



# Monitoring de la fonction neuromusculaire

---

François Donati  
15 février 2006



## Références

---

- Barash, 5e édition 2005; 421-452
- Anesthesia & Analgesia, 2000; 90: S2-S6



## Plan

---

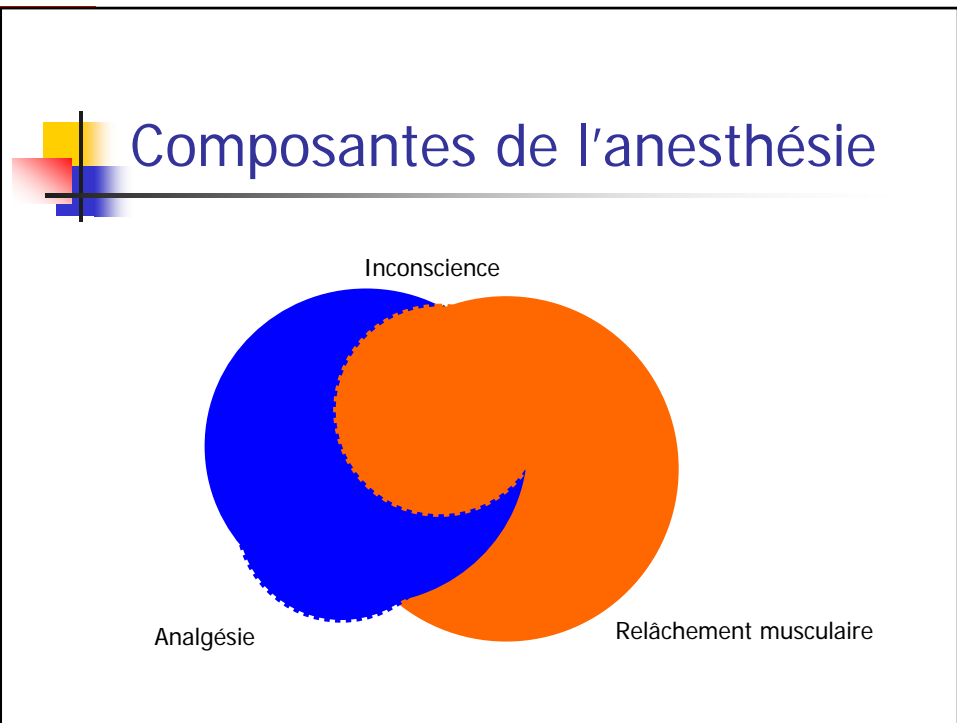
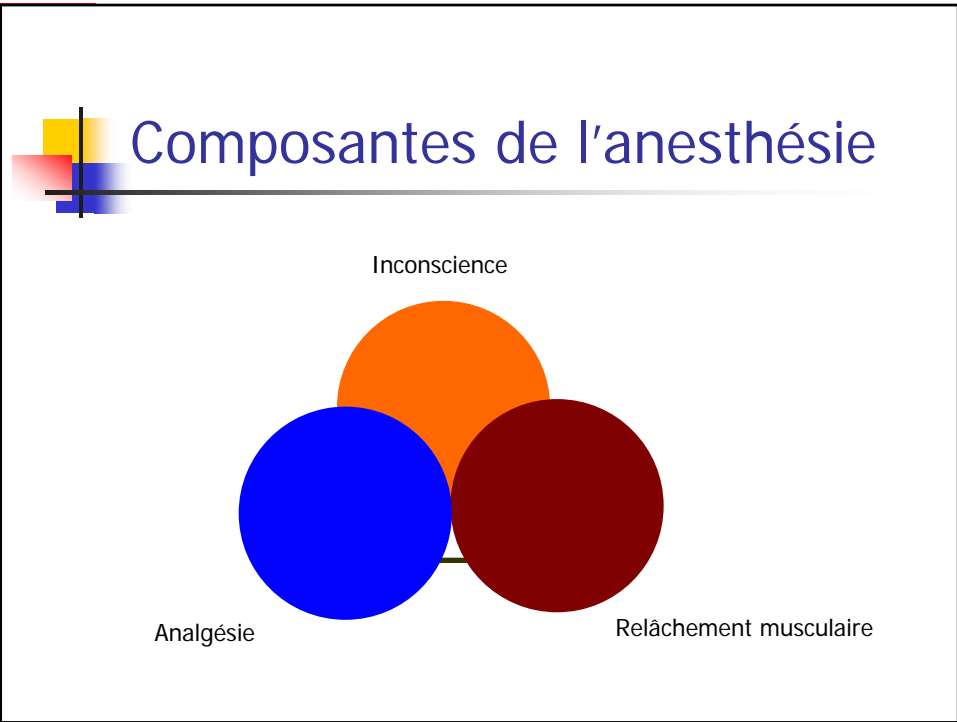
- **Pourquoi?**
- **Stimulateurs**
- **Caractéristiques du bloc non-dépolarisant**
- **Caractéristiques du bloc dépolarisant**
- **Techniques de mesure**
- **Modes de stimulation**
- **Réponse des différents muscles**
- **Sites de stimulation**
- **Problèmes cliniques**



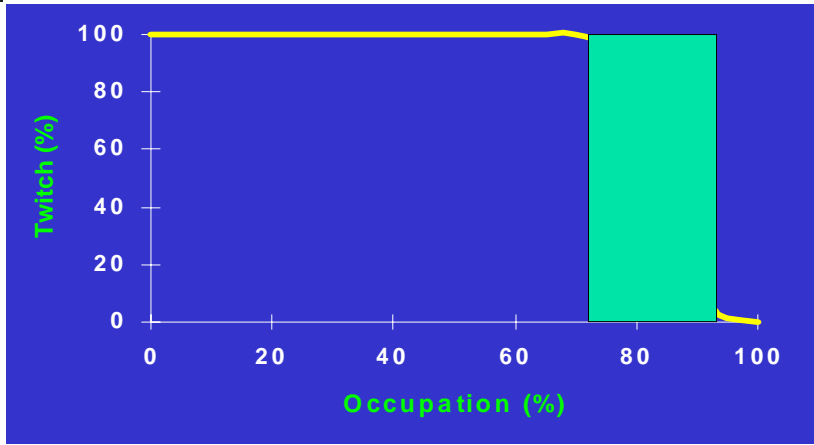
## Plan

---

- **Pourquoi?**
- ┌ Stimulateurs
- ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- ┌ Techniques de mesure
- ┌ Modes de stimulation
- ┌ Réponse des différents muscles
- ┌ Sites de stimulation
- ┌ Problèmes cliniques



# Occupation des récepteurs



Waud BE, Waud DR. *Anesthesiology* 1972; 28-327

# Variabilité: un exemple

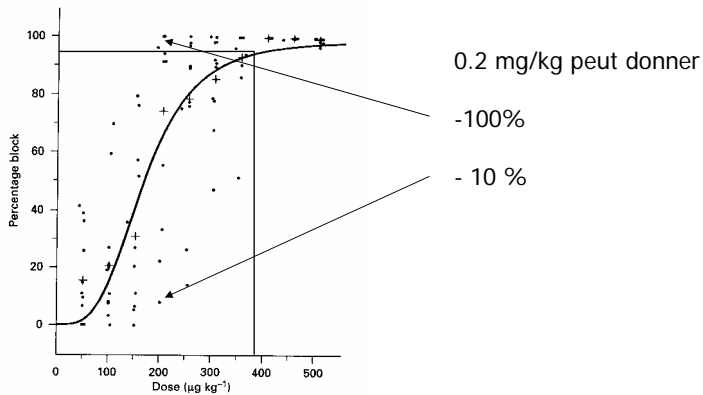
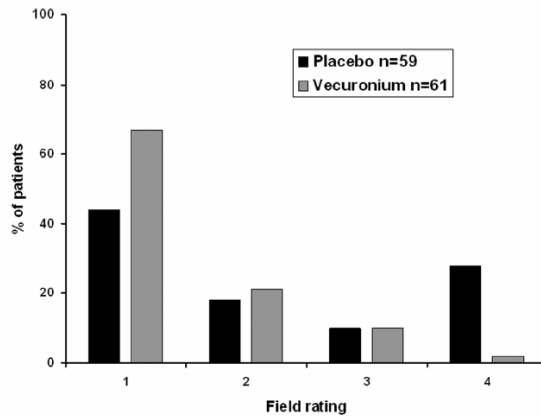


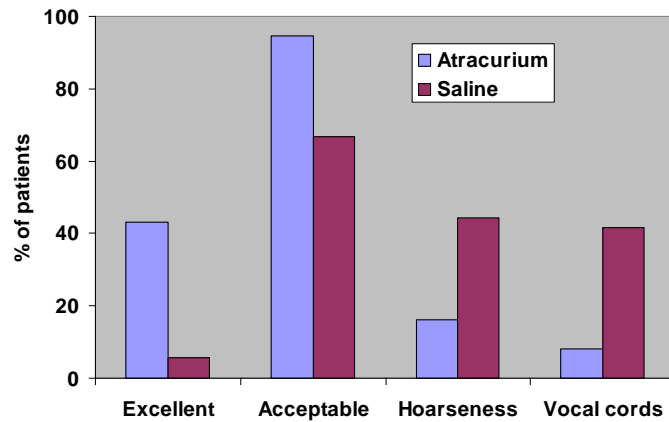
Fig. 1. Relationship between dose of suxamethonium and percentage block of the evoked isometric twitch response of adductor pollicis brevis calculated by non-linear least squares regression. (●) = Dose-response data of individual patients ( $n = 120$ ); + = mean of the 10 dosage groups ( $50\text{--}500 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) studied.



## Besoin de curare



## Relaxation decreases vocal cord complications

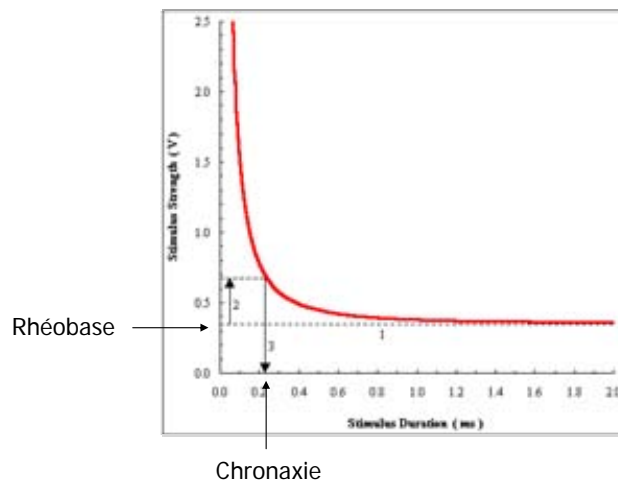


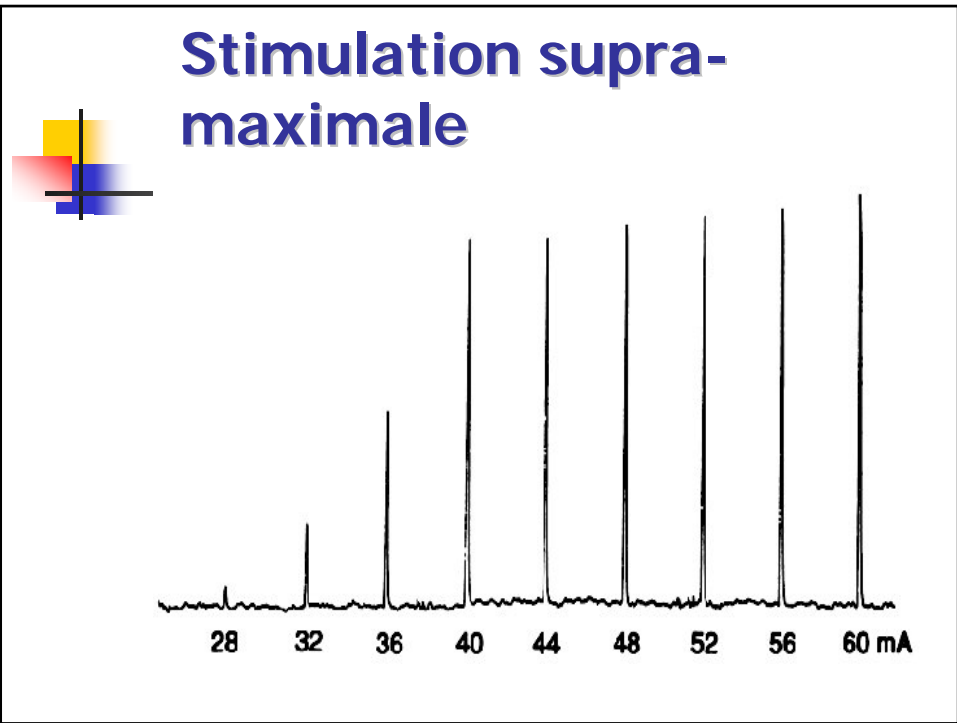
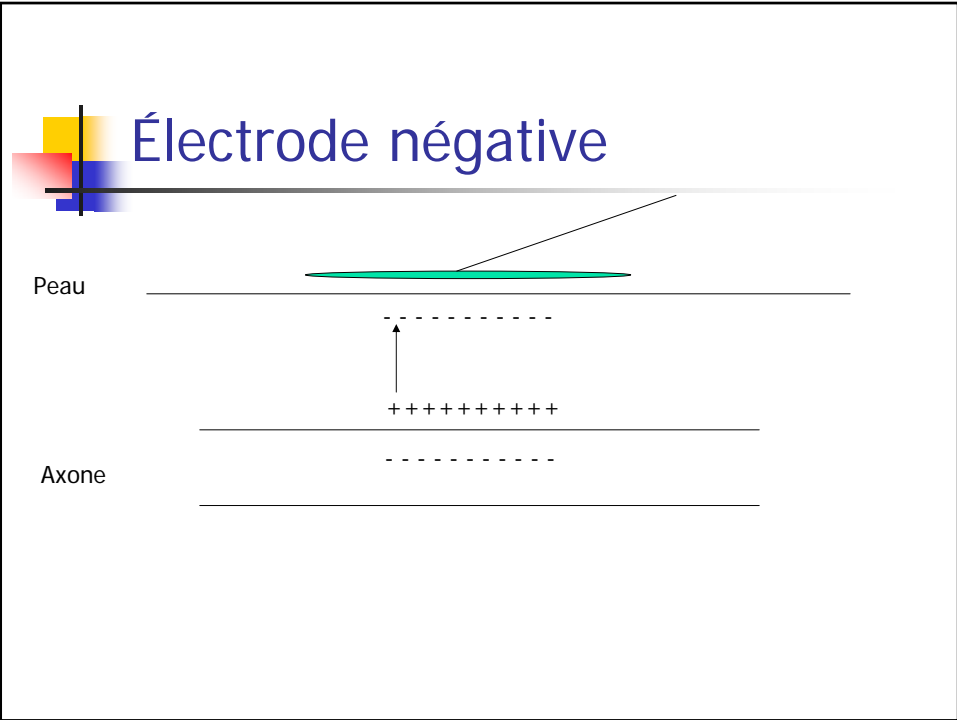
Mencke et al. Anesthesiology 2003 98 1049

## Plan

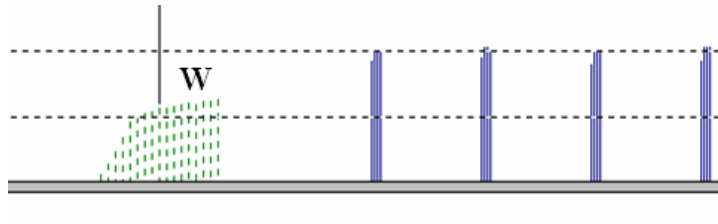
- ┌ Pourquoi?
- **Stimulateurs**
  - ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
  - ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
  - ┌ Techniques de mesure
  - ┌ Modes de stimulation
  - ┌ Réponse des différents muscles
  - ┌ Sites de stimulation
  - ┌ Problèmes cliniques

## Rhéobase et chronaxie

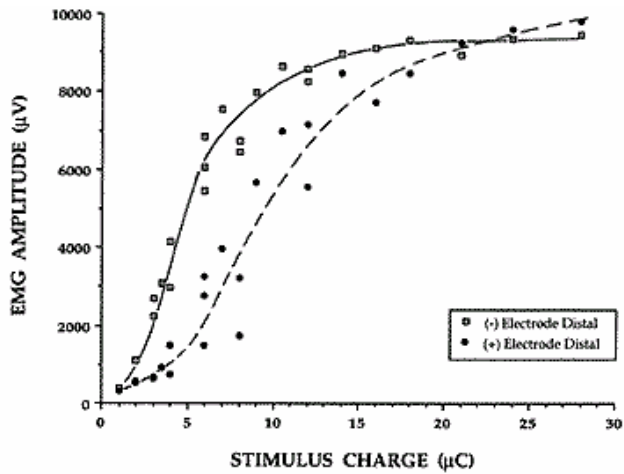




# Calibration



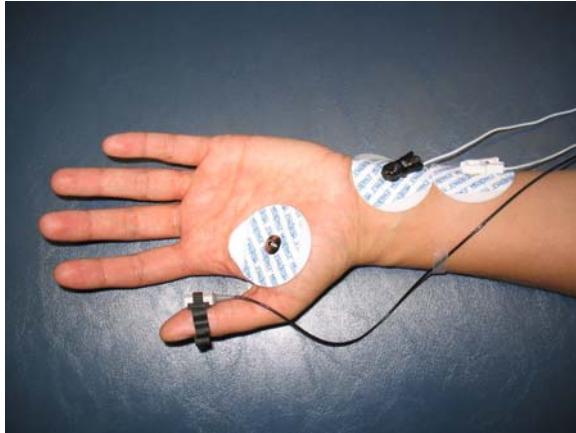
# Polarité



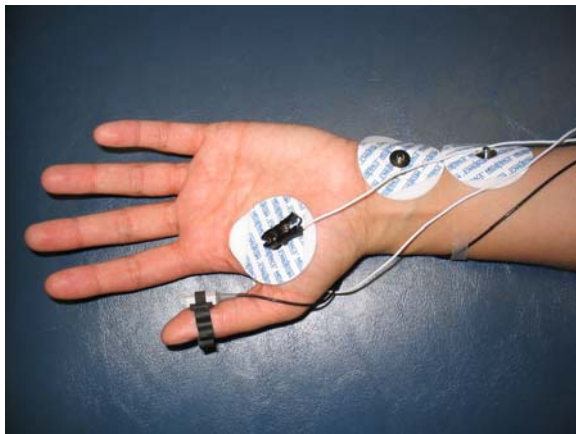
Brull et al. Anesthesiology 1995; 83: 702



## Position des électrodes

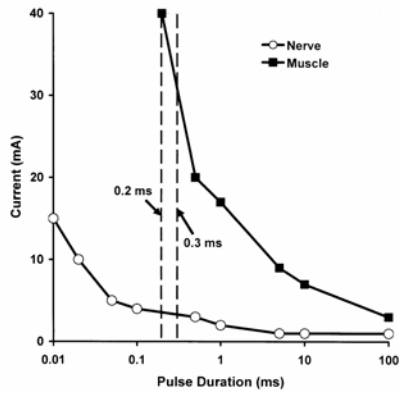


## Position des électrodes sur la main

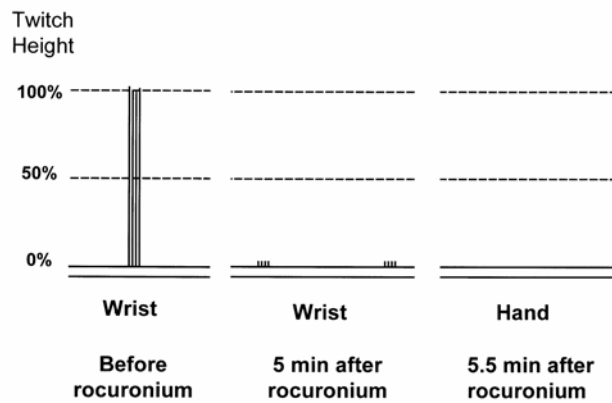




## Stimulation musculaire directe



## Stimulation musculaire directe





## Plan

---

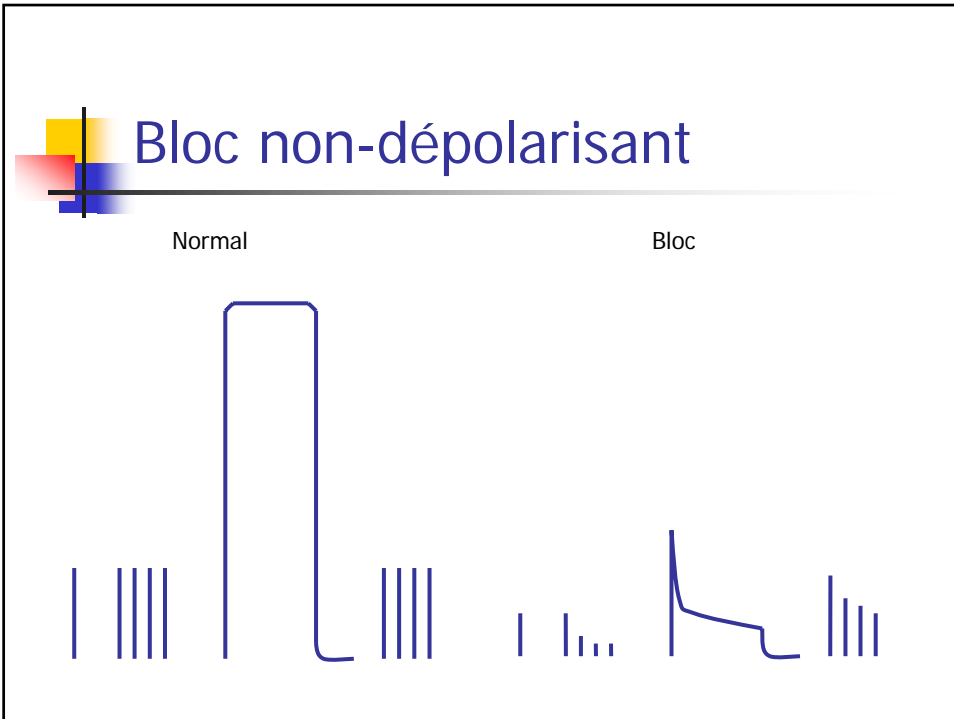
- ┌ Pourquoi?
- ┌ Stimulateurs
- **Caractéristiques du bloc non-dépolarisant**
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- ┌ Techniques de mesure
- ┌ Modes de stimulation
- ┌ Réponse des différents muscles
- ┌ Sites de stimulation
- ┌ Problèmes cliniques



## Caractéristiques du bloc non-dépolarisant

---

- Épuisement au train-de-quatre
- Épuisement à la stimulation tétanique
- Facilitation post-tétanique
- Antagonisme du bloc par les anti-cholinestérasiques



- ## Plan
- ┌ Pourquoi?
  - ┌ Stimulateurs
  - ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
  - **Caractéristiques du bloc dépolarisant**
  - ┌ Techniques de mesure
  - ┌ Modes de stimulation
  - ┌ Réponse des différents muscles
  - ┌ Sites de stimulation
  - ┌ Problèmes cliniques

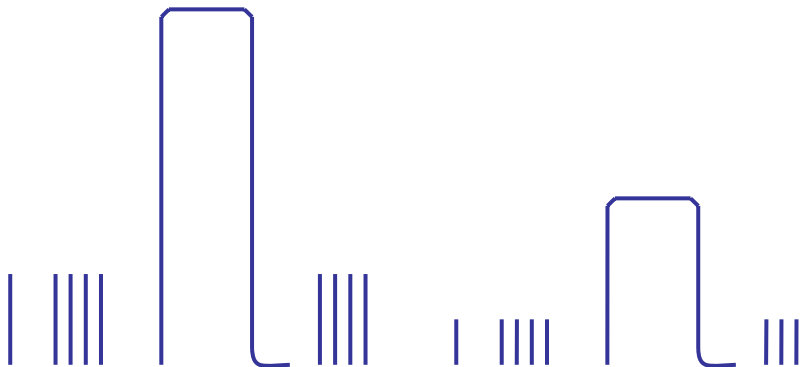
## Caractéristiques du bloc dépolarisant

- Pas d'épuisement au train-de-  
quatre
- Pas d'épuisement à la stimulation  
tétanique
- Pas de facilitation post-tétanique
- Potentialisation par les anti-  
cholinestérasiques

## Bloc dépolarisant

Normal

Bloc





## Plan

---

- ┌ Pourquoi?
- ┌ Stimulateurs
- ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- **Techniques de mesure**
- ┌ Modes de stimulation
- ┌ Réponse des différents muscles
- ┌ Sites de stimulation
- ┌ Problèmes cliniques



## Techniques de mesure

---

- Visuelle et tactile
- Force (MMG)
- Électromyographie (EMG)
- Accéléromyographie (AMG)
- Déplacement (KMG)
- Phonomyographie (PMG)



## Techniques de mesure

---

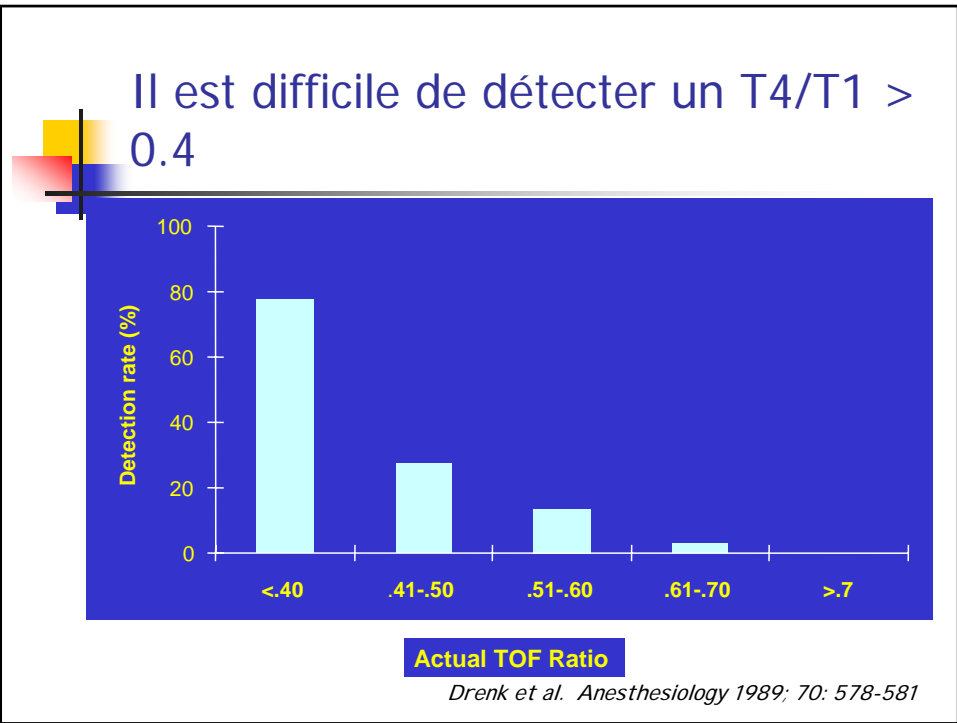
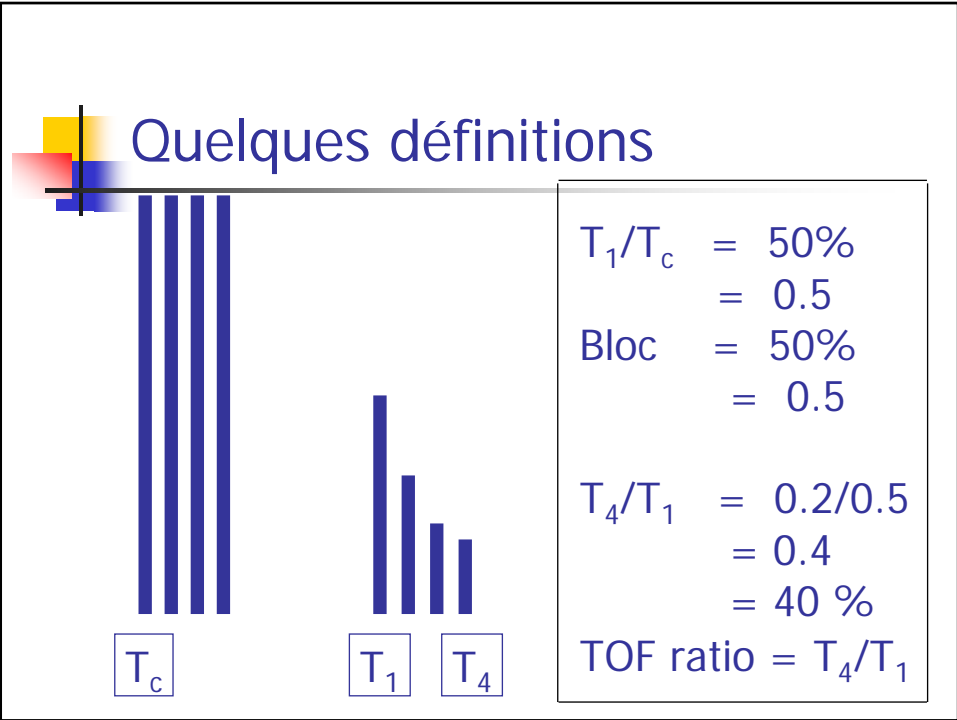
- Visuelle et tactile
  - └ Force (MMG)
  - └ Électromyographie (EMG)
  - └ Accéléromyographie (AMG)
  - └ Déplacement (KMG)
  - └ Phonomiographie (PMG)



## Évaluation tactile ou visuelle avec train-de-quatre

---

- Il est facile de compter le nombre de réponses du train-de-quatre
- Renverse: 2-4 twitches
- Difficile de détecter une curarisation profonde
- Difficile de détecter un épuisement (fade)

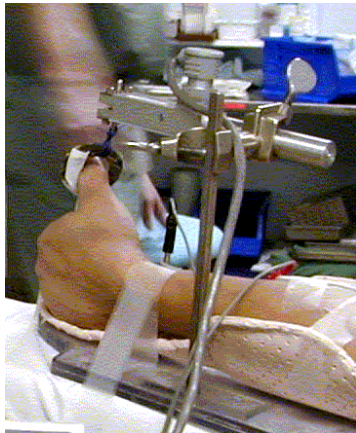




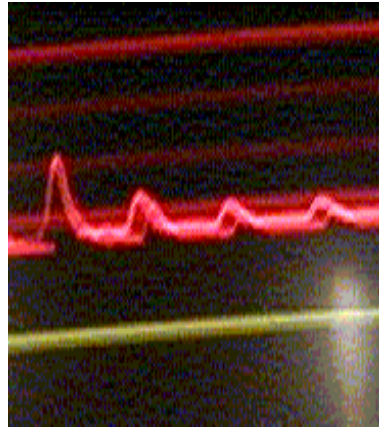
## Techniques de mesure

- ┌ Visuelle et tactile
- **Force (MMG)**
- ┌ Électromyographie (EMG)
- ┌ Accéléromyographie (AMG)
- ┌ Déplacement (KMG)
- ┌ Phonomyographie (PMG)

## Force (MMG)



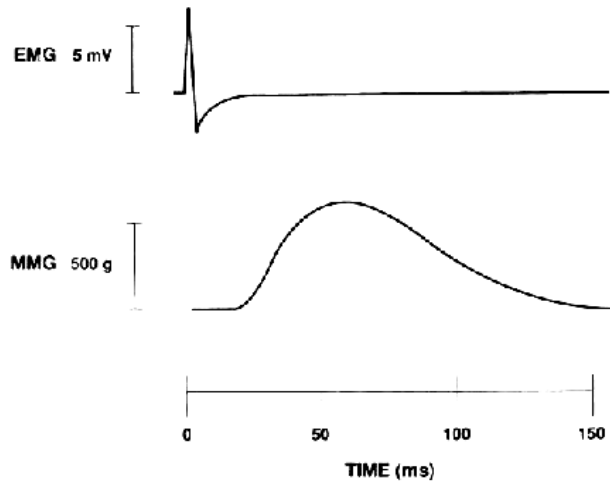
## Force (système-maison)



## Techniques de mesure

- ┌ Visuelle et tactile
- ┌ Force (MMG)
- **Électromyographie (EMG)**
- ┌ Accéléromyographie (AMG)
- ┌ Déplacement (KMG)
- ┌ Phonomyographie (PMG)

## Comparaison EMG-MMG



## Electromyographie





## Techniques de mesure

---

- ┌ Visuelle et tactile
- ┌ Force (MMG)
- ┌ Électromyographie (EMG)
- **Accéléromyographie (AMG)**
- ┌ Déplacement (KMG)
- ┌ Phonomiographie (PMG)



## Accéléromyographie

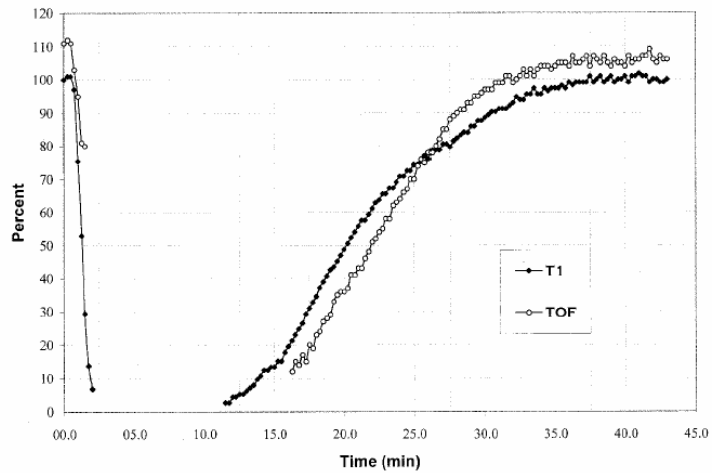
---

- Principe  $F = ma$
- Commercialisé
- Plus compact
- Peu coûteux
- Adaptable à plusieurs muscles
- Liberté de mouvement nécessaire

# Accéléromyographie



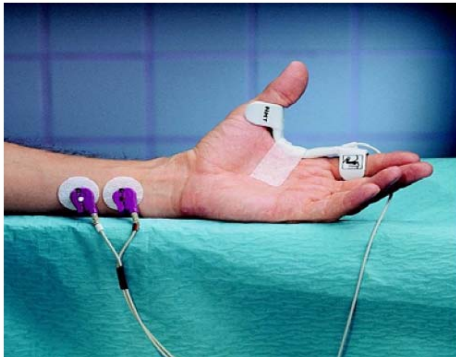
# Relation T1-TOF



## Techniques de mesure

- ┌ Visuelle et tactile
- ┌ Force (MMG)
- ┌ Électromyographie (EMG)
- ┌ Accéléromyographie (AMG)
- **Déplacement (KMG)**
- ┌ Phonomyographie (PMG)

## Mesure de déplacement (KMG)



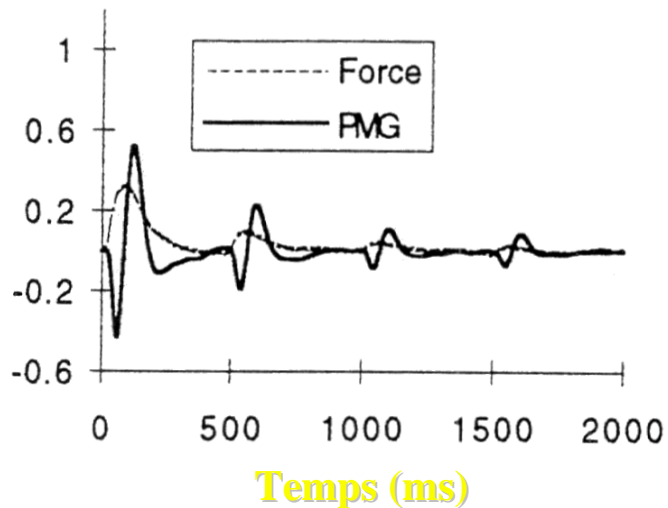
If the sensor only sees 2 twitches in response to a train of four, there will be no percentage given.



## Techniques de mesure

- ┌ Visuelle et tactile
- ┌ Force (MMG)
- ┌ Électromyographie (EMG)
- ┌ Accéléromyographie (AMG)
- ┌ Déplacement (KMG)
- **Phonomyographie (PMG)**

## Phonomyographie: exemple



# Phonomyographie

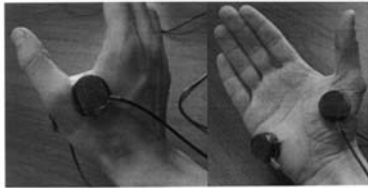
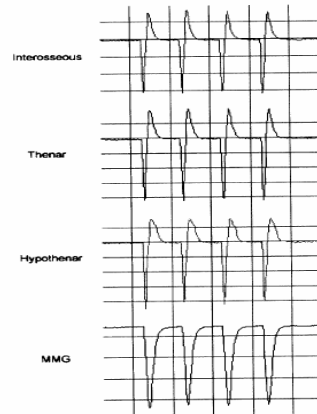


FIGURE 2 Positioning of the three microphones to monitor neuromuscular blockade of the first dorsal interosseus muscle (left), the adductor pollicis (right, thenar eminence), and the three hypothenar muscles (right, hypothenar eminence).



# Plan

- ┌ Pourquoi?
- ┌ Stimulateurs
- ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- ┌ Techniques de mesure
- **Modes de stimulation**
  - ┌ Réponse des différents muscles
  - ┌ Sites de stimulation
  - ┌ Problèmes cliniques





## Modes de stimulation

---

- Twitch unique
- Train-de-quatre
- Double-burst stimulation (DBS)
- Stimulation tétanique
- Post-tetanic count



## Modes de stimulation

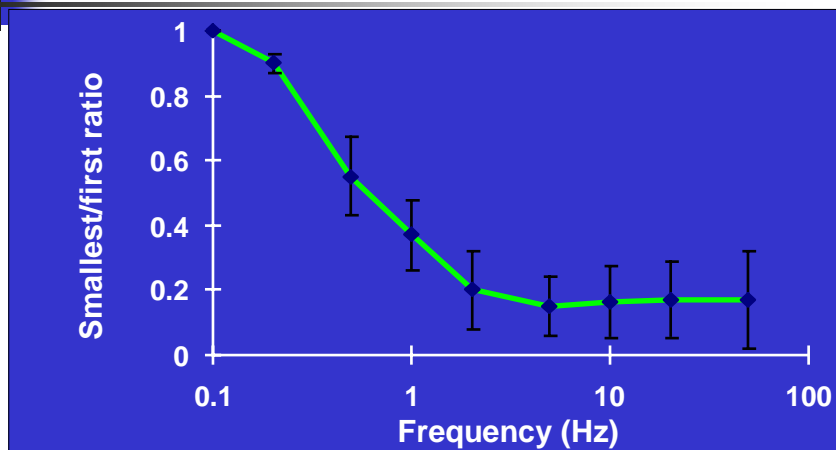
---

- Twitch unique
- ┌ Train-de-quatre
- ┌ Double-burst stimulation (DBS)
- ┌ Stimulation tétanique
- ┌ Post-tetanic count

## Modes de stimulation

- └ Twitch unique
- **Train-de-quatre**
- └ Double-burst stimulation (DBS)
- └ Stimulation tétanique
- └ Post-tetanic count

## Pourquoi 2 Hz?

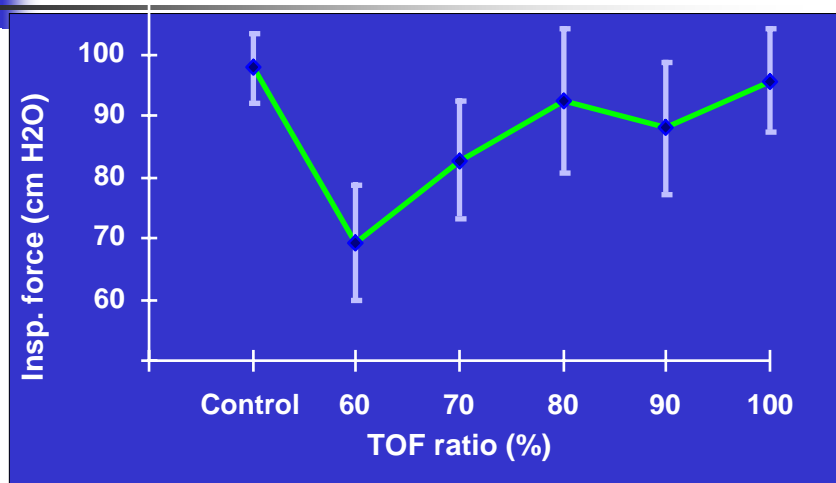


Lee CE, Katz RL. *Anesth Analg* 1977; 56: 271

## Avantages du train-de-quatre

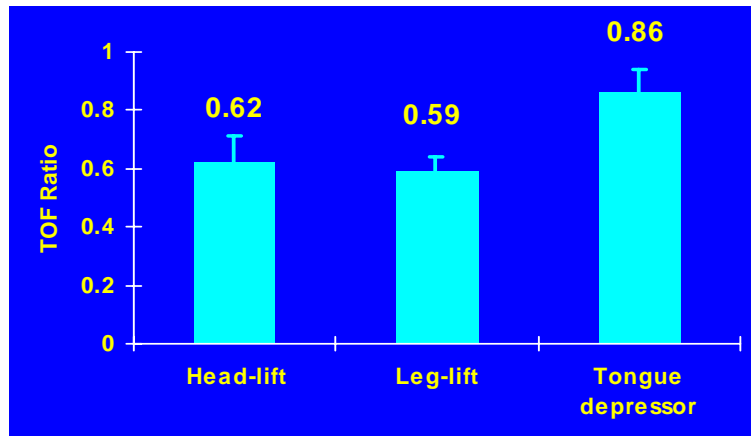
- Chaque réponse peut être vue ou palpée
- Épuisement observable
- Absence de facilitation post-tétanique
- Peut être répété à toutes les 10-12 s
- Corrélation entre épuisement et bloc
- Plus de sensibilité que le twitch unique
- Valeur contrôle non-nécessaire

## Le seuil traditionnel de 0.7



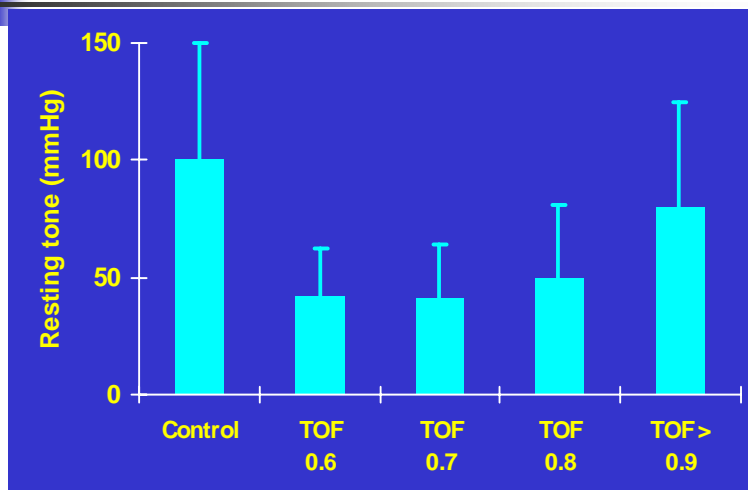
After Ali HH et al. *Br J Anaesth* 1975; 47: 570-4

## Tests de récupération



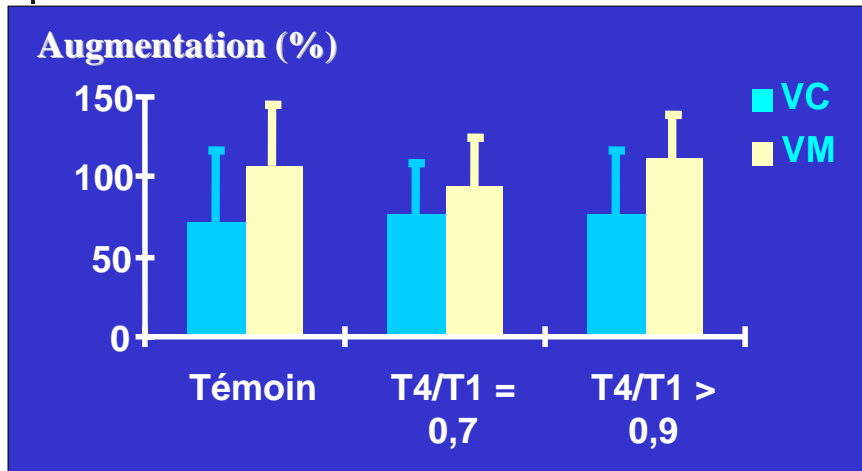
*After Kopman et al. Anesthesiology 1997; 86: 765-71*

## Tonus oesophagien



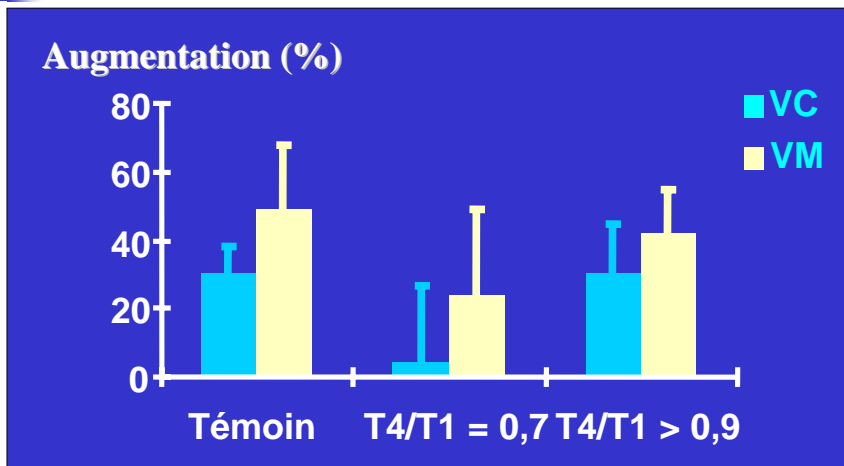
*After Eriksson et al. Anesthesiology 1997; 87: 1035-43*

## Réponse à l'hypercarbie



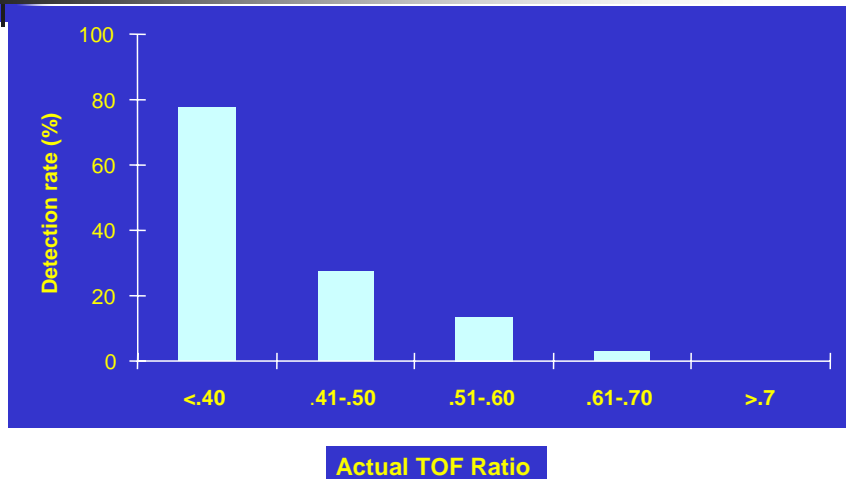
*D'après Eriksson et al. Acta Anaesthesiol Scand 1992; 36: 710-715*

## Réponse à l'hypoxie



*D'après Eriksson et al. Acta Anaesthesiol Scand 1992; 36: 710-715*

Il est difficile de détecter un  $T_4/T_1 > 0.4$

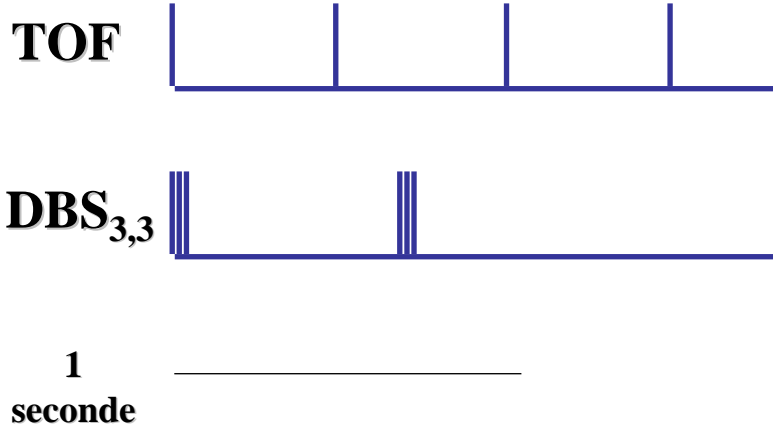


*Drenk et al. Anesthesiology 1989; 70: 578-581*

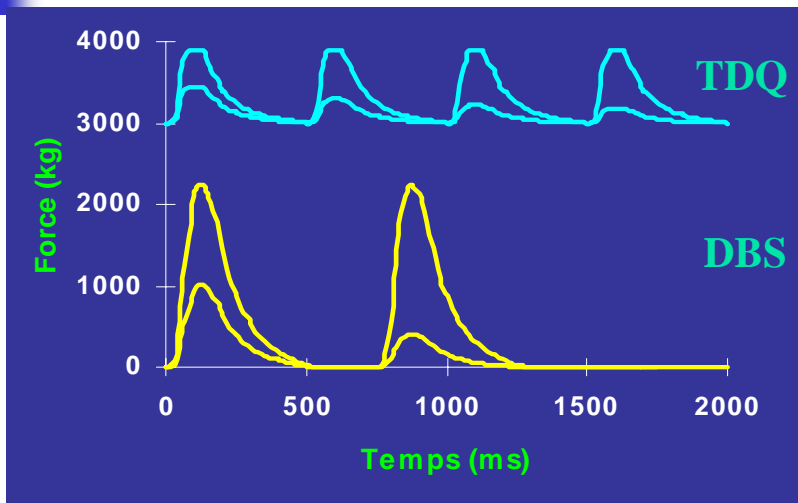
## Modes de stimulation

- ┌ Twitch unique
- ┌ Train-de-quatre
- **Double-burst stimulation (DBS)**
- ┌ Stimulation tétanique
- ┌ Post-tetanic count

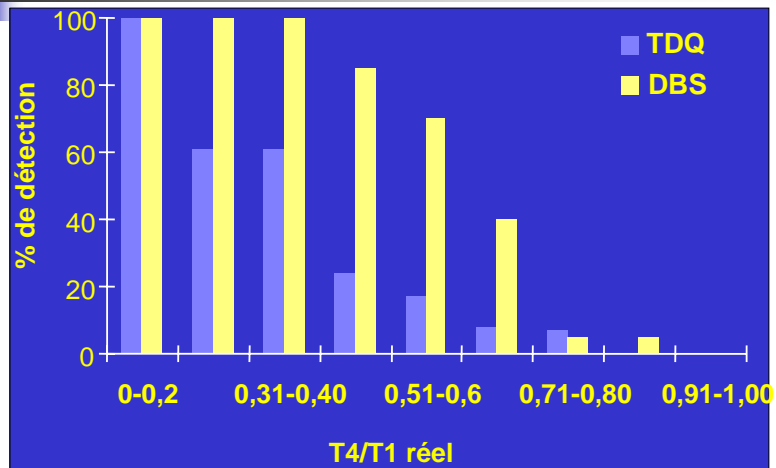
# DBS vs TOF stimulation



# Double burst stimulation (DBS)



## Détection avec DBS

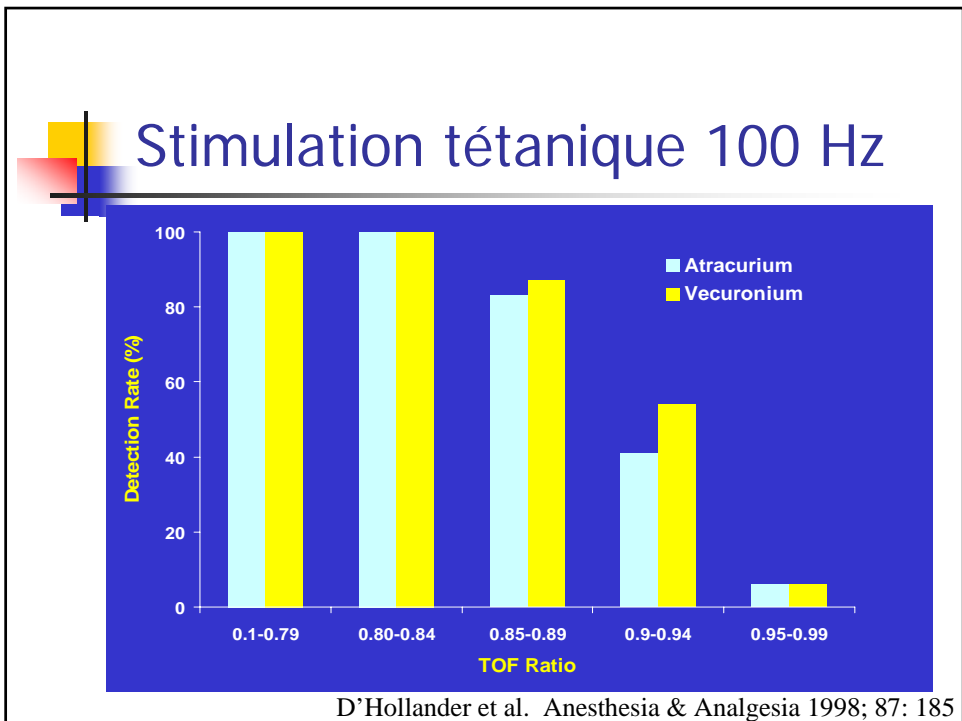
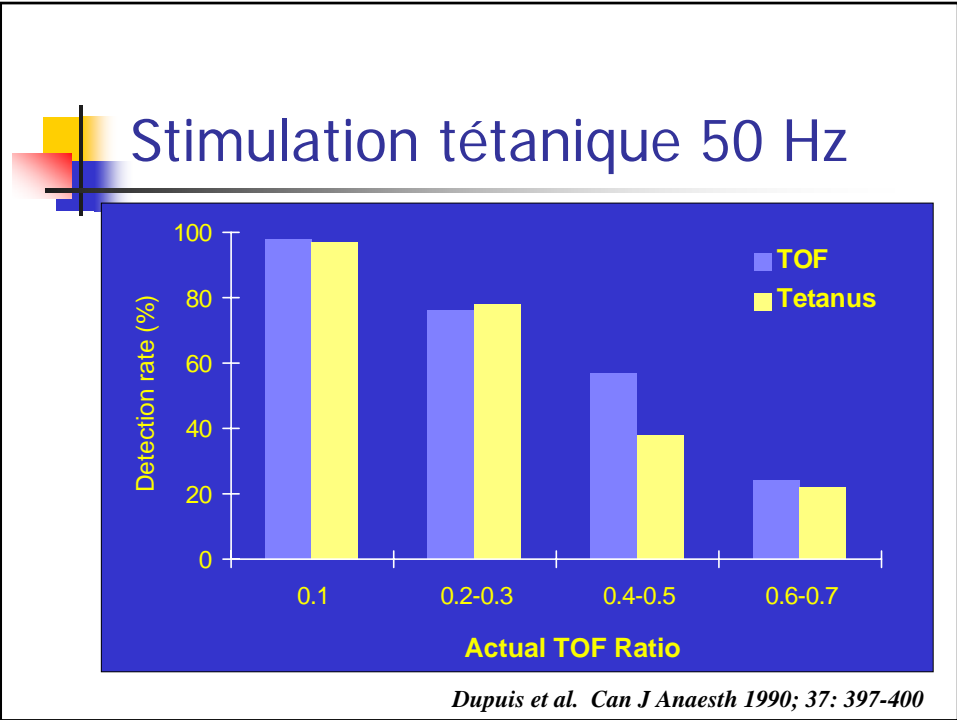


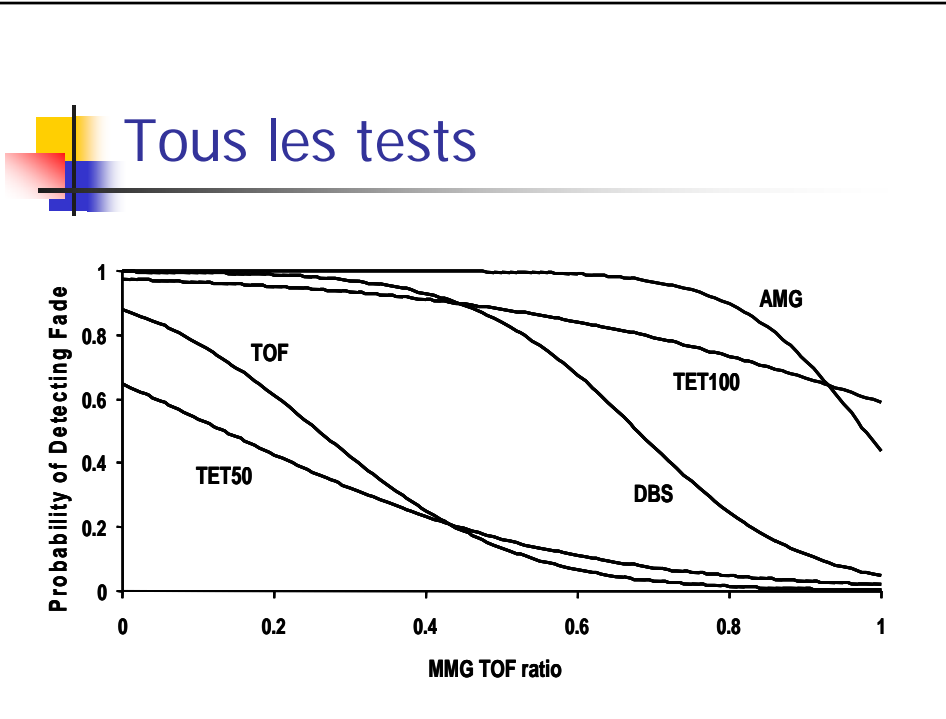
*D'après Saitoh et al. Anesth Analg 1997; 84: 1354-8*

## Modes de stimulation

- ┌ Twitch unique
- ┌ Train-de-quatre
- ┌ Double-burst stimulation (DBS)
- **Stimulation tétanique**
- ┌ Post-tetanic count







- ## Modes de stimulation
- ┌ Twitch unique
  - ┌ Train-de-quatre
  - ┌ Double-burst stimulation (DBS)
  - ┌ Stimulation tétanique
  - **Post-tetanic count**

## Post-tetanic count

- À faire quand il n'y a pas de twitch
- Tétanos: 50 Hz pendant 5 secondes
- Pause: 3 secondes
- Stimulation à 1 Hz
- Compter le nombre de twitches
- Moins il y a de twitches, plus la curarisation est profonde
- Ne pas répéter plus qu'à toutes les 2 min

## Post-tetanic count

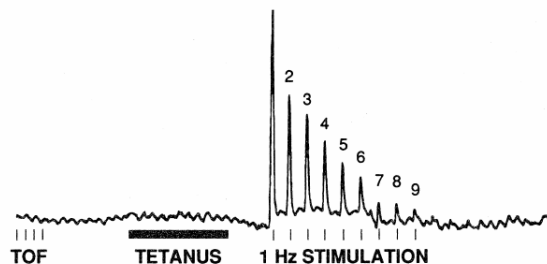


FIGURE 16-13. Posttetanic count (PTC). During profound blockade, no response is seen to train-of-four (TOF) or tetanus. However, because there is posttetanic facilitation, some twitches (in the case earlier, 9) can be seen after tetanic stimulation. In the example above, the PTC is 9.



## PTC: interpretation

---

- PTC > 15: récupération imminente
- PTC = 0: curarisation très profonde
- PTC = 1-4: récupération dépend du curare
  - pancuronium 30-45 min
  - intermédiaires 10-15 min
  - mivacurium 5-10 min

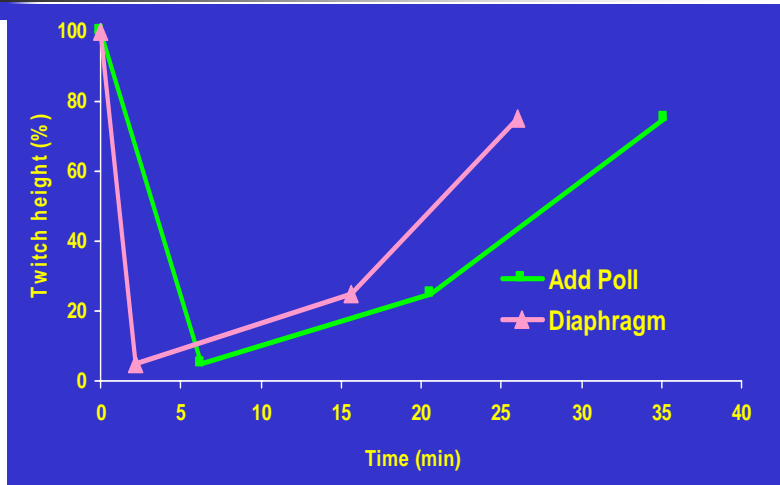


## Plan

---

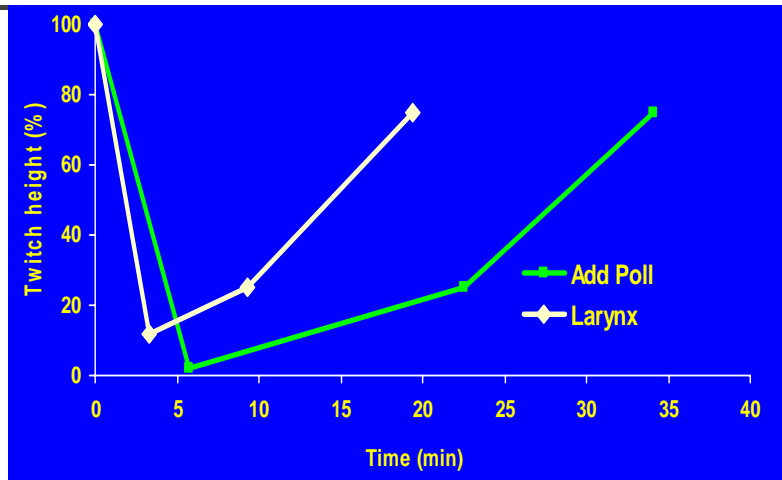
- ┌ Pourquoi?
- ┌ Stimulateurs
- ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- ┌ Techniques de mesure
- ┌ Modes de stimulation
- **Réponse des différents muscles**
  - ┌ Sites de stimulation
  - ┌ Problèmes cliniques

## Diaphragme vs adducteur du pouce

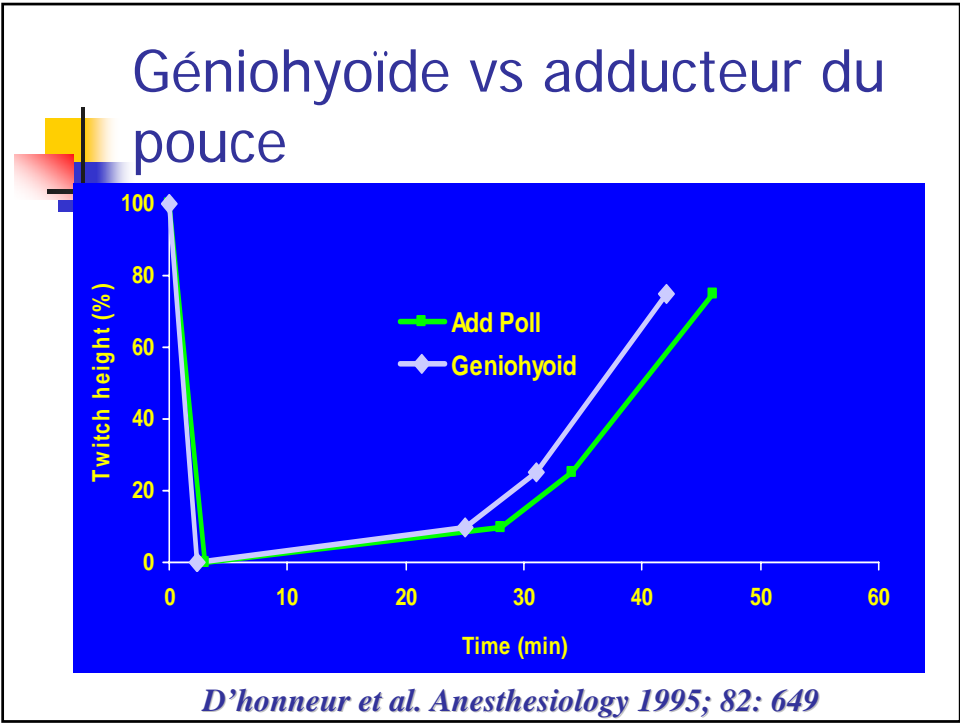
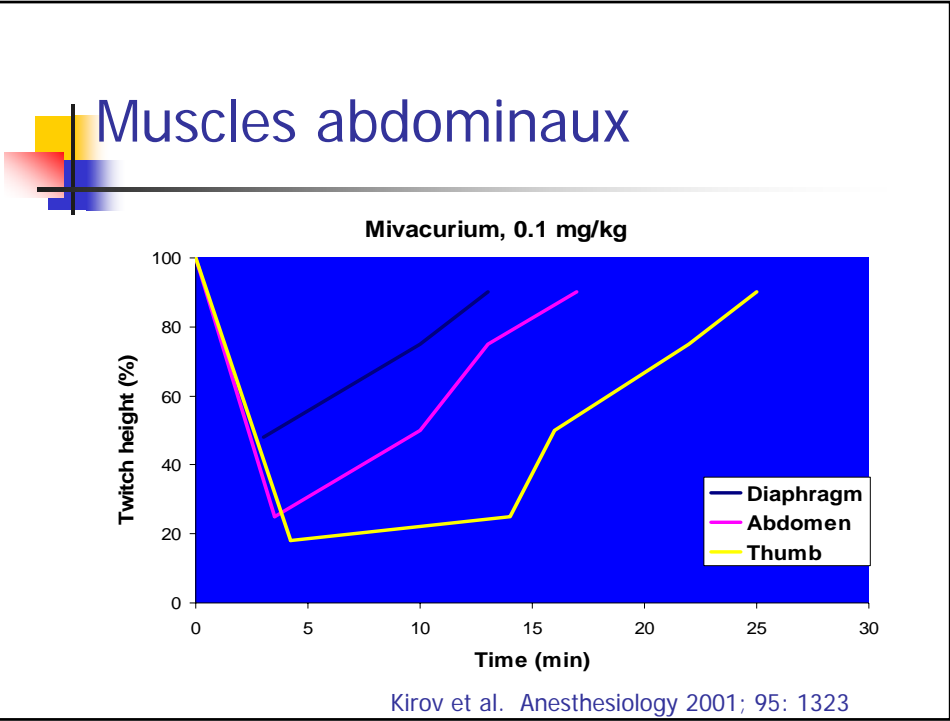


*Donati et al. Anesthesiology 1990; 73: 870*

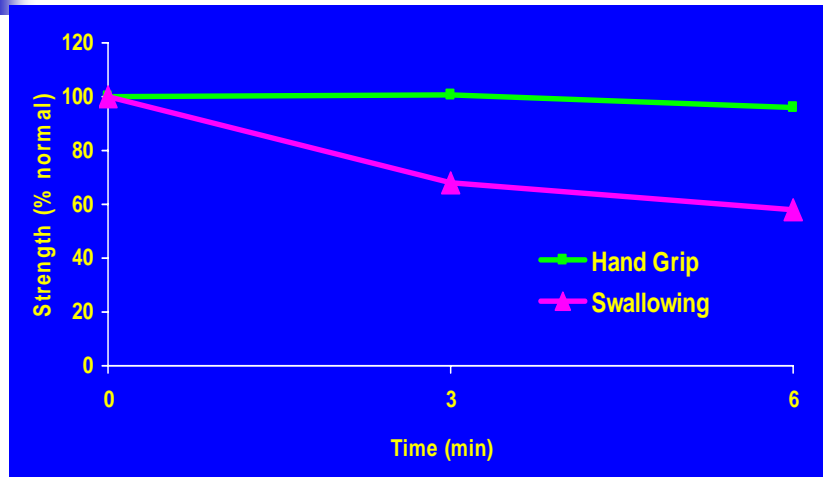
## Larynx vs adducteur du pouce



*Donati et al. Anesthesiology 1991; 74: 833*



## Main vs déglutition



*D'Honneur et al. Anesthesiology 1992; 77: 1070*

## Plan

- ┌ Pourquoi?
- ┌ Stimulateurs
- ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- ┌ Techniques de mesure
- ┌ Modes de stimulation
- ┌ Réponse des différents muscles
- **Sites de stimulation**
- ┌ Problèmes cliniques

# Plan

## ■ Pourquoi?

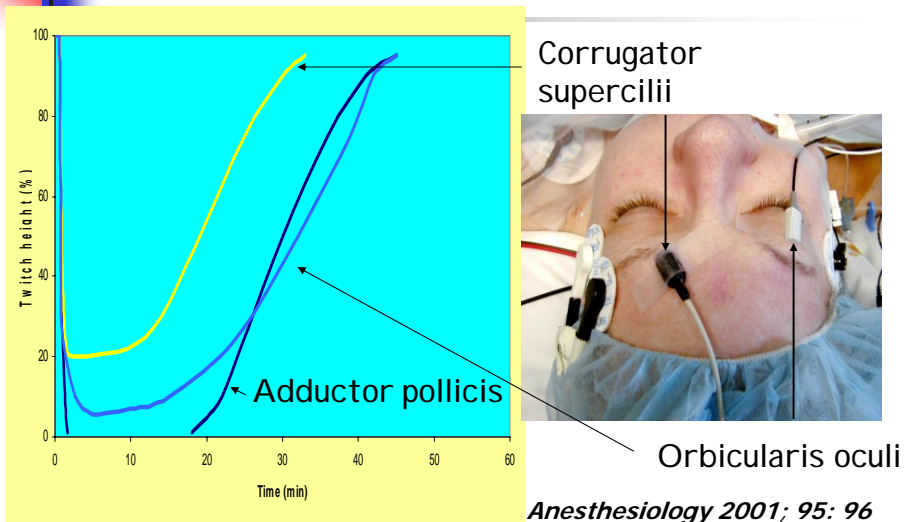
### ■ Stimulateurs

- ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- ┌ Techniques de mesure
- ┌ Modes de stimulation
- ┌ Réponse des différents muscles

### ■ Sites de stimulation

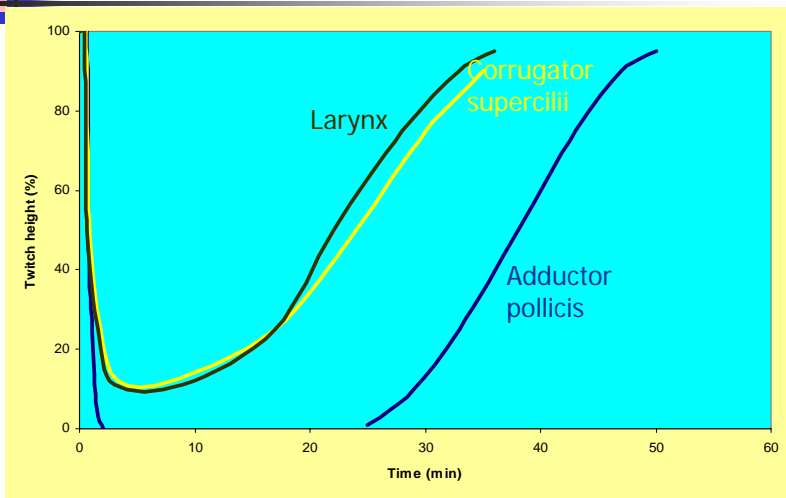
- ┌ Problèmes cliniques

## Orbiculaire de l'oeil vs sourcilier



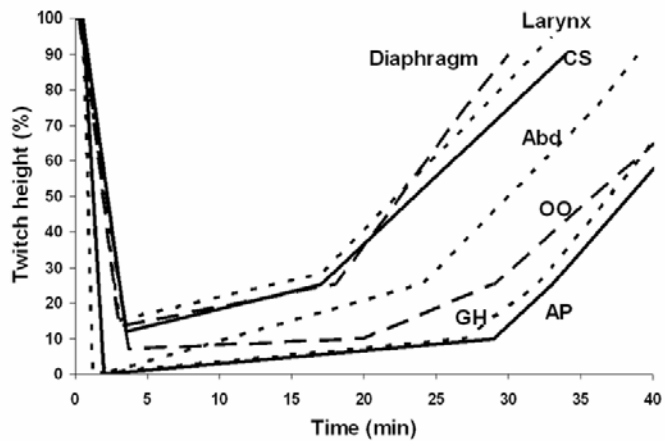


## Sourcilier vs larynx



Plaud et al. Anesthesiology 2001; 95: 96

## Résumé





## Curarisation profonde

- **Post-tetanic count**
- **Sourcilier (corrugator supercilii)**



## Résumé sur les muscles

Muscles	Délai	Intensité du bloc	Durée
Adducteur du pouce Petit doigt Pied	Lent	Profond	Longue
Adducteurs du larynx Diaphragme Sourcilier	Court à haute dose	Faible	Courte
Voies aériennes sup. Orbiculaire de l'oeil	Court	Très profond	Longue

## Plan

### ■ Pourquoi?

### ■ Stimulateurs

- ┌ Caractéristiques du bloc non-dépolarisant
- ┌ Caractéristiques du bloc dépolarisant
- ┌ Techniques de mesure
- ┌ Modes de stimulation
- ┌ Réponse des différents muscles
- ┌ Sites de stimulation

### ■ **Problèmes cliniques**

## Problèmes cliniques - 1

- Intubation:
  - Rocuronium, 3 mg
  - Succinylcholine, 160 mg
- Monitoring?
  - Site
  - Mode



## Problèmes cliniques - 2

---

- Intubation:
  - Rocuronium, 50 mg
- Monitoring?
  - Site
  - Mode
  - Attendre quoi?



## Problèmes cliniques - 3

---

- Intubation:
  - Rocuronium, 50 mg
- Après 45 minutes
  - Le chirurgien se plaint
  - Pas de twitch au pouce
- Traitement?
  - Engueuler le chirurgien?
  - Faire réparer le neurostimulateur?
  - Donner plus de curare?

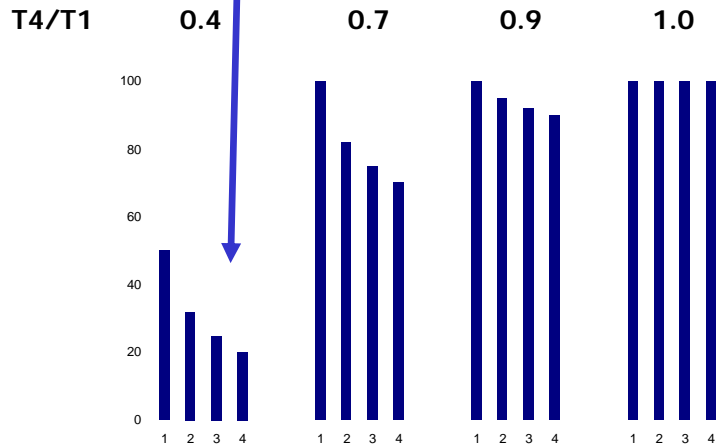
## Problèmes cliniques - 4

- Intubation:
  - Rocuronium, 50 mg
- Entretien
  - Rocuronium, 10 mg x 1
- Le patient respire, 10 min avant la fin
- Que faire?

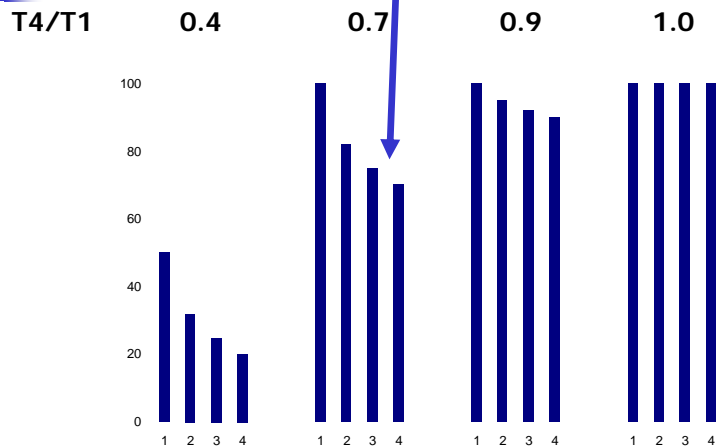
## Problèmes cliniques - 5

- Intubation:
  - Rocuronium, 50 mg
- Entretien:
  - Rocuronium, 20 mg
- Monitoring à l'adducteur du pouce
- 4 twitches égaux à la fin de l'intervention
  - Néostigmine?

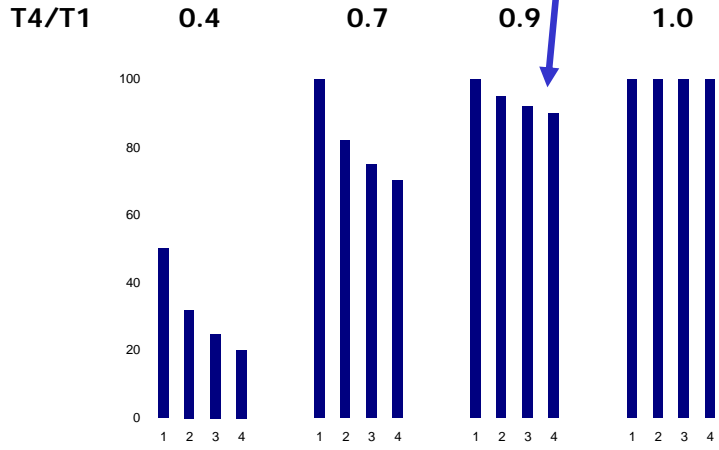
## What you have when you feel 4 equal twitches



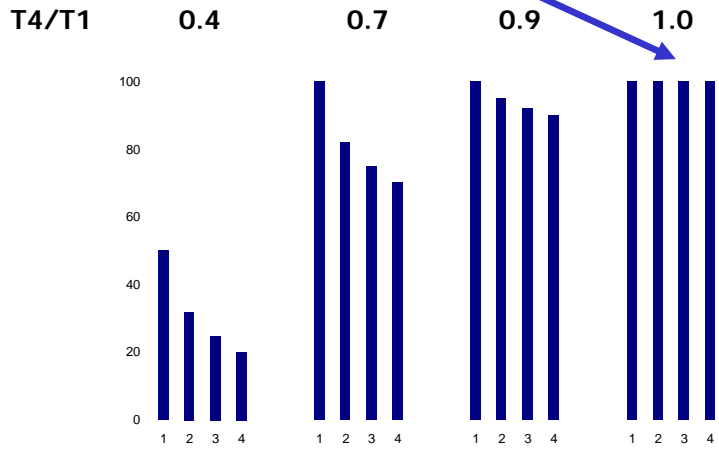
## The traditional threshold for adequate neuromuscular function



## The actual threshold for adequate neuromuscular function



## Normal function

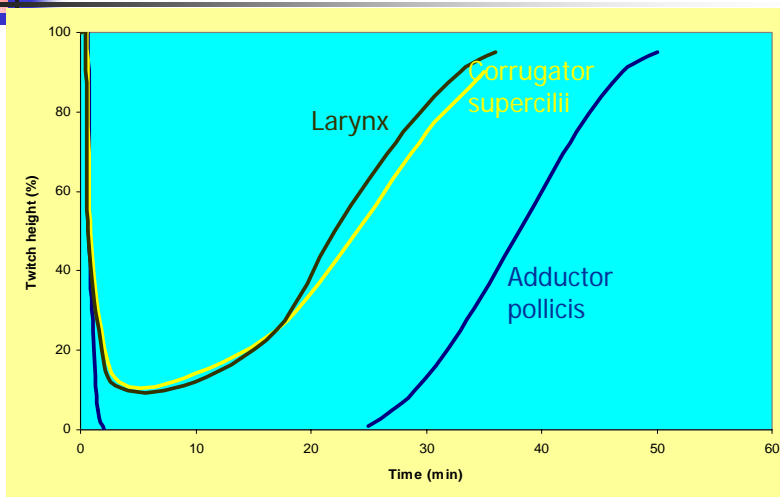


## Problèmes cliniques - 6

### Intubation:

- Rocuronium, 50 mg
- Entretien:
  - Rocuronium, 20 mg
- Monitoring au sourcilier
- 4 twitches à la fin de l'intervention
- Néostigmine, extubation
- Désature en salle de réveil

## Sourcilier vs larynx



Plaud et al. *Anesthesiology* 2001; 95: 96