



13 juin 2018

Jean-Louis Bourgain & Madeleine Chollet-Rivier

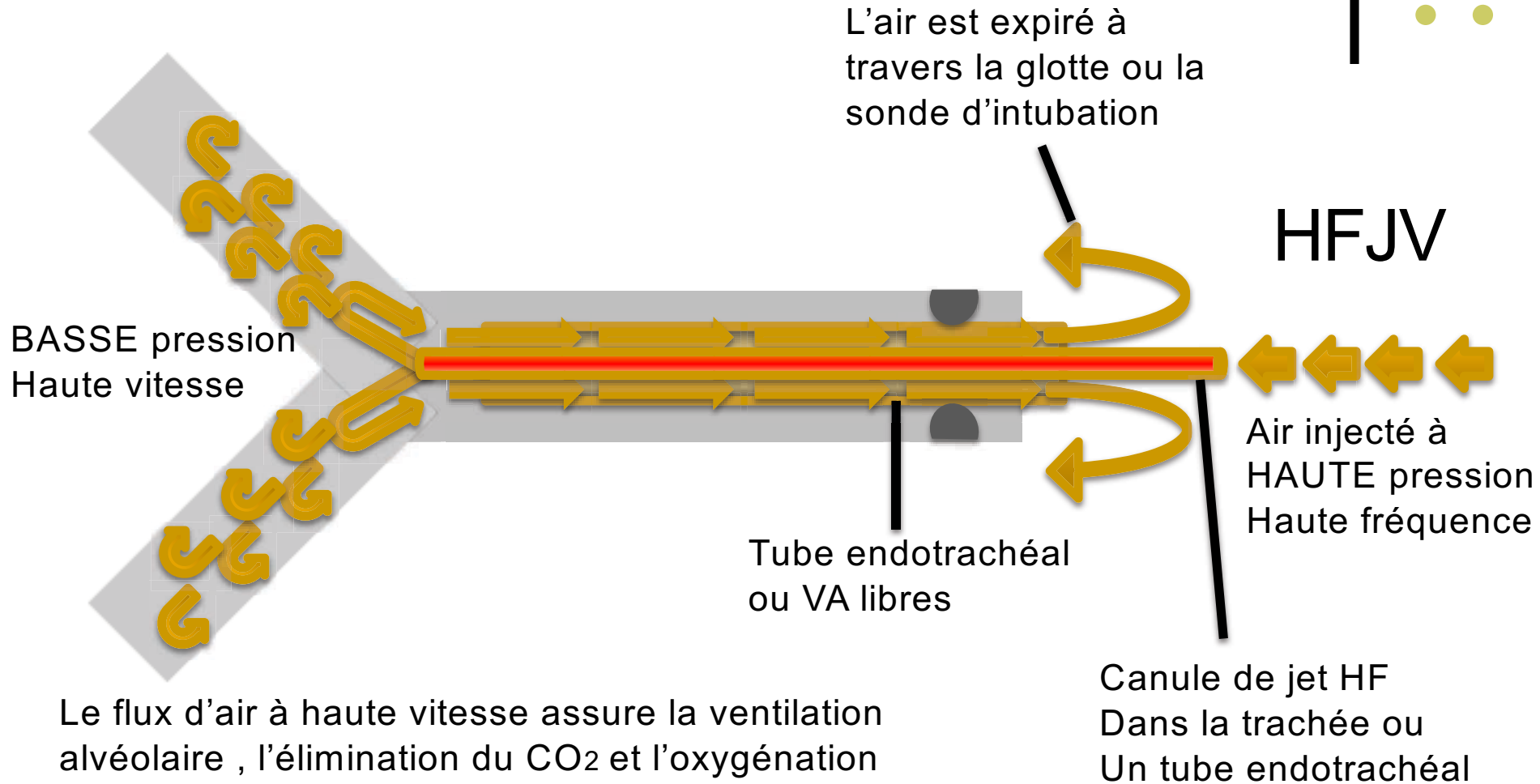


# Jet ventilation définition



Ventilation par injection intermittente dans la trachée de gaz à **haute vélocité** via un cathéter de très petit calibre (ID 2mm)

# Mécanismes des échanges gazeux élimination du CO<sub>2</sub>

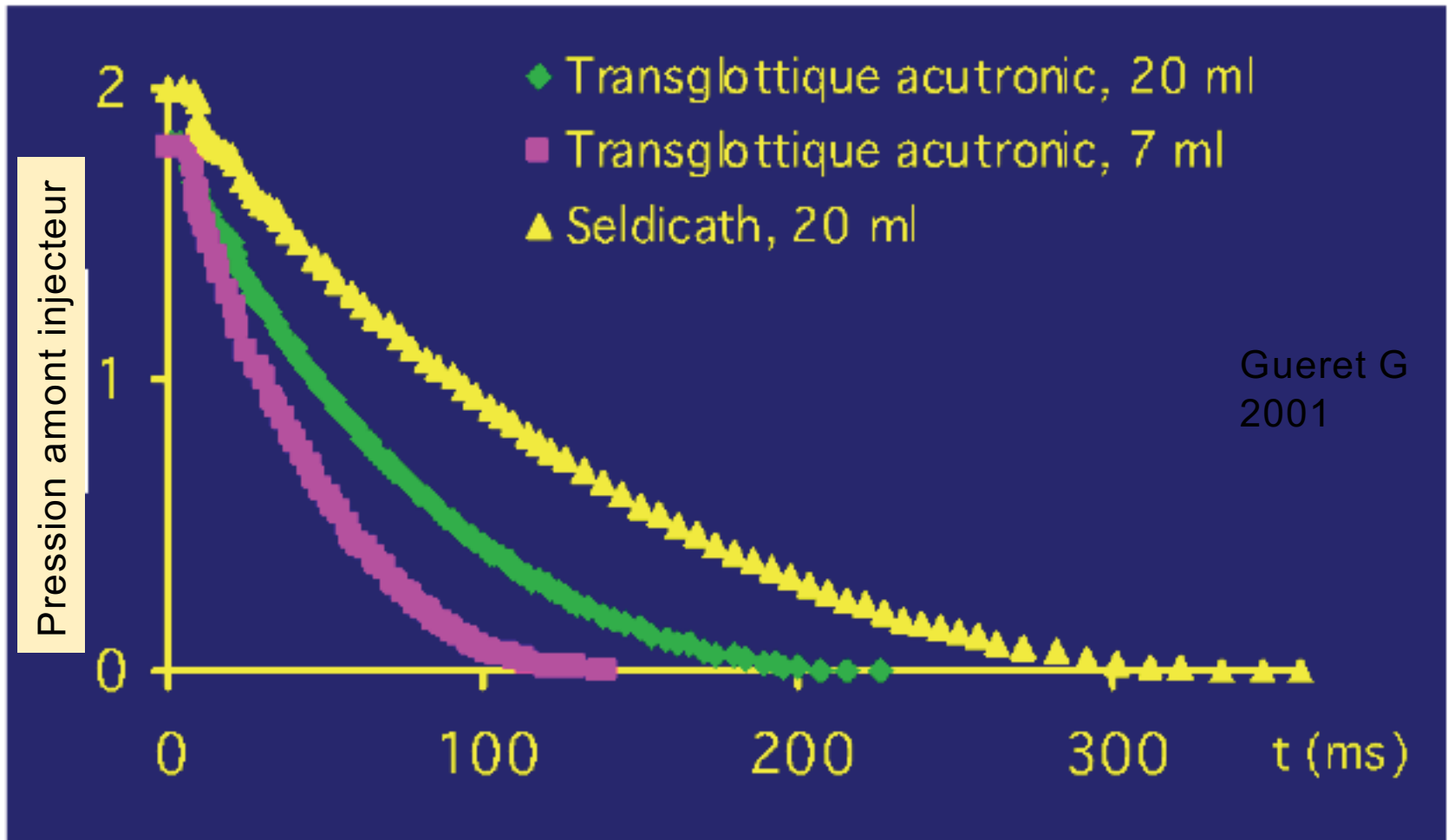




# Les principes physiques

- Débit dans l'injecteur
  - Dépend de la pression de travail et du  $\varnothing$  injecteur
- Volume injecté
  - Dépend du I/E et indépendant de la fréquence
- Après l'injection
  - La pression diminue dans l'injecteur en fonction de son  $\varnothing$ , du volume de l'espace mort compressible et de la pression de travail
  - Très important car mesure de la pression trachéale à travers l'injecteur

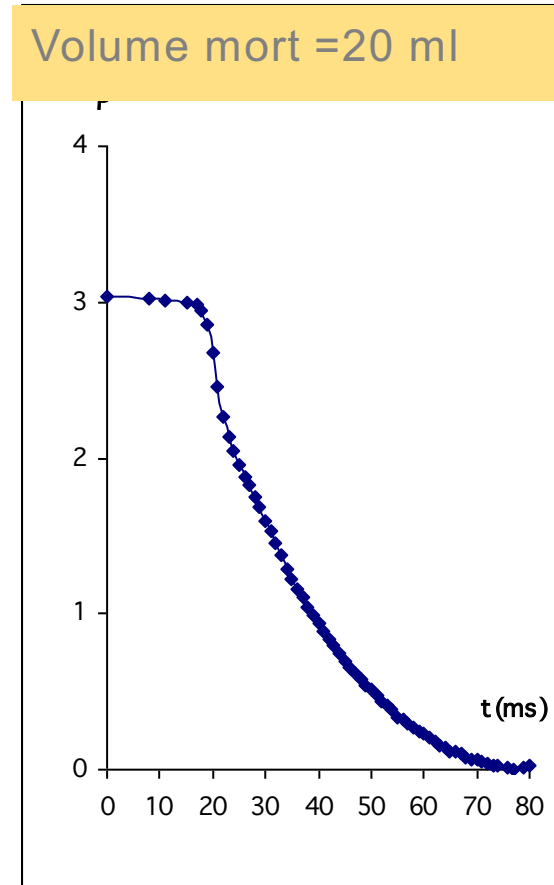
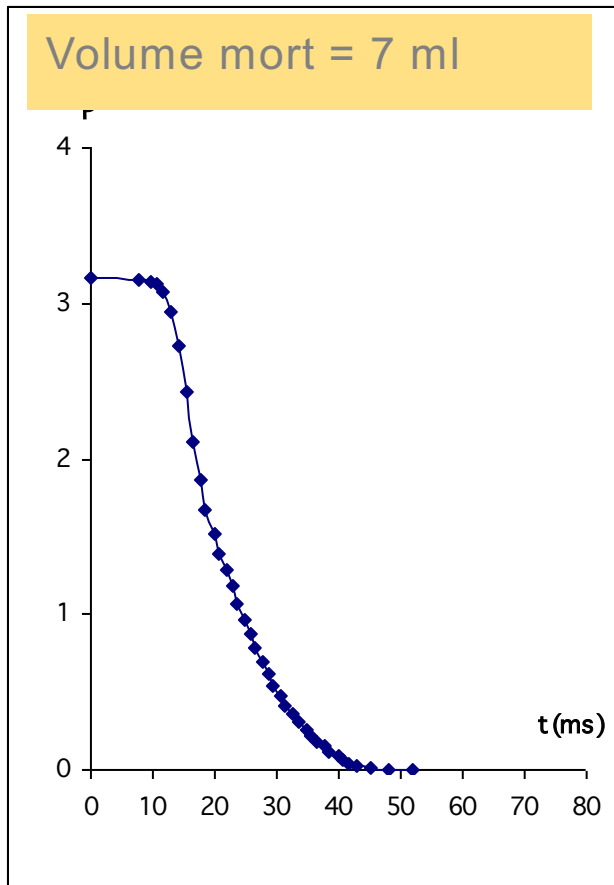
# La décompression de l'espace mort du ventilateur dépend de :



# La décompression de l'espace mort du ventilateur dépend de :



## Le volume mort



# Les principes physiques dans le patient



- Lors de l'insufflation
  - Au droit de l'injecteur, la pression se transforme en énergie cinétique (vitesse du son) avec effet Venturi théorique. Le débit est indépendant des conditions mécaniques d'aval.
  - La vitesse du gaz décroît rapidement quand la pression trachéale augmente **jusqu'à refluer à l'extérieur**. Le volume entrant dans les alvéoles dépend des conditions d'aval : compliance comme l'obésité, résistance comme les BPCO

# L'expiration est passive via les VAS, à côté de la canule

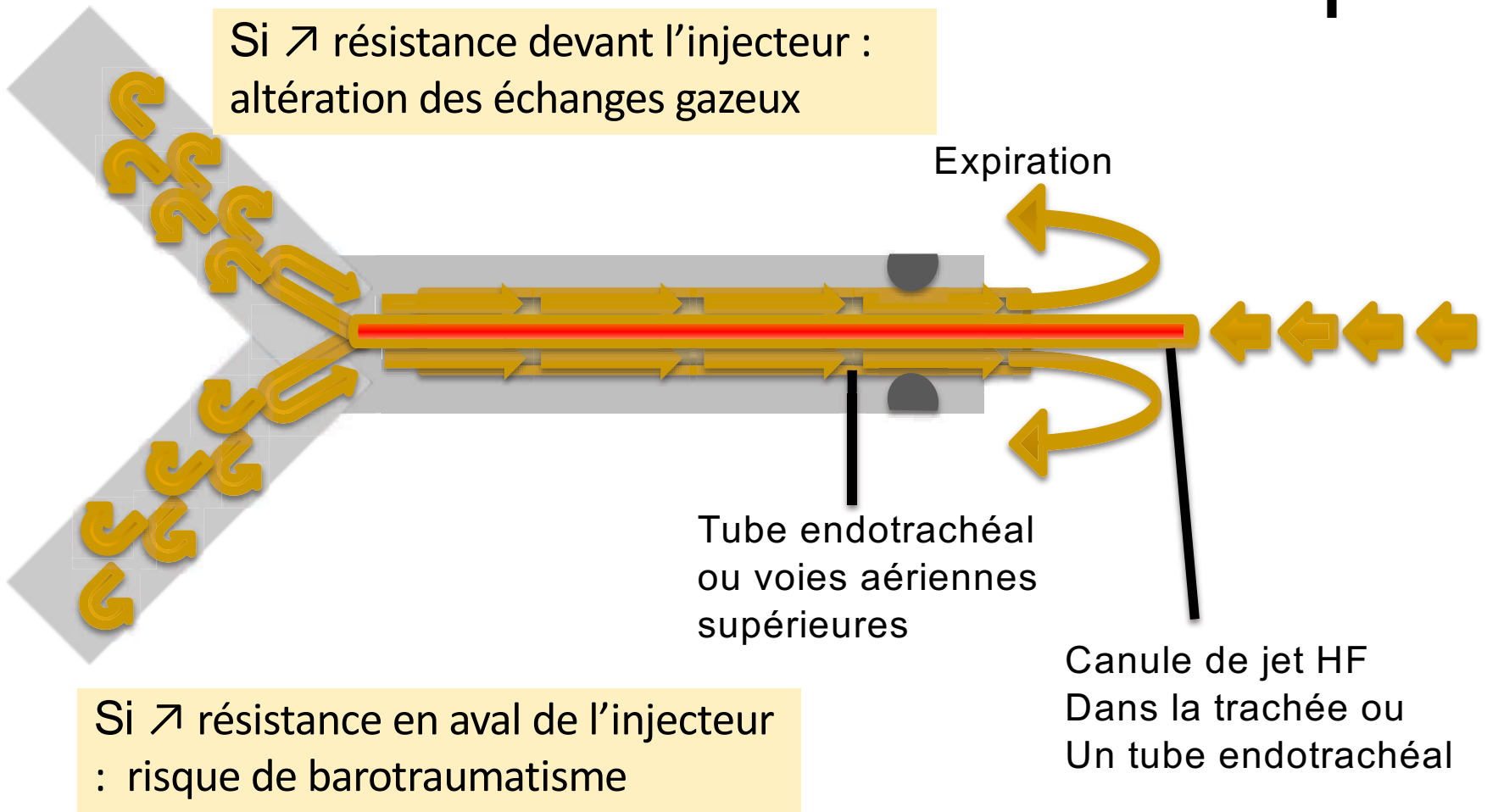


- Elle dépend de la perméabilité et du calibre des VAS
- De la force de rappel élastique du poumon
- Du temps laissé à l'expiration:
  - rapport I/E
  - fréquence d'injection
- Est monitorée par :
  - le bruit fait par l'air exsufflé
  - Surtout la pression trachéale mesurée en fin d'expiration à travers l'injecteur

*Si l'expiration est gênée  
il y a risque de barotraumatisme*



# Mécanique respiratoire sous jet-ventilation





# La physiologie de la JVHF

- L'élimination du CO<sub>2</sub> est assurée par les variations de pressions inspirée – expirée
  - Elles sont très faibles (de 2 à 4 cm H<sub>2</sub>O) et très < à celles mesurées en ventilation conventionnelle
  - Augmentation de la ventilation **par l'augmentation de la pression de travail**
- L'oxygénation dépend de la pression moyenne dans les voies aériennes
  - L'augmentation de la pression moyenne se fait par
    - L'augmentation de la pression de travail
    - Une auto-PEEP liée à l'étroitesse de la VAS qui gêne l'évacuation des gaz expirés

# Jet : modes d'administration



- **Manuelle**

- Pas de mesure de la pression télé expiratoire (PTE) et risque de barotraumatisme
- Méthode réservée à l'urgence
  - Type Manujet : **Le débit est de 600 ml/s** à travers un cathéter 14 gauge pour une pression de 3 bar



- **Respirateur dédié (Monsoon - Sebac)**

- Débit dépendant de la pression de travail et l'injecteur
- Mesure de la PTE

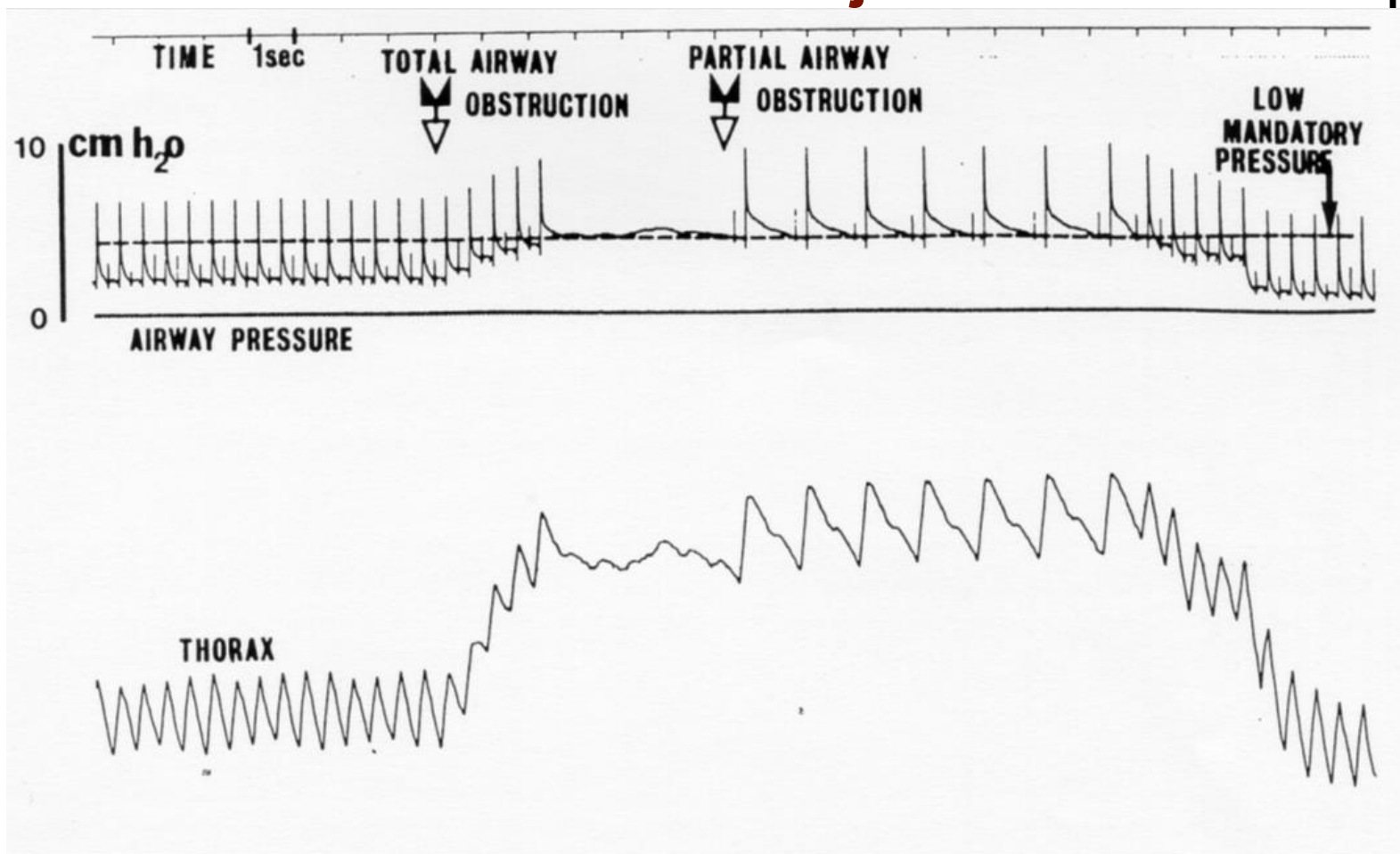


# Le risque de barotraumatisme



- Il existe quand le débit expiré est gêné par une obstruction des VAS
  - Obstruction au cours des endoscopies ORL, patient non intubé
  - Obstruction quand le cathéter de jet est trop gros / sonde d'intubation.
    - Pas de jet aux enfants de moins de 6 ou 7 ans sauf exception.
  - Les ATCD de BPCO ne sont pas un facteur de risque de barotraumatisme

# Enregistrement de la pression trachéale et du déplacement de la cage thoracique au cours d'une obstruction de VAS sous jet ventilation



# PTE (Pression Télé-Expiratoire)



- Mesure **la pression résiduelle dans le ventilateur**, à travers l'injecteur 10 msec avant l'insufflation suivante.
- Quand  $PTE >$  à la valeur seuil préréglée, l'appareil s'arrête et l'insufflation ne reprend que quand  $PTE <$  valeur seuil.
- N'est **active qu'en mode automatique !**



## → Risk factors for O<sub>2</sub> desaturation

	Without	With	
Duration (minutes)	20.8 ± 23.4	42.9 ± 30.4	NS
Obstruction score	10.5 ± 13.7	13.9 ± 18.5	NS
Weight (Kg)	67.1 ± 13.6	73.4 ± 12.2	P = 0.03
Age (years)	54.9 ± 11.8	58.8 ± 11.7	NS
Puncture attempts > 2	17 / 526	8 / 40	P = 0.0001 *
Laser surgery	15 / 526	10 / 75	P = 0.0001 *
FiO <sub>2</sub> = 1	505 / 517	12 / 83	P = 0.0008 *
COPD	19 / 504	6 / 91	NS

Careful use of HFJV during laser surgery and in obese patients

# Ventilateur de jet dédié

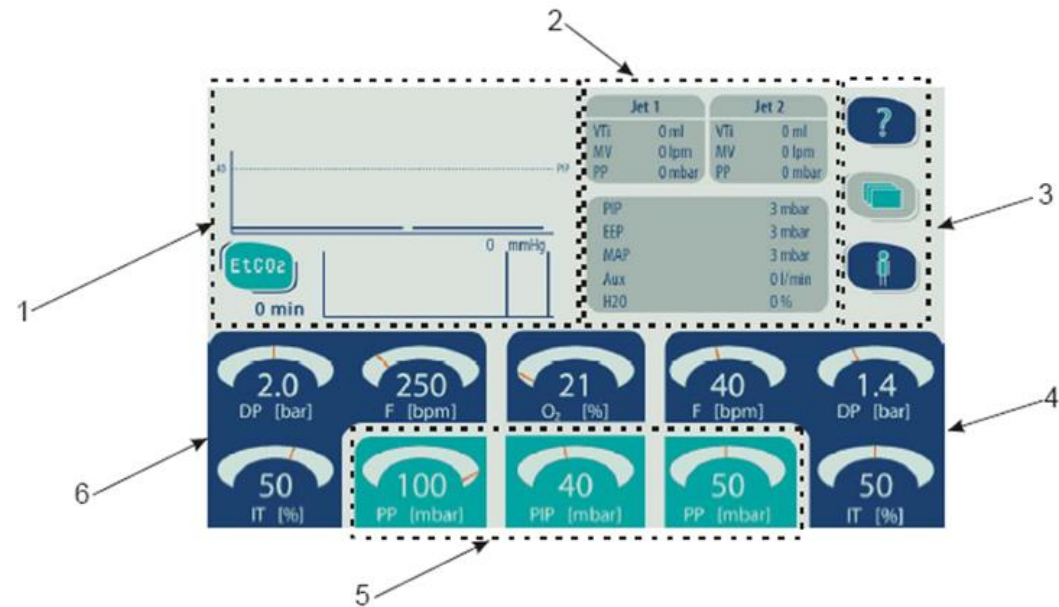
## Moonson-Sebac®



Injecteur peu compliant  
→ espace mort faible

### Écran d'affichage

L'image ci-après représente l'écran d'affichage.



Écran d'affichage

#### Légende :

- Élément 1 : Tracé graphique : pression des voies aériennes et concentration EtCO<sub>2</sub>
- Élément 2 : Valeurs mesurées
- Élément 3 : Boutons d'accès à l'aide, au menu et aux données du patient
- Élément 4 : Paramètres de la voie de jet-ventilation 2
- Élément 5 : Limites de pression
- Élément 6 : Paramètres de la voie de jet-ventilation 1





# Réglages Moonsoon

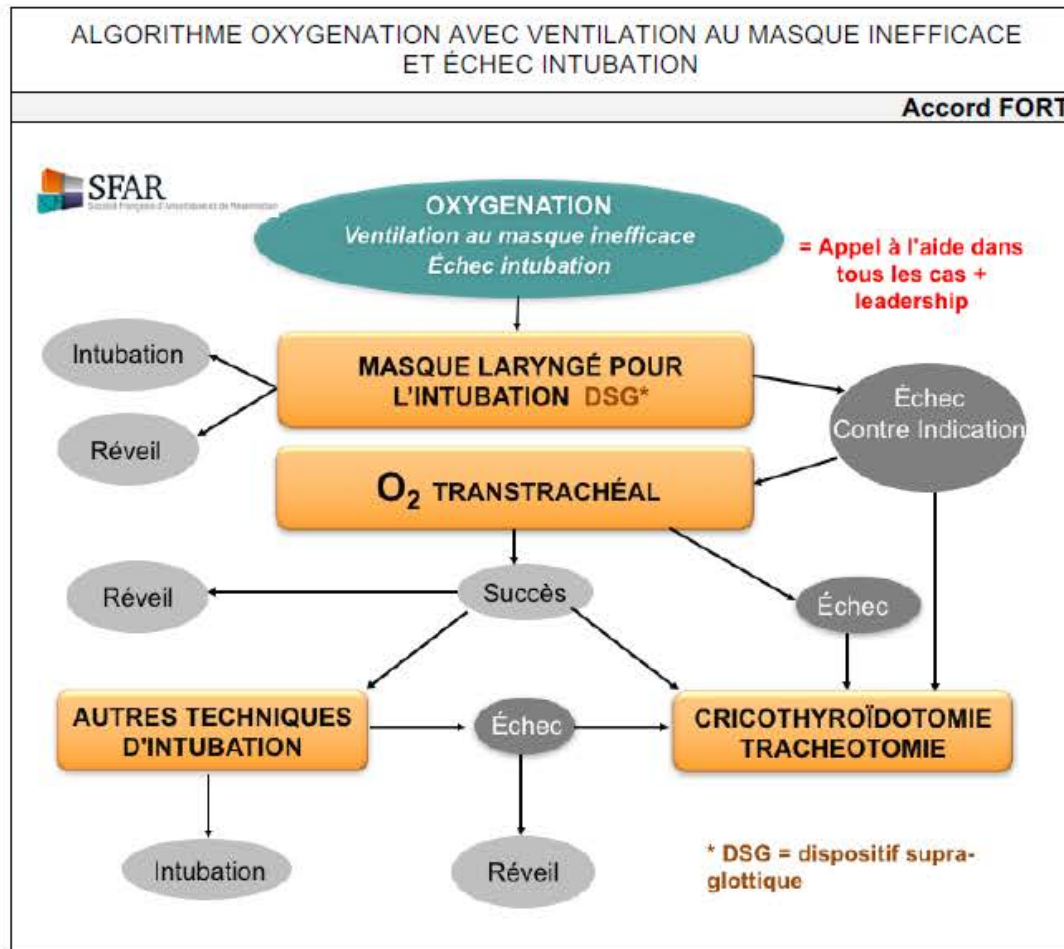
- En endoscopie et pour l'intubation difficile
  - Pression de travail 1,2 bar
  - Fréquence 90 et I/E 30%
  - PP 6 à 10 mBar
- Dans les cas difficiles
  - Augmenter la PP et acquitter les alarmes (reset)
  - S'arrête de temps en temps quand l'alarme de PP est trop sollicitée



# Les indications en 2016

- La ventilation de sauvetage au cours de l'intubation difficile
- La laryngoscopie et la chirurgie laryngée en ORL, la bronchoscopie
- La radiologie interventionnelle pulmonaire et hépatique
- La fulguration atriale

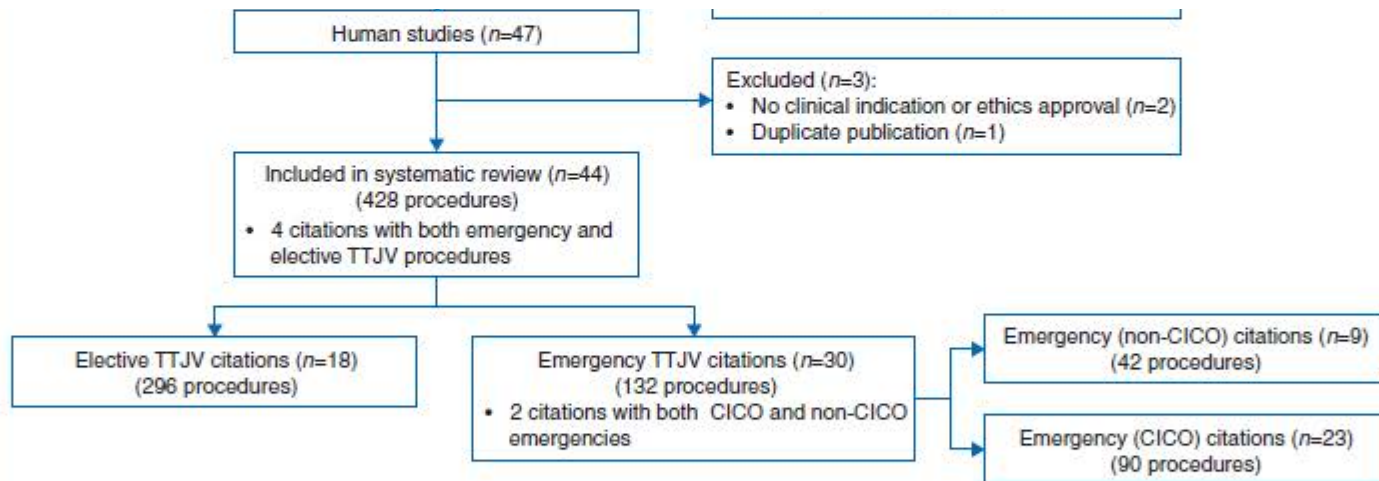
# Réactualisation conférence d'experts sur l'intubation difficile 2017



# Jet-ventilation transtrachéale et cannot intubate cannot ventilate



Duggan LV British Journal of Anaesthesia, 117 (S1): i28–i38 (2016)



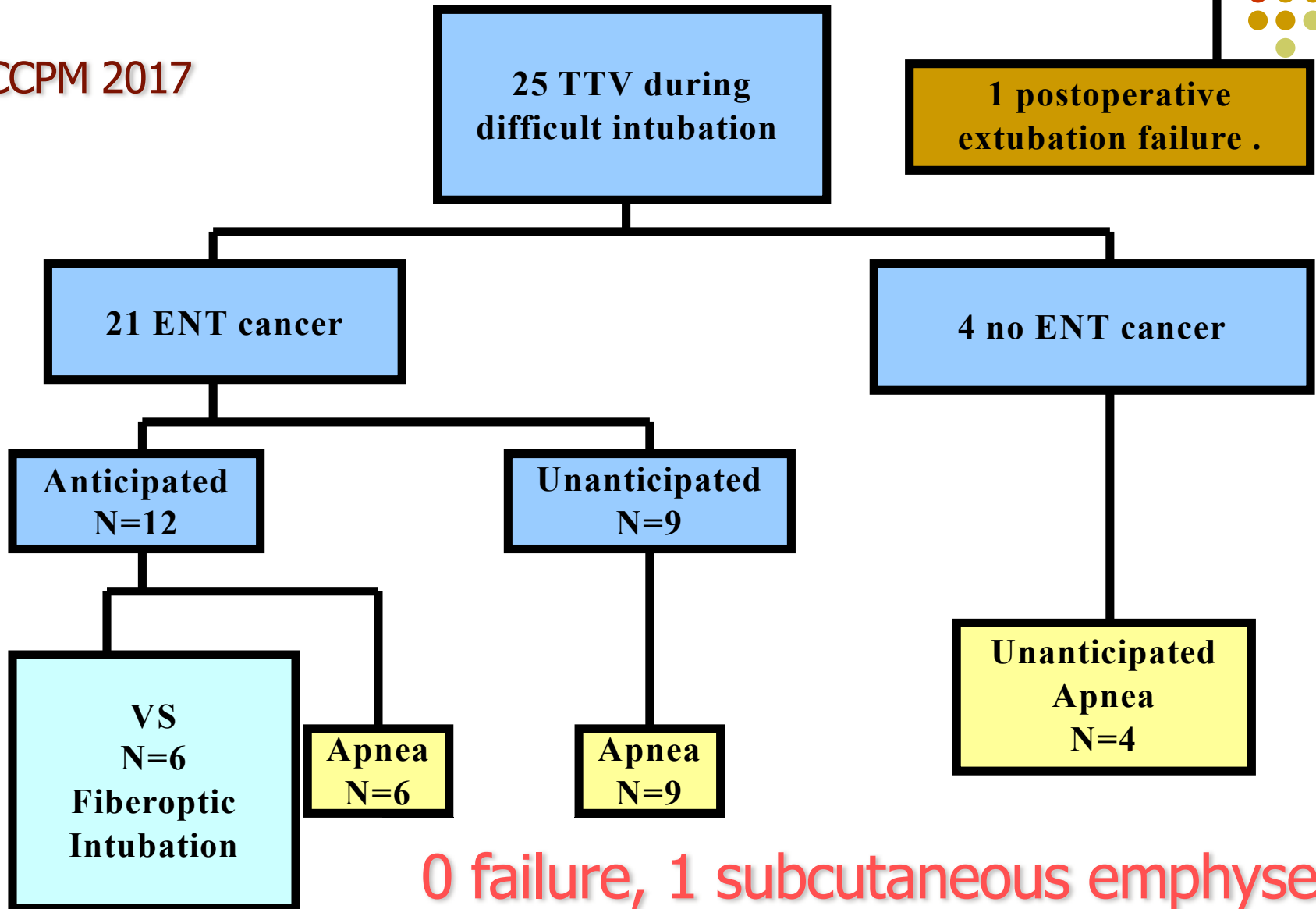
**Table 4** Comparison of complications in emergency TTJV (CICO), emergency TTJV (non-CICO) and TTJV in elective surgery. TTJV, transtracheal jet ventilation; CICO, can't intubate, can't oxygenate

	Emergency TTJV (CICO)	Emergency TTJV (non-CICO)	TTJV in elective surgery	P-value
Total number of procedures	90	42	296	
Device Failure, n (%)	38 (42)	0	1 (0.3)	<0.001
Barotrauma, n (%)	29 (32)	3 (7)	22 (8)	<0.001
Miscellaneous complications, n (%)	8 (9)	2 (5)	3 (1)	0.001
Procedures with any complications, n (%)	46 (51)	3 (7)	24 (8)	<0.001

# Transtracheal ventilation and difficult intubation n= 41368



ACCPM 2017



0 failure, 1 subcutaneous emphysema

# Oxygénation de sauvetage

BJA Advance Access published June 30, 2014

British Journal of Anaesthesia Page 1 of 7  
doi:10.1093/bja/aeu188

## Percutaneous transtracheal ventilation in an obstructed airway model in post-apnoeic sheep

M. Berry<sup>1,2</sup>, Y. Tzeng<sup>1,3</sup> and C. Marsland<sup>1,4\*</sup>



### Injecteur type Ventrain®

- Connecté sur un barboteur à O<sub>2</sub> à 15L/min

### Injecteur type Manujet®

- Connecté sur une prise murale d'O<sub>2</sub> réglé à 1bar

*Δ manomètre réglé à 0,5 bar, 1 injection de 2 sec*  
*cathéter, Temps Inspiratoire de 4 sec*  
*est obtenu identique : 250 ml O<sub>2</sub>'*  
*la PaO<sub>2</sub> passe de 70→90 mmHg*

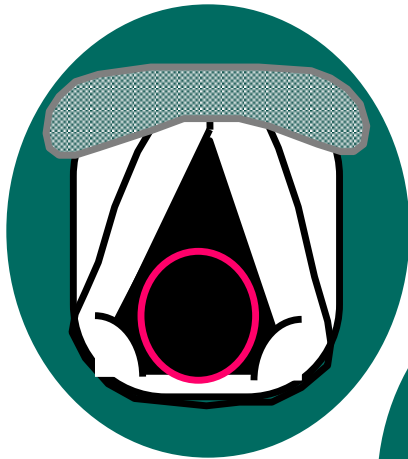
*Pression trachéale 16 mmHg avec Ventrain, 40 mmHg avec Manujet....*

RESERVES A L'URGENCE

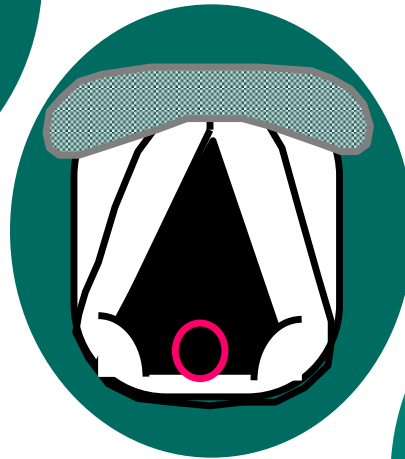


## 2. La laryngoscopie et la chirurgie laryngée en ORL

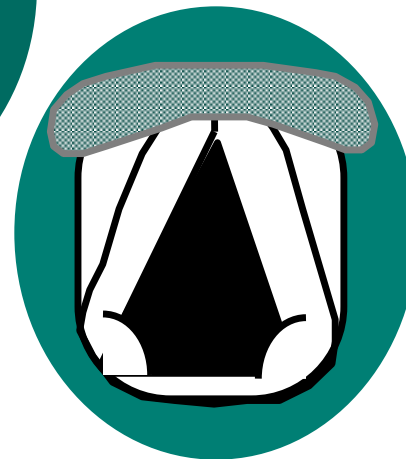
# Exposition laryngée



Intubation et ventilation conventionnelle



Jet stylet et jet ventilation



Transtrachéale ou  
susglottique



# Ventilatory complications of laser laryngeal surgery

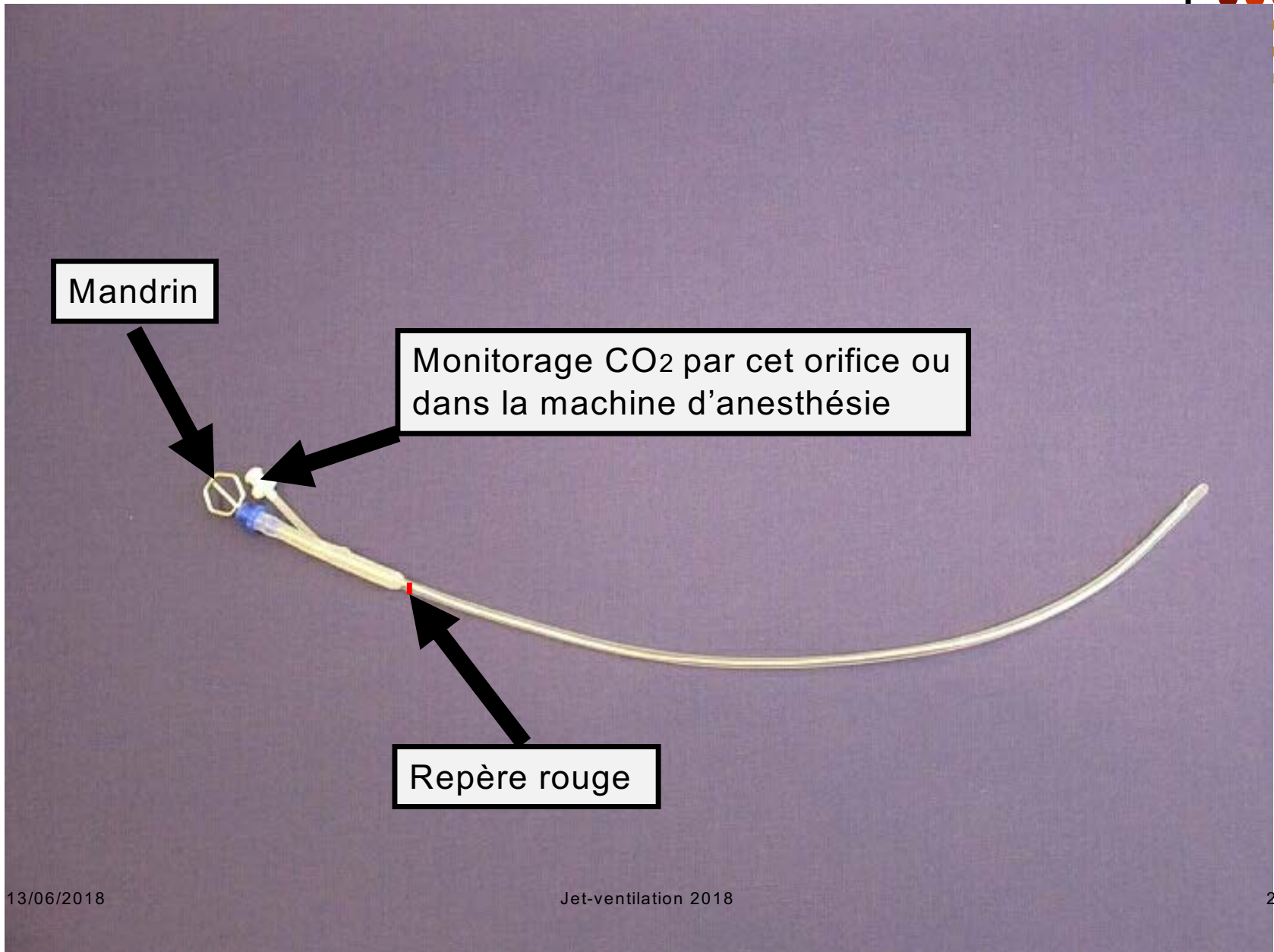


(Cosine J clin Anesth 1991;3:20-5)

- **Jet ventilation (49/4151)**
  - Pneumothorax n= 9
  - Hypoxemia n= 6
  - Mediastinal air n= 2
  - Tension pneumoth. n=1
  - CO2 retention n= 3
  - Subcut. emphysema n= 2
  - Gastric dilatation n=1
- **Standard ventilation (42/11550)**
  - Airway fires n= 8
  - Pneumothorax n=5
  - Alu. foil in the trachea n=1
  - Subcut. emphysema n=1
  - ETT cuff rupture n=1
  - Gastric dilatation n=1

Complication rate was higher in institution, fewer than 30 laser/year were performed.

# Laserjet





# Complications of Different Ventilation Strategies in Endoscopic Laryngeal Surgery

## A 10-year Review

Yves Jaquet, M.D.,\* Philippe Monnier, M.D.,† Guy Van Melle, M.D., Ph.D.,‡ Patrick Ravussin, M.D.,§ Donat R. Spahn, M.D., F.R.C.A.,|| Madeleine Chollet-Rivier, M.D.#

Table 3. Incidence of Complications

Event	TTJV	TGJV	AIV	MCV
<b>Minor complications</b>				
Failure*†	3	4	0	0
Mucosal damage*	1	0	0	0
Laryngospasm*	1	0	5	0
Hemodynamic instability	6	2	0	0
Hypoxemia	2	1	0	0
Myocardial ischemia	1	0	0	0
Cervical emphysema*	3	0	0	0
<b>Major complications</b>				
Cervicomedialastinal emphysema*	1	0	0	0
Pneumothorax*	1	1	0	0
Tension pneumothorax*	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>20/265 (7.5%)</b>	<b>8/469 (1.7%)</b>	<b>5/359 (1.4%)</b>	<b>0/200 (0%)</b>

\* Complications directly related to the ventilation procedure. † Failure of insertion of the cannula and failure of ventilation through the cannula. AIV = apneic intermittent ventilation; MCV = mechanical controlled ventilation; TGJV = transglottal jet ventilation; TTJV: transtracheal jet ventilation.

N=1093 procedures (734 HFJV) on 661 patients,

# Est-il recommandé d'utiliser la jet manuelle à la place du ventilateur dédié pour des interventions électives?



- Cook TM, Alexander R, chirurgie laryngée
  - 222 réponses (305 questionnaires)
  - Complications
    - Injecteur manuel : 65 complications, 3 décès
    - Respirateur de HFJV : 12 complications, 0 décès

	Injecteur manuel		Respirateur de JVHF	
	N	décès	N	décès
Pneumothorax	15	2	3	0



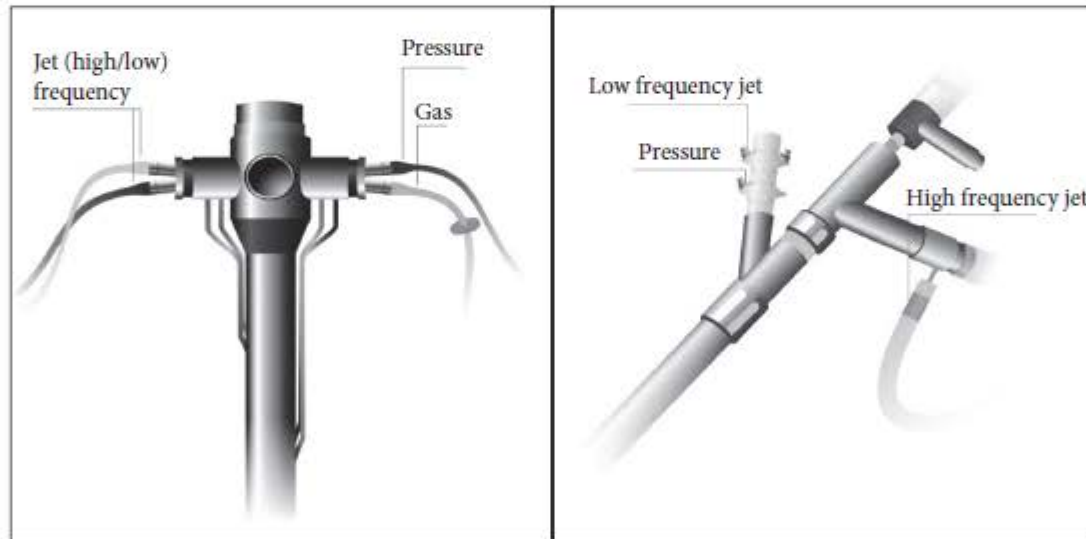
La jet ventilation en laryngologie est source de moins de morbidité si des anesthésistes bien formés utilisent un matériel adapté (injecteur et appareil de jet ventilation)

Cook TM, Br. J Anaesth. 2008 ; 101 : 266-72

*La JVHF , ça ne s'improvise pas !  
Il faut se former et utiliser du matériel dédié.....  
PAS DE BRICOLAGE.....*

# Bronchoscopy

L. Putz **Jet Ventilation during Rigid Bronchoscopy in Adults: A Focused Review** BioMed Research International Volume 2016, Article ID 4234861,



Jet-ventilation

Superimposed  
Jet-ventilation

# Novel Uses of High Frequency Ventilation Outside the Operating Room

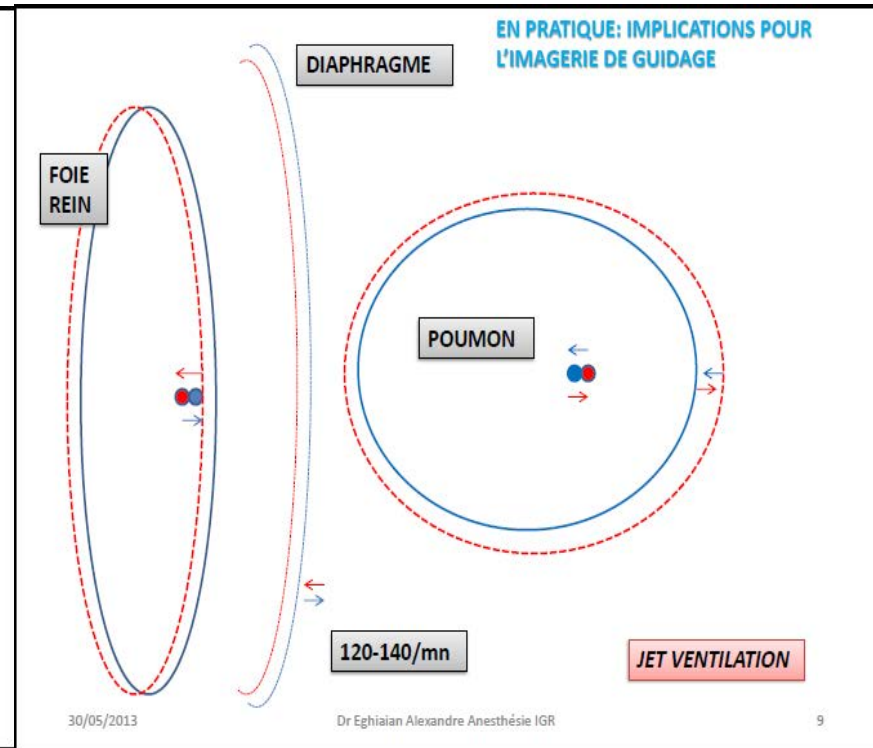
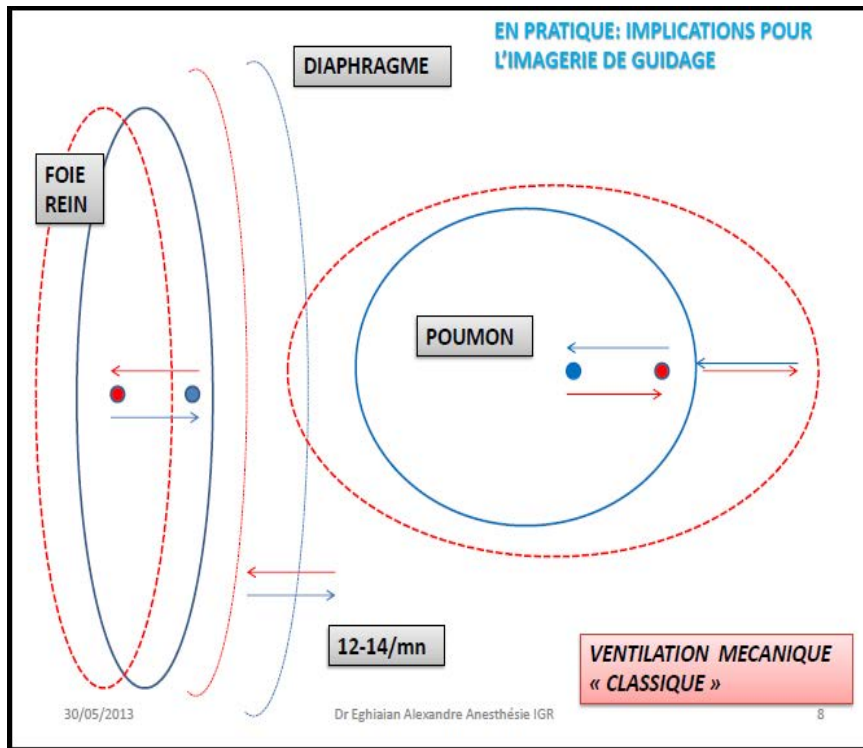
Jesse Raiten, MD,\* Nabil Elkassabany, MD,\* William Gao,† and Jeff E. Mandel, MD, MS\*



The ability of HFJV to provide mechanical ventilation, yet achieve near static conditions of the chest and abdomen, makes it a very appealing technique for procedures such as pulmonary vein isolation and ablation for atrial fibrillation, targeted radiation therapy for lung and liver tumors and certain diagnostic imaging techniques.

Anesth Analg 2011;112:1110–3

# Le rationnel de la jet en RI





# Jet en RI



# Réglage du moonsoon en RI



- FiO<sub>2</sub> entre 0,3 et 0,4
- Fréquence vers 100 I/E 30%
- Pression de travail à 1,2 Bar à ajuster en fonction du capnogramme en apnée



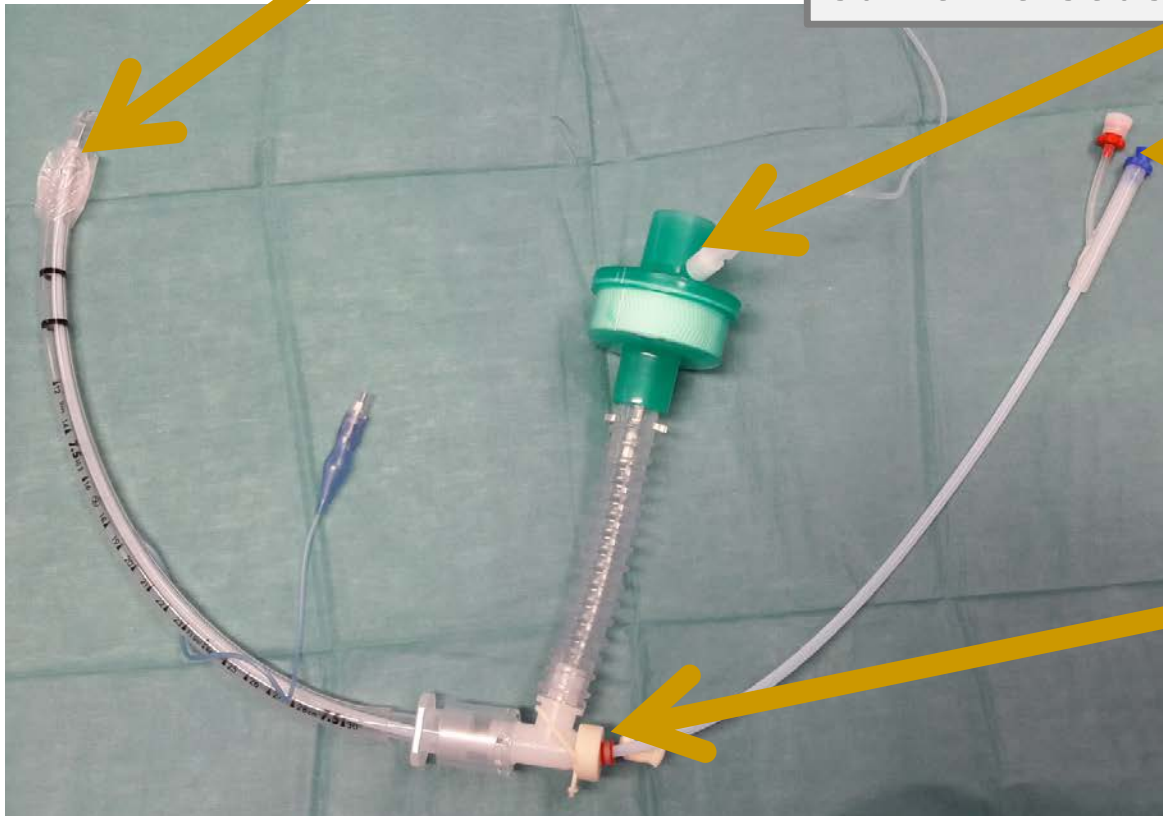
# Montage Jet-ventilation en RI

L'extrémité de l'injecteur doit être dans la sonde d'intubation

Le capno est connecté au filtre qui est connecté à la machine (pause sur le Perseus ou veille sur le Zeus)

Connexion jet-ventilation

La position du repère rouge est essentiel



# Montage sur le patient



# Monitoring respiratoire sous jet en RI



- Les courbes de pression et de débit sont visualisables
- Le capnogramme est mesuré à travers le filtre car la ligne d'aspiration s'obstrue lorsque le gaz est aspiré dans le canal accessoire (rouge)
  - Petites oscillations autour de 6 à 15 mm Hg
  - De plus grandes oscillations signifient que le patient a repris une ventilation spontanée
- Il faut mesurer le CO<sub>2</sub> en apnée pour avoir une idée du niveau de ventilation alvéolaire. Ajuster le niveau de ventilation en réglant en + ou en – la pression de travail.

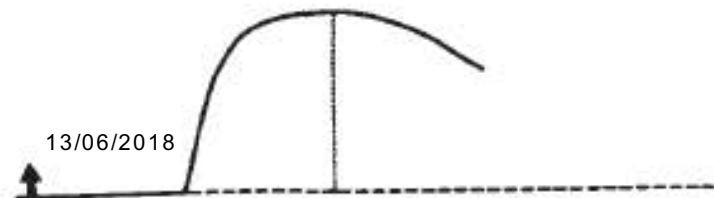
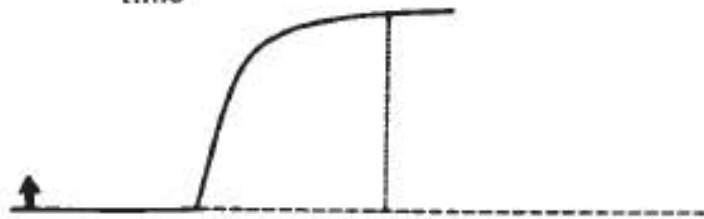
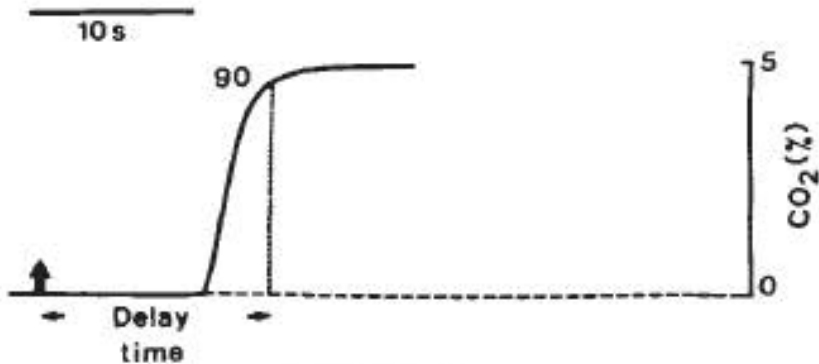
# Monitoring du CO<sub>2</sub> en jet ventilation



*British Journal of Anaesthesia* 1990; 64: 327-330

## CARBON DIOXIDE MONITORING DURING HIGH FREQUENCY JET VENTILATION FOR DIRECT LARYNGOSCOPY

J. L. BOURGAIN, K. MCGEE, M. F. COSSET, L. BROMLEY AND C. MEISTELMAN



- Par interruption de la HFJV et mesure du CO<sub>2</sub> Expiré via le port latéral de l'injecteur
- Par monitoring transcutané



# Points d'attention

- Atélectasies dans les zones dépendantes
  - Recrutement régulier si nécessaire
- Monitorage continu
  - Risque d'hypo ou d'hypercapnie
  - Encombrement bronchique
  - Risque hémorragique



# L'anesthésie sous HFJV

- Propofol (4 $\mu$ g/ml) + Rémifentanil (3ng/ml)
  - Attention à l'âge et à la dénutrition
  - Réduire les doses en cours de procédures
- Si mouvement ou fermeture glottique
  - Ne pas approfondir si ce n'est pas nécessaire
  - Curarisation
    - Succinyl-choline 1 mg/kg poids réel
    - Atracurium 0,2 mg/kg
    - Rocuronium 0,2 mg/kg si risque de curarisation résiduelle
- Attention à l'hypothermie





La pratique de la jet semble nécessaire en ORL et en maxillo-facial

Elle procure de meilleure condition opératoire en radiologie et en cardiologie interventionnelle

## Deux références pour connaître le mode d'emploi :

Bourgain JL, Chollet M, Fischler M, Gueret G, Mayne A et les membres du conseil du club en anesthésie ORL. Guide d'utilisation de la jet-ventilation en chirurgie ORL trachéale et maxillo-faciale. Ann Fr Anesth Reanim 2010 ; 29 : 720-727.

Chollet-Rivier M, Bourgain J-L. La jet-ventilation pour les nuls. Anesth Reanim. (2015),