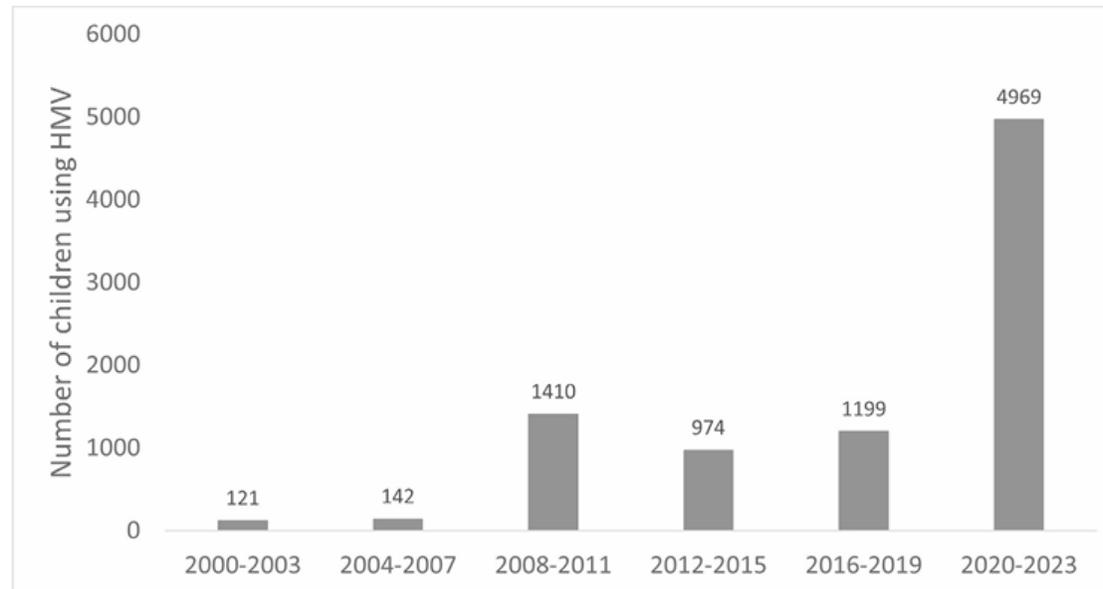


Ventilation invasive sur trachéotomie

*Dr DUDOIGNON Benjamin, Pneumo pédiatre & somnologue, Praticien Hospitalier
Service de Physiologie et Centre pédiatrique des pathologies du sommeil*

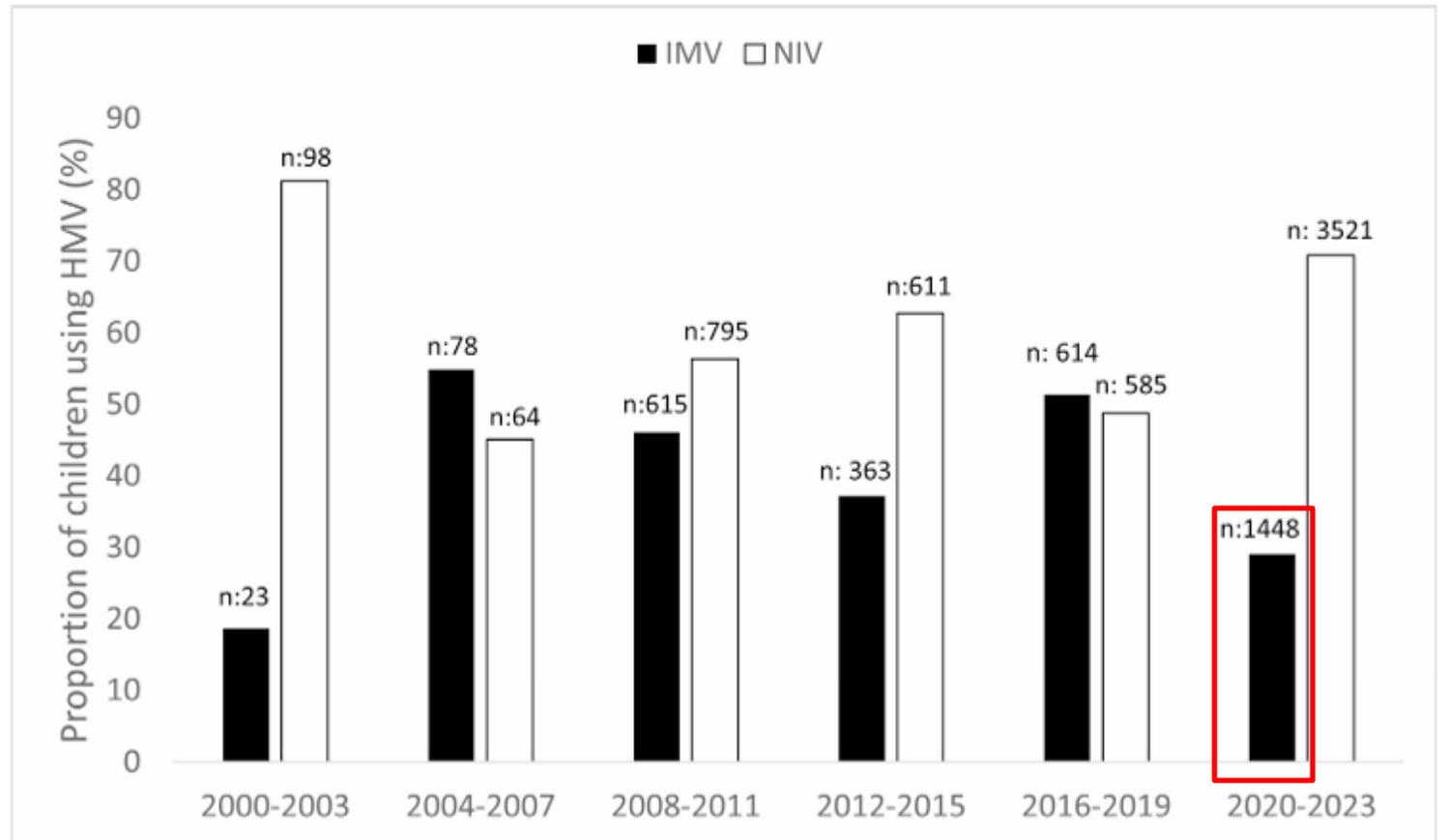
Préambule

■ Enfants nécessitant une ventilation mécanique au domicile



Invasive versus non-invasive paediatric home mechanical ventilation: review of the international evolution over the past 24 years. Toussaint et al. Thorax. 2024

- Age moyen d'initiation IMV $3,3 \pm 3,3$ ans



Invasive versus non-invasive paediatric home mechanical ventilation: review of the international evolution over the past 24 years. Toussaint et al. Thorax. 2024

I/ Indication de la ventilation invasive

Pourquoi?

■ Diminuer le travail respiratoire

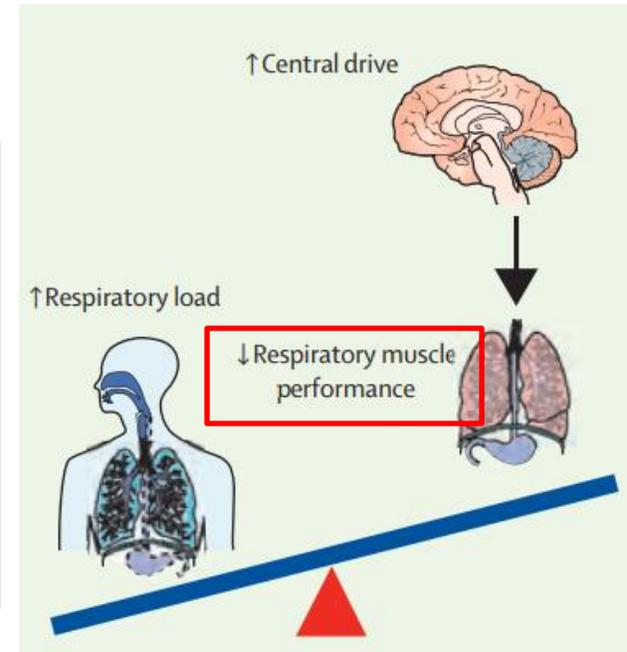
Abstract

The primary purpose of mechanical ventilation is to decrease work of breathing. Achieving this goal requires that cycling of the ventilator be carefully aligned with the intrinsic rhythm of a patient's respiratory center output. Problems arise at the point of ventilator triggering, post-trigger inflation, and inspiration–expiration switchover. Careful, iterative adjustments of ventilator settings are required to minimize work of breathing. Use of protocols for the selection of ventilator settings can lead to complications (including alveolar overdistention) and risk of death. Because complications

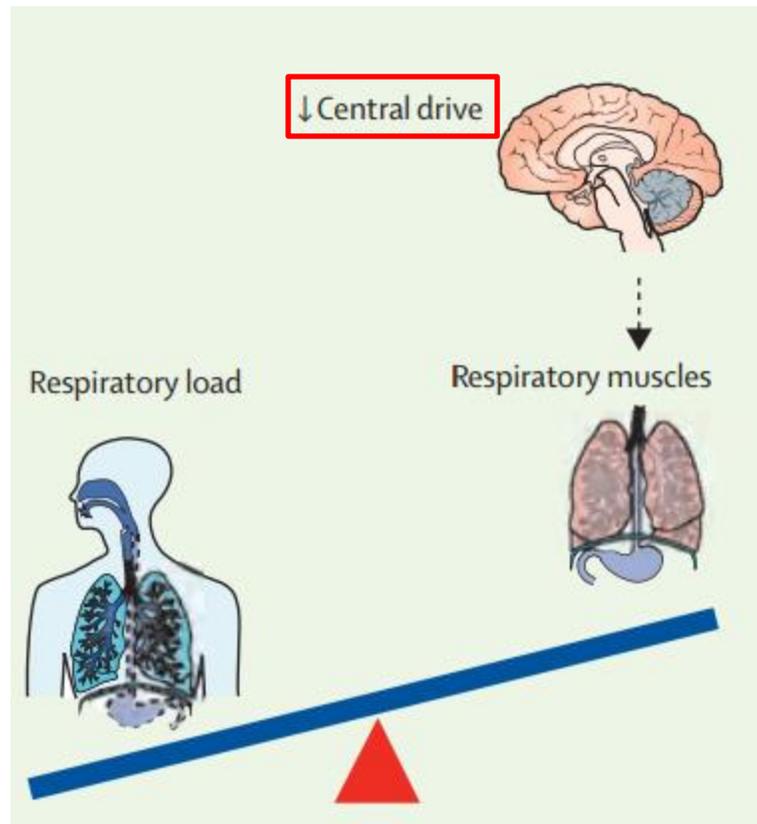
are axiomatic to mechanical ventilation, it should be discontinued at the earliest possible time. To shorten ventilator time, the critical step is to screen for weanability through use of weaning predictor tests. Use of T-tube trials circumvents the impossibility of estimating patient work of breathing during pressure support. Before extubation, patients should demonstrate the ability to breathe successfully in the absence of pressure support and positive end-expiratory pressure.

Keywords: mechanical ventilation; control of breathing; respiratory muscles; respiratory mechanics; ventilator weaning

Physiologic basis of mechanical ventilation, Ann Am Thorac soc, 2018



■ Générer un rythme respiratoire



■ Optimiser les échanges gazeux



Peu d'études
Peu de patients inclus

Comparison 1. Nocturnal ventilation versus no ventilation

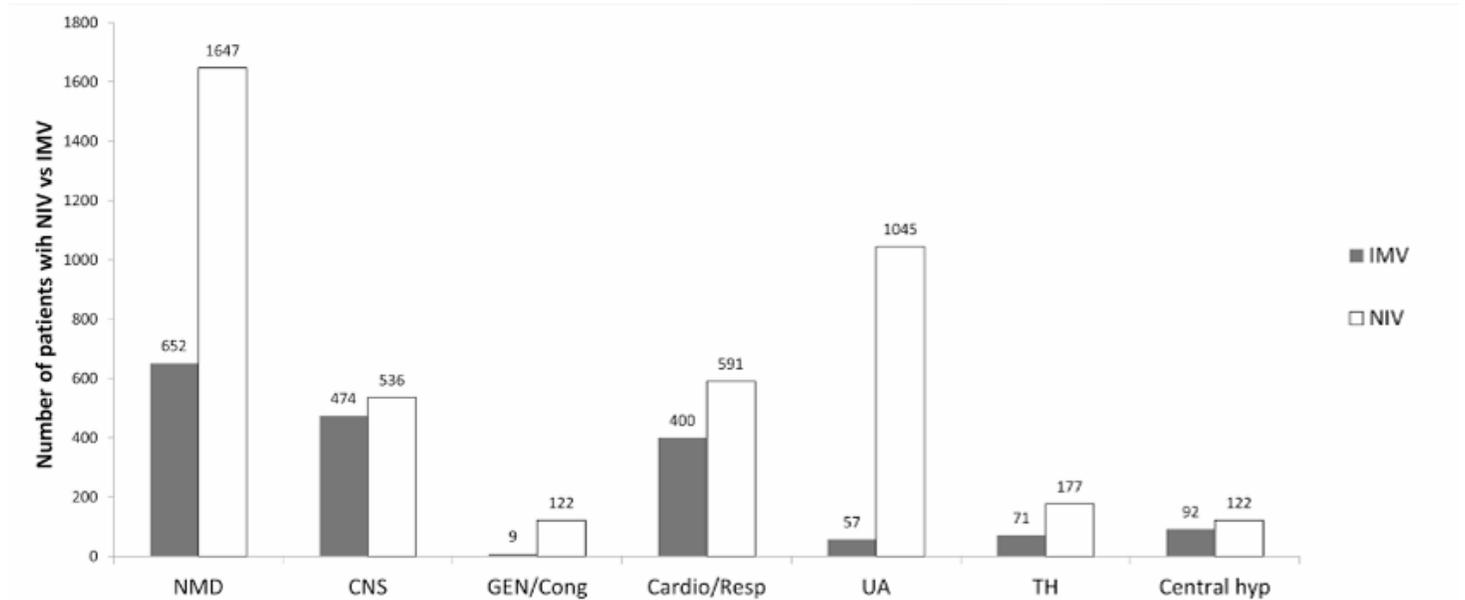
Outcome or subgroup title	No. of studies	No. of participants	Statistical method	Effect size
1 Mortality at one year	4	99	Risk Ratio (M-H, Fixed, 95% CI)	0.62 [0.42, 0.91]
2 Unplanned admission to hospital	2	38	Risk Ratio (M-H, Fixed, 95% CI)	0.25 [0.08, 0.82]
3 No improvement of hypoventilation symptoms: long-term	3	51	Risk Ratio (M-H, Random, 95% CI)	0.43 [0.18, 1.03]
4 No improvement of daytime hypercapnia: short-term	1	19	Risk Ratio (M-H, Fixed, 95% CI)	0.33 [0.14, 0.80]
5 No improvement of daytime hypercapnia: long-term	3	58	Risk Ratio (M-H, Fixed, 95% CI)	0.59 [0.41, 0.86]
6 Daytime PaCO ₂ : long-term	3	60	Mean Difference (IV, Fixed, 95% CI)	-0.26 [-0.61, 0.09]
7 Forced vital capacity: long-term	2	28	Mean Difference (IV, Fixed, 95% CI)	158.50 [-84.43, 401.43]
8 Respiratory muscle strength: long-term	1	28	Mean Difference (IV, Fixed, 95% CI)	-5.72 [-13.87, 2.43]
8.1 Mean improvement in maximal inspiratory pressure	1	2	Mean Difference (IV, Fixed, 95% CI)	0.0 [0.0, 0.0]
8.2 Mean improvement in SNIP	1	26	Mean Difference (IV, Fixed, 95% CI)	-5.72 [-13.87, 2.43]
9 Mean nocturnal SaO ₂ : long-term	1	26	Mean Difference (IV, Fixed, 95% CI)	3.00 [1.85, 4.15]

Nocturnal mechanical ventilation for chronic hypoventilation in patients with neuromuscular and chest wall disorders (review), Annane D, Cochrane Library, 2014

Pour qui?

- Echec VNI (temps de ventilation important, confort, malaise persistant ...)
- Echec d'extubation en réanimation
- Intubations multiples
- Protections des voies aériennes (ballonnet...)

Décision collégiale



II / Modalités

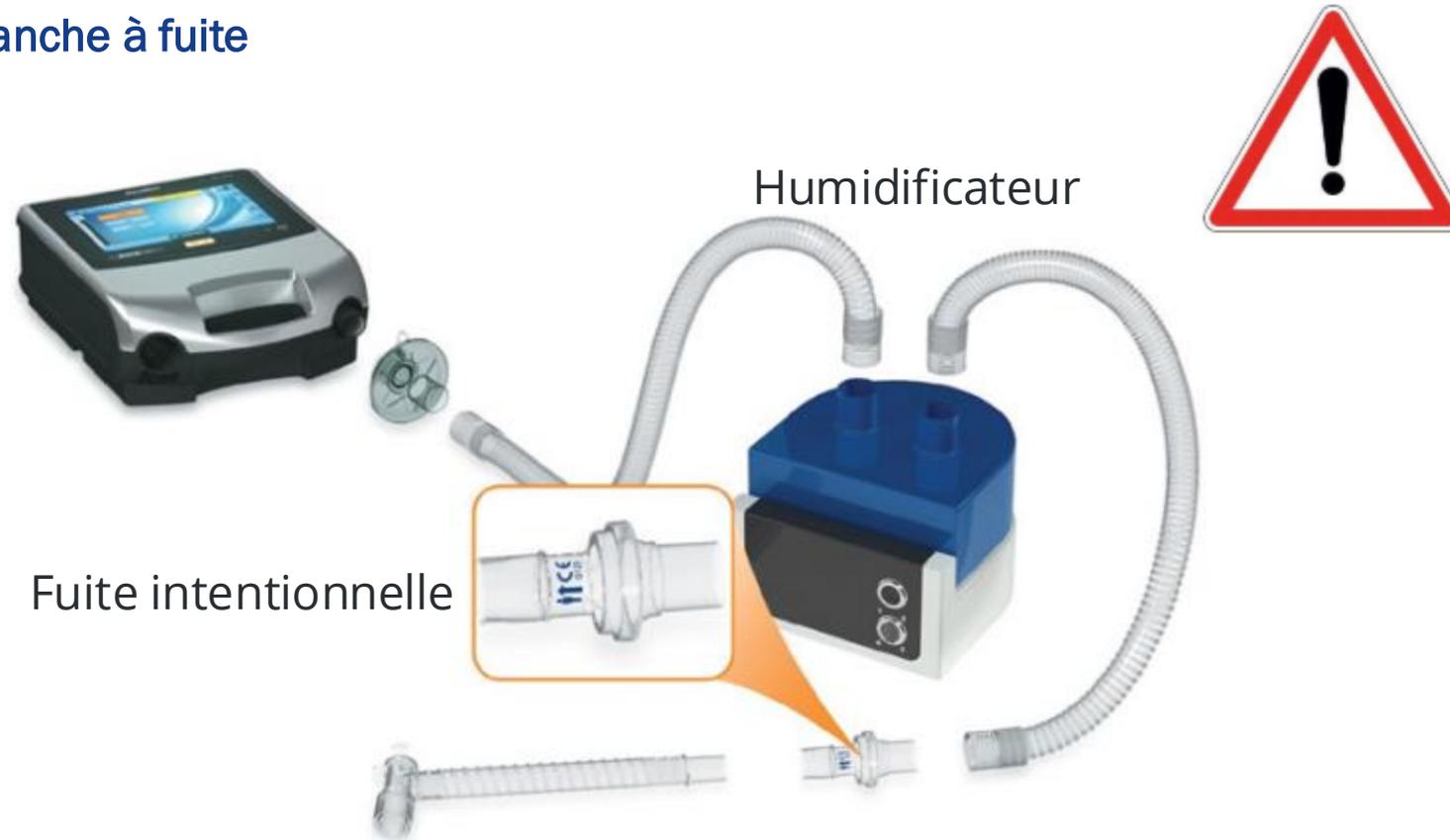
Comment?

■ Ventilateurs



Comment?

- Circuit: Monobranche à fuite



RESEARCH ARTICLE

Open Access



Impact of leaks and ventilation parameters on the efficacy of humidifiers during home ventilation for tracheostomized patients: a bench study

Noémie Haziot^{1*} , Mohamed Ibrahim², Kaixian Zhu², Charles-Philippe Thevenin², Sebastien Hardy² and Jésus Gonzalez-Bermejo^{1,3}

Comment?

- Circuit: Double branche





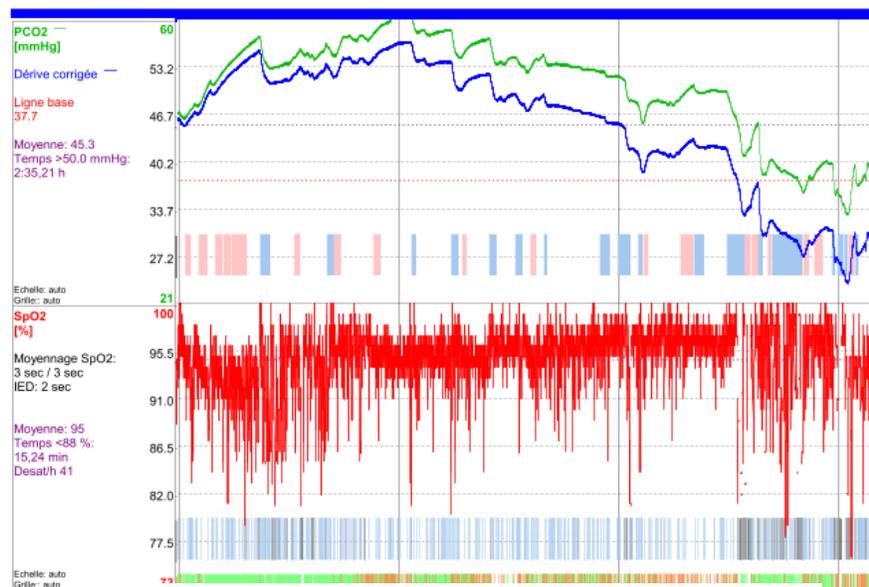
Addition of bacterial filter alters positive airway pressure and non-invasive ventilation performances

Claudio Rabec ^{1,2,3}, Emeline Fresnel ⁴, Yann Rétory⁵, Kaixian Zhu⁵, Karima Joly²,
Adrien Kerfourn⁴, Benjamin Dudoignon ⁶, Alexis Mendoza³, Antoine Cuvelier ^{3,7},
Jean-François Muir ², Boris Melloni^{2,8}, Jean-François Chabot^{2,9}, Jésus Gonzalez-Bermejo ^{3,10,11}
and Maxime Patout ^{3,6,11}

Canules-interfaces

- Canules sans ballonnet
- Canules à ballonnet
- Canules fenêtrées

3,5 vs 4



PCO2 (Dérive corrigée)

Ligne base (temps)	37.7 mmHg (21:48:59)
Minimum (temps)	23.7 mmHg (06:05:25)
Maximum (temps)	56.7 mmHg (02:02:36)
Moyenne	45.3 mmHg
Médiane	46.8 mmHg
Temps >50.0mmHg	02:35:21
Temps > 50.0mmHg [%]	31
Événm. > 50.0mmHg, durée > 5 mn.	1

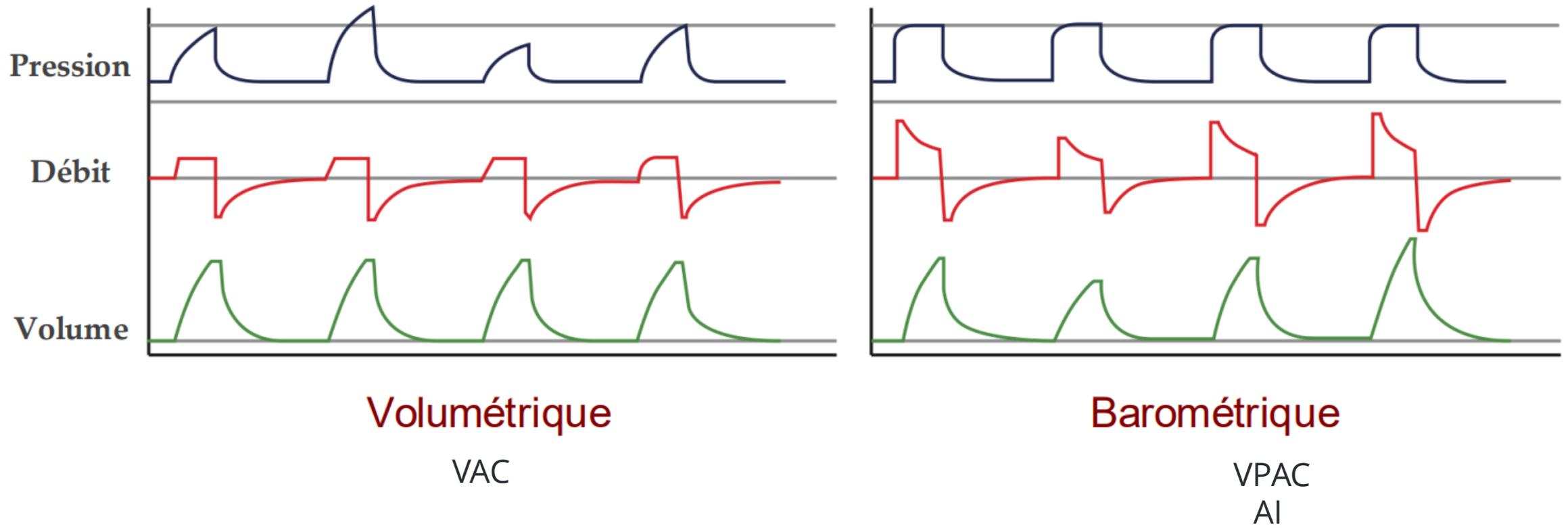


PCO2 (Dérive corrigée)

Ligne base (temps)	40.7 mmHg (22:20:18)
Minimum (temps)	22.5 mmHg (06:19:47)
Maximum (temps)	48.0 mmHg (01:59:02)
Moyenne	29.7 mmHg
Médiane	28.5 mmHg
Temps >50.0mmHg	00:00:00
Temps > 50.0mmHg [%]	0
Événm. > 50.0mmHg, durée > 5 mn.	0

Comment?

■ Types



Comment?

■ Alarmes

Eviter les alarmes intempestives

S'assurer de la sécurité si obstruction ou décanulation

Plusieurs types de monitoring

TABLE 1 Average time to alarm (seconds) for each ventilator using three tracheostomy tubes.

Alarm	CD			LMV (min)			LMV 0.5		
	3.5	4.5	5.5	3.5	4.5	5.5	3.5	4.5	5.5
Tracheostomy tube ID (mm)	3.5	4.5	5.5	3.5	4.5	5.5	3.5	4.5	5.5
Servo-u	>120	>120	>120	27	28	28.5	10.5	13	14
Trilogy 100	>120	>120	>120	29	32.5	32.5	5	7	6
Trilogy EV300	14	13.5	12.5	>120	>120	16	12.5	13	15
Vivo 45 LS	>120	>120	>120	>120	>120	34.5	>120	>120	15
V+Pro	>120	>120	3	16	14.5	10	11	9	7
Astral 100	4.5	8	8.5	>120	>120	>120	>120	>120	>120

Abbreviations: CD, circuit disconnect; LMV (min), minimum low minute ventilation setting; LMV 0.5, 0.5 lpm low minute ventilation setting.

Home ventilator alarm function in simulated decanulation with pediatric-sized tracheostomy tubes. Pajor et al. Ped pulm. 2024

AMERICAN THORACIC SOCIETY DOCUMENTS

An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline: Pediatric Chronic Home Invasive Ventilation

Laura M. Sterni, Joseph M. Collaco, Christopher D. Baker, John L. Carroll, Girish D. Sharma, Jan L. Brozek, Jonathan D. Finder, Veda L. Ackerman, Raanan Arens, Deborah S. Boroughs, Jodi Carter, Karen L. Daigle, Joan Dougherty, David Gozal, Katharine Kevill, Richard M. Kravitz, Tony Kriseman, Ian MacLusky, Katherine Rivera-Spoljaric, Alvaro J. Tori, Thomas Ferkol, and Ann C. Halbower; on behalf of the ATS Pediatric Chronic Home Ventilation Workgroup

THIS OFFICIAL CLINICAL PRACTICE GUIDELINE OF THE AMERICAN THORACIC SOCIETY (ATS) WAS APPROVED BY THE ATS BOARD OF DIRECTORS, JANUARY 2016

9 recommandations

- Prise en charge par un spécialiste et un généraliste
- Critères de sortie de réanimation
- Prestataires habitués, formés et sensibilisés
- Entourage formés (au moins deux personnes)
- Education thérapeutique
- Matériel: monitoring au domicile et ventilateurs avec alarme
- Maintenance régulière
- Pouvoir faire face à une panne avec matériel de secours
- Autres appareillages: désencombrement

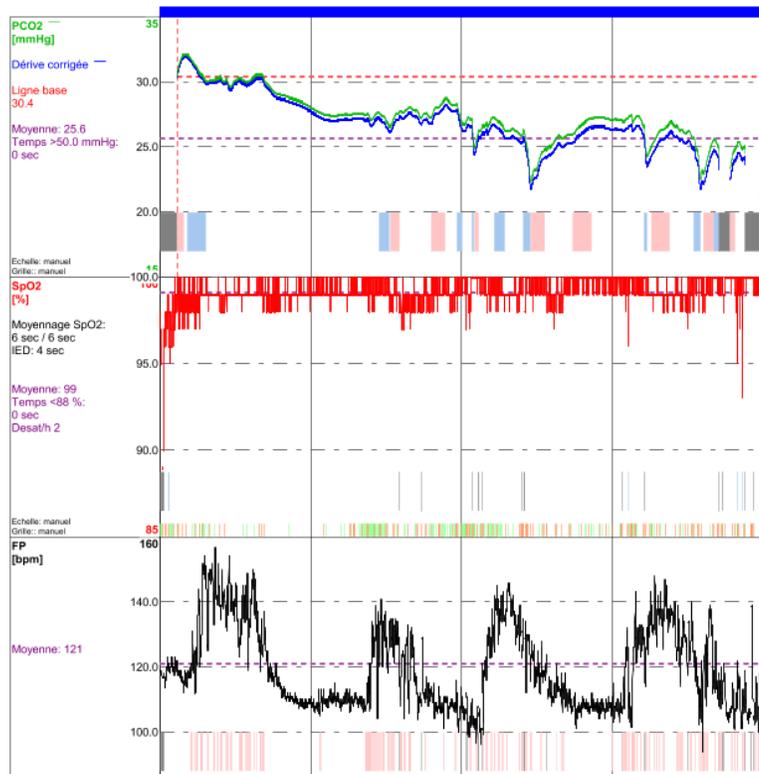
Table 7. Survey of Expert Opinion on the Necessary Equipment for Care of Children Requiring Invasive Home Ventilation

Equipment	"Absolutely Required" or "Required" (% of Experts)	"Strongly Recommended" (% of Experts)	"Optional" (% of Experts)	No. of Respondents*
Battery (long)	100.0	0	0	15
Heated humidifier	100.0	0	0	15
Suction (portable)	100.0	0	0	15
Ventilator (primary)	100.0	0	0	14
Oxygen	93.3	6.7	0	15
Pulse oximeter (nonrecording)	93.3	6.7	0	15
Self-inflating bag and mask	93.3	6.7	0	15
Battery (short)	78.6	7.1	14.3	14
Nebulizer	73.3	20.0	6.7	15
Ventilator (back-up)	71.4	28.6	0	14
Suction (stationary)	64.3	28.6	7.1	14
Stethoscope	53.3	33.3	13.3	15
Mechanical insufflation-exsufflation device	33.3	26.7	40.0	15
Car adapter	26.7	73.3	0	15
Cardiorespiratory monitor (recording)	21.4	28.6	50.0	14
Pulse oximeter (recording)	21.4	42.9	35.7	14
Test lung	21.4	21.4	57.1	14
Cardiorespiratory monitor (nonrecording)	13.3	26.7	60.0	15
Tool chest	7.7	46.2	46.2	13
Capnograph	7.1	35.7	57.1	14

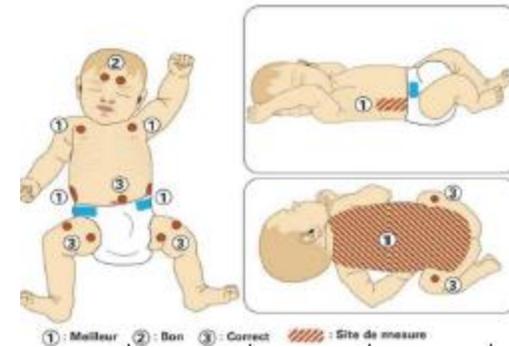
*Pediatric tertiary care centers surveyed include: Arkansas Children's Hospital (AR), Lucile Packard Children's Hospital at Stanford (CA), Children's Hospital Colorado (CO), All Children's Hospital (FL), Rush Children's Hospital (IL), The University of Chicago Medicine Comer Children's Hospital (IL), Riley Hospital for Children (IN), Johns Hopkins Children's Center (MD), St. Louis Children's Hospital (MO), Duke Children's Hospital & Health Center (NC), Stony Brook Children's Hospital (NY), Nationwide Children's Hospital (OH), Children's Hospital of Pittsburgh (PA), Ventilator Assisted Children's Home Program (PA), and Hasbro Children's Hospital (RI).

Comment?

■ Surveillance et monitoring



Capnographie: Sentec ® et Radiometer ®





Pourcentage de fuite - %		
Au 5e centile: 0	Médian(e) : 35	Au 95ème centile : 77
Débit inspiratoire maximal - l/min		
Au 5e centile: 15,0	Médian(e) : 18,6	Au 95ème centile : 21,0
Pression inspiratoire - cmH2O		
Au 5e centile: 23,0	Médian(e) : 23,4	Au 95ème centile : 24,4
Pression expiratoire - cmH2O		
Au 5e centile: 6,4	Médian(e) : 7,0	Au 95ème centile : 7,6
Volume courant - ml		
Au 5e centile: 12	Médian(e) : 48	Au 95ème centile : 72
Fréquence respiratoire - respirations/min		
Au 5e centile: 38	Médian(e) : 38	Au 95ème centile : 43
Ventilation minute - l/min		
Au 5e centile: 0,8	Médian(e) : 1,8	Au 95ème centile : 2,6
Temps inspiratoire - secondes		
Au 5e centile: 0,48	Médian(e) : 0,48	Au 95ème centile : 0,51
Temps expiratoire - secondes		
Au 5e centile: 0,72	Médian(e) : 1,05	Au 95ème centile : 1,08
Rapport I/E		
Au 5e centile: 1:2,5	Médian(e) : 1:2,5	Au 95ème centile : 1:1,43
Pression moy. voies aériennes - cmH2O		
Au 5e centile: 11,4	Médian(e) : 11,7	Au 95ème centile : 13,2

Statistiques

01/01/2025 - 09/01/2025

Appareil : Astral 150 (S/N: 22211640731)

Durée ventilation totale

Jours employés >= 4 heures : **9**

Jours employés < 4 heures : **0**

% Jours employés >= 4 heures : **100**

Jours de non-utilisation : **0**

Nbr. total de jours : **9**

Nbr. total d'heures d'utilisation : **121:07**

Util. médiane quot.: **13:05**

Util. moyenne quot.: **13:27**

Programme 1

Réglages de l'appareil

Mode de traitement : **VP(A)C**

Type de circuit : **Double branche**

Type de patient : **Pédiatrique**

Type de déclenchement : **Pression**

Interface patient: **Invasif**

Nom du programme: **---**

Utilisation totale

Nbr. total d'heures d'utilisation : **121:07**

Util. médiane quot.: **13:05**

Util. moyenne quot.: **13:27**

Régl. admin. phase inspiratoire

AI (PAC): **15,0 cmH2O**

La pente inspiratoire: **100,0 ms**

Régl. phase expiratoire

PEP: **7,0 cmH2O**

Régl. déclencht inspiratoire

Fréq Resp: **38,0 respirations/min**

Trigger: **Haut**

Régl. durée phase inspiratoire

Ti: **0,5 s**

Réglages apnée

Réponse d'apnée : **Alarme seulement**

Tps d'apnée: **10,0 s**

Détection apnées: **Pas de respi**

Réglages resp. manuelle

Cycle manuel: **Off**

Amplitude: **150,0 %**

Réglages soupir

Soupir: **Off**

Réglages alarme

Pression - Réglage d'alarme bas: **On**

Pression - Réglage d'alarme haut: **45,0 cmH2O**

Fréq Resp - Réglage d'alarme bas: **12,0 respirations/min**

Fréq Resp - Réglage d'alarme haut: **99,0 respirations/min**

Pouls - Réglage d'alarme bas: **30,0 Battements/min**

Pouls - Réglage d'alarme haut: **150,0 Battements/min**

FiO2 - Réglage d'alarme bas: **Off**

FiO2 - Réglage d'alarme haut: **Off**

SpO2 - Réglage d'alarme bas: **85,0 %**

SpO2 - Réglage d'alarme haut: **Off**

PEP basse - Réglage d'alarme: **Off**

Vent arrêtée - Réglage d'alarme: **Off**

Fuite - Réglage d'alarme: **Off**

Vti - Réglage d'alarme bas: **Off**

Vte - Réglage d'alarme bas: **Off**

Vti - Réglage d'alarme haut: **Off**

Vte - Réglage d'alarme haut: **Off**

VMI - Réglage d'alarme bas: **0,2 l/min**

VMe - Réglage d'alarme bas: **Off**

VMI - Réglage d'alarme haut: **Off**

VMe - Réglage d'alarme haut: **Off**

Alarme de déconnexion: **On**

Tolérance de déconnexion: **70,0 %**

Temps d'activation alarme: **15,0 s**

Statistiques

13/01/2025 - 13/03/2025

Appareil : Astral 150 (S/N: 22191087372)

Durée ventilation totale

Jours employés >= 4 heures : 59	Jours employés < 4 heures : 1	% Jours employés >= 4 heures : 98
Jours de non-utilisation : 0	Nbr. total de jours : 60	Nbr. total d'heures d'utilisation : 746:37
Util. médiane quot.: 12:39	Util. moyenne quot.: 12:26	

Programme 1

Utilisation totale

Nbr. total d'heures d'utilisation : 734:42	Util. médiane quot.: 12:38	Util. moyenne quot.: 12:14
---	-----------------------------------	-----------------------------------

Réglages de l'appareil

Mode de traitement : VP(A)C.SV	Type de circuit : Double branche
Type de patient : Pédiatrique	Type de déclenchement : Pression
Interface patient: Invasif	Nom du programme: Jour

Régl. déclencht inspiratoire

Fréq Resp: 28,0 respirations/min	Trigger: Haut
---	----------------------

Régl. phase expiratoire

PEP: **5,0 cmH2O**

Régl. admin. phase inspiratoire

AI (PAC): 14,0 cmH2O	La pente inspiratoire: 150,0 ms
-----------------------------	--

Volume courant - ml

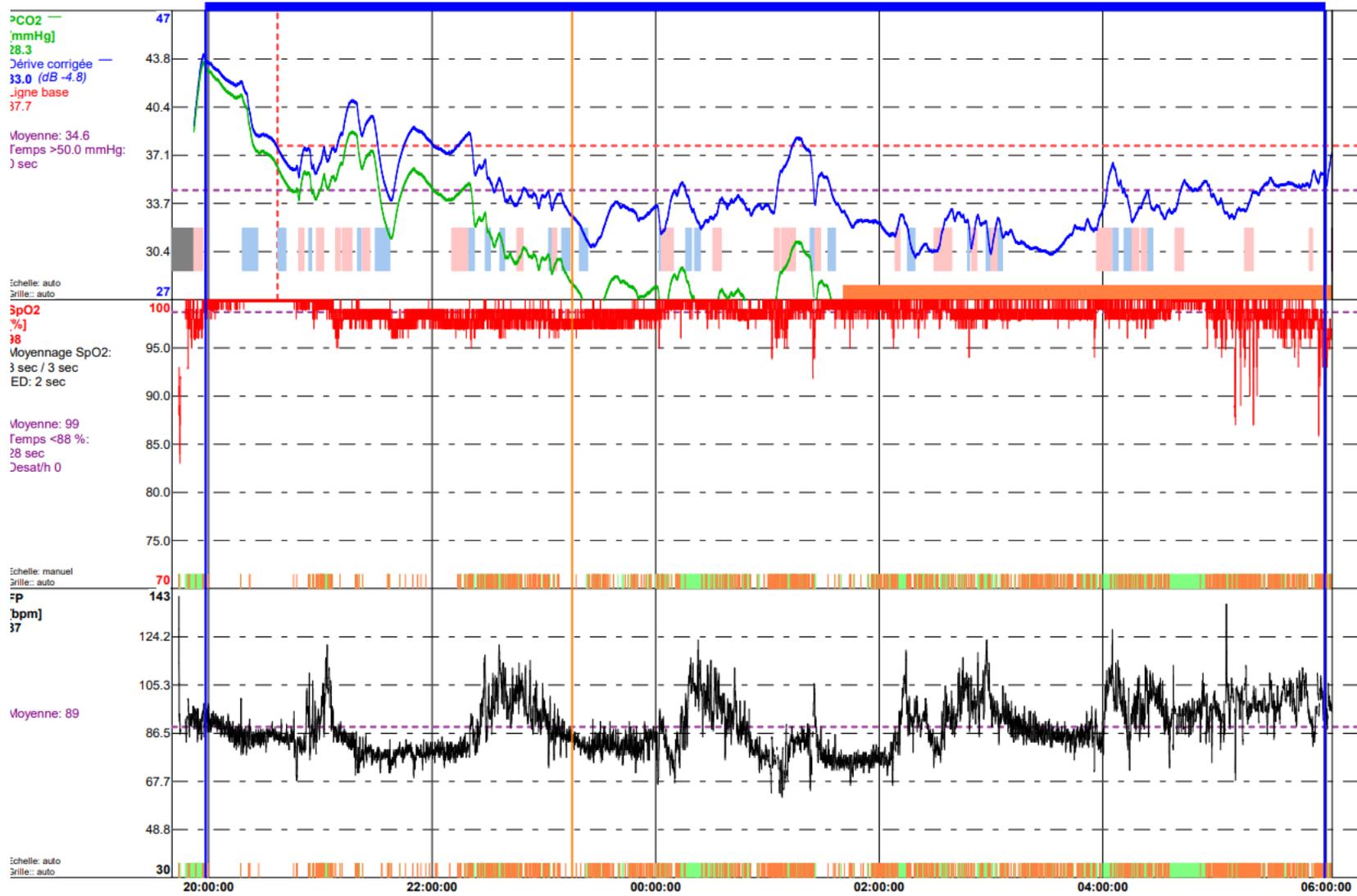
Au 5e centile: 0	Médian(e) : 0	Au 95ème centile : 126
-------------------------	----------------------	-------------------------------

Rapport I/E

Au 5e centile: 1:2	Médian(e) : 1:2	Au 95ème centile : 1:1,43
---------------------------	------------------------	----------------------------------

Réglages alarme

Pression - Réglage d'alarme bas: On	Pression - Réglage d'alarme haut: 25,0 cmH2O
Fréq Resp - Réglage d'alarme bas: 12,0 respirations/min	Fréq Resp - Réglage d'alarme haut: 60,0 respirations/min
Pouls - Réglage d'alarme bas: 30,0 Battements/min	Pouls - Réglage d'alarme haut: 150,0 Battements/min
FiO2 - Réglage d'alarme bas: Off	FiO2 - Réglage d'alarme haut: Off
SpO2 - Réglage d'alarme bas: 85,0 %	SpO2 - Réglage d'alarme haut: Off
PEP basse - Réglage d'alarme: On	Vent arrêtée - Réglage d'alarme: Off
Fuite - Réglage d'alarme: Off	Vti - Réglage d'alarme bas: Off
Vte - Réglage d'alarme bas: Off	Vti - Réglage d'alarme haut: Off
Vte - Réglage d'alarme haut: Off	VMi - Réglage d'alarme bas: 0,2 l/min
VMe - Réglage d'alarme bas: Off	VMi - Réglage d'alarme haut: Off
VMe - Réglage d'alarme haut: 17,5 l/min	Alarme de déconnexion: On
Tolérance de déconnexion: 80,0 %	Temps d'activation alarme: 10,0 s



Pourcentage de fuite

