



# FORUM EUROPÉEN, CŒUR, EXERCICE & PRÉVENTION



## Les signes de déconditionnement à l'EE +VO2

Jean Yves Tabet  
Institut cœur effort santé  
Institut Jacques Cartier Massy

[www.forumeuropeen.com](http://www.forumeuropeen.com)

---

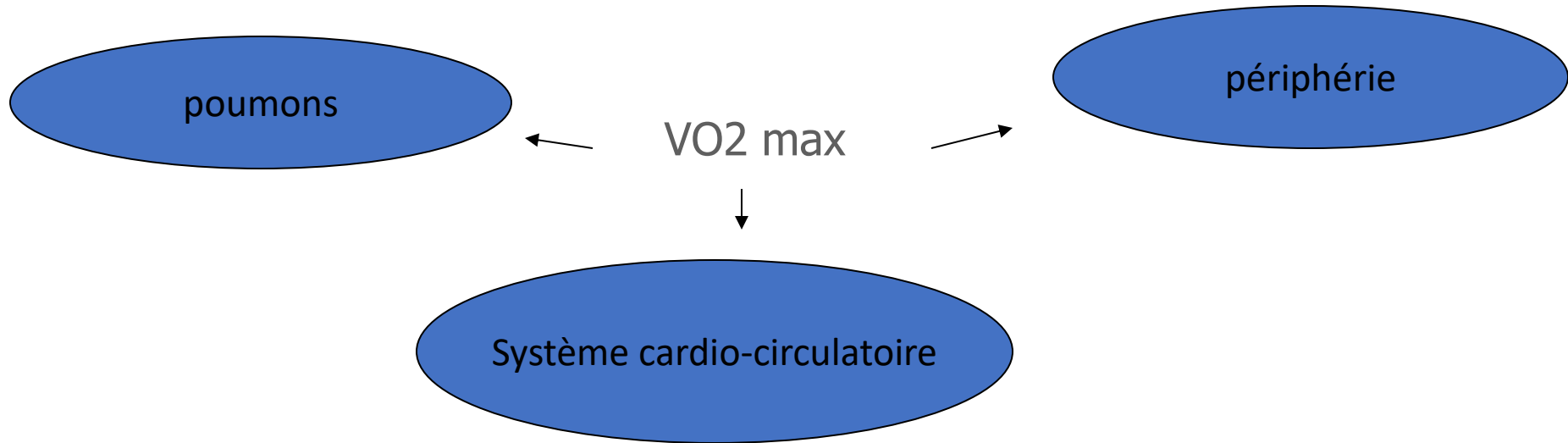
Pas de conflit d'intérêt

## définition

---

Le déconditionnement est l'ensemble des conséquences physiques, mentales et sociales liées à l'inactivité, à une période de sédentarité ou à la sous-stimulation intellectuelle et sociale.

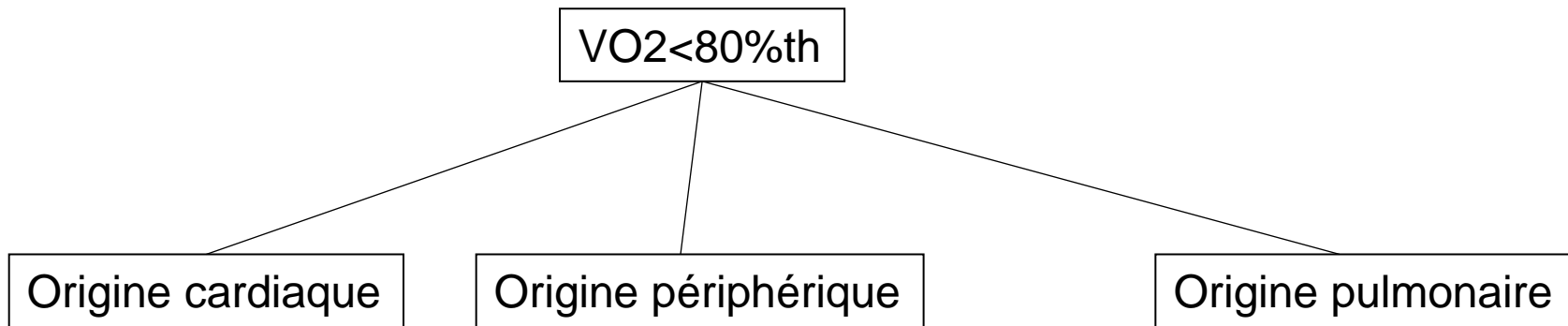
Bien que ces effets soient généralement réversibles le déconditionnement a un impact négatif sur l'autonomie



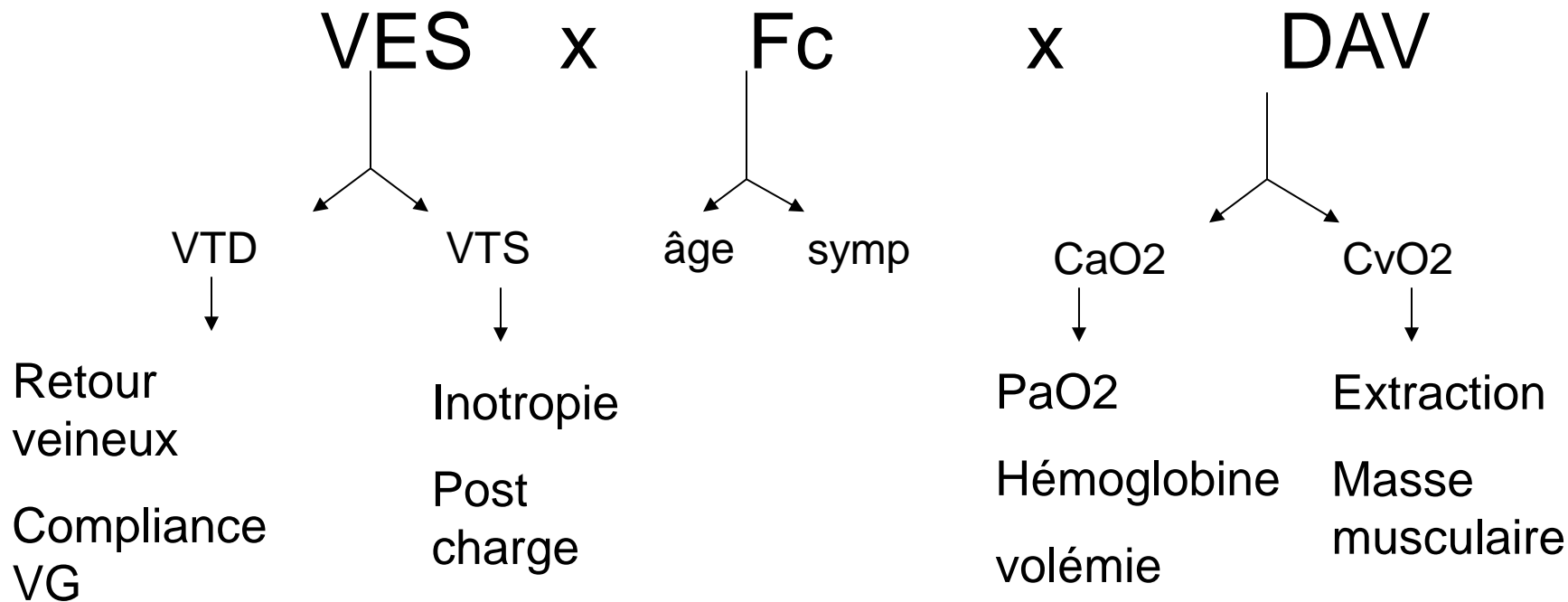
Sujet sain : système cardio-circulatoire

Sujet insuffisant cardiaque : système cardio-circulatoire + périphérie

Sujet insuffisant respiratoire : poumons

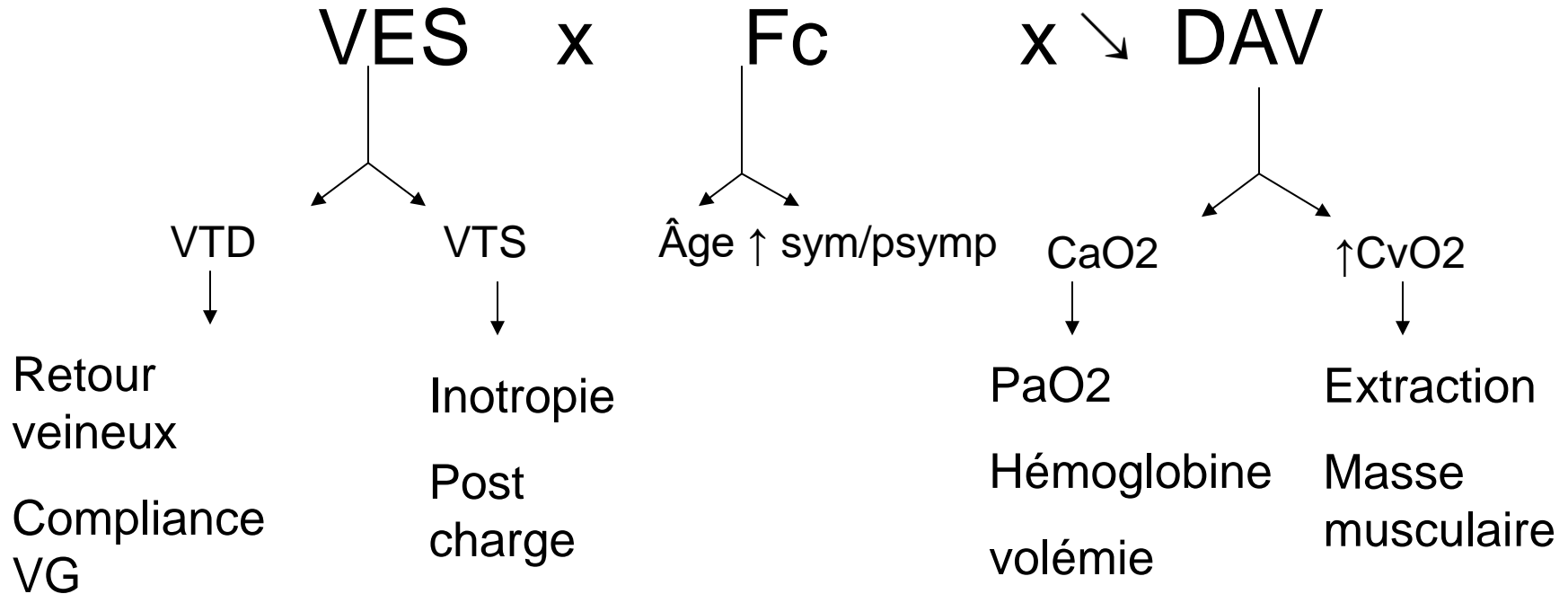


# VO2 max



# déconditionnement

↘ VO2 max



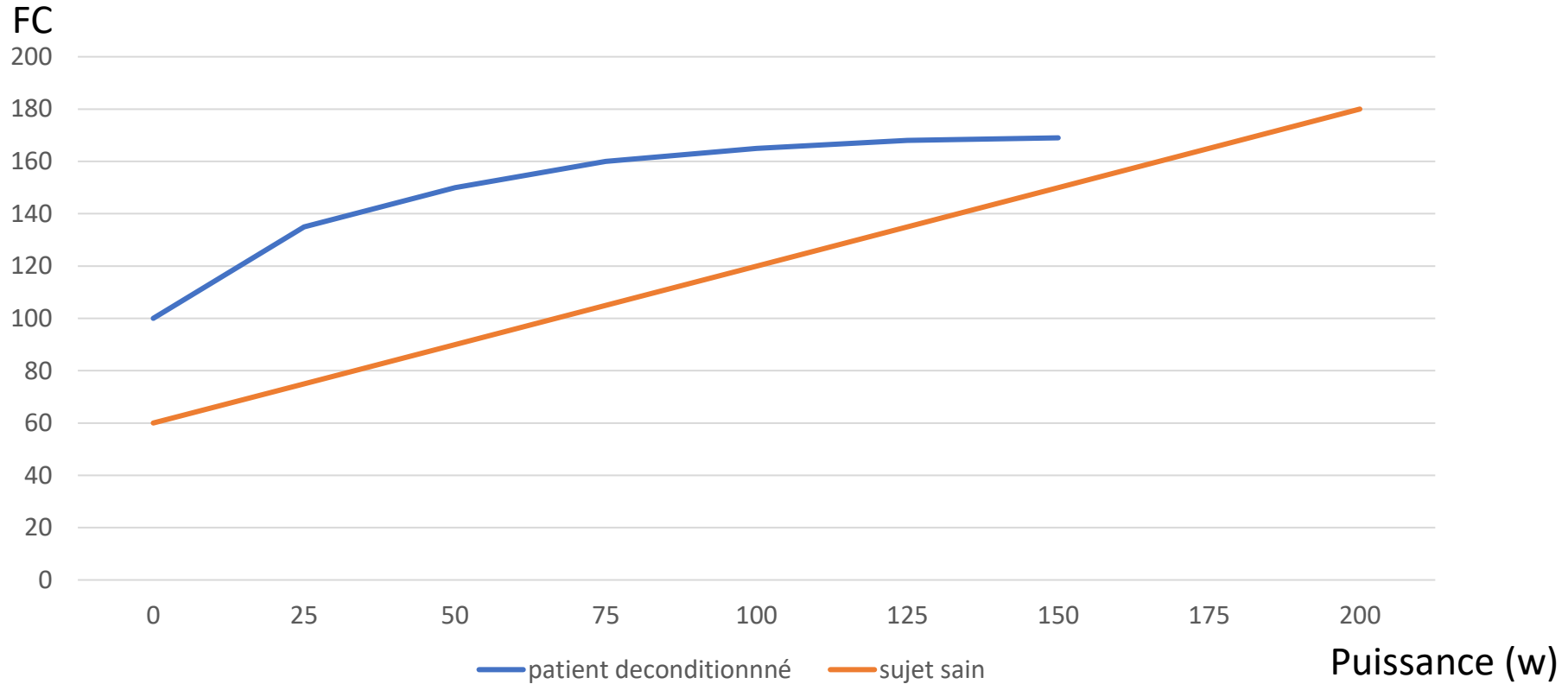
# Argument clinique?

---

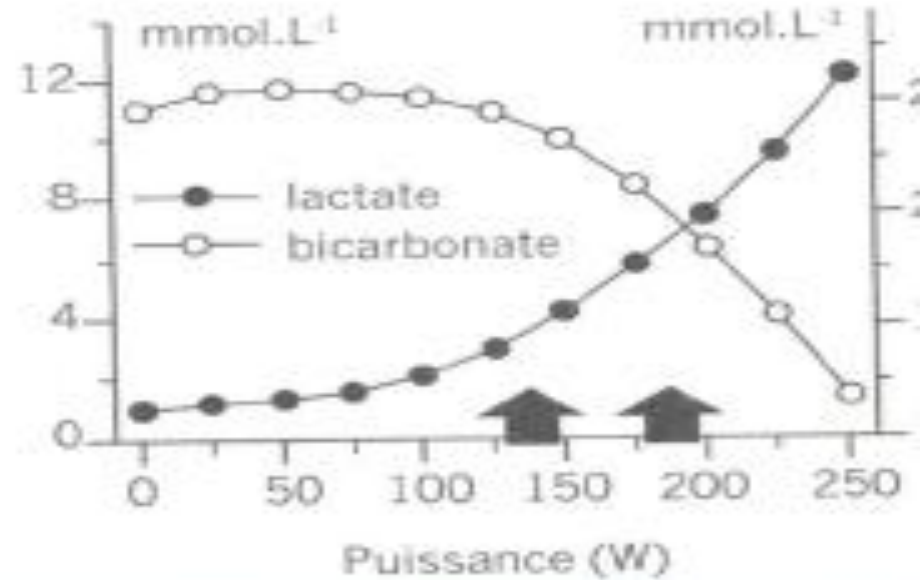
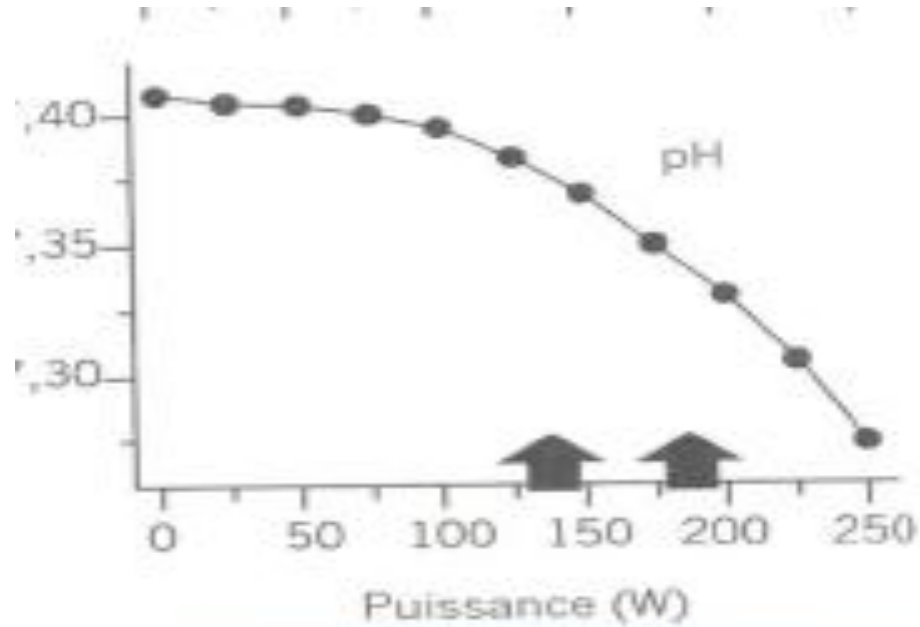
Motif de l'arrêt de l'effort

Épuisement musculaire > dyspnée

# Evolution de la fréquence cardiaque



# Le seuil ventilatoire



## Le SV est il corrélé à la périphérie ?

---

18 patients IC FEVG 26% 9 réadaptés pdt 6 mois et 9 contrôles

Biopsies musculaires périphériques mesures hémodynamiques et CPX avant et après réadaptation

↑ 41% cytochrome C oxydase mitochondriale et 92% densité mitochondriale

↑ 8% des fibres musculaires oxydatives (type I)

↓ tx de lactate veine fémoral a chaque palier était

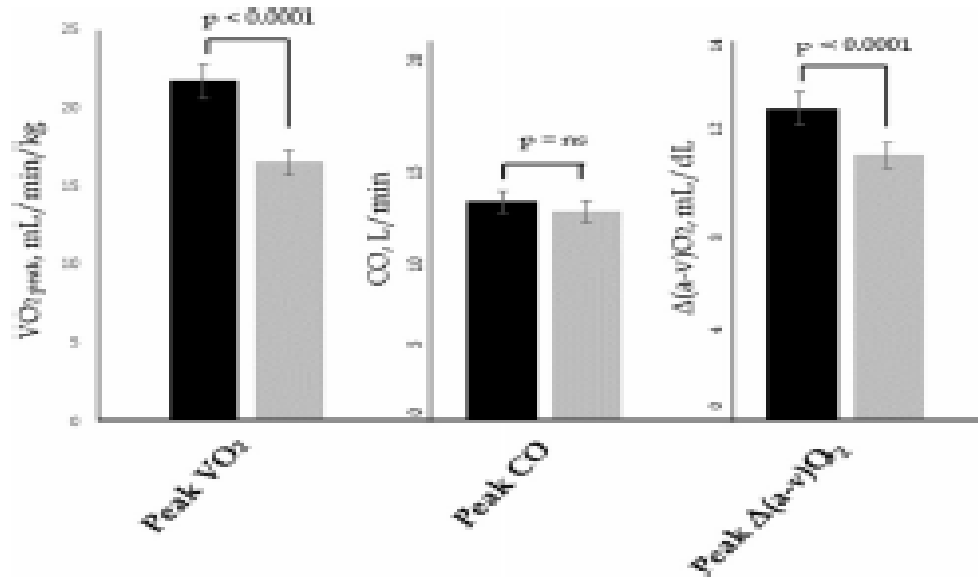
- corrélé a la correction de ces anomalies structurelles

- non corrélé a l'augmentation du flux fémoral

- Corrélié a ↑ PVO2 p 001 r =0.62 et SV (p 001 r =0.57)

Hambrecht R J Am Coll Cardiol 1997

88 pts DNID sans notion d'IC  
CPX + echo d'effort  
PVO2 < 80th chez 48 pts (55%)



Nesti et al cardiovasc diabetol 2021

**Table 2** Results of cardiopulmonary exercise test and exercise echocardiography

	All patients (n = 88)	Effort Intolerance		p value
		Yes (n = 48)	No (n = 40)	
<i>Cardiopulmonary exercise test</i>				
Workload (W)	118 ± 30	113 ± 25	126 ± 34	0.0460
Time of effort (min)	11.4 ± 2.0	10.8 ± 1.8	12.0 ± 2.0	0.0050
HR rest (bpm)	79.9 ± 13.6	80.5 ± 12.9	79.3 ± 14.6	ns
HR peak (bpm)	132.9 ± 18.6	129.2 ± 19.0	137.4 ± 17.2	0.0361
HR peak (%max)	86.1 ± 12.0	82.6 ± 12.4	90.2 ± 10.2	0.0023
HR reserve (bpm)	74.7 ± 15.7	76.1 ± 14.6	73.0 ± 16.9	ns
Chronotr. Incomp. (n, %)	46 (53%)	34 (71%)	12 (30%)	0.0001
MBP rest (mmHg)	102.9 ± 10.3	103.3 ± 10.9	102.5 ± 9.6	ns
MBP peak (mmHg)	146.5 ± 16.3	146.9 ± 18.2	146.1 ± 14.0	ns
RER peak	1.08 ± 0.06	1.09 ± 0.07	1.07 ± 0.06	ns
VO <sub>2</sub> /work slope	10.5 ± 1.5	9.9 ± 1.2	11.2 ± 1.4	< 0.0001
VO <sub>2</sub> rest (mL/min/kg)	4.1 ± 9.1	3.7 ± 1.2	4.6 ± 1.3	0.0015
VO <sub>2</sub> AT (mL/min/kg)	16.2 ± 4.9	13.7 ± 2.7	19.5 ± 5.2	< 0.0001
VO <sub>2</sub> AT (%peakVO <sub>2</sub> )	84.5 ± 11.9	81.5 ± 13.7	88.8 ± 7.7	0.0115
VO <sub>2</sub> peak (mL/min/kg)	18.8 ± 5.1	16.45 ± 3.19	21.69 ± 5.39	< 0.0001
VO <sub>2</sub> peak (%VO <sub>2max</sub> )	79.0 ± 17.0	66.7 ± 8.8	93.6 ± 11.9	< 0.0001
VE/VCO <sub>2</sub> slope	27.5 ± 3.8	27.2 ± 4.1	27.8 ± 3.3	ns
VD/VT (%)	15.6 ± 4.1	16.0 ± 3.9	15.2 ± 4.4	ns
O <sub>2</sub> pulse peak (mL/bpm)	11.7 ± 2.8	11.3 ± 2.5	12.3 ± 3.0	ns
O <sub>2</sub> pulse peak (%max)	94.2 ± 18.0	84.3 ± 14.0	106.0 ± 15.0	< 0.0001
AV O <sub>2</sub> diff rest (mL/dL)	6.5 ± 2.3	6.1 ± 2.4	6.9 ± 2.3	ns
AV O <sub>2</sub> diff peak (mL/dL)	11.9 ± 3.2	11.3 ± 3.1	12.7 ± 3.3	0.0399

Diabetes and Cardiovascular Disease

**Table 2** Results of cardiopulmonary exercise test and exercise echocardiography

	All patients (n = 88)	Effort intolerance Yes (n = 48)	No (n = 40)	p value
<i>Cardiopulmonary exercise test</i>				
Workload (W)	118 ± 30	113 ± 25	126 ± 34	0.0460
Time of effort (min)	11.4 ± 2.0	10.8 ± 1.8	12.0 ± 2.0	0.0050
HR rest (bpm)	79.9 ± 13.6	80.5 ± 12.9	79.3 ± 14.6	ns
HR peak (bpm)	132.9 ± 18.6	129.2 ± 19.0	137.4 ± 17.2	0.0361
HR peak (%max)	86.1 ± 12.0	82.6 ± 12.4	90.2 ± 10.2	0.0023
HR reserve (bpm)	74.7 ± 15.7	76.1 ± 14.6	73.0 ± 16.9	ns
Chronotr. Incomp. (n, %)	46 (53%)	34 (71%)	12 (30%)	0.0001
MBP rest (mmHg)	102.9 ± 10.3	103.3 ± 10.9	102.5 ± 9.6	ns
MBP peak (mmHg)	146.5 ± 16.3	146.9 ± 18.2	146.1 ± 14.0	ns
VO <sub>2</sub> AT (mL/min/kg)	16.2 ± 4.9	13.7 ± 2.7	19.5 ± 5.2	< 0.0001
VO <sub>2</sub> AT (%peakVO <sub>2</sub> )	84.5 ± 11.9	81.5 ± 13.7	88.8 ± 7.7	0.0115
VO <sub>2</sub> peak (mL/min/kg)	18.8 ± 5.1	16.45 ± 3.19	21.69 ± 5.39	< 0.0001
VO <sub>2</sub> AT (%peakVO <sub>2</sub> )	89.2 ± 11.9	81.2 ± 13.7	88.8 ± 7.7	0.0115
VO <sub>2</sub> peak (mL/min/kg)	18.8 ± 5.1	16.45 ± 3.19	21.69 ± 5.39	< 0.0001
VO <sub>2</sub> peak (%VO <sub>2max</sub> )	79.0 ± 17.0	66.7 ± 8.8	93.6 ± 11.9	< 0.0001
VE/VCO <sub>2</sub> slope	27.5 ± 3.8	27.2 ± 4.1	27.8 ± 3.3	ns
VD/VT (%)	15.6 ± 4.1	16.0 ± 3.9	15.2 ± 4.4	ns
O <sub>2</sub> pulse peak (mL/bpm)	11.7 ± 2.8	11.3 ± 2.5	12.3 ± 3.0	ns
O <sub>2</sub> pulse peak (%max)	94.2 ± 18.0	84.3 ± 14.0	106.0 ± 15.0	< 0.0001
AV O <sub>2</sub> diff rest (mL/dL)	6.5 ± 2.3	6.1 ± 2.4	6.9 ± 2.3	ns
AV O <sub>2</sub> diff peak (mL/dL)	11.9 ± 3.2	11.3 ± 3.1	12.7 ± 3.3	0.0399

## Production de lactate et SV1

---

SV1 précoce = production précoce de lactates

Déconditionnement SV1/VO2 th 0.4 à 0.5

Étude observationnelles....

## Problème de seuils..... Problème de définition

---

Quand est on déconditionné...?

Doit on se fier a un chiffre ? Aux symptômes...

Ex Mx B 33 ans champion de boxe amateur -75 kg

Covid 19 mai 2020 reprise difficile de l'entraînement

EE sept 2020

250w PVO<sub>2</sub> 39 ml/kg/min 90% th SV 24 ml/kg/min 54%th

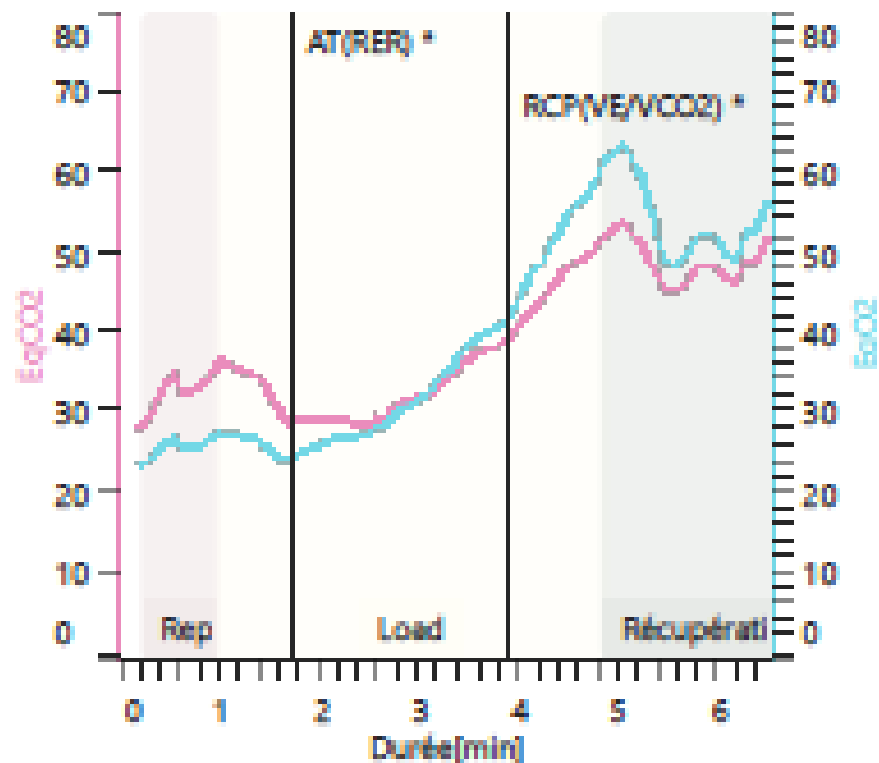
Fc de repos 100/min Fc max 175/min

.....déconditionné?

---

H 52 ans T 171 cm poids 78 Kg IMC 26 tabac sédentarité ++  
SCA fev 25 ATL monoTC FEVG préservée  
VO2 pré read

Protocol		Réf	Repos	SV1 *	% Réf	SV2 *	Max.	Charge max/Ref
Durée	[min]	-	00:52	01:43	-	03:54	04:48	-
Charge	[W]	172	0	70	41 %	111	121	70 %
RPM	[1/min]	-	2	66	-	65	68	-
Metabolic								
V'O2	[L/min]	2,36	0,28	0,50	21 %	1,11	1,23	52 %
V'CO2	[L/min]	2,69	0,22	0,42	16 %	1,18	1,42	53 %
QR	[]	-	0,77	0,84	-	1,06	1,17	-
V'O2/kg	[ml/min/kg]	30,20	3,63	6,39	21 %	14,27	15,80	52 %
METS	[]	-	1,0	1,8	-	4,1	4,5	-
Cardiovascular								
FC	[1/min]	168	89	95	57 %	133	152	90 %
FC Recup	[1/min]	-	79	73	-	35	16	-
Pouls O2	[mL]	14,6	3,2	5,4	37 %	8,6	9,1	56 %
Psys	[mmHg]	-	-	-	-	200	200	-
Pdia	[mmHg]	-	-	-	-	100	100	-
Ventilatory								
V'E	[L/min]	94,94	7,36	11,91	13 %	46,69	72,05	76 %
VT	[L]	0,56	0,91	1,33	238 %	2,01	2,29	407 %
FR	[1/min]	20	10	12	59 %	25	33	167 %
Res Ven	[%]	28,0	92,2	87,5	312 %	50,8	24,1	86 %
Vd%VT	[%]	-	28,64	27,33	-	26,98	30,83	-
Gas Exchange								
PETCO2	[mmHg]	-	40	44	-	30	44	-
EqCO2	[]	-	33,6	28,5	-	39,5	50,7	-
PETO2	[mmHg]	-	106	101	-	122	129	-
EqO2	[]	-	26,0	23,9	-	42,0	59,2	-

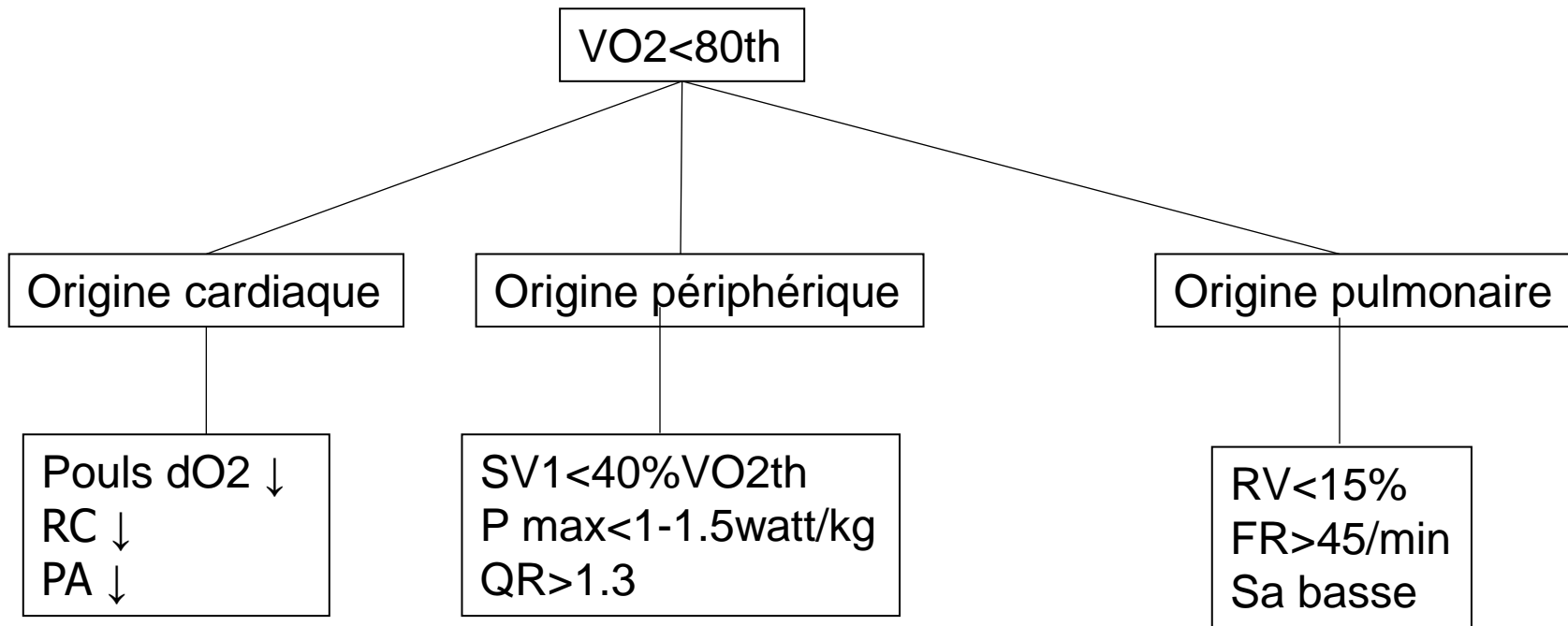


Peu d'étude pour définir ces seuils

Pas ou peu de corrélation avec l'amélioration de la VO<sub>2</sub> en réadaptation ( tabet circ Heart Fail 2008, HF action)

Certains patients symptomatiques

VO<sub>2</sub> >80%th SV 10ml/kg/min 55% th ...et sont améliorés par la réadaptation...



# Coût énergétique des activités humaines

- S 'habiller : 6.3 mlO<sub>2</sub>/kg/min
- Faire le ménage : 8 mlO<sub>2</sub>/kg/min
- Marche 5 km/h : 11.5 mlO<sub>2</sub>/kg/min
- Charges (30 kg) : 16 mlO<sub>2</sub>/kg/min
- Acte sexuel : 10-28 mlO<sub>2</sub>/kg/min
- Dactylographie : 5 mlO<sub>2</sub>/kg/min
- Boulanger : 8 mlO<sub>2</sub>/kg/min
- Barman : 8 mlO<sub>2</sub>/kg/min
- Electricité : 11mlO<sub>2</sub>/kg/min
- Maçonnerie : 13 mlO<sub>2</sub>/kg/min

# VO2 normale

	Préd.	Rep.	SA	Chrgé mx	max/préd.	SA/Préd	Récup.
temps ..... h:mm:ss	-	0:01:00	0:02:40	0:08:30	-	-	0:10:30
Pmes ..... W	128	47	72	138	108%	56%	30
<b>VO2 ..... l/min</b>	<b>1,55</b>	<b>0,29</b>	<b>0,85</b>	<b>1,85</b>	<b>120%</b>	<b>55%</b>	<b>1,15</b>
VO2/kg ..... ml/kg/min	21,5	4,0	11,8	25,7	120%	55%	15,9
VCO2 ..... l/min	1,70	0,28	0,69	2,71	159%	41%	1,71
RER .....	-	<b>0,98</b>	<b>0,82</b>	<b>1,46</b>	-	-	<b>1,49</b>
<b>Circulation</b>							
Fc ..... b/min	<b>167</b>	<b>86</b>	<b>102</b>	<b>158</b>	<b>95%</b>	<b>61%</b>	<b>133</b>
VO2/Fc ..... ml/bat	<b>10,8</b>	<b>3,3</b>	<b>8,3</b>	<b>11,7</b>	<b>109%</b>	<b>77%</b>	<b>8,6</b>
TA Sys ..... mmHg	-	110	110	190	-	-	140
TA Dia ..... mmHg	-	70	70	90	-	-	80
<b>Ventilation</b>							
VE ..... l/min	97,46	10,23	20,20	74,74	77%	21%	53,13
Vt ..... l	1,70	0,86	1,23	2,13	126%	73%	1,83
Fr-VO2 ..... c/min	30	12	16	35	118%	55%	29
RésVen ..... %	-	<b>90</b>	<b>79</b>	<b>23</b>	-	-	<b>45</b>
VD/Vt .....	-	0,23	0,21	0,17	-	-	0,17
<b>Exchange gaz</b>							
EqO2 .....	-	33	23	39	-	-	45
EqCO2 .....	-	34	28	27	-	-	30
PETO2 ..... mmHg	-	116,8	98,5	120,8	-	-	124,8
PETCO2 ..... mmHg	-	30,4	38,5	40,5	-	-	35,3
FETO2 ..... %	-	16,5	13,9	17,1	-	82%	17,6
FETCO2 ..... %	-	4,3	5,4	5,7	-	95%	5,0

dVO2/dWR = 19,73 ml/min/W

VE/VCO2 slope = 23,79

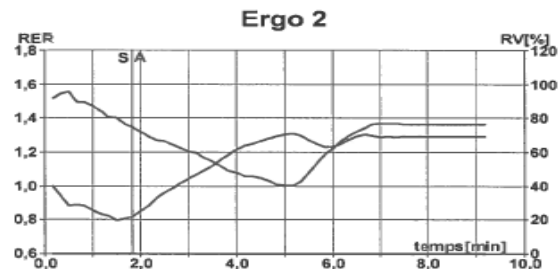
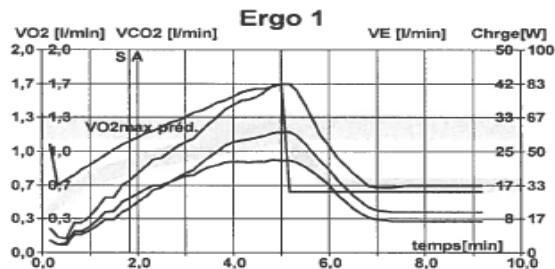
# Cas clinique 1

---

Femme 66 ans T 166cm 52kg

Dyspnée d'effort

ECG ETT nle



	Préd.	Rep.	SA	Charge mx	max/préd.	SA/Préd	Récup.
temps ..... h:mm:ss	-	0:01:00	0:01:50	0:05:00	-	-	0:07:00
Pmes ..... W	112	43	55	83	74%	49%	30
<b>VO2 ..... l/min</b>	<b>1,24</b>	<b>0,25</b>	<b>0,53</b>	<b>0,91</b>	<b>74%</b>	<b>43%</b>	<b>0,33</b>
VO2/kg ..... ml/kg/min	20,0	4,1	8,6	14,7	74%	43%	5,3
VCO2 ..... l/min	1,36	0,22	0,44	1,19	87%	32%	0,42
RER .....	-	<b>0,86</b>	<b>0,82</b>	<b>1,30</b>	-	-	<b>1,29</b>
<b>Circulation</b>							
Fc ..... b/min	154	94	120	137	89%	78%	76
VO2/Fc ..... ml/bat	9,1	2,7	4,4	6,7	73%	49%	4,3
TA Sys ..... mmHg	-	110	110	140	-	-	140
TA Dia ..... mmHg	-	60	60	70	-	-	70
<b>Ventilation</b>							
VE ..... l/min	69,66	8,82	17,61	41,57	60%	25%	16,15
Vt ..... l	1,64	0,43	0,70	1,08	66%	43%	0,53
Fr-VO2 ..... c/min	29	20	25	38	134%	87%	30
RésVen ..... %	-	<b>87</b>	<b>75</b>	<b>40</b>	-	-	<b>77</b>
VD/Mt .....	-	0,30	0,34	0,26	-	-	0,34
<b>Exchange gaz</b>							
EqO2 .....	-	31	31	43	-	-	45
EqCO2 .....	-	36	38	33	-	-	35
PETO2 ..... mmHg	-	111,6	105,3	120,8	-	-	120,2
PETCO2 ..... mmHg	-	28,4	31,5	33,5	-	-	32,9
FETO2 ..... %	-	16,0	15,1	17,3	-	87%	17,2
FETCO2 ..... %	-	4,1	4,5	4,8	-	94%	4,7

dVO2/dWR = 22,68 ml/min/W

VE/VCO2 slope = 34,14

## Cas clinique 2

---

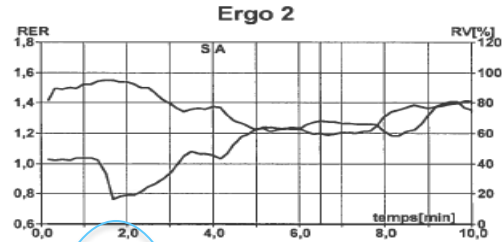
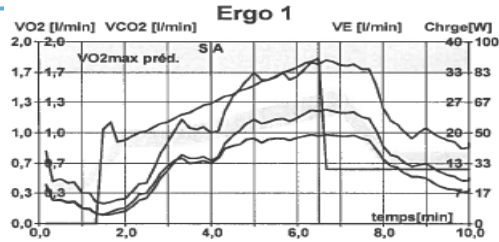
Patiente 35 ans CMD a coronaires saines FEVG 24%

DE II+

Traitement cardensiel 2,5 mg ramipril 2,5mg

ECG RS 70/min QRS fins

# Épreuve arrêté pour douleur musculaire



	Préd.	Rep.	SA	Charge mx	max/préd.	SA/Préd	Récup.
temps ..... h:mm:ss	-	0:01:00	0:04:00	0:06:30	-	-	0:08:30
Pmes ..... W	134	-	66	91	68%	49%	30
<b>VO2</b> ..... l/min	<b>1,82</b>	<b>0,16</b>	<b>0,66</b>	<b>0,96</b>	<b>53%</b>	<b>36%</b>	<b>0,56</b>
VO2/kg ..... ml/kg/min	26,0	2,3	9,4	13,8	53%	36%	7,9
VCO2 ..... l/min	2,00	0,17	0,69	1,24	62%	35%	0,67
RER .....	-	<b>1,04</b>	<b>1,05</b>	<b>1,28</b>	-	-	<b>1,21</b>
<b>Circulation</b>							
Fc ..... b/min	187	65	105	118	63%	56%	79
VO2/Fc ..... ml/bat	11,6	2,5	6,3	8,2	70%	54%	7,0
TA Sys ..... mmHg	-	90	120	120	-	-	100
TA Dia ..... mmHg	-	60	70	70	-	-	70
<b>Ventilation</b>							
VE ..... l/min	88,04	6,68	20,02	35,01	40%	23%	20,26
Vt ..... l	1,60	0,33	0,72	0,95	59%	45%	0,72
Fr-VO2 ..... c/min	34	20	28	37	108%	81%	28
RésVen ..... %	-	<b>92</b>	<b>77</b>	<b>60</b>	-	-	<b>77</b>
VD/Vt .....	-	0,31	0,23	0,19	-	-	0,27
<b>Exchange gaz</b>							
EqO2 .....	-	35	28	34	-	-	34
EqCO2 .....	-	33	27	27	-	-	28
PETO2 ..... mmHg	-	118,2	109,6	117,3	-	-	114,8
PETCO2 ..... mmHg	-	30,2	38,7	37,9	-	-	39,3
FETO2 ..... %	-	16,8	15,5	16,6	-	93%	16,3
FETCO2 ..... %	-	4,3	5,5	5,4	-	102%	5,6

dVO2/dWR = 34,94 ml/min/W

VE/VCO2 slope = 27,41

1 ratio  $VO_2/W$  convenable EE max QR1,3

2 pas de limitation cardiaque

- Élévation Fc et PAS O<sub>2</sub> pulse nles
- SV < 50% th arrêt pour dl musculaires élévation rapide Fc à l'effort

3 réponse ventilatoire nle

- RV >30% baisse modérée du VD/VT

4 Analyse des échanges respiratoires

- Pas d'hyperventilation et PETCO<sub>2</sub> au SV > 30

Déconditionnement périphérique

---

Homme 83 ans

CMI FEVG 25%

DAI

Bisoce 2.5 entresto lasilix

## Arret pour douleurs musculaires

	Préd.	Rep.	SA	Chrg mx	max/préd.	SA/Préd	Récup.
temps ..... h:mm:ss	-	0:01:00	0:03:20	0:05:10	-	-	0:07:10
Pmes ..... W	115	23	46	64	56%	40%	30
<b>VO2 ..... l/min</b>	<b>1,50</b>	<b>0,24</b>	<b>0,53</b>	<b>0,69</b>	<b>46%</b>	<b>36%</b>	<b>0,59</b>
VO2/kg ..... ml/kg/min	21,5	3,4	7,6	9,9	46%	36%	8,5
VCO2 ..... l/min	1,65	0,23	0,52	0,83	50%	31%	0,66
RER .....	-	<b>0,99</b>	<b>0,97</b>	<b>1,20</b>	-	-	<b>1,12</b>
<b>Circulation</b>							
Fc ..... b/min	137	88	81	113	82%	59%	128
VO2/Fc ..... ml/bat	11,9	2,7	6,6	6,1	51%	56%	4,6
TA Sys ..... mmHg	-	110	120	130	-	-	130
TA Dia ..... mmHg	-	60	70	70	-	-	70
<b>Ventilation</b>							
VE ..... l/min	85,00	12,90	22,45	34,73	41%	26%	27,01
Vt ..... l	2,58	0,64	1,15	1,42	55%	45%	1,26
Fr-VO2 ..... c/min	26	20	20	24	93%	74%	22
RésVen ..... %	-	<b>85</b>	<b>74</b>	<b>59</b>	-	-	<b>68</b>
VD/Vt .....	-	0,42	0,36	0,32	-	-	0,31
<b>Exchange gaz</b>							
EqO2 .....	-	50	40	49	-	-	44
EqCO2 .....	-	51	41	40	-	-	39
PETO2 ..... mmHg	-	123,0	114,4	122,4	-	-	119,8
PETCO2 ..... mmHg	-	25,2	31,3	30,8	-	-	30,8
FETO2 ..... %	-	17,2	16,0	17,1	-	94%	16,8
FETCO2 ..... %	-	3,5	4,4	4,3	-	102%	4,3

dVO2/dWR = 14,03 ml/min/W

VE/VCO2 slope = 39,19

---

## interprétation

Cohérence VO<sub>2</sub> /W

Cœur

- Stagnation du pouls d'O<sub>2</sub>
- RC correcte
- Faible élévation PA
- Pente VE/VCO<sub>2</sub> élevée VE/VCO<sub>2</sub> SV1 42

Poumon

- VE, VT FR RV OK
- Tendence à l'hyperventilation en fin d'effort

Probable bas débit et HTAP

## conclusion

---

- Le déconditionnement est difficile a définir conceptuellement et donc ...  
scientifiquement
- On observe l'association d'une  $VO_2 < 80\%th$ , d'un arrêt fréquent pour  
douleur musculaires, d'un SV précoce et d'une cinétique anormale de la Fc
- Importance du contexte++++
- Il peut être isolé (et donc très corrélé à l'intolérance à l'effort) ou associé a  
une cardiopathie ou une atteinte pulmonaire

# HF ACTION

HF action 2330 patients 1620 patients ont eu 2 VO2

