

# Oxygène en opérations extérieures

**MC Michael CARDINALE**

**Fédération Anesthésie-Réanimation-Brulés  
HIA Sainte Anne Toulon**

. Ton Duc Lang, Doang Thanh Tam, Do Tat Tao. Emploi de l'air atmosphérique dans l'anesthésie endotrachéale en temps de guerre. *Ann Anesth Franc* 1972;13:549-57

500 anesthésies générales à Hanoï, en air ambiant....

## Guerre du Vietnam: « Poumon de Da Nang » « Poumon de choc »



# Le SDRA est un syndrome fréquent en OPEX

## Predictors of Early Acute Lung Injury at a Combat Support Hospital: A Prospective Observational Study

*Jason W. Edens, MD, Kevin K. Chung, MD, Jeremy C. Pamplin, MD, Patrick F. Allan, MD, John A. Jones, BS, Booker T. King, MD, Leopoldo C. Cancio, MD, Evan M. Renz, MD, Steven E. Wolf, MD, Charles E. Wade, PhD, John B. Holcomb, MD, and Lorne H. Blackbourne, MD*

Etude observationnelle prospective US (2008-2009): **33% SDRA**



# Blessé de guerre = blessé grave

- Blasté
- Brûlé
- Choc hémorragique
- 30% des blessés transfusés
- 50% en transfusion massive

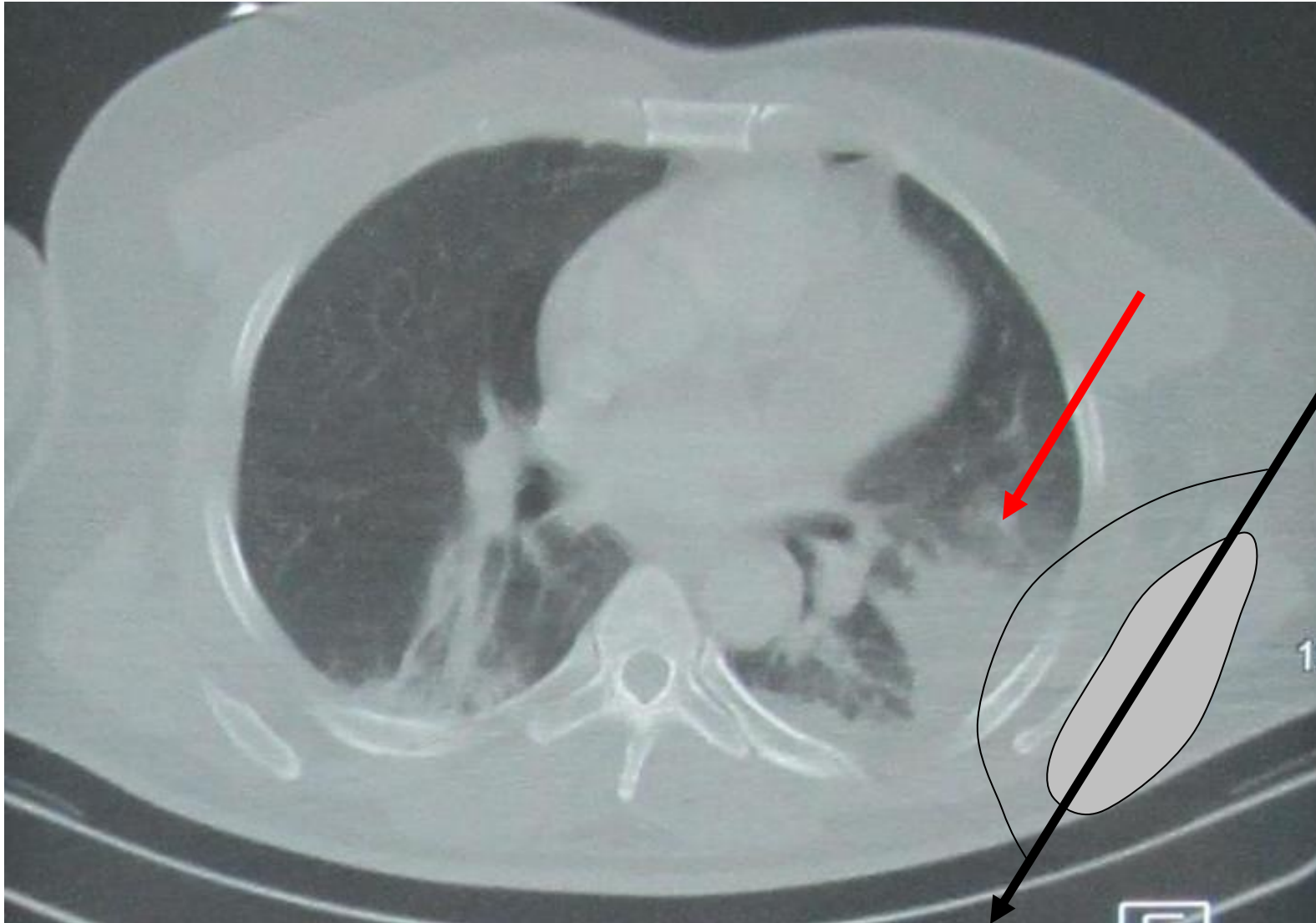
*Cap et al J of trauma 2015*



# Lésions pulmonaires directes



# Lésions pulmonaires directes



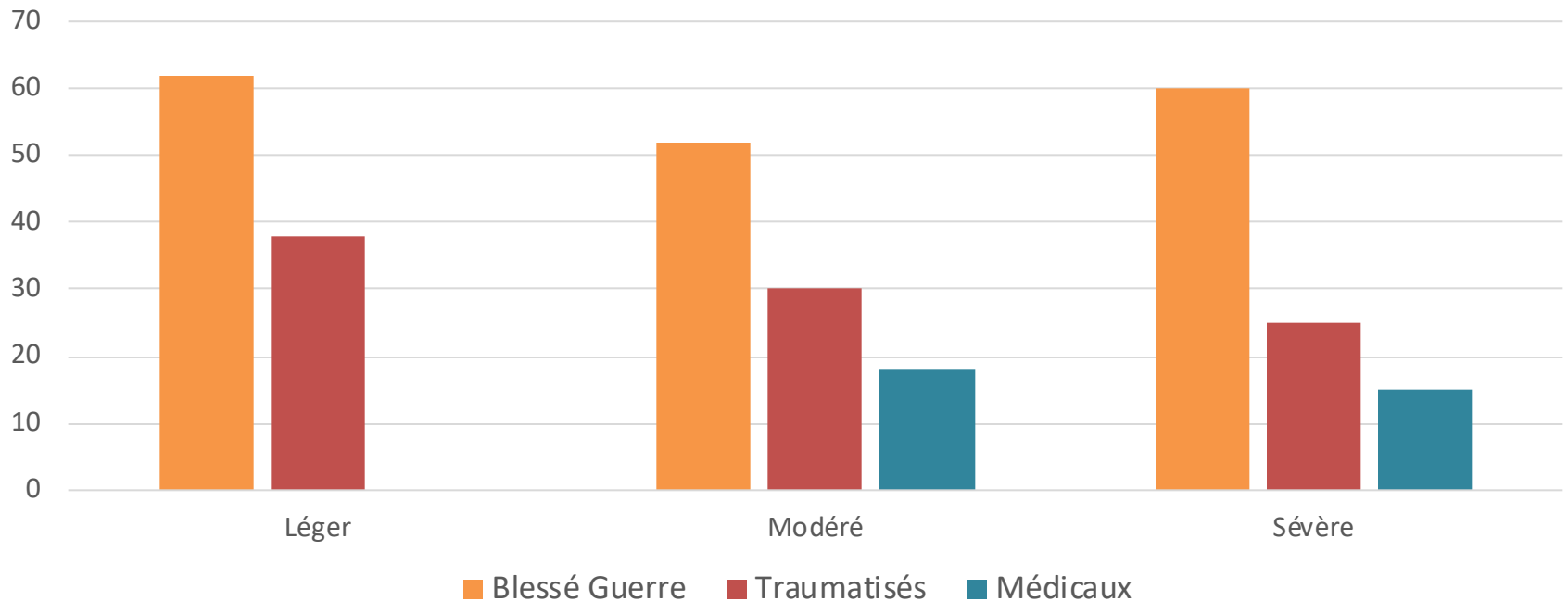
# Mais aussi... pathologies médicales en OPEX

- Pneumonies
- Paludisme grave



# Acute respiratory distress syndrome in the forward environment. Retrospective analysis of acute respiratory distress syndrome cases among French Army war casualties

**Johan Schmitt, MD, Mathieu Boutonnet, MD, Philippe Goutorbe, MD, Laurent Raynaud, MD,  
Cyril Carfantan, MD, Antoine Luft, MD, Pierre Pasquier, MD,  
Eric Meaudre, MD, and Julien Bordes, MD, Toulon, France**



## Acute respiratory distress syndrome in the forward environment. Retrospective analysis of acute respiratory distress syndrome cases among French Army war casualties

Johan Schmitt, MD, Mathieu Boutonnet, MD, Philippe Goutorbe, MD, Laurent Raynaud, MD,  
Cyril Carfantan, MD, Antoine Luft, MD, Pierre Pasquier, MD,  
Eric Meaudre, MD, and Julien Bordes, MD, *Toulon, France*

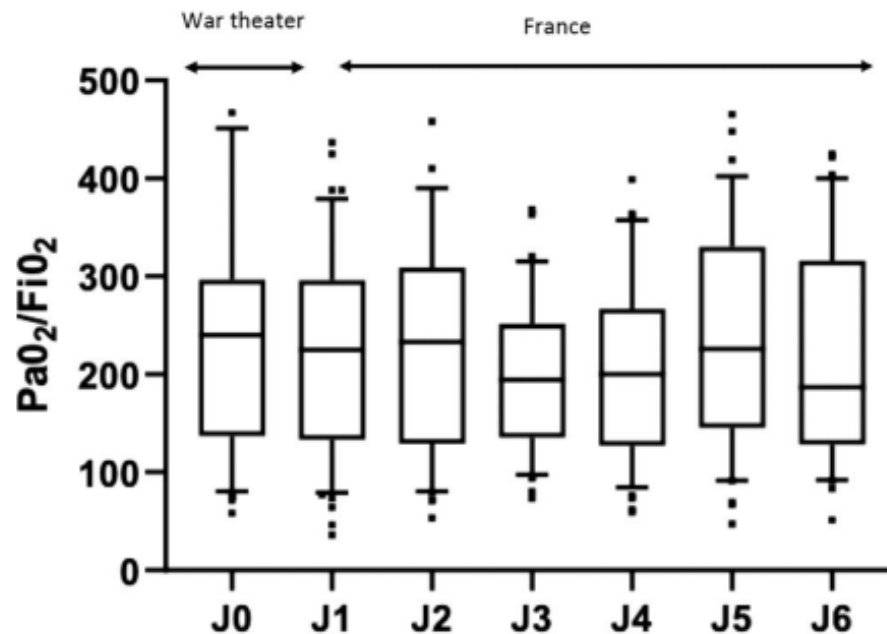
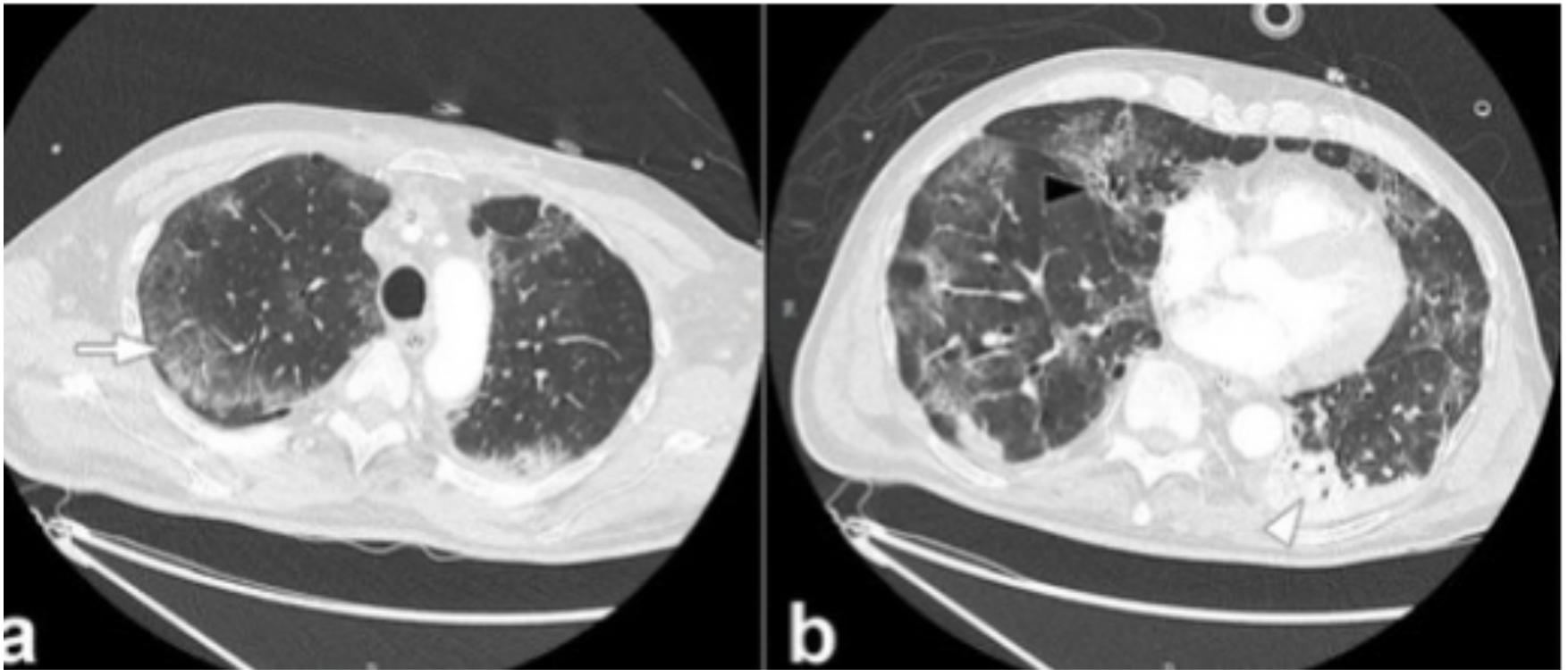


Figure 2. PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio evolution. Data are presented as median, 10th percentile, and 90th percentile.



# Covid-19





# Critical COVID-19 patient evacuation on an amphibious assault ship: feasibility and safety. A case series

Cédric Nguyen ,<sup>1</sup> A Montcriol,<sup>1</sup> F Janvier,<sup>1</sup> P-J Cungi,<sup>1</sup> P Esnault,<sup>1</sup> Q Mathais,<sup>1</sup> C Vallet,<sup>2</sup> S Boussen,<sup>3</sup> P-Y Cordier,<sup>4</sup> L Serpin,<sup>5</sup> L Papazian,<sup>3</sup> J Bordes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Anesthesiology and Intensive Care, HIA Sainte Anne, Toulon Armees, France

<sup>2</sup>French Navy, Toulon, France

<sup>3</sup>APHM, Marseille, Provence-Alpes-Côte d'Azur, France

<sup>4</sup>Anesthesiology and Intensive Care, HIA LAVERAN, Marseille, France

<sup>5</sup>Emergency, Hospital Centre Ajaccio, Ajaccio, France

## Correspondence to

Cédric Nguyen, Anesthesiology and Intensive care, HIA Sainte Anne, Toulon Armees, France; ced040@hotmail.fr

Received 11 May 2020

Revised 11 July 2020

Accepted 16 July 2020

## ABSTRACT

**Introduction** An amphibious assault ship was deployed on 22 March in Corsica to carry out medical evacuation of 12 critical patients infected with COVID-19. The ship has on-board hospital capacity and is the first time that an amphibious assault ship is engaged in this particular condition. The aim is to evaluate the feasibility and safety of prolonged medical evacuation of critical patients with COVID-19.

**Methods** We included 12 patients with confirmed COVID-19 infection: six ventilated patients with acute respiratory distress syndrome and six non-ventilated patients with hypoxaemia. Transfer on an amphibious assault ship lasted 20 hours. We collected patients' medical records: age, comorbidities, COVID-19 history and diagnosis, ventilation supply and ventilator settings, and blood gas results. We calculated oxygen consumption (OC).

## Key messages

- Critical COVID-19 evacuation on an amphibious assault ship is feasible and safe.
- The ship needs to prepare a plan and a specialised intensive team and conduct patient screening for prolonged interhospital transfers.

with COVID-19 with acute hypoxaemic distress. In the current COVID-19 pandemic, like any natural disasters or other kinds of mass casualties, local healthcare capacity can become overwhelmed, necessitating a request for external assistance at the national level.<sup>4</sup>

On 22 March 2020, there were more than 16 000 cases in France, of which more than 2000



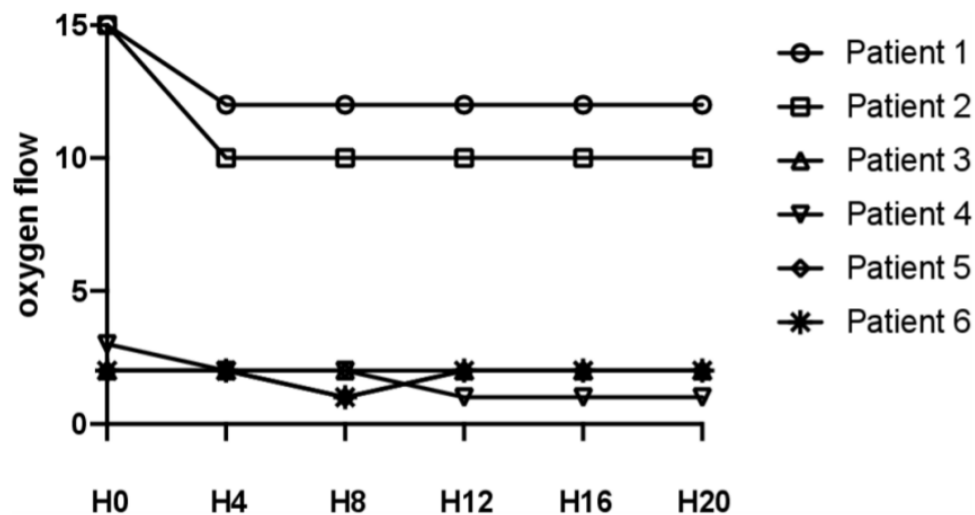


Figure 1 Non-ventilated oxygen flow between admission and arrival.

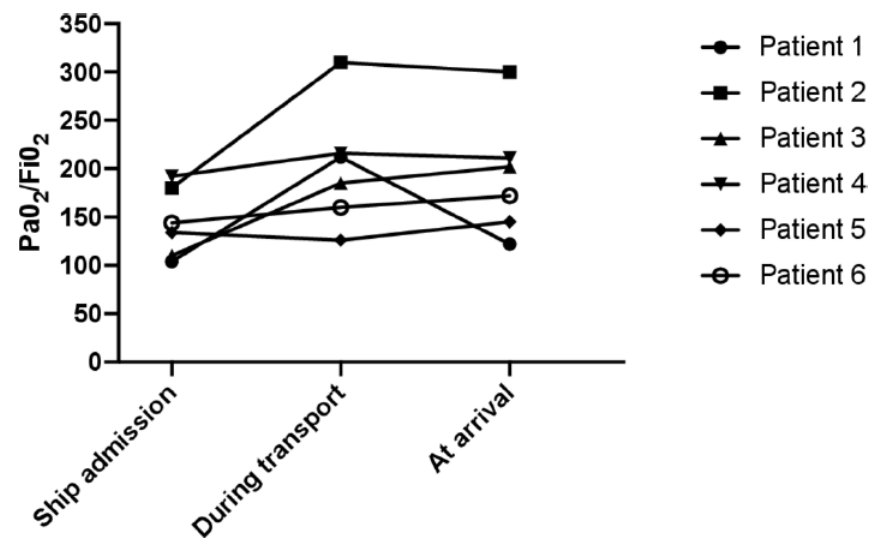
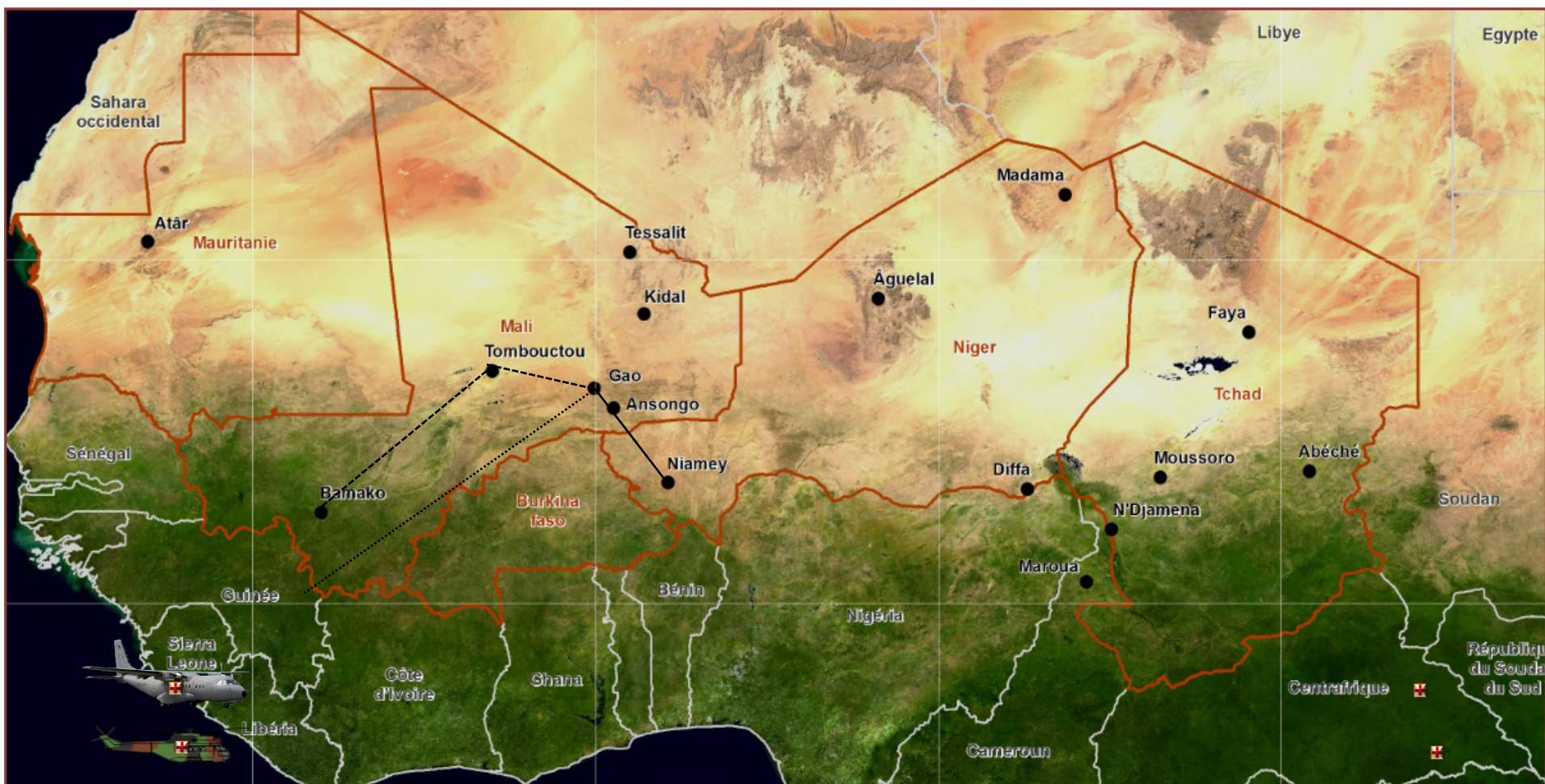


Figure 2 Ventilated patients'  $\text{PaO}_2$  to  $\text{FiO}_2$  ratio between admission and arrival.  $\text{FiO}_2$ , fractional inspired oxygen;  $\text{PaO}_2$ , arterial oxygen pressure.

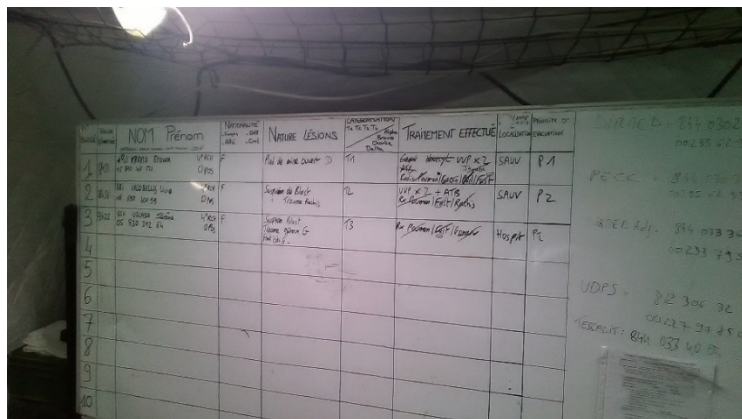
# Opération Barkhane: Sahel



4000 militaires français  
5 millions de km<sup>2</sup>



# Se préparer aux afflux massifs



| Statut | NOM | Pénom | Interrogatoire | NATURE LÉSIONS | TRAITEMENT EFFECTUÉ | STATUT |
|--------|-----|-------|----------------|----------------|---------------------|--------|
| 1      | PEL | PEL   | PEL            | PEL            | PEL                 | PEL    |
| 2      | PEL | PEL   | PEL            | PEL            | PEL                 | PEL    |
| 3      | PEL | PEL   | PEL            | PEL            | PEL                 | PEL    |
| 4      |     |       |                |                |                     |        |
| 5      |     |       |                |                |                     |        |
| 6      |     |       |                |                |                     |        |
| 7      |     |       |                |                |                     |        |
| 8      |     |       |                |                |                     |        |
| 9      |     |       |                |                |                     |        |
| 10     |     |       |                |                |                     |        |

Handwritten notes on the right side of the whiteboard include:  
- "Surveillance B- 844 0302"  
- "PECC - 844 0302"  
- "MATER. Auj. 394 033 30"  
- "UDPS - 844 033 30"  
- "MORALITE: 844 033 30"

**Gérer le stock d'O2**



# Isolement

**Gérer le stock d'O<sub>2</sub>**





# Stockage d'oxygène

O2 liquide  
Réservoirs

O2 chimique  
Chandelles

O2 gazeux  
Bouteilles

Concentrateur d'O2  
Collectifs/individuels



# Bouteilles

- Avantages
  - Source usuelle
  - Mobile (transport)
- Inconvénients
  - **Epuisable +/- rapidement**
  - Approvisionnement
- Exemple
  - Bouteille de 3L, pression de 200 bars = 600L
  - Soit 60 minutes de ventilation à 10l/min et FIO2 = 100% ...
  - **Nécessité d'autres sources**



Oxycos

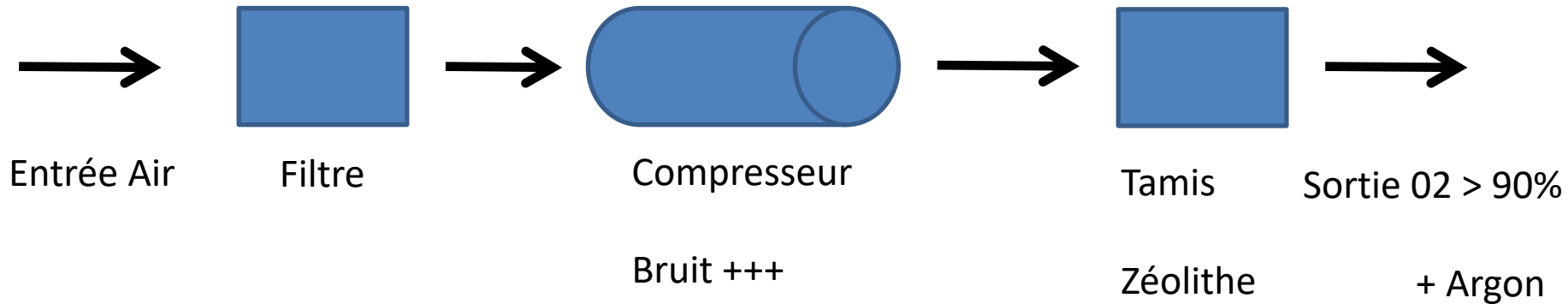
- Approvisionnement
  - Armée de l'air





# Concentrateur/Extracteur

## Principes de fonctionnement



# Concentrateur d'O2 individuel

**Un allié indispensable!**



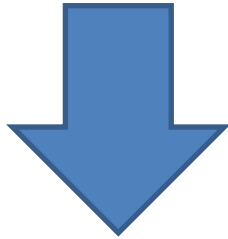
# Caractéristiques CO individuel

- Fraction d'O<sub>2</sub> délivrée: >93%, stable
- Débit d'O<sub>2</sub> maximal:
  - Jusqu'à 10 l/min
- Pression délivrée: normobare
- Source d'O<sub>2</sub> basse pression ≠ sources hautes pressions



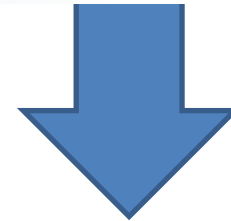
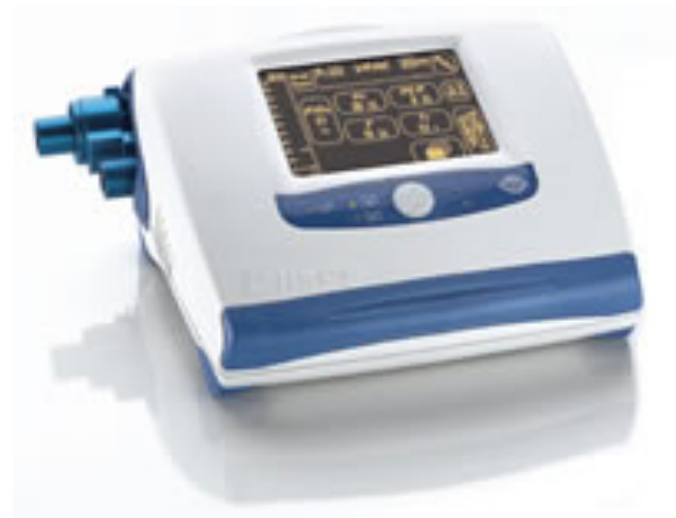
# Choix du ventilateur

- **Ventilateur pneumatique**



Alimentation en gaz comprimés obligatoire

- **Ventilateur à turbine**



Batterie obligatoire  
+/-alimentation en gaz comprimés



# Critères de choix des ventilateurs





# Concentrateur/Ventilateur

Ventilation non invasive



Ventilation invasive

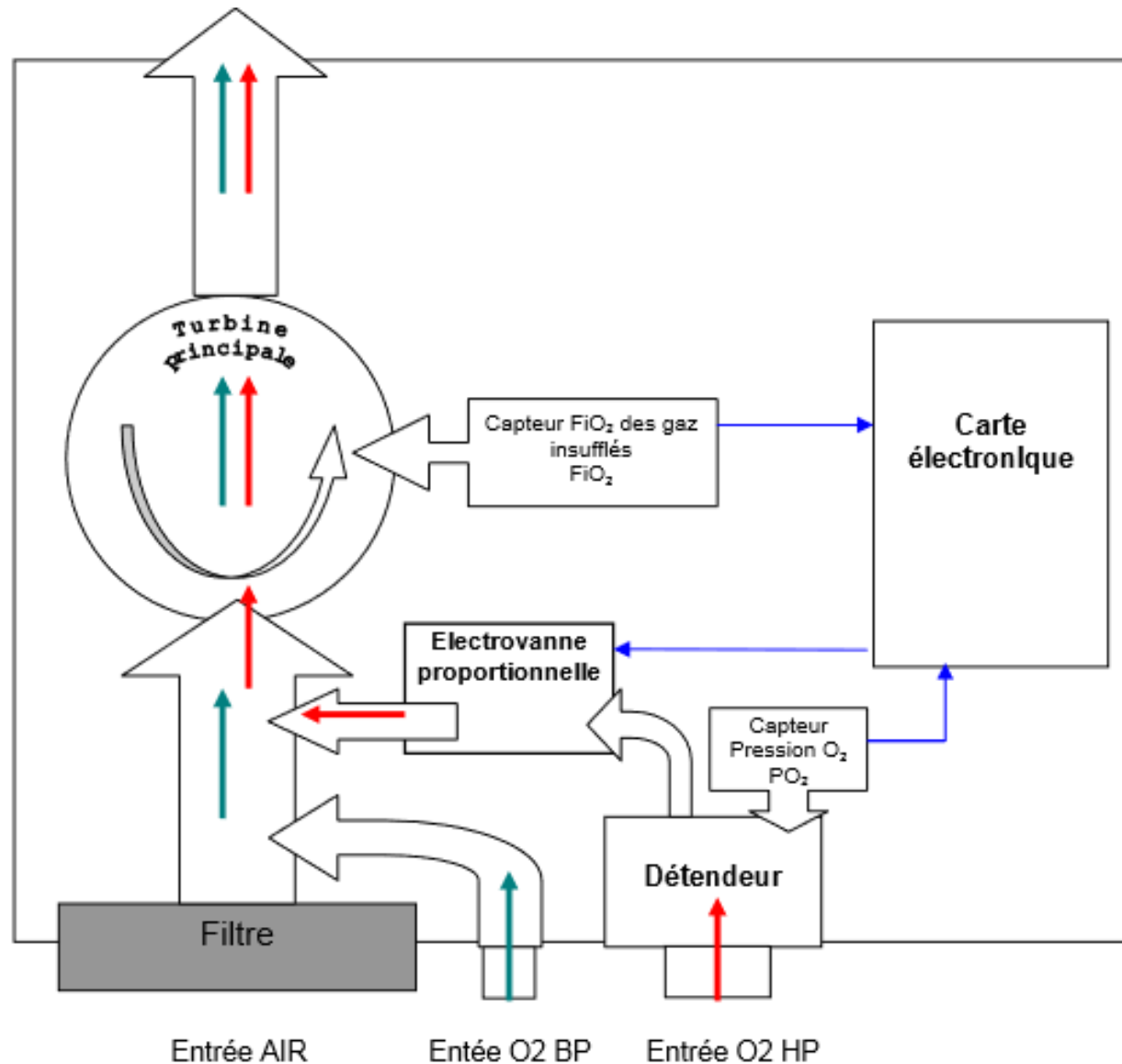




# Particularités = variations de FIO2 délivrée

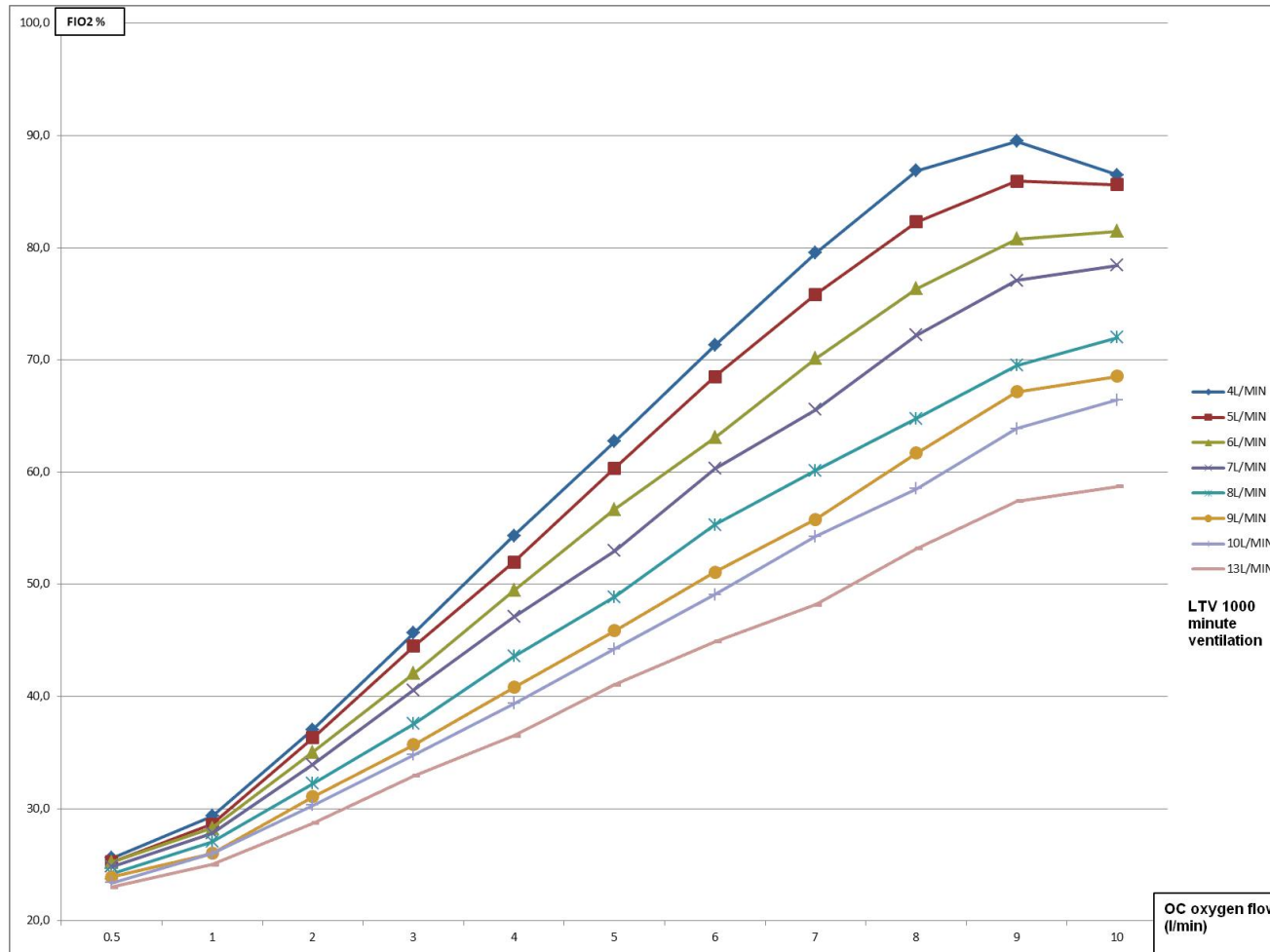
- Alimentation du ventilateur en O2 haute pression
  - La FIO2 délivrée est la FIO2 de consigne
- Alimentation du ventilateur en O2 basse pression
  - La FIO2 délivrée dépend
    - **Du débit du concentrateur d'oxygène**
    - **Des réglages du ventilateur**

# Particularités = variations de FIO<sub>2</sub> délivrée



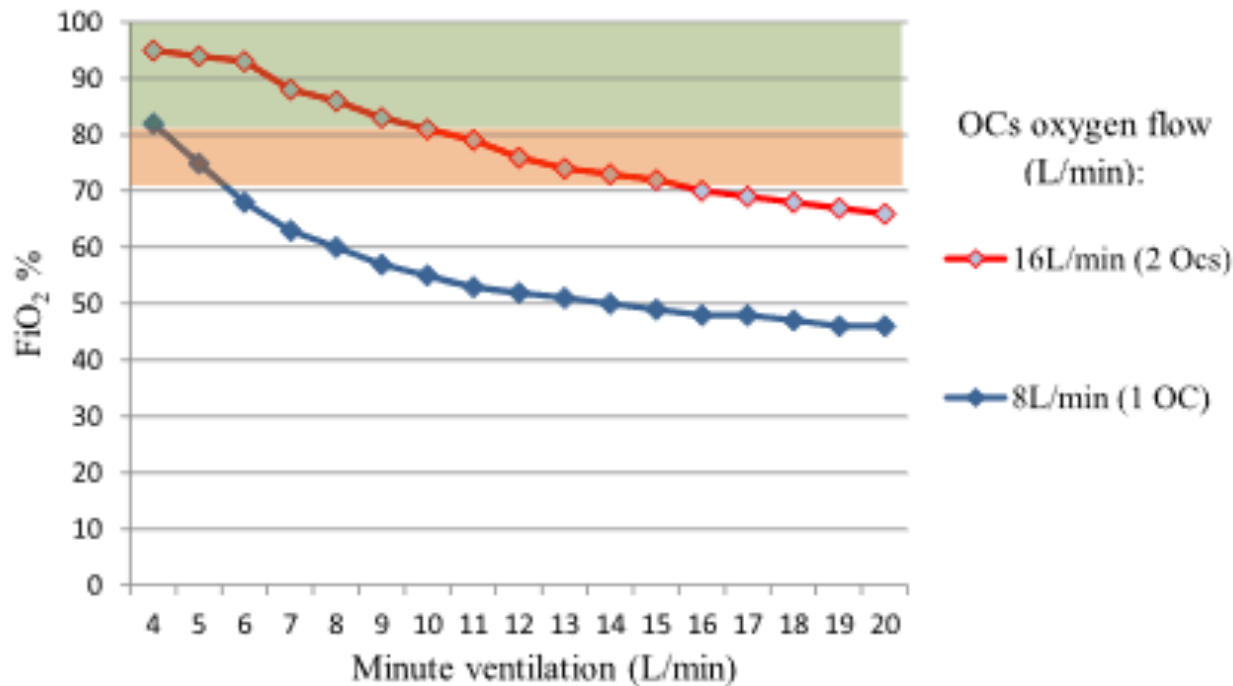
# Variations de FIO2 délivrée

Débit d'O2, VM





# Variations de FIO<sub>2</sub> délivrée



*Cardinale J Trauma acute care sur 2020*

# Concentrateur d'O2 collectif

## Rôle 3



En pratique



## Mission Barkhane, N'Djamena, TCHAD

| Volume | LIEU DE STOCKAGE | NOMBRE | PRESSION | TOTAL O2 L   |
|--------|------------------|--------|----------|--------------|
| 50     | BO               | 4      | 200      | 40000        |
| 50     | RESERVE BO       | 2      | 200      | 20000        |
| 3      | SAUV             | 2      | 200      | 1200         |
| 3      | RESERVE O2       | 7      | 200      | 4200         |
|        |                  |        |          | <b>65400</b> |

**Réserves pour 6 blessés intubés ventilés à 8l/min FIO2 = 50% pendant 48h**

**Ou**

**Réserves pour 7 blessés sous oxygène à 6L/Min pendant 24h**



# Gestion de l'oxygène

## Anesthésie

- AMP: privilégier l'anesthésie locorégionale +++



# Gestion de l'oxygène

## Anesthésie

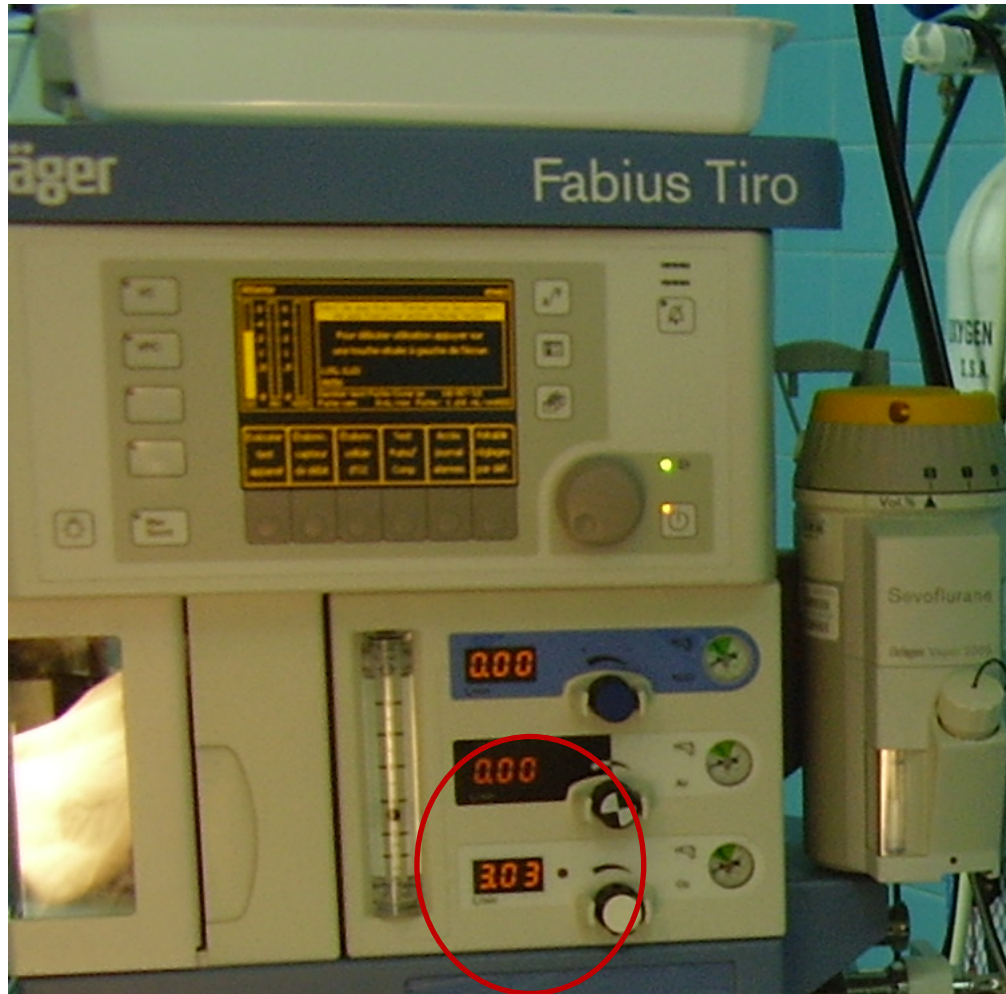
- **Préoxygénation: ballon d'anesthésie sur CO**





# Gestion de l'oxygène

## Anesthésie



Attention aux inductions  
inhalatoires en pédiatrie...



# Gestion de l'oxygène

## Anesthésie

- Si Anesthésie intraveineuse totale
  - Ventilation sur LTV/ELisée alimenté par un extracteur
- Si anesthésie aux halogénés
  - Bas débit de gaz frais



# Gestion de l'oxygène

## Réanimation

- **Ventilation avec ventilateur alimenté par un concentrateur**





# Conclusion

- 1/3 des blessés de guerre présentent un SDRA
- Le concentrateur d'oxygène est la source d'oxygène en OPEX
- **Connaître le matériel et ses limites d'utilisation**
- **Gérer les ressources pour pouvoir faire face à un afflux**

**Merci de votre attention!**



[Michael.cardinale@intradef.gouv.fr](mailto:Michael.cardinale@intradef.gouv.fr)