



21-22 Septembre, Lyon

Aspects pratiques de l' Oxygénothérapie au cours des efforts.

Jean-Christian Borel, Grenoble
j.borel@agiradom.com

- **Quels sont les marqueurs d'efficacité de l' O₂ à l'effort ?**
- **Quelle(s) modalit (s) d'effort pour la titration?**
- **Méthode(s) de titration O₂**
- **Aspects techniques (sources d' O₂)**
- **Transposition de la titration O₂ dans les activités journalières**



Disponible en ligne sur
ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com



Recommandation pour la Pratique Clinique

Prise en charge de la BPCO

Deux contextes différents:

Patient O₂-dépendant



Oxygénothérapie de déambulation

Si désaturation à l'effort «*Il convient de proposer une titration du débit d'oxygène lors de chaque prescription ou modification du modèle de réservoir d'O₂ pour la déambulation (G2+)*».



LPP: Le bénéfice de l'O₂ est alors attesté, à l'épreuve de marche de 6 mn, par une amélioration en termes de dyspnée, gazométrie, distance parcourue et/ou d'amélioration de la courbe d'oxymétrie continue

Patient non O₂-dépendant



Aux cours des efforts lors d'un programme de réhabilitation



Si amélioration de la dyspnée ou de la distance TM6' et pour SpO₂ ≥ 90%

Marqueurs d'efficacité

Quels sont les marqueurs d'efficacité de l' O₂ à l'effort ?

Amélioration de la distance de marche au TM6'

TABLE 2. Variance components for the three types of walk for distance and dyspnea scores

	2MWD (n=57)		6 MWD (n=23)		Shuttle (n=25)	
	Variance component	% Total	Variance component	% Total	Variance component	% Total
<i>Walking test</i>						
Between patients	1468.0	94.9	4603.1	92.3	88.9	90.6
<u>Within-patient error</u>	79.5	5.1	382.2	<u>7.7</u>	9.2	9.4
Total	1547.5		4985.3		98.1	
<i>VAS</i>						
Between patients	436.5	76.7	263.6	71.7	150.3	61.7
Within-patient error	132.7	23.3	104.1	28.3	93.2	38.3
Total	569.2		367.7		243.5	
<i>Borg</i>						
Between patients	1.682	77.7	0.967	74.2	0.730	68.2
Within-patient error	0.482	22.3	0.337	25.8	0.340	31.8
Total	2.164		1.304		1.070	

Variation distance TM6' ≥ 10%

Quels sont les marqueurs d'efficacité de l' O_2 à l'effort ?

Test à charge constante ergocycle 75% Pmax

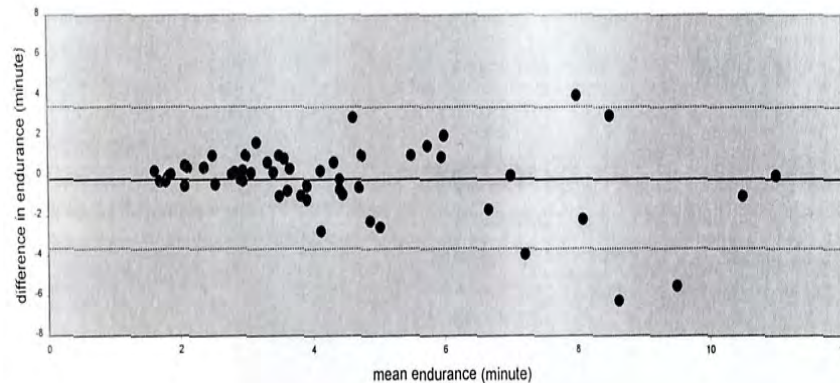


Figure 1. The difference between test and retest plotted against their mean for each subject.

- Reproductibilité
 - si $t < 7$ min
- pas d'effet « apprentissage »
- **Pas différence clinique significative**
- Pas de valeur théorique

Quels sont les marqueurs d'efficacité de l' O₂ à l'effort ?

Amélioration de la Dyspnée: Différence minimale cliniquement significative

Table 2. BORG Scale*

Reference	Type of study	N	Age, yrs (Range)	Gender %M/F	FEV ₁ %pred (L)	Baseline	Change	Effect size	
Foglio (1999)	Rehab	26	63 ± 8	88/12	43 ± 15	5.6 ± 1.3	- 2.0	1.50	
Clini (2001)	Rehab	Inpatient	43	64 ± 8	67/33	57 ± 28	6.4 ± 1.6	- 2.2	1.38
		Outpatient	43	64 ± 7	67/33	53 ± 21	8.5 ± 1.9	- 2.2	1.16
Gigliotti (2003)	Rehab	Standard VE	20	64 ± 8	90/10	42 ± 12	6.6 ± 2.6	- 2.4	0.92
		Standard Work					6.6 ± 2.6	- 3.3	1.27
		UCSD Clinic (iso-work)	115	(55-85)	63/37		3.1 ± 1.5	- 1.5	1.00
Stulbarg (2002)	Exer	iso-work	34	66 ± 6	35/65	44 ± 10	4.8 ± 1.8	- 1.8	1.00
		iso-time					4.6 ± 1.9	- 1.6	0.84
Eaton (2002)	O ₂ Rx	41	67 ± 9	70/30	26 ± 8	4.8 ± 1.5	- 0.7	0.47	
Jolly (2001)	O ₂ Rx	Desaturate	11	67 ± 2	91/9	36 ± 4	5.8 ± 1.5	- 2.1	1.40
		Non-desaturate	9	70 ± 3	100/0	35 ± 3	4.2 ± 1.3	- 2.0	1.54
		Boni (2002)	20	65 ± 8	65/35				
Flow-limited	Exer	11			44 ± 19	3.7 ± 1.1	- 1.1	1.00	
		Not flow-limited	9			50 ± 16	1.8 ± 1.0	- 0.4	0.40
Martinez (1997)	Exer	12	61 ± 2	65/35	26.7 ± 1.8	7.1 ± 2.0	- 3.6	1.80	
Geiser (2001)	Resting LVRS	28	63 (51-75)	89/11	< 35% (1.007)	6.6 ± 1.8	- 2.7	1.50	

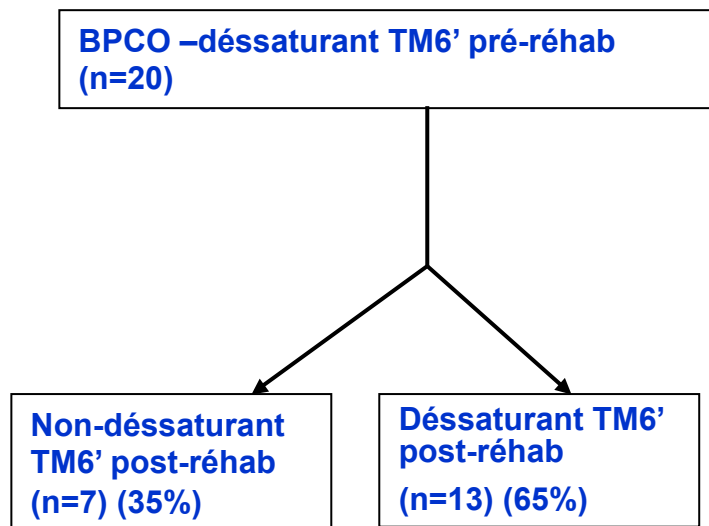
1 unité

Table 3. Visual Analog Scale*

Reference	Type of study	N	Age years	Gender %M/F	FEV ₁ %pred (L)	Baseline	Change	Effect size
Reardon (1994)	Rehab	10	66 ± 8	50/50	35 ± 10	74.4 ± 18.9	- 23.9	1.26
de Torres (2002)	Rehab	37	63 ± 6	47/53	(0.7 ± 0.2)	62.0 ± 25.0	- 11.9	0.48
Foglio (1999)	Rehab	26	63 ± 8	88/12	43 ± 15	25.0 ± 13.0	- 10.0	0.77
Alvisi (2003)	Pre/PostO ₂ sup.	10	69 ± 10	100/0	30 ± 6	25.0 ± 18.0	- 10.0	0.56
Martinez (1997)	Ex.	12	61 ± 2	65/35	27 ± 2 39 ± 4	79.6 ± 17.2	- 30.3	1.76

10-20mmHg

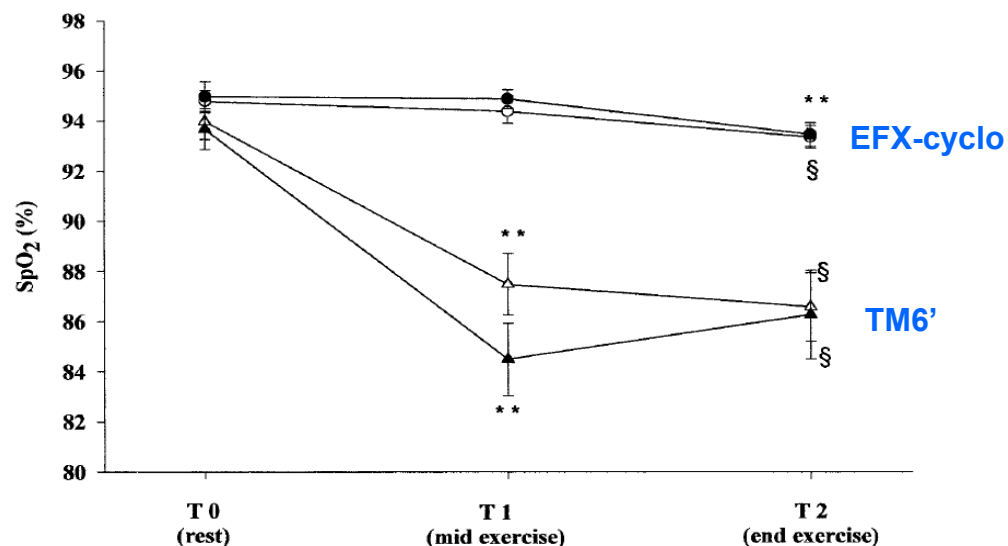
Dans quelle(s) condition(s) se trouve le patient



Durand F. Rev Mal Respir 2007; 24:591-8

- Stabilité de l'état respiratoire
- Encombrement bronchique
- Traitement médical (BD)
- TM6' préalable (effet apprentissage)

Quelle(s) modalit (s) d'effort



Patients modérés

Poulain M. et coll. CHEST 2003; 123:1401-1407

Table 2—Peak HR, dyspnea, and oxygen desaturation during the 6MWT, ISWT, and CET in 20 Subjects

Variable	6MWT	ISWT	CET
HR, beats/min			
Mean ± SD	126.4 ± 14.6	123.0 ± 17.2	123.6 ± 12.4
Range	100-158	92-164	100-144
Maximum HR,*			
% predicted			
Mean ± SD	81.6 ± 11.4	79.0 ± 12.3	79.4 ± 9.4
Range	67-105	61-109	63-95
Dyspnea score			
Mean ± SD	6.4 ± 2.2	6.3 ± 1.9	7.0 ± 1.7
Range	0-10	4-9	5-10
SpO ₂ , %			
Mean ± SD	86.8 ± 5.1†	86.5 ± 4.8†	91.8 ± 3.2
Range	78-96	77-95	87-98

*Maximum HR was calculated from the equation 220 - age.

†p < 0.001 vs CET.

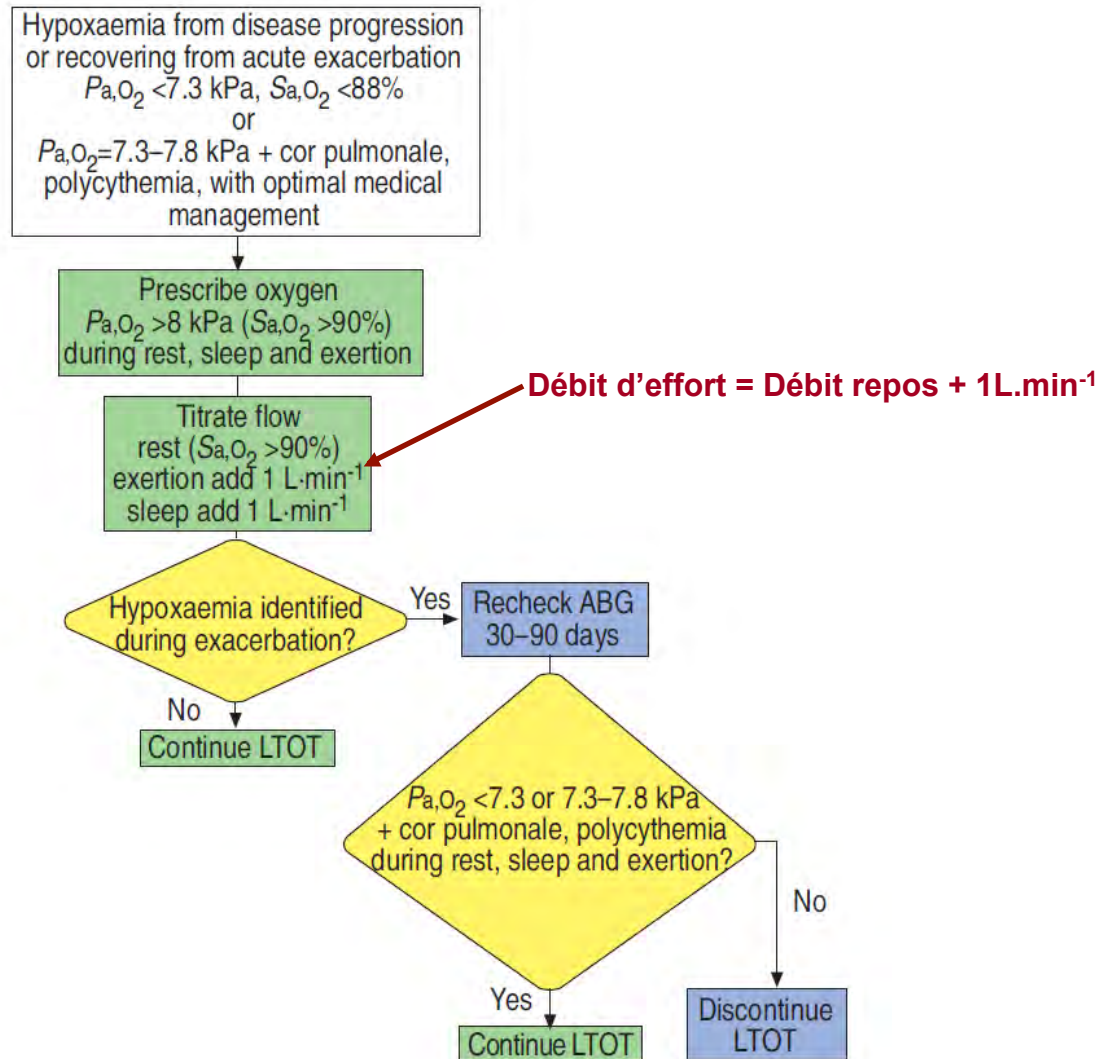
Patients s v res

Turner SE. et coll. CHEST 2004; 126:766-73

Variables	Mean
Age, yr	64.0
Height, cm	168.8
Weight, kg	70.5
BMI, kg/m ²	24.7
FEV ₁	
L	0.78
% predicted	28.9
FVC	
L	2.49
% predicted	68.0
FEV ₁ /FVC, %	33.7

Méthode(s) de titration O₂

Diagnosis and treatment of COPD. ATS/ERS Position Paper. Celli B Eur Respir J 2004; 23:932-46



Méthode(s) de titration O₂ (1)

1- TM6' en air : Objectiver la déssaturation

2- TM6' sous O₂ **en mode continu** avec

- **2 L.m⁻¹ si $85 \leq \text{SpO}_2 \leq 90\%$**
- **4 L.m⁻¹ si $80 \leq \text{SpO}_2 \leq 84\%$**
- **5 L.m⁻¹ si $\text{SpO}_2 < 80\%$**

Variables	Before TP	
	AIR	O ₂
Distance (m)	458.2 ± 20	489.6 ± 19.6†
SpO ₂ at rest (%)	93.2 ± 0.6	96.9 ± 0.4†
SpO ₂ at the end of the test (%)	81.1 ± 1.5	<u>90.9 ± 0.7†</u>
Dyspnoea at rest	1.3 ± 0.3	0.9 ± 0.3
Dyspnoea at the end of the test	6.1 ± 0.6	5.5 ± 0.6†
HR at rest (bpm)	92 ± 2.8	90.4 ± 2.5
HR at the end of the test (bpm)	117.7 ± 3	115.1 ± 3.4

Delamplé D et coll 2008. Open Resp med J; 2:29-34

3- Si persistance de déssaturation: refaire le test avec débit supérieur

Morente F et coll 2005. Arch Bronconeumol; 41: 596-600

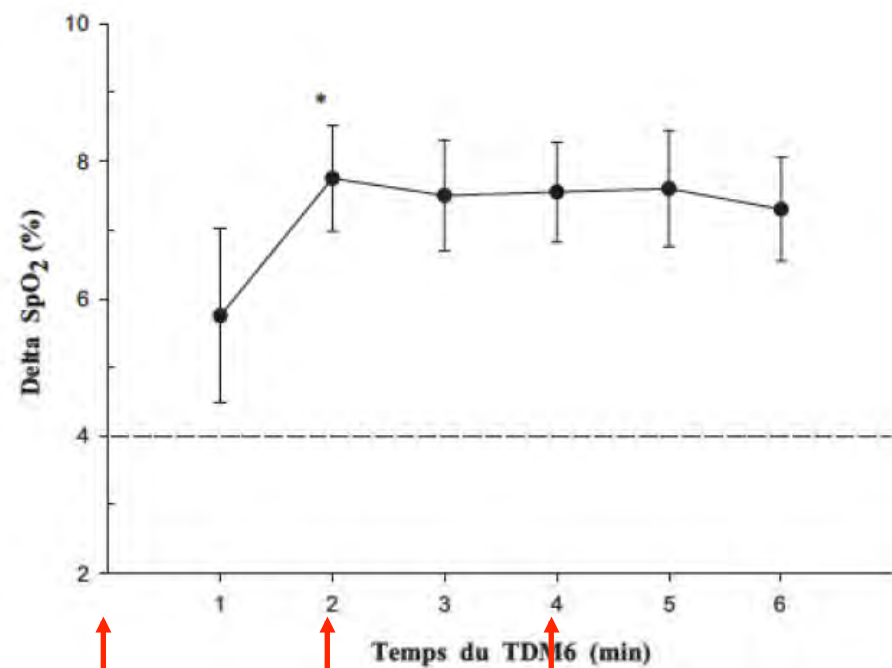
Méthode(s) de titration O₂ (2)

- 1- TM6' en air : Objectiver la désaturation
- 2- TM6' sous O₂ **en mode continu** avec 1L.m-1 au dessus du débit de repos
- 3- Si persistance de désaturation: refaire le test avec débit supérieur
 - **Si $86 \leq \text{SpO}_2 < 90\%$ - ajouter 1L**
 - **$81 \leq \text{SpO}_2 \leq 85\%$ - ajouter 2L**
 - **si $\text{SpO}_2 < 80\%$ -ajouter 3L**

Méthode(s) de titration O₂ (3)

Cinétique de désaturation au cours du TM6'

Durand F. Rev Mal Respir 2007; 24:591-18



Débit O₂ de base
(SpO₂ ≥ 92%)

Débit O₂
Additionnel
(SpO₂ ≥ 90%)

Débit O₂
Additionnel.....

- Adapté au sources d'O₂ continue et
discontinue.

- Nécessite un TM6' de contrôle avec le débit
titré pour évaluer dyspnée, distance de
marche, la courbe SpO₂.

Aspects techniques (sources d' O₂)



Oxygène gazeux

- Si 0,4m³ 1 à 6 L.m⁻¹
- Si 1 m³ 1 à 15 L.m⁻¹



Oxygène liquide

- En continu 1 à 6 L.m⁻¹ possible 15 L.m⁻¹
- En mode pulsé (valve économiseuse) différent bolus



Concentrateur(s) portable(s)

- En mode pulsé uniquement

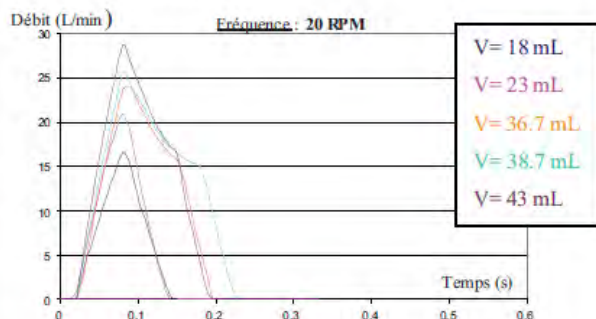
Tableau d'Autonomie d'Oxygène Liquide: Durées



Model	Off	0.12	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	6.00	8.00	10.00	12.00	15.00
HELIOS Plus	21.9	21.9	17.8	12.0	7.6	18.4	12.2	9.2	7.3	6.1	5.2	4.6	-	-	-	-	-	-
HELIOS Marathon	48.2	-	-	-	-	12.1	29.3	6.1 22.0	17.6	4.0 14.6	-	3.0 11.0	2.4	2.0	-	-	-	-
Spirit 300	15.8	-	-	-	-	15.1	10.7	2.4 8.0	-	5.4	-	4.0	3.2	-	-	-	-	-
Spirit 600	31.7	-	-	-	-	30.3	27.4	4.8 16.1	-	10.7	-	8.0	6.4	-	-	-	-	-
Spirit 1200	60.0	-	-	-	-	57.4	40.5	9.2 30.4	-	20.3	-	15.2	12.2	-	-	-	-	-
Sprint	31.7	-	18.0	12.2	9.3	7.5	5.5	4.3	3.6	3.1	-	2.4	2.0	1.7	-	-	-	-
Stroller	60.0	-	34.0	23.0	17.4	14.1	10.2	8.0	6.6	5.6	-	4.4	3.6	3.0	-	-	-	-
Hi Flow Stroller	60.0	-	-	23.0	-	14.1	-	8.0	6.6	5.6	-	4.4	-	3.0	2.3	1.9	1.6	1.4
C1000	54.5	-	30.8	21.5	16.5	13.4	9.7	7.7	6.3	5.4	-	4.1	3.3	2.8	-	-	-	-
C1000T	54.5	-	-	21.5	-	13.4	9.7	7.7	-	5.4	-	4.1	3.3	2.8	2.1	1.7	-	1.2
C500	27.9	-	27.9	18.3	12.2	9.1	6.1	4.6	3.7	3.0	-	2.3	1.8	1.5	-	-	-	-
C550	27.9	-	27.9	18.3	12.2	9.1 12.1	6.1 8.1	4.6 6.1	3.7 4.9	3.0 4.0	-	2.3 3.0	1.8 2.4	1.5 2.0	-	-	-	-

EVALUATION TECHNIQUE

Mesure des bolus d'oxygène :



Réglage 1 - Réglage 2 - Réglage 3 - Réglage 4 - Réglage 5

Commentaires :

A la fréquence de 20 respirations / min (RPM), le concentrateur portable XPO₂ délivre un pic d'oxygène entre 15 L/mn (réglage 1) et 28 L/mn (réglage 5) assez tôt dans la phase inspiratoire du patient.

La durée maximale du bolus est d'environ 0,20 seconde.

Pour les autres fréquences, les volumes varient en moyenne de 24 mL (réglage 1) à 54 mL (réglage 5) pour 15 RPM et de 11,6 mL (réglage 1) et 32,6 mL (réglage 5) pour 30 RPM.

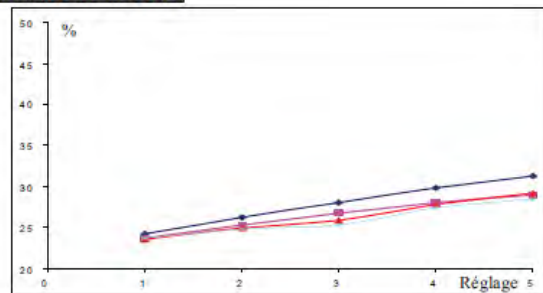
Mesure du trigger :

Fréquence (RPM)	20
Trigger (cmH ₂ O)	- 0,18

Commentaires :

A partir du réglage usine (fixe), le trigger mesuré montre que l' XPO₂ est sensible à chaque respiration simulée sur le banc d'essais. En outre, ce seuil de sensibilité ne varie pratiquement pas avec la fréquence respiratoire.

Mesure de la FiO₂ :



15 RPM - 20 RPM - 25 RPM - 30 RPM

Commentaires :

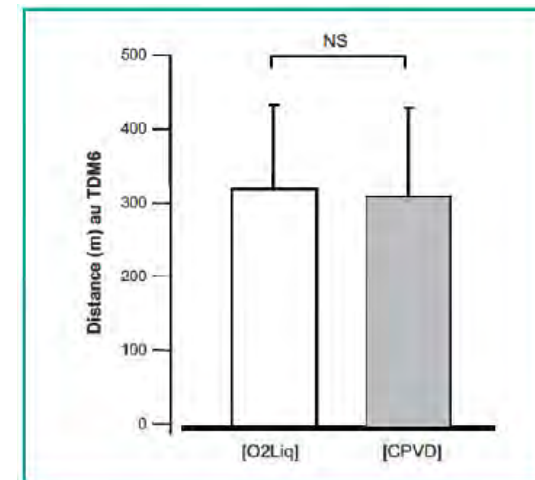
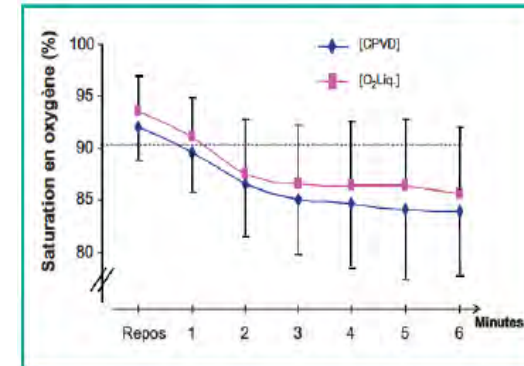
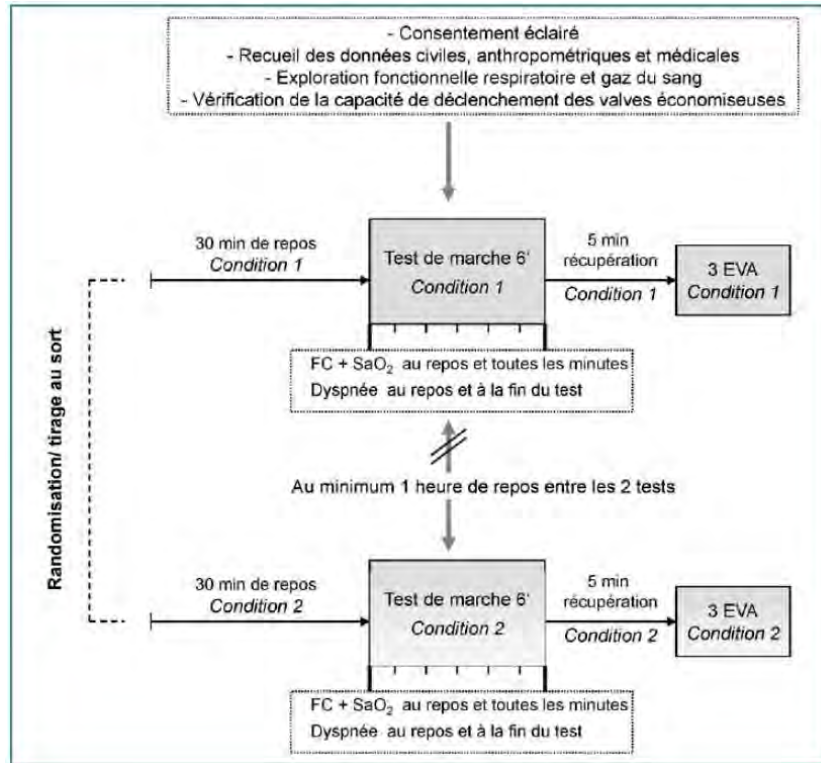
Les mesures de FiO₂ sont effectuées à l'intérieur du poumon test: celles-ci correspondent donc à des concentrations d'O₂ alvéolaires.

La FiO₂ de l'XPO₂ varie entre 23.6 % (25 RPM - réglage 1) et 31.2 % (15 RPM - réglage 5).

<http://www.antadir.com/>

RECHERCHE BIOMEDICALE

- Comité de Protection des Personnes : avis favorable N° CPP09-003/ 2009-A00084-53 (12/02/2009)



Couillard A, Rev Mal Respir 2010. 27, 1030-1038

- **Capacité de déclenchement de la valve au repos** = 90% mais pour 4 patients 80%...il se peut qu'à l'effort la capacité de déclenchement de la valve soit modifiée....(ventilation buccale)
- **Au long cours...attention aux obstructions nasales (Débit continu)**
- Nouveaux appareils avec déclenchement de sécurité.

Transposition de la titration O₂ dans les AVJ

AIR

	With Desaturation (n=20)	
	6MWT	Continuous Ambulatory Recording
Mean SpO ₂ , %	79 (6)	87 (4)‡
CT90%	97 (5)	66 (29)‡
CT88%	90 (20)	49 (31)‡
CT85%	77 (29)	29 (27)‡

Sous O₂ (titré par TM6')

n=11	6MWT	Continuous Ambulatory Recording	P
Mean SpO ₂ , %	90 (3)	92 (2)	.28
CT90%	53 (35)	22 (15)	.47
CT88%	29 (33)	11 (11)	.1
CT85%	8 (11)	6 (6)	.6

Morente F et coll 2005. Arch Bronconeumol; 41: 596-600

Table 2 Ambulatory oximetry profile during activities of daily living for each mode of oxygen flow titration.

Titration mode	NOTT guidelines	6-min walk tests	Constant work-rate tests (work-rate equivalent at 12 mlO ₂ /Kg/min)	Simplified constant test (at 40 w)
Oxygen flow, l·min ⁻¹	2.7 ± 0.5	2.7 ± 0.4	4.3 ± 0.7 *‡§	3.8 ± 0.7 *‡
Mean SpO ₂ , %	91.3 ± 2.8	92.2 ± 2.2	94.6 ± 2.2 *!!	94.4 ± 2.6 *!!
Median SpO ₂ , %	92.1 ± 2.6	93.3 ± 2.3	95.2 ± 1.8 *!!	94.6 ± 2.2 *
Lowest SpO ₂ , %	72.6 ± 10.3	74.2 ± 9.1	82.3 ± 8.2 *!!	77.4 ± 8.3
CT90%, %	22.1 ± 18.7	20.8 ± 19.5	6.7 ± 12.7 *‡¶	7.9 ± 12.3 *‡
CT85%, %	6.7 ± 5.4	5.9 ± 4.9	1.6 ± 3.1 *‡§	2.0 ± 3.0 *‡
CT80%, %	3.4 ± 3.7	2.9 ± 3.1	0.9 ± 2.2 †!!	1.0 ± 2.1 †!!
CT70%, %	0.6 ± 0.9	0.1 ± 0.1 †	0.1 ± 0.3 †	0.1 ± 0.3 †

Abbreviations: SpO₂ = oxyhemoglobin saturation; CT90% to CT70% = time spent SpO₂ < 90% to < 70%, respectively; NOTT = Nocturnal Oxygen Therapy Trial Group.

Comparisons between groups by the post-hoc Bonferroni test.

versus NOTT guidelines: *p < 0.001; †p < 0.05.

versus 6-min walk tests: ‡p < 0.001; !! p < 0.01.

versus simplified constant test: §p < 0.01; ¶p < 0.05.

Galera R et coll. Respir Med 2012; 106: 1544-1550

Conclusion

- **La titration de l'O₂ s'apprécie**
 - Amélioration TM6' (10%) pour la prescription d'O₂ de déambulation
 - Amélioration courbe SpO₂ (maintenir SpO₂ ≥ 90%)
 - Dyspnée (1 unité Borg / 10-20mm EVA)
 - Sur des efforts spécifiques en cours de réhabilitation (ergocycle-Gym)
- **Nécessite**
 - Patient en condition stable
 - TM6' «stabilisé» (effet apprentissage...)
 - Pièges techniques (valves économiseuses; concentration O₂)
- **Transposition de la titration O₂ aux AVJ**
 - Efficace pour maintenir une SpO₂ ≥ 85 %
 - Nécessite des contrôles à domicile