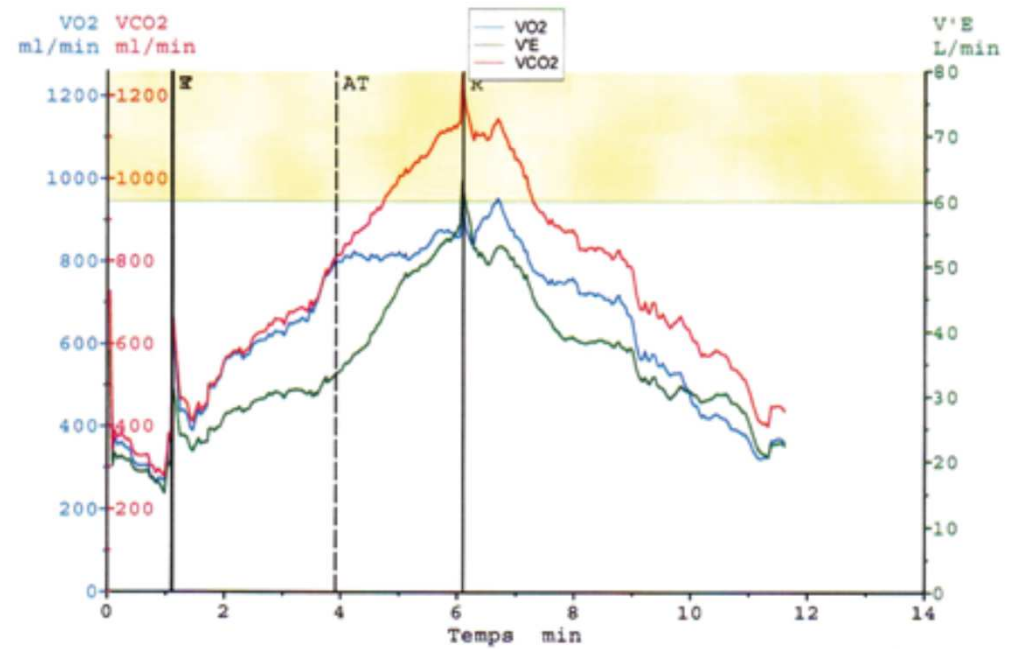
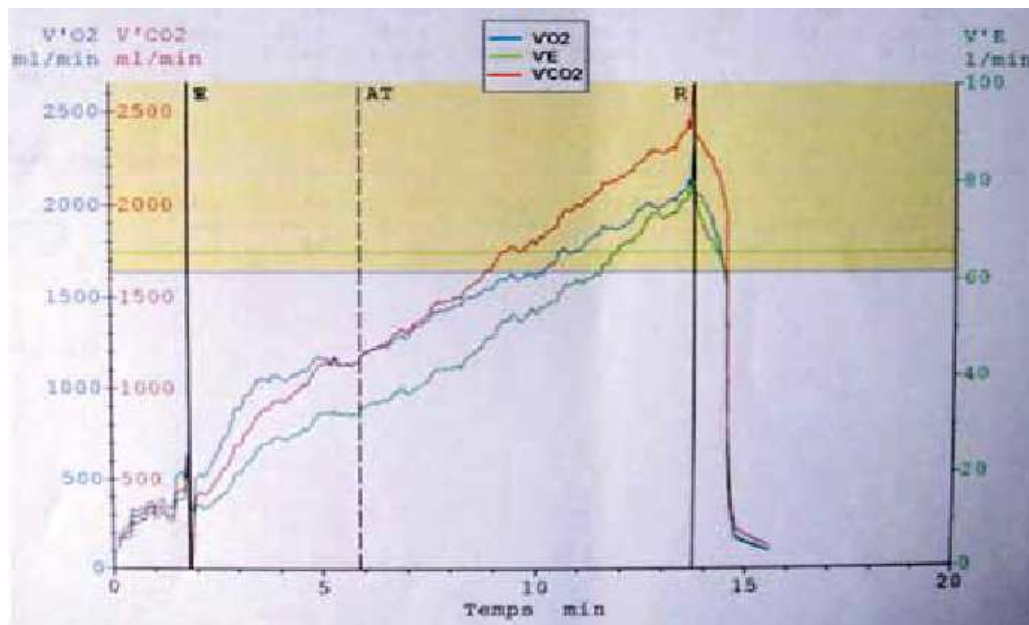
EP20 Capacité à l'effort = capacité de marche pour une personne amputée ou autre activité sportive intéressant a deux niveau d'une part pour évaluer et guider la prise en charge reeducative cardiorespiratoire et choisir au mieux le matériel adapté qui entrainera une moindre consommation énergétique

Eric PANTERA; 04/06/2018

EP21 Chez le patient insuffisant cardiaque, une évaluation précise de la tolérance à l'effort avec mesure de la VO2max va permettre une évaluation fonctionnelle et pronostique majeure et également de guider les thérapeutiques et d'en mesurer les effets.
Chez le patient sportif de haut niveau, cet examen permet de sélectionner les plus jeunes en fonction de leurs capacités d'endurance, d'explorer une symptomatologie inhabituelle, de calibrer et de mesurer les effets de l'entraînement des athlètes.

Eric PANTERA; 04/06/2018

LE PIC DE VO₂



- Sujet sain : pic de VO₂ entre 30 et 35 mL/kg/min.
- Personne amputée vasculaire : le plus souvent entre 10 et 20 mL/kg/min.
- Sportif d'endurance : pouvant atteindre 70 à 80 mL/kg/min.

Diapositive 5

EP22 La valeur maximale de la VO₂ recueillie lors d'une épreuve d'effort est un témoin de la capacité maximale d'un patient à l'effort. Le plus souvent on obtient un pic de VO₂ et non la "VO₂max"

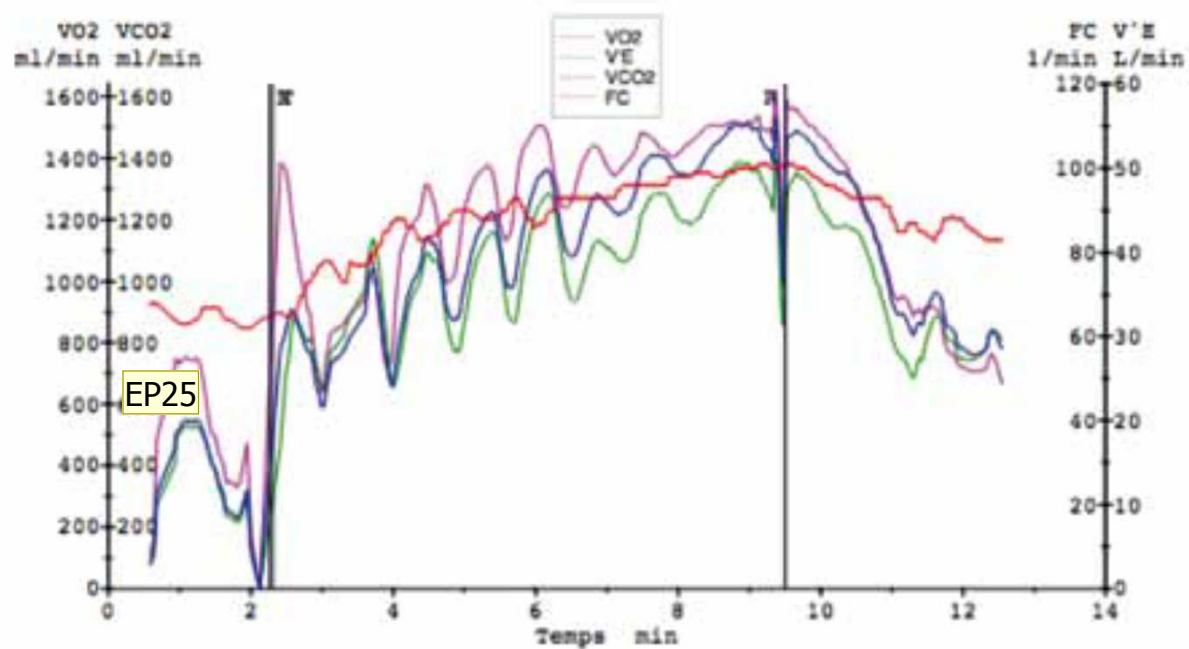
Eric PANTERA; 04/06/2018

EP23 Il existe de nombreux déterminants cardiaques et périphériques, et les facteurs limitants de l'augmentation de la VO₂ varient d'un patient à l'autre :

- chez un sportif ou chez un sujet sain, le facteur limitant de la VO₂max est l'augmentation du débit cardiaque ;
- chez un patient insuffisant cardiaque ou très déconditionné, les facteurs limitants seront d'une part l'augmentation du débit cardiaque à l'effort et, d'autre part, le déconditionnement périphérique.

Eric PANTERA; 04/06/2018

VALEUR PRONOSTIQUE MESURE VENTILATOIRE



EP24

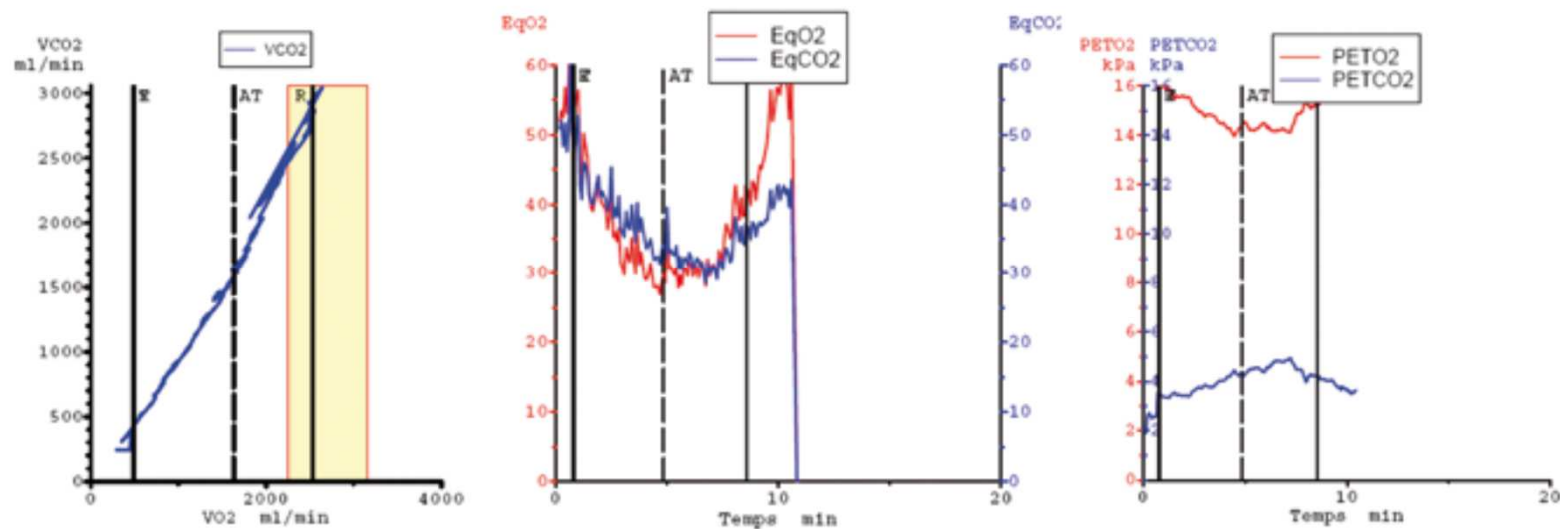
EP25

- Amélioration pic à 3 mois : patient dit répondeur à un programme de réadaptation
- Pente VE/VCO_2
- Puissance circulatoire

Diapositive 6

- EP24** L'évolution de la tolérance à l'effort jugée par l'évolution du pic de VO₂ a également une valeur pronostique : ainsi, l'amélioration au cours des mois du pic de VO₂ est associée à un bon pronostic. De même, l'évolution du pic de VO₂ peut être un marqueur de réponse à un traitement : les patients qui sont dits "répondeurs" à un programme de réadaptation c'est-à-dire qui améliorent significativement leur pic de VO₂ après un programme de reconconditionnement à l'effort – ont un meilleur pronostic comparé aux patients non répondeurs dont le pic de VO₂ est peu modifié
Eric PANTERA; 04/06/2018
- EP25** La pente d'augmentation de la ventilation (VE) sur le volume expiré de dioxyde de carbone (VCO₂) est un témoin de l'efficacité respiratoire au cours de l'effort, c'est-à-dire la capacité du patient à éliminer le CO₂ pour une ventilation donnée. Cette pente augmente chez le patient insuffisant cardiaque en raison notamment d'une augmentation de l'espace mort ventilatoire (liée en partie à la baisse du débit pulmonaire), à une anomalie des chémorécepteurs aortiques ou à l'existence d'un ergoréflexe musculaire exacerbé. Sa valeur normale est inférieure à 30 %. La relation qui lie la ventilation et la VCO₂ est une relation linéaire. Plusieurs études ont validé la valeur pronostique de la pente VE/VCO₂ dans l'insuffisance cardiaque, celle-ci étant le plus souvent retrouvée comme supérieure ou égale à celle du pic de VO₂, notamment chez les patients sous bêtabloquants [11]. Une valeur supérieure à 40 % est associée à un pronostic péjoratif. Ce paramètre a par ailleurs l'avantage de rester valide, même lors d'une épreuve sous maximale
Eric PANTERA; 04/06/2018
- EP26** La puissance cardiaque générée au cours de l'effort est définie comme le produit du débit cardiaque par la pression artérielle moyenne. Ceci confirme une notion ancienne attribuant à l'absence de montée tensionnelle une valeur péjorative chez les coronariens ; une absence de montée tensionnelle coexistant avec un pic de VO₂ peu abaissé doit faire suggérer une insuffisance cardiaque sévère, compensée partiellement par une bonne adaptation périphérique
Eric PANTERA; 04/06/2018

VALEUR PRONOSTIQUE MESURE VENTILATOIRE



- **Seuil ventilatoire 1 (SV1) :**

Capacité métabolisme aérobie, témoin du déconditionnement périphérique, relié à la qualité de vie des patients

- **Seuil ventilatoire 2 (SV2) :**

Seuil de désadaptation ventilatoire

Diapositive 7

EP27

Le franchissement du seuil ventilatoire (SV1) au cours de l'effort correspond théoriquement à l'incapacité de l'organisme à produire l'énergie nécessaire à la réalisation de l'effort par l'utilisation exclusive du métabolisme aérobie. Le complément d'énergie nécessaire à la réalisation de l'exercice est fourni en partie par la glycolyse anaérobie, pour une part croissante à mesure que l'effort augmente. Témoigne d'un déconditionnement périphérique important et donc d'une participation précoce du métabolisme anaérobie au cours de l'effort. Le SV1 est un indice très informatif sur la qualité de vie des patients. Il permet d'évaluer les efforts réalisables sans dyspnée, fatigue ou douleur musculaire excessive et ainsi de fixer des niveaux d'entraînement

Eric PANTERA; 04/06/2018

EP28

Ce 2e seuil ventilatoire – appelé aussi seuil de désadaptation ventilatoire dans la mesure où la ventilation n'est plus dépendante de la capnie mais de l'acidose métabolique – nécessite de réaliser un effort maximal ; il est surtout utile chez les patients sportif pour calibrer l'intensité de leur entraînement.

Eric PANTERA; 04/06/2018

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE LIÉ AU MATÉRIEL

- Classification pieds en fonction de la restitution d'énergie (Classe I, II, III...)
- Quelle consommation énergétique en fonction du matériel ?
- Littérature pauvre.....



CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE LIÉ AU MATÉRIEL : LITTÉRATURE



- *Energy expenditure in people with transtibial amputation walking with crossover and energy storing prosthetic feet: A randomized within-subject study.*

McDonald CL, Kramer PA, Morgan SJ, Halsne EG, Cheever SM, Hafner BJ

Gait Posture. 2018 May;62:349-354.



Ossur Cheetah Xplore



Ossur Variflex

Diapositive 9

- EP29** échantillon de 27 patients amputés tibiaux traumatiques avec deux prothèses une avec variflex et une avec lame Cheetah Xplore, mesure consommation énergétique avec cosmed K4 sur tapis roulant à vitesse lente confortable et rapide choisies avec chaque prothèses.
Eric PANTERA; 06/06/2018
- EP30** Résultat : en moyenne consommation oxygène inférieure avec lame mais non statistiquement significatifs, test de marche de 6 min significatif sur PM avec lame
Eric PANTERA; 06/06/2018
- EP31** Limitation : sur tapis roulant différent de la situation écologique et différence marche personne amputé personne valide avec plus d'arrêt donc consommation différente
Eric PANTERA; 06/06/2018

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE LIÉ AU MATÉRIEL : LITTÉRATURE



- *Bioenergetic comparison of a new energystoring foot and SACH foot in patients with traumatic below-knee vascular amputations.*

Casillas J-M, Dulieu V, Cohen M, Marcer I, Didier J-P.

Arch Phys Med Rehabil 1995;76:39-44.

Table 1: Characteristics of 12 Men With Traumatic Amputation and 12 Patients With Vascular Amputation (10 men, 2 women)

	\bar{x} Age (yrs)	\bar{x} Weight (kg)	\bar{x} Height (cm)	Time Postamputation
Traumatic	50.0 ± 13.9	75.5 ± 8.4	171.0 ± 4.7	30.1 ± 14yrs
Vascular	73 ± 7	74.0 ± 11.3	172.2 ± 7.6	11.0 ± 4.2mos

Diapositive 10

EP32

Dans cette étude, les performances métaboliques d'un nouveau pied énergétique (Proteor) et du coussin solide-cheville le talon (SACH) sont comparés. Douze patients présentant des amputations traumatiques au-dessous du genou (âge moyen: 50,0 + \pm 19,9 ans) et 12 patients ayant subi une amputation vasculaire sous le genou (âge moyen: 73 \pm 7 ans) ont été étudiés. Oxygène l'absorption (VO₂) a été mesurée chez tous les sujets sur une passerelle à une vitesse auto-sélectionnée; seulement les sujets avec amputation traumatique ont été testés sur un tapis roulant de niveau (vitesse progressive: 2,4-4 et 6 km / h), puis dans deux Essais randomisés: inclinaison (+ 5%) et recul du tapis roulant à 4 km / h. Les explorations vasculaires ont été faites chez les patients vasculaires: mesures de pression distale, pléthysmographie par impulsions, tension d'oxygène transcutanée. La marche libre a été améliorée chez les sujets présentant une amputation traumatique en utilisant le pied de stockage d'énergie (+ 6%), avec un meilleur rendement bioénergétique (0,24 \pm 0,04 mL / kg.m contre 0,22 \pm 0,04 mL / kg-m). Cependant, chez les sujets avec vasculaire amputation, ce pied n'a pas produit une vitesse libre accrue ni un coût énergétique amélioré. Pendant le niveau test sur tapis roulant, les sujets traumatisés amputés ont montré une diminution de la dépense énergétique avec la nouvelle prothèse pied, plus significatif à une vitesse suffisante (4 km / h): 17,00 \pm 3,42 contre 14,67 \pm 2,05 ml / kg / min (p <0,05). Le même effet est montré pendant l'inclinaison (19.31 \pm 2.80 contre 16.79 \pm 2.32 mL / kg / min - p <.02) et diminue les tests de marche (14,13 \pm 3,64 vs 11,81 \pm 1,54 ml / kg / min p <0,02). Il n'y a pas de différence significative dans les effets cardiocirculatoires entre les deux types de pied prothétique. Malgré une vitesse plus faible, les sujets présentant une amputation vasculaire 70% de la fréquence cardiaque maximale, le facteur cardiocirculatoire étant la principale cause de restriction de la marche. Le pied à accumulation d'énergie doit être réservé aux marcheurs actifs et rapides, alors que le pied SACH semble plus adapté aux patients âgés avec une amputation avec une marche lente.

Eric PANTERA; 06/06/2018

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE LIÉ AU MATÉRIEL : LITTÉRATURE



Table 2: $\dot{V}O_2$ Values Collected From 12 Patients With Below-Knee Traumatic Amputation During Free Walking, Level Treadmill Walking at Different Speeds (Phase A) and Inclined Treadmill Walking (Phase B, C)

	SACH Foot	Energy-Storing Foot	
$\dot{V}O_2$ at rest	5.34 ± 1.11	4.92 ± 0.73	NS
Free walking (n = 12) Phase A			
Velocity (m/min)	75.11 ± 7.85	79.91 ± 9.35	<0.01
$\dot{V}O_2$ (mL/kg/min)	18.54 ± 2.82	17.87 ± 3.62	NS
$\dot{V}O_2$ (mL/kg/m)	0.24 ± 0.04	0.22 ± 0.04	<i>p</i> = .05
2.4km/h			
Level treadmill n = 12	12.80 ± 2.20	11.46 ± 1.59	0.02 < 0.05
4km/h			
Level treadmill n = 2	17.00 ± 3.42	14.67 ± 2.05	<0.05
6km/h			
Level treadmill n = 6	24.71 ± 2.18	22.11 ± 3.29	
Treadmill test $\dot{V}O_2$ (mL/kg/min)			
Phase B			
Incline treadmill 5% 4km/h—n = 12	19.31 ± 2.80	16.79 ± 2.32	<0.02
Phase C			
Decline treadmill 5%	14.13 ± 3.64	11.81 ± 1.54	<0.02
Decline treadmill 5% 4km/h—n = 12	14.28 ± 3.19	12.07 ± 1.94	<.002
Incline treadmill 5%	19.27 ± 3.18	16.36 ± 2.37	<0.01

Diapositive 11

EP32

Dans cette étude, les performances métaboliques d'un nouveau pied énergétique (Proteor) et du coussin solide-cheville le talon (SACH) sont comparés. Douze patients présentant des amputations traumatiques au-dessous du genou (âge moyen: 50,0 + \pm 19,9 ans) et 12 patients ayant subi une amputation vasculaire sous le genou (âge moyen: 73 \pm 7 ans) ont été étudiés. Oxygène l'absorption (VO₂) a été mesurée chez tous les sujets sur une passerelle à une vitesse auto-sélectionnée; seulement les sujets avec amputation traumatique ont été testés sur un tapis roulant de niveau (vitesse progressive: 2,4-4 et 6 km / h), puis dans deux Essais randomisés: inclinaison (+ 5%) et recul du tapis roulant à 4 km / h. Les explorations vasculaires ont été faites chez les patients vasculaires: mesures de pression distale, pléthysmographie par impulsions, tension d'oxygène transcutanée. La marche libre a été améliorée chez les sujets présentant une amputation traumatique en utilisant le pied de stockage d'énergie (+ 6%), avec un meilleur rendement bioénergétique (0,24 \pm 0,04 mL / kg.m contre 0,22 \pm 0,04 mL / kg-m). Cependant, chez les sujets avec vasculaire amputation, ce pied n'a pas produit une vitesse libre accrue ni un coût énergétique amélioré. Pendant le niveau test sur tapis roulant, les sujets traumatisés amputés ont montré une diminution de la dépense énergétique avec la nouvelle prothèse pied, plus significatif à une vitesse suffisante (4 km / h): 17,00 \pm 3,42 contre 14,67 \pm 2,05 ml / kg / min (p <0,05). Le même effet est montré pendant l'inclinaison (19.31 \pm 2.80 contre 16.79 \pm 2.32 mL / kg / min - p <.02) et diminue les tests de marche (14,13 \pm 3,64 vs 11,81 \pm 1,54 ml / kg / min p <0,02). Il n'y a pas de différence significative dans les effets cardiocirculatoires entre les deux types de pied prothétique. Malgré une vitesse plus faible, les sujets présentant une amputation vasculaire 70% de la fréquence cardiaque maximale, le facteur cardiocirculatoire étant la principale cause de restriction de la marche. Le pied à accumulation d'énergie doit être réservé aux marcheurs actifs et rapides, alors que le pied SACH semble plus adapté aux patients âgés avec une amputation avec une marche lente.

Eric PANTERA; 06/06/2018

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE LIÉ AU MATÉRIEL : LITTÉRATURE

Table 4: Results of Vascular Explorations in 12 Patients With Below-knee Vascular Amputation. Classification in Increasing Order of Severity According to Ankle Systolic Pressure Index. Included: TcPO₂ Values on the Forefoot and the Stump Antero-external Face, Pulse Plethysmography on the Second Toe; Reactivity to Ischemia (RHT With Amplitude Magnification); Presence (if any) of Veno-Arteriolar Reflex

	Patients	Foot TcPO ₂ (mm Hg)	VAR	Pulse Plethysmography	RHT	Stump TcPO ₂ (mm Hg)
Ankle pressure index > 0.95	Va	70	+	+	+(1.2)	30
	Ta	50	+	+	+(1.5)	50
	Si	64	+	+	+(1.3)	60
	Mean	61 ± 10				46 ± 15
0.95 > Index > 0.70	Pe	53	-	+	-	43
	Pr	51	-	+	-	48
	La	65	+	+	-	52
	Sc	58	-	+	-	68
	La	48	-	+	+(2.7)	37
	Mean	55 ± 6 (48-65)	4-/1+	5+/0-	4-/1+	50 ± 11 (37-68)
0.70 > Index > 0.55	Mi	58	+	+	-	50
0.55 > Index > 0.40	Bo	65	+	+	-	43
	Ro	52	+	+	+(1.8)	50
	Tr	64	+	+	+(1.3)	40
	Mean	60 ± 7				44 ± 5

+ = Present.

- = Absent.

Abbreviations: TcPO₂, transcutaneous oxygen tension; VAR, Veno Arteriolar Reflex; RHT, Reactive Hyperemia Test.

Diapositive 12

EP32

Dans cette étude, les performances métaboliques d'un nouveau pied énergétique (Proteor) et du coussin solide-cheville le talon (SACH) sont comparés. Douze patients présentant des amputations traumatiques au-dessous du genou (âge moyen: 50,0 + \pm 19,9 ans) et 12 patients ayant subi une amputation vasculaire sous le genou (âge moyen: 73 \pm 7 ans) ont été étudiés. Oxygène l'absorption (VO₂) a été mesurée chez tous les sujets sur une passerelle à une vitesse auto-sélectionnée; seulement les sujets avec amputation traumatique ont été testés sur un tapis roulant de niveau (vitesse progressive: 2,4-4 et 6 km / h), puis dans deux Essais randomisés: inclinaison (+ 5%) et recul du tapis roulant à 4 km / h. Les explorations vasculaires ont été faites chez les patients vasculaires: mesures de pression distale, pléthysmographie par impulsions, tension d'oxygène transcutanée. La marche libre a été améliorée chez les sujets présentant une amputation traumatique en utilisant le pied de stockage d'énergie (+ 6%), avec un meilleur rendement bioénergétique (0,24 \pm 0,04 mL / kg.m contre 0,22 \pm 0,04 mL / kg-m). Cependant, chez les sujets avec vasculaire amputation, ce pied n'a pas produit une vitesse libre accrue ni un coût énergétique amélioré. Pendant le niveau test sur tapis roulant, les sujets traumatisés amputés ont montré une diminution de la dépense énergétique avec la nouvelle prothèse pied, plus significatif à une vitesse suffisante (4 km / h): 17,00 \pm 3,42 contre 14,67 \pm 2,05 ml / kg / min (p <0,05). Le même l'effet est montré pendant l'inclinaison (19.31 \pm 2.80 contre 16.79 \pm 2.32 mL / kg / min - p <.02) et diminue les tests de marche (14,13 \pm 3,64 vs 11,81 \pm 1,54 ml / kg / min p <0,02). Il n'y a pas de différence significative dans les effets cardiocirculatoires entre les deux types de pied prothétique. Malgré une vitesse plus faible, les sujets présentant une amputation vasculaire 70% de la fréquence cardiaque maximale, le facteur cardiocirculatoire étant la principale cause de restriction de la marche. Le pied à accumulation d'énergie doit être réservé aux marcheurs actifs et rapides, alors que le pied SACH semble plus adapté aux patients âgés avec une amputation avec une marche lente.

Eric PANTERA; 06/06/2018

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE LIÉ AU MATÉRIEL : LITTÉRATURE



- **Gait analysis and energy consumption of below-knee amputees wearing three different prosthetic feet**

Gwo-Feng Huang, You-Li Chou *, Fong-Chin Su

Gait Posture. 2000 162-168

Table 1
Subject demographics for the vascular group ($n = 8$), the traumatic group ($n = 8$) and both groups combined ($n = 16$)^a

	Both groups ($n = 16$)	Vascular group ($n = 8$)	Traumatic group ($n = 8$)
Age (years)	46.25 ± 7.13	62.75 ± 5.49	29.75 ± 5.86
Time from amputation (years)	9.13 ± 4.84	8.87 ± 5.12	7.38 ± 4.56
Residual limb length (cm)	12.92 ± 1.59	12.33 ± 1.87	13.50 ± 1.31
Percentage of body height (%)	8.41 ± 0.76	8.62 ± 0.84	8.56 ± 0.68

^a Mean \pm S.D.

Diapositive 13

EP33

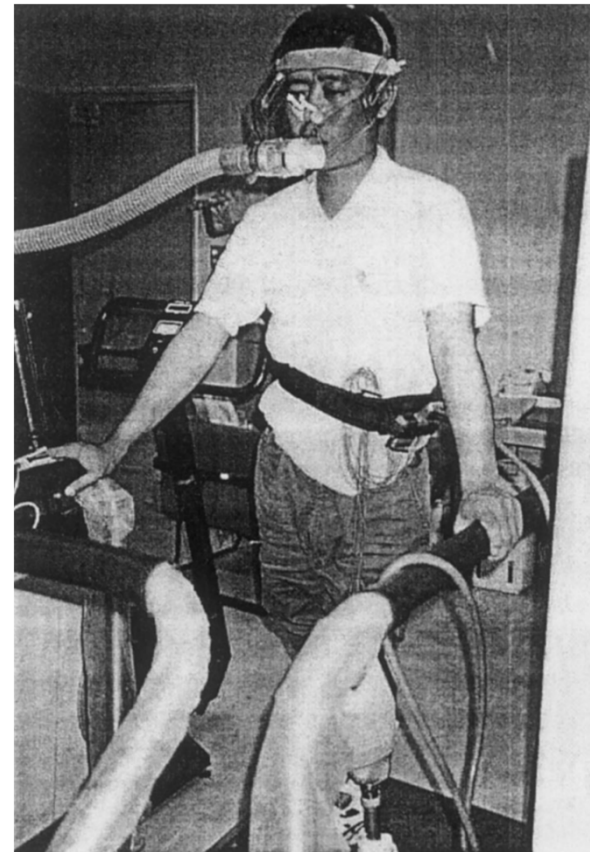
Cette étude mesure scientifiquement les caractéristiques dynamiques de la démarche et la consommation d'énergie de 16 amputés masculins sous le genou, huit vasculaire et huit traumatique, tout en portant le talon de coussin cheville solide (SACH), les pieds prothétiques monoaxiaux et multiaxiaux via une analyse de mouvement à six caméras, un chariot de mesure métabolique et un tapis roulant robuste. Les résultats subjectifs sont en outre déterminés par questionnaire après essai. L'analyse de mouvement a montré des différences statistiquement significatives à $P < 0.05$ entre le SACH, pied à axe unique et axe multiple dans la vitesse, la cadence, la longueur de la foulée et la position du membre unique. Les différences significatives étaient trouvées dans la consommation d'énergie entre les groupes traumatiques et vasculaires, et des changements significatifs dans la marche sous différentes vitesses et différentes inclinaisons. Les résultats fournissent des informations quantitatives et qualitatives sur la performance dynamique du pied, ce qui peut être utile pour prescrire le pied prothétique optimal pour les amputés individuels.

Eric PANTERA; 06/06/2018

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE LIÉ AU MATÉRIEL : LITTÉRATURE



AQM



Mesure VO2

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE LIÉ AU MATÉRIEL : LITTÉRATURE

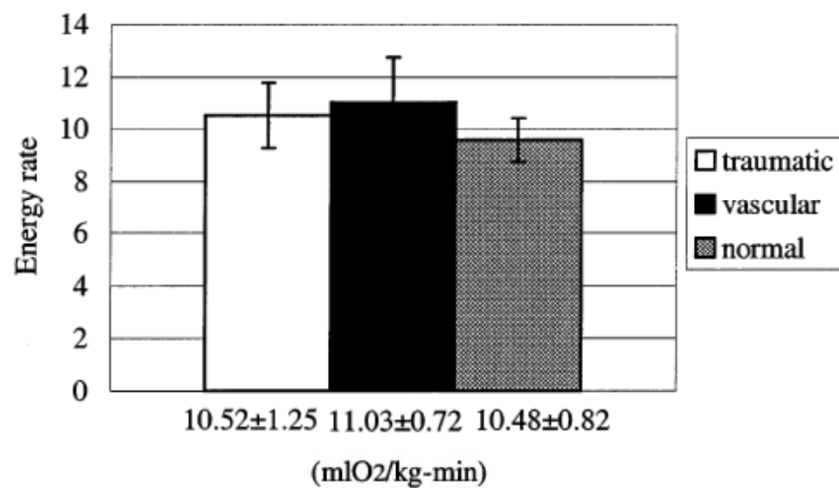


Fig. 7. The average of energy consumption rate of three different groups collected during 2 min of resting.

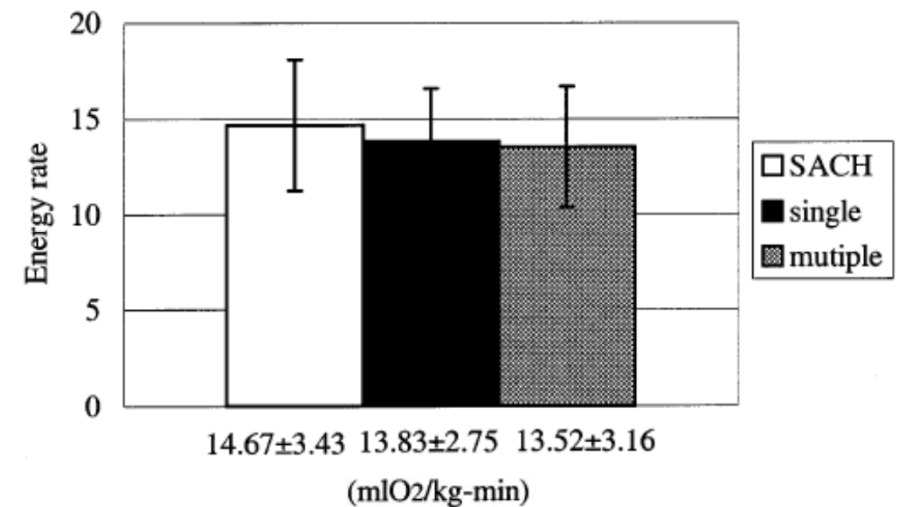


Fig. 8. The average of energy consumption rate between three types of prosthetic feet collected during 2 min of walking.

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE LIÉE AU MATÉRIEL : PRE-TEST CMPR PIONSAT



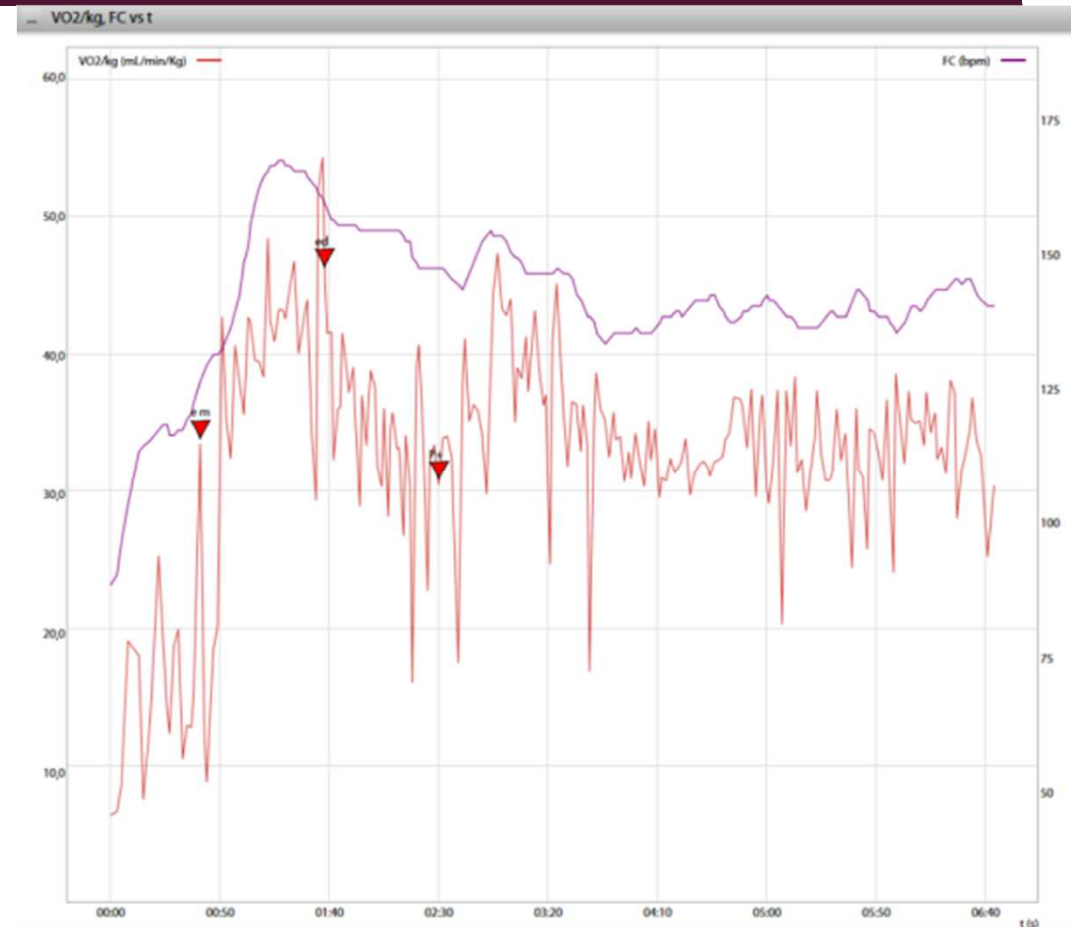
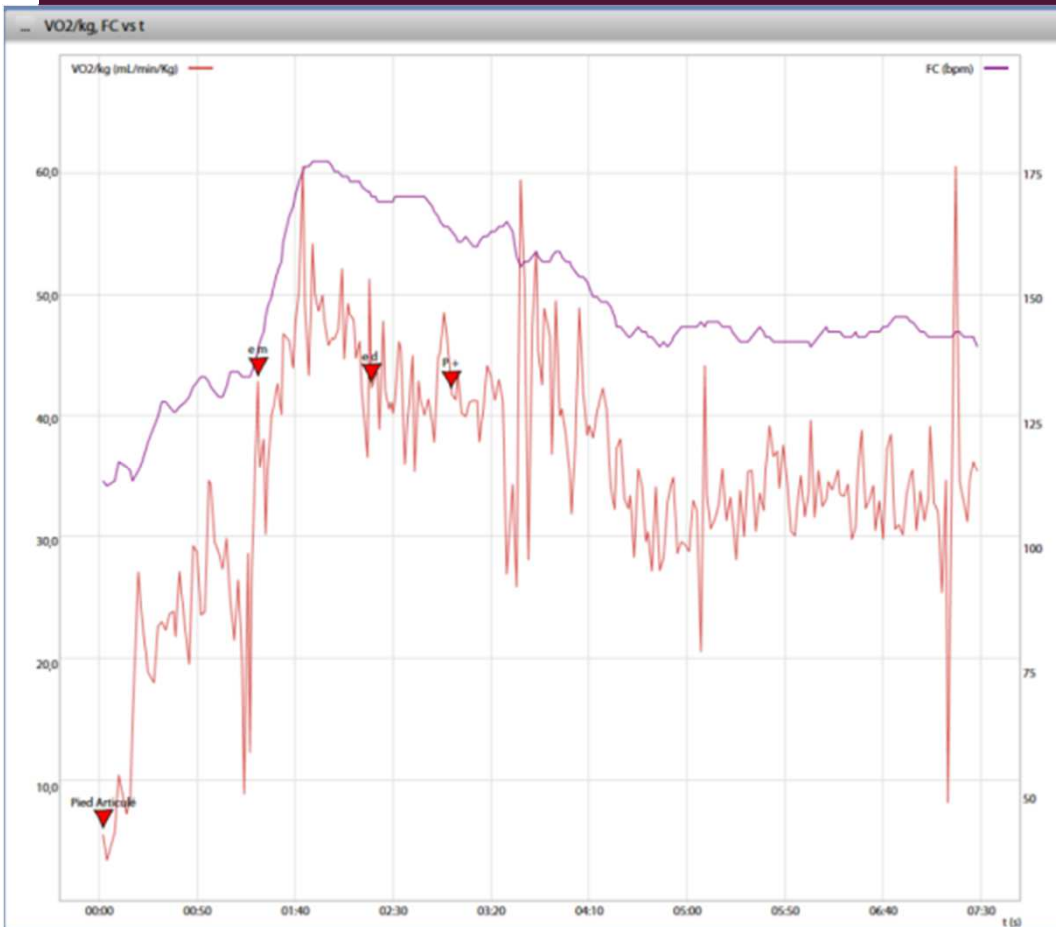
Pied Articulé PROTEOR



Pied ProFlex XC OSSUR



COMPARAISON MESURE VO2 PIED ARTICULÉ ET PIED CLASSE III



COMPARAISON MESURE VO2 PIED ARTICULÉ ET PIED CLASSE III

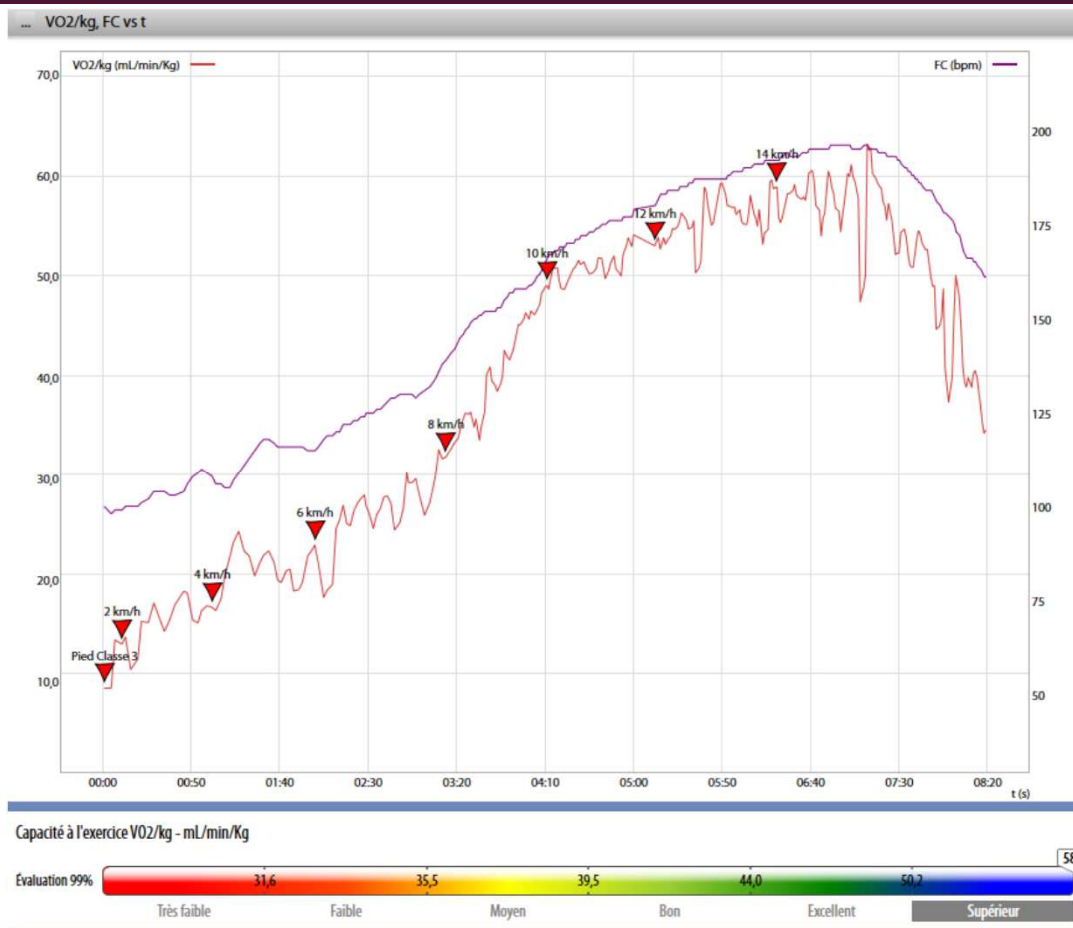


VO2	35,5397 ml//min/kg
METS	10,16
FC	150,4
VE/VCO2	33,8726
FR	34,763



VO2	32,9626 ml//min/kg
METS	9,419
FC	143,2
VE/VCO2	31,3611
FR	34,42

VO2 MAX PIED CLASSE III



CONCLUSION

- VO₂ max:

valeur prédictive réadaptation cardiaque et appareillage ?

- VO₂ en situation écologique:

consommation énergétique lié au matériel ?

