

# Prise en charge du nouveau-né et du petit enfant: physiopathologie et traitement

# PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

---

1. Adaptations hémodynamiques et respiratoires à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
3. Physiologie respiratoire.
4. Physiologie rénale.
5. Répartitions des secteurs hydriques.
6. Besoins métaboliques.
7. Thermorégulation.
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

# CIRCULATION FOETALE

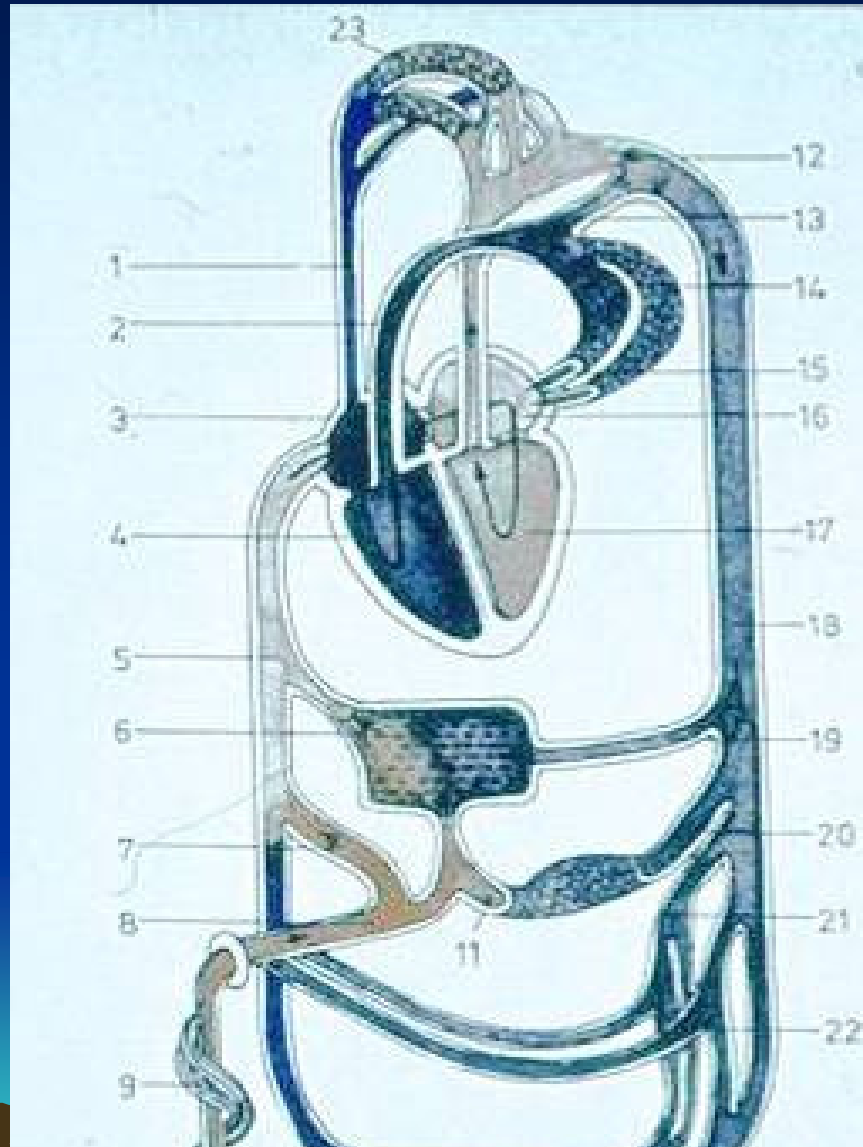
---

- Fréquence et débit cardiaque élevés : 120-160bpm et 200-300 ml/kg
- Pressions basses : 50-60 mmHg
- Résistances vasculaires systémiques basses
- Le flux sanguin dépend essentiellement de la fréquence cardiaque

**Bradycardie fœtale  $\leftrightarrow$  baisse du débit cardiaque fœtal**

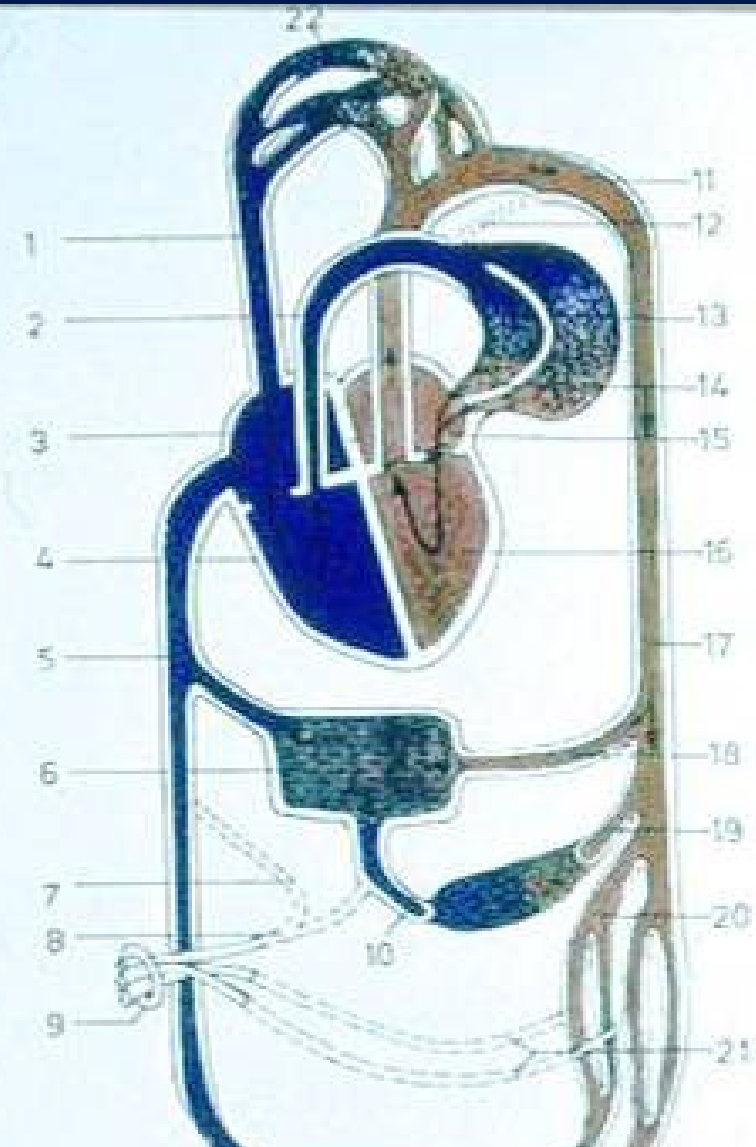
## Circulation fœtale:

Travail en série,  $paO_2$  25-30 mmHg



## Circulation du nouveau-né:

Travail en parallèle,  $paO_2 > 50$



# ADAPTATION CARDIO-CIRCULATOIRE

## A LA NAISSANCE: inversion du régime de pression

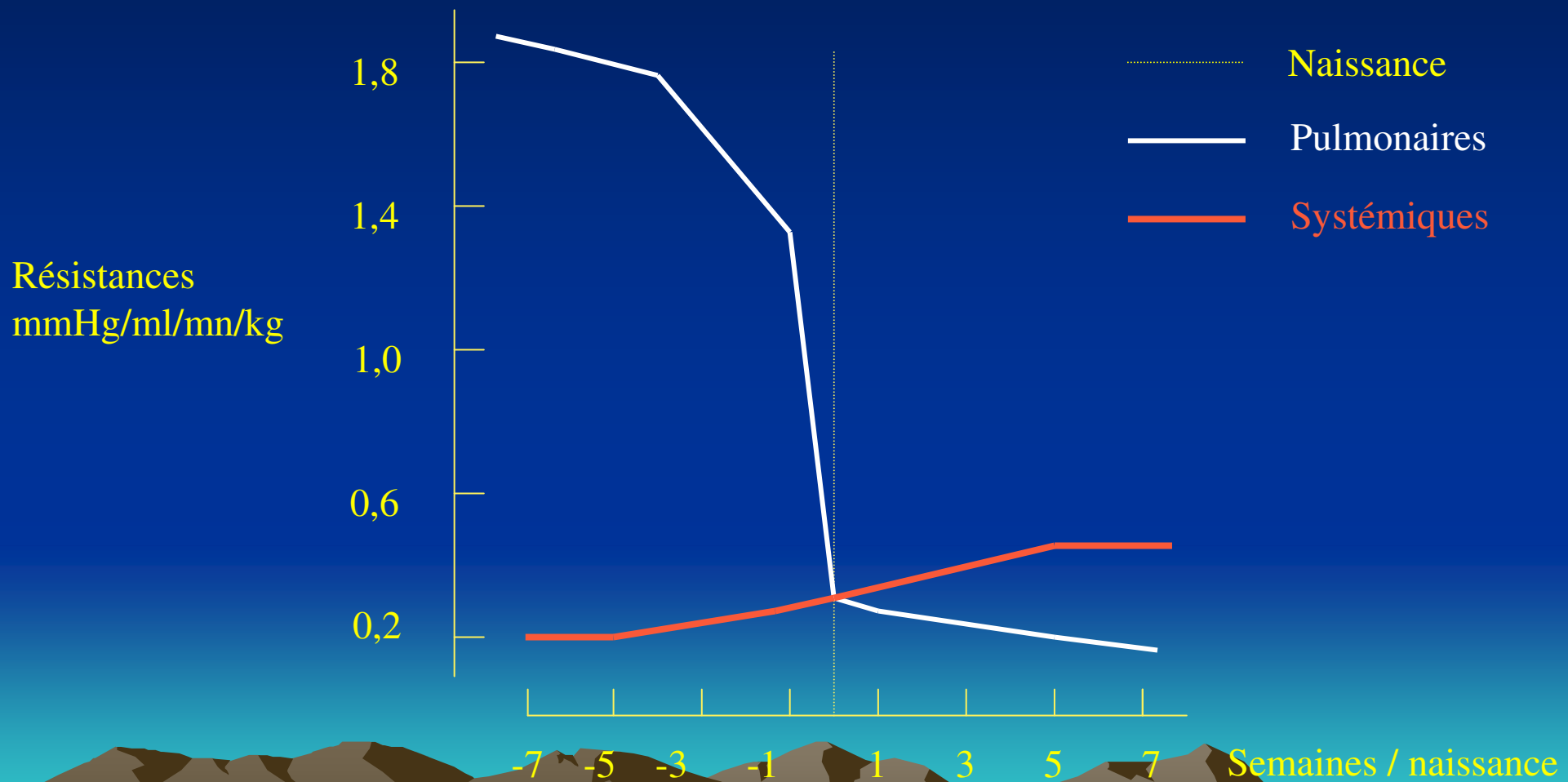
- Arrêt de la circulation ombilicale
  - Diminution des pressions droites (baisse du retour veineux)
  - Augmentation des pressions gauches (élévation des résistances systémiques)
- Expansion pulmonaire
  - Diminution des résistances artérielles pulmonaires
  - Augmentation du débit sanguin pulmonaire
  - Augmentation du retour veineux dans l'OG

# ADAPTATION CARDIO-CIRCULATOIRE A LA NAISSANCE

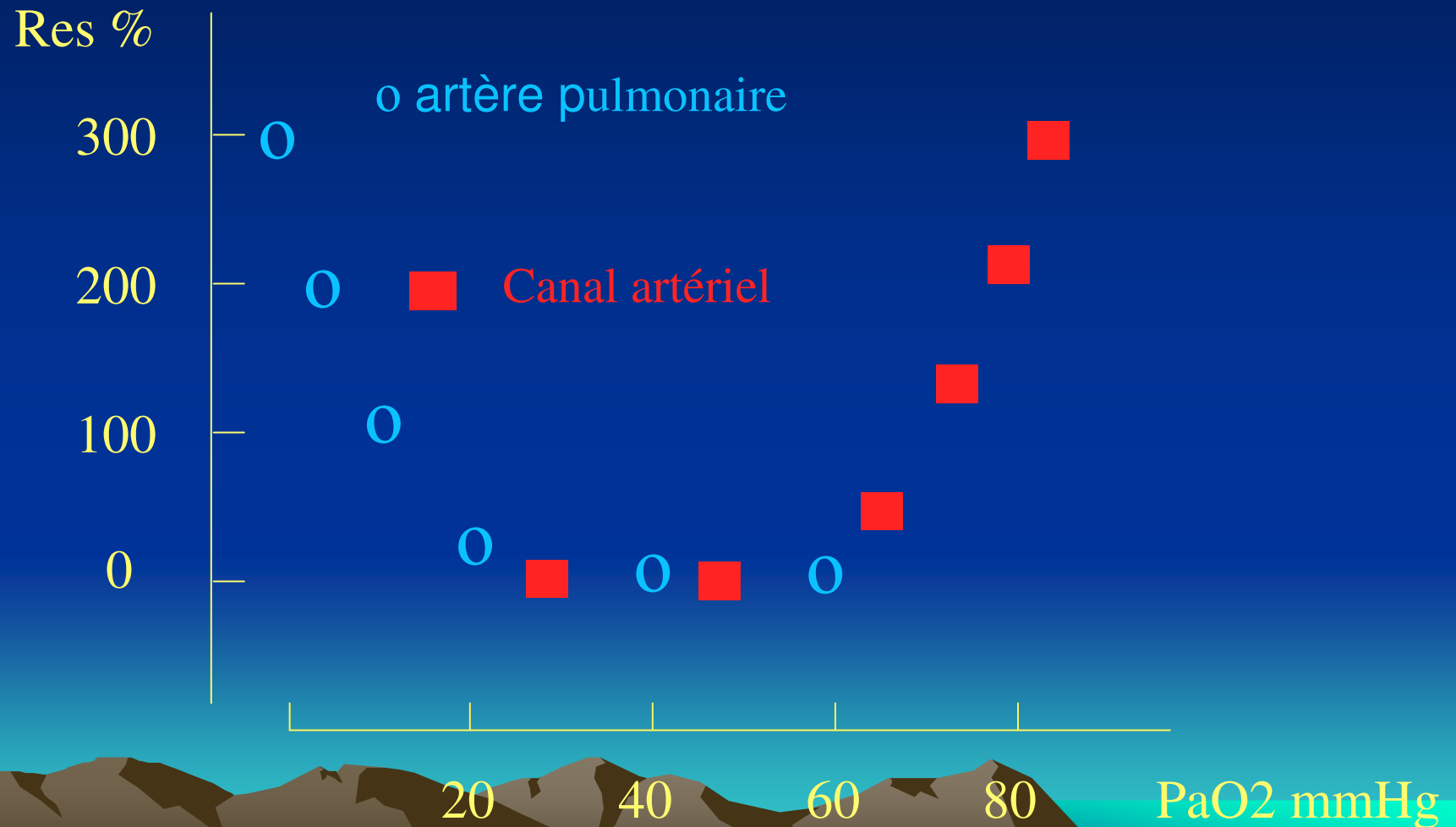
---

- Inversion du régime de pression
- Pressions gauches > pressions droites
  - Fermeture du foramen ovale
  - Ouverture de la perfusion pulmonaire
  - Diminution du shunt du canal artériel et fermeture fonctionnelle en quelques jours voire quelques semaines ( $O_2$  et PG)

# Evolution des résistances vasculaires avec l'âge du fœtus et du nouveau-né



# INFLUENCE DE LA PaO<sub>2</sub> SUR LES RESISTANCES VASCULAIRES





# ADAPTATION CARDIO-CIRCULATOIRE A LA NAISSANCE

## Phase transitionnelle



Hypoxie - acidose - hypovolémie - hypothermie  
augmentent les résistances vasculaires pulmonaires



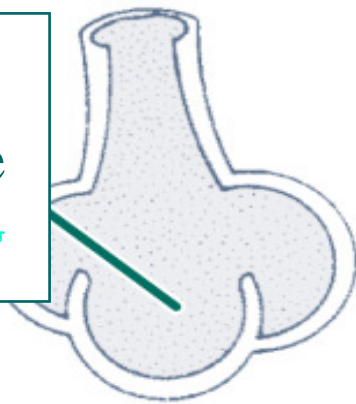
- Réouverture des shunts
- Retour à la circulation foetale



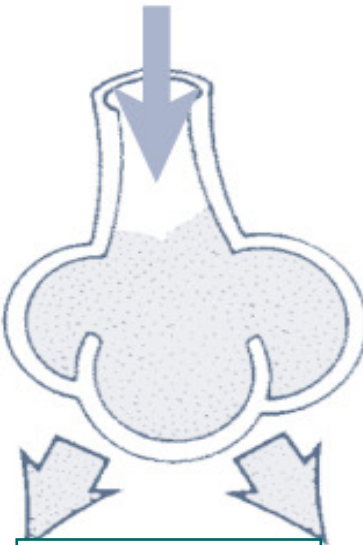
**Hypoxie « réfractaire »**

# Poumon “liquide” $\Rightarrow$ Poumon aérique

Liquide  
pulmonaire  
*30-35ml/kg*



Air



première  
inspiration



deuxième  
inspiration

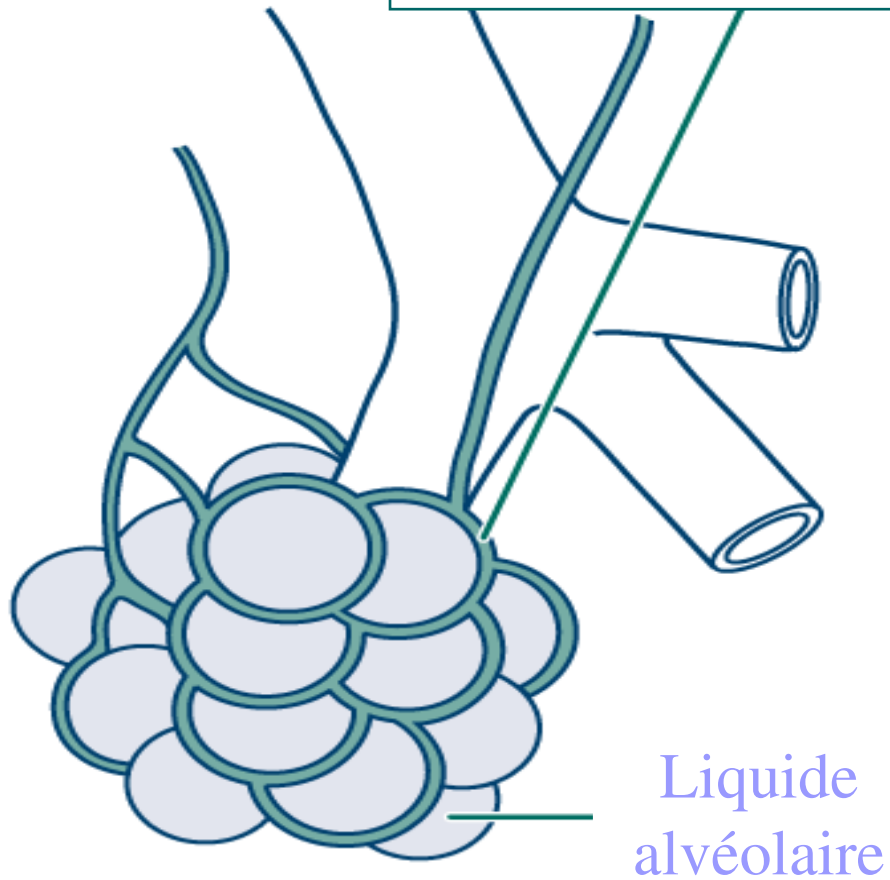


inspirations  
suivantes

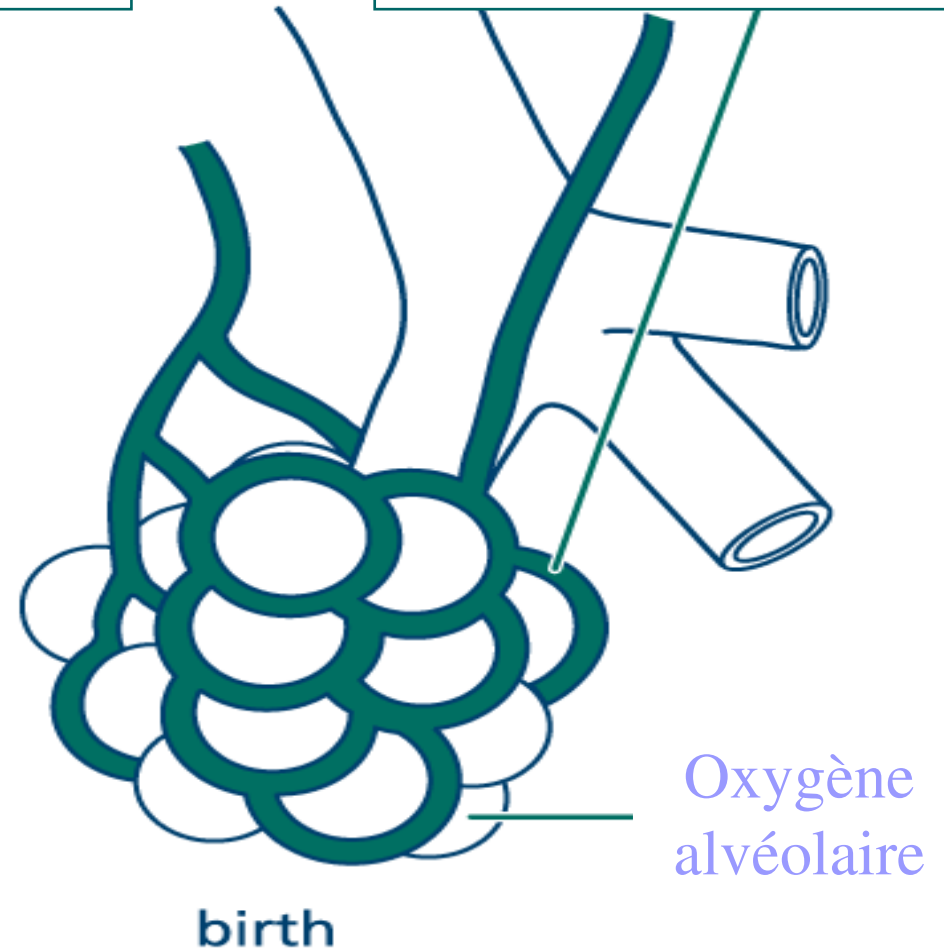
$\Rightarrow$  CRF

# Modifications circulatoires

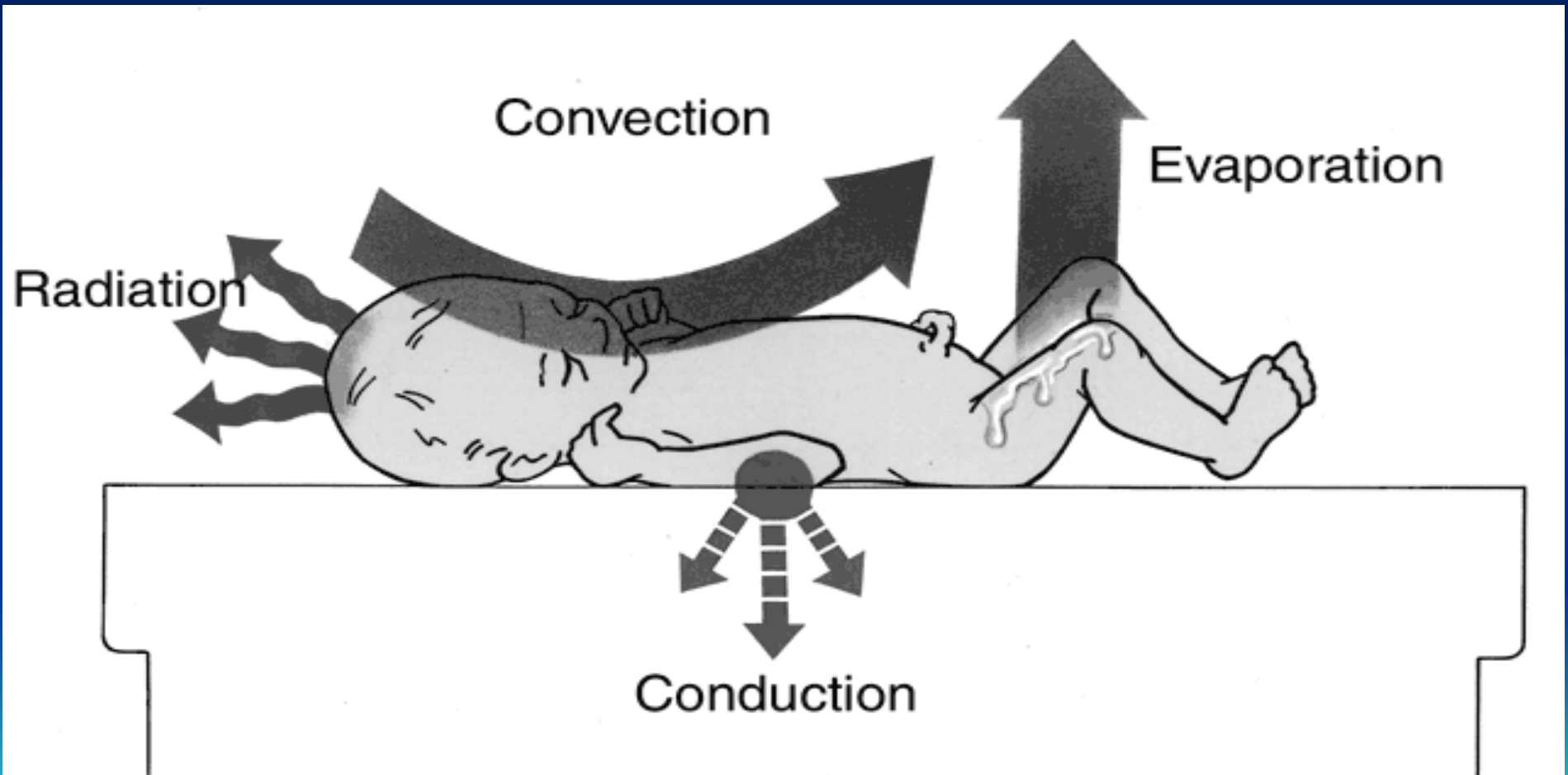
Avant la naissance :  
« **vasoconstriction** »



Après la naissance :  
« **vasodilation** »



# Environnement thermique



# Environnement thermique :

## Essuyer et Réchauffer le bébé

Évolution de la  $T^{\circ}$  corporelle chez un Nné dans une pièce à  $25^{\circ}\text{C}$

---◆--- Bébé sec

---◆--- Bébé mouillé

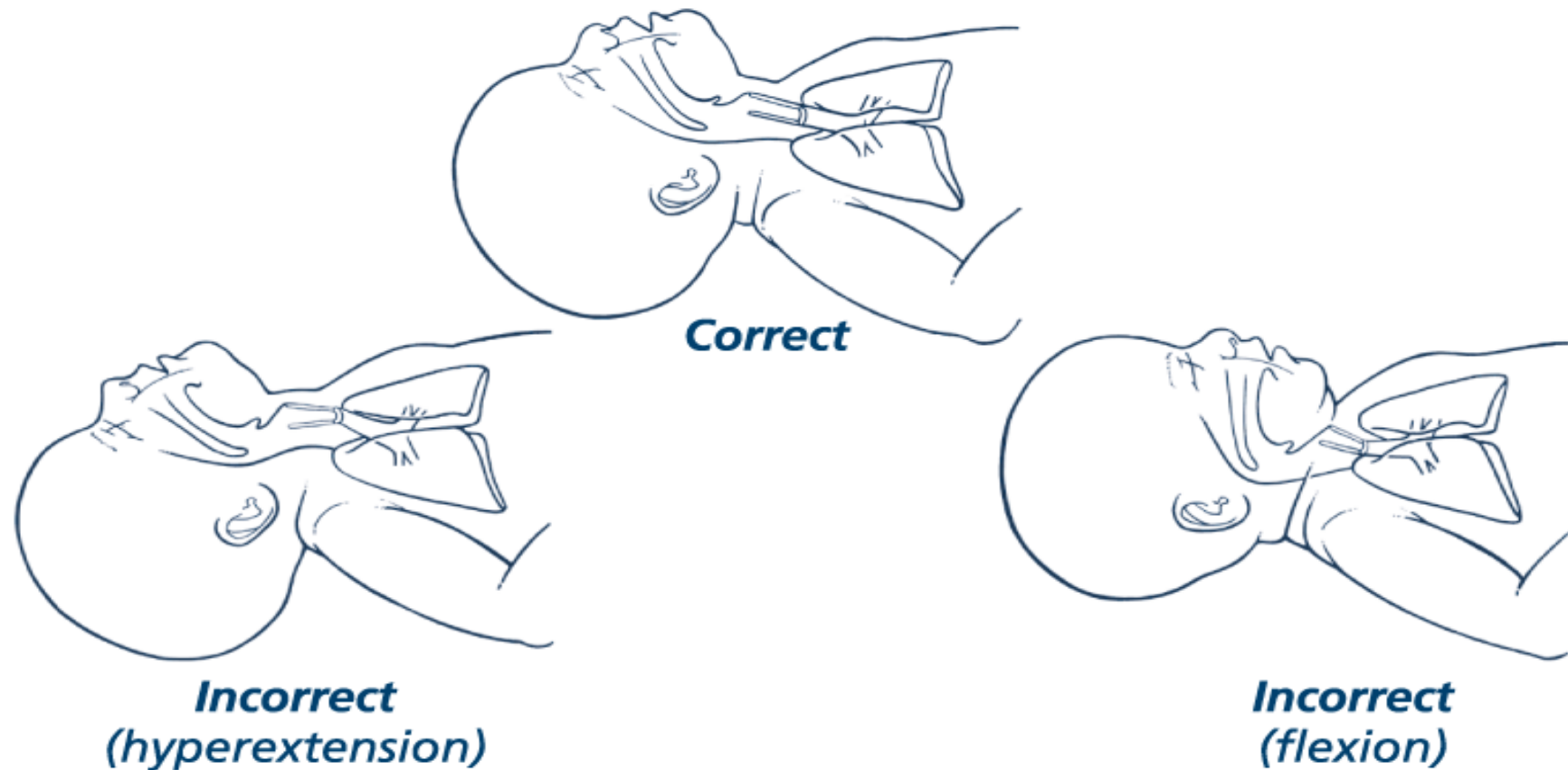
$T^{\circ}$  centrale



$T^{\circ}$  cutanée

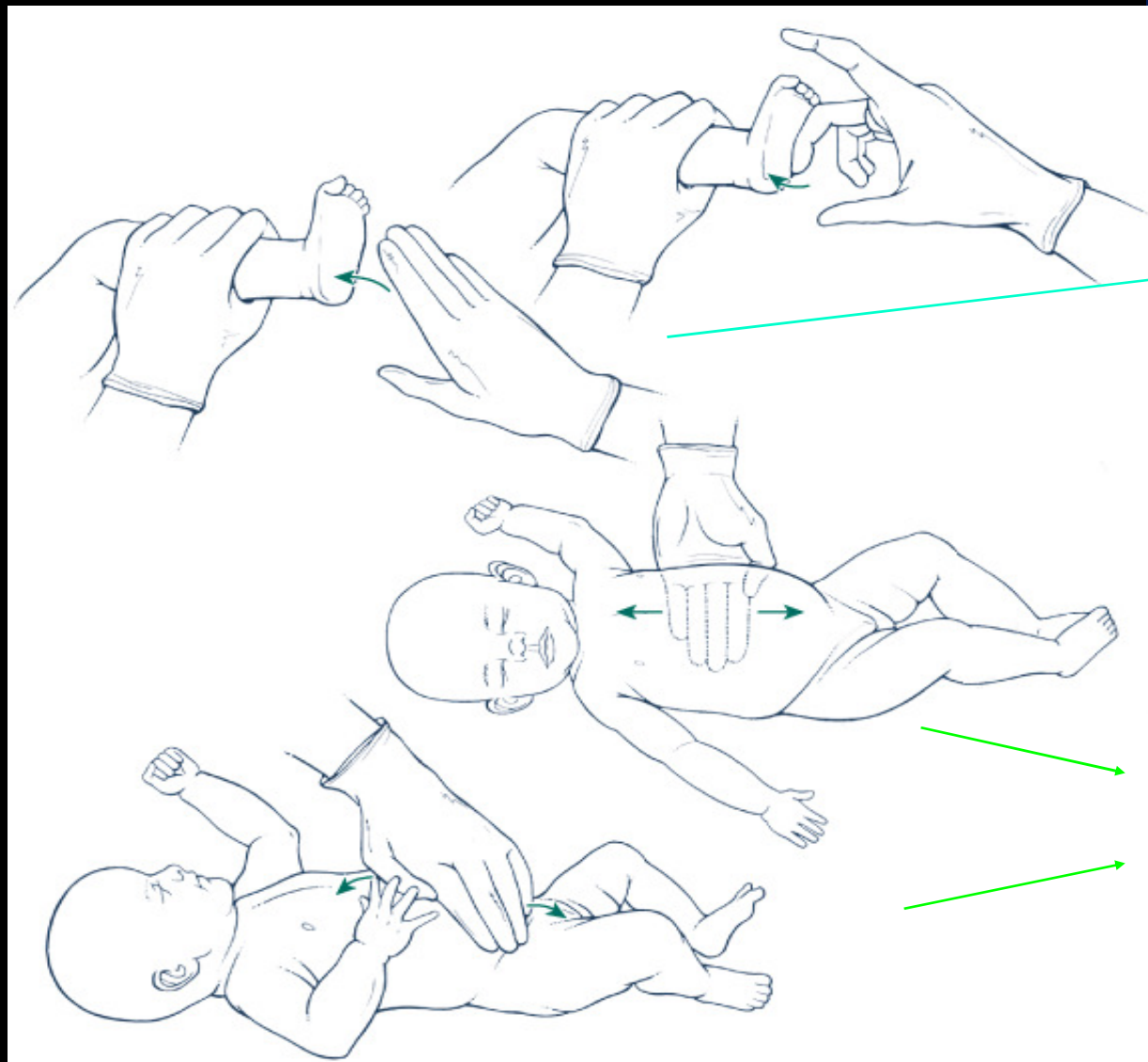


# Dégager les Voies aériennes



Correct and incorrect head positions for resuscitation

# Stimuli tactiles



**EVITER**

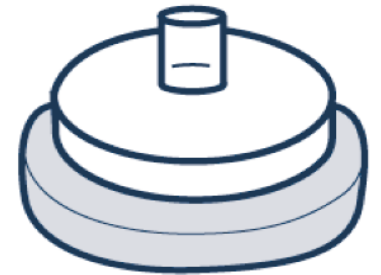
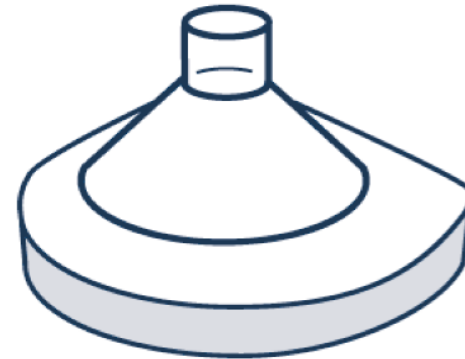
**PREFERER,  
En essuyant**

Acceptable methods of stimulating a baby to breathe



# Assurer la Ventilation

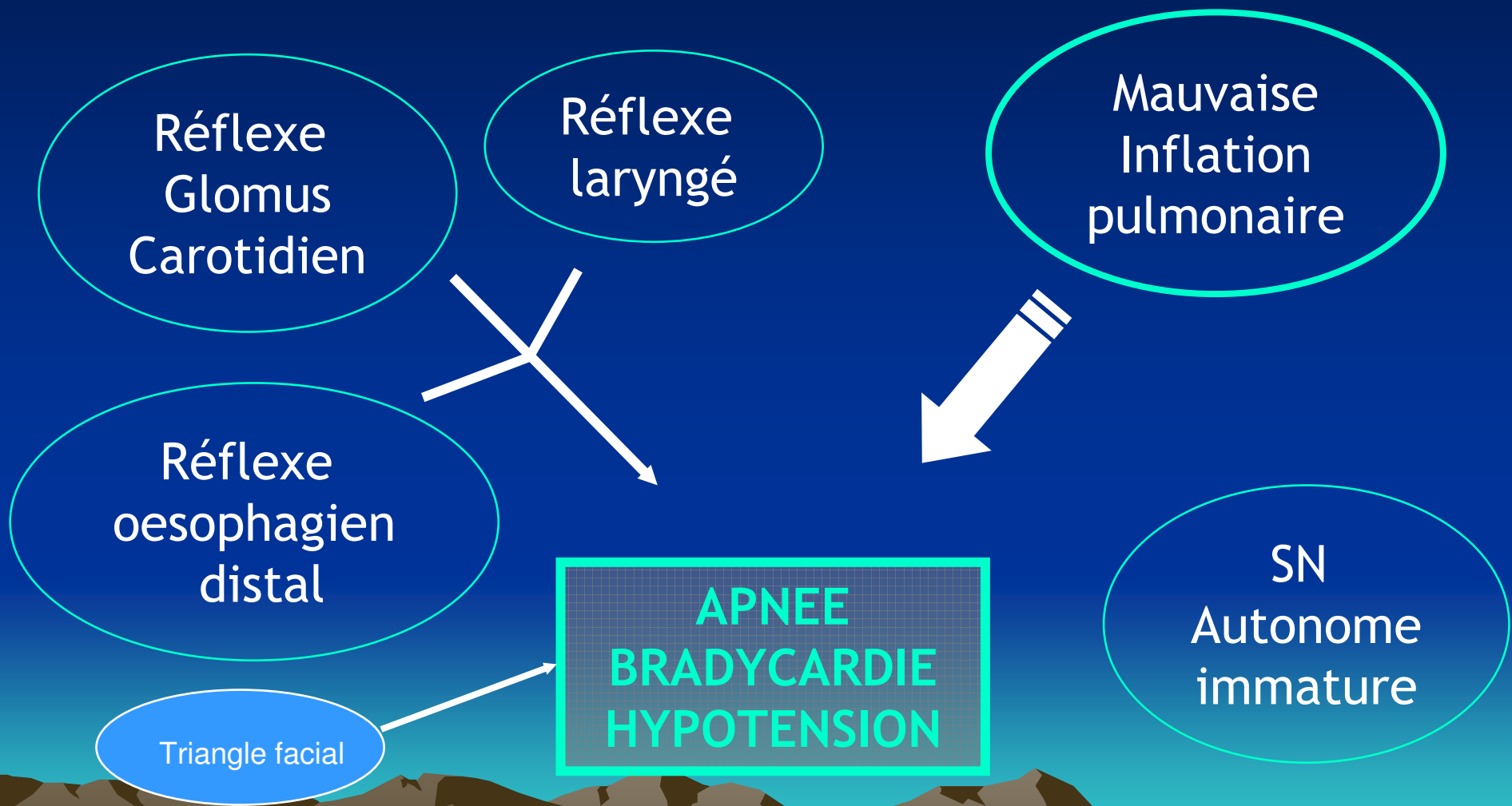
- Masque adapté,
- bien positionné,
- bouche et nez,
- « pas les yeux »



Round (left) and anatomically shaped (right) face masks



# Assurer la Respiration



# PHYSIOLOGIE CARDIO-VASCULAIRE DU NOUVEAU-NE

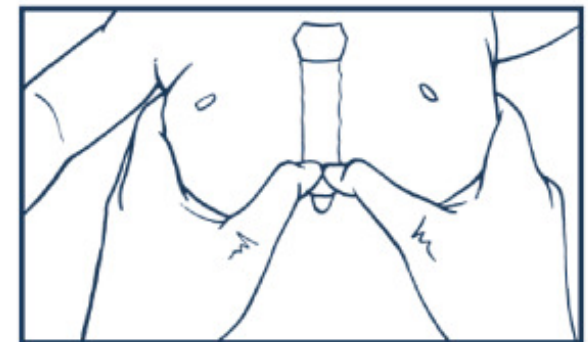
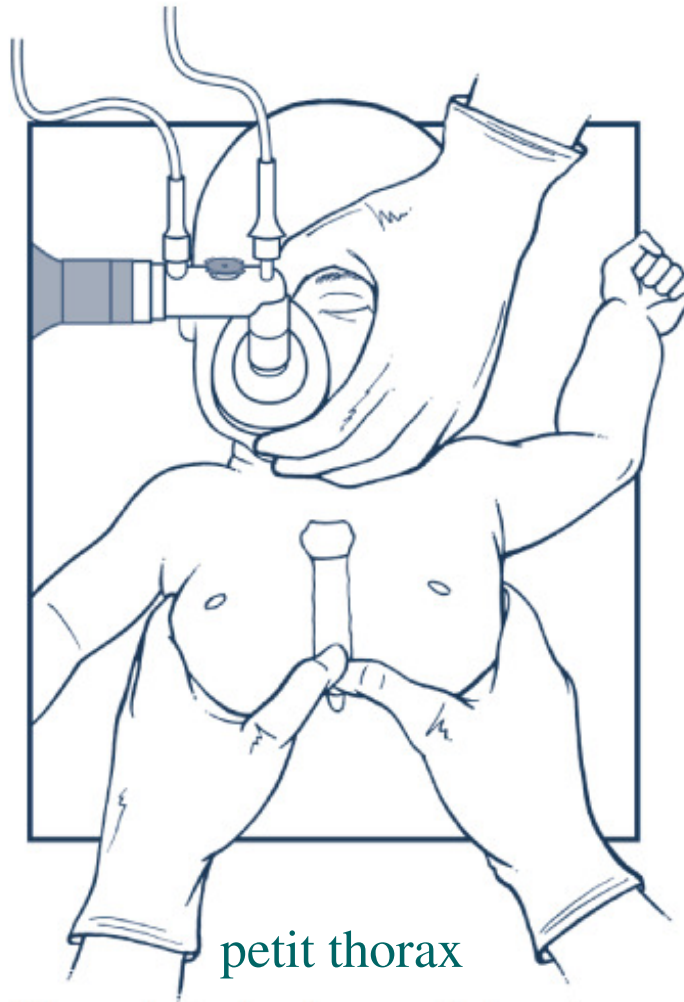
---

- Contractilité myocardique faible et d'emblée maximale
- Myocarde immature en quantité et qualité (protéines contractiles)
- Mauvaise compliance
- Immaturité du système nerveux sympathique
  - réactivité parasympathique importante

# Techniques de massage cardiaque

Massage “2 pouces”

les autres doigts supportent  
dos



# Liquide amniotique méconial (1)

- Circonstances : souffrance fœtale, srt > 34 sem
- Risque fœtal : inhalation méconiale
  - ⇒ - obstruction aérienne
  - inhibition du surfactant
  - Inflammation alvéolaire



Anoxie

Hypertension artérielle pulmonaire

# Anesthésie maternelle

- Morphiniques
- Risques chez le NNé :
  - Hypoventilation, apnée, bradycardie, hypoTA
- Intervention : Narcan
  - IVd , IM ou trachée : 0.1mg/kg
  - (répétable après 1 heure)
  - **Éviter** chez bébé de mère toxico

# Infection maternelle

## Chorioamniotite

- Risque néonatal :
  - Apnée, bradycardie, choc, hypoglycémie ...
- Surveillance :
  - Transfert NIC pour toute infection maternelle avérée, LA teinté ou malodorant avec dépression APGAR
  - Maternité : suivre
    - Comportement, coloration, alimentation
    - Glycémie, TA/ 4h au cours des premières 24h
    - Hémato CRP endéans 12 premières heures de vie

# Inspection du nouveau-né

- Respire spontanément ou crie
- Bon tonus musculaire
- Age gestationnel
- Absence de meconium



# Evaluation

La plupart n'ont pas besoin de réanimation

Néanmoins, on va toujours :

**Réchauffer et sécher le nouveau-né**  
**Nettoyer les voies aériennes**





# Couleur

- En présence d'une cyanose centrale et d'une respiration spontanée:

**Délivrer de  
l'oxygène passif à  
100 %**



# Evaluation

- La nécessité d'une intervention sera indiquée par l'évaluation simultanée de :
  - Tonus
  - **Couleur**
  - **Respiration**
  - **Fréquence cardiaque**

# Fréquence cardiaque

Evaluer la FC

- Avec un **stéthoscope**
- ou
- En palpant le pouls à la base du cordon ombilical
- **Le pouls ombilical** est plus facile d'accès mais moins fiable



# Médication (1)

- Adrenaline : agoniste  $\alpha$  et  $\beta$ 
  - solution 1:1000 = 1 mg/ml  
**à porter à 1:10.000 = 0.1mg/ml avec du LP**
  - indication : asystolie ou brady < 80/min
  - dose :
    - 10 - 30  $\mu$ g /kg = 0.1 - 0.3ml/kg solu 1:10.000 **IV** (V. ombilicale)
    - ou 100  $\mu$ g /kg **intra Trachéale** (jamais de G10% dans la trachée)
  - Poursuivre B et C
  - Répéter après 5 min si pas de réponse

# Glucose

- Solutions :
  - G5% (1ml = 50mg)
  - G10% (1ml = 100mg)
- Indication : hypoglycémie suspectée
  - absence d'amélioration
  - temps écoulé > 15 min
  - histoire maternelle prédisposante
  - histoire bébé prédisposante (prématurité; dysmaturité)
- Dose : G5% 4ml / Kg
  - G10% 2ml / Kg
  - *salin hypertonique à éviter en IVD chez les prématurés.*

# Evaluation

- La nécessité d'une intervention sera indiquée par l'évaluation simultanée de :
  - Tonus
  - **Couleur**
  - **Respiration**
  - **Fréquence cardiaque**

# Volume circulant

## ▣ Solutés:

- ▣ crystalloïdes : **NaCl 0.9%** ; Lactate de Ringer
- ▣ colloïdes : **Sang** [ Albumine humaine; SSPP]

## ▣ Indication :

- ▣ hypovolémie suspectée par l 'histoire périnatale
- ▣ choc d 'origine X (sepsis, médication vaso-active maternelle ...)
- ▣ persistance mauvaise coloration (pâleur) et mauvaise hémodynamique malgré ABC

- ▣ dose : **10ml/kg** en IV perf de 5 à 10 min  
(V. ombilicale ou périphérique)  
Répétable suivant réponse clinique

# Narcan

- Indication : ventilation spontanée inefficace *post anesthésie maternelle avec morphiniques*
- dose : **0.1 mg/kg** = 0.25ml/kg de la solution pure (à 0,4mg/ml)
  - **IVd** (V. ombilicale)
  - ou **intra Trachéale**
- **NE REMPLACE PAS L' ABC**
- **JAMAIS SI MERE TOXICOMANE**



# Bicarbonate

« corriger acidose métabolique résultant de l'anoxie tissulaire »

- Solution :
    - Bicarbonate Na 8.4%, 1mEq/ml
    - *à diluer avec un volume équivalent d'eau distillée*
  - Indication :
    - acidose métabolique documentée
    - absence d'amélioration malgré une ABC bien conduits
  - Dose: 1 - 2 mEq/kg (soit 2-4 ml/kg solution diluée)
  - IVL d'au moins 2 min (V. ombilicale ou périphérique)  
*la trachée*
- ! Jamais dans***

**Aspiration, stimulation**

**A**

Respi inefficace  
FC < 100

Après 30 sec

**VPP**  
Ballon-masque

**B**

Après 30 sec

Respir inefficace

FC → >60

**VPP, O2?**

FC <60 stable

**VPP+ Massage ♥**

Après 30 sec

Respir inefficace

**+/- Intubation**

FC >100

**VPP seule**

FC <60

**+ Adrenaline**

for Oreste battisti

**D**  
34

- Respire ou crie ?
- Tonus musculaire?
- Terme ?
- Méconium ?

- Réchauffer, sécher
- Stimuler\*
- Positionner
- Aspirer les VA\*

- Tonus
- Couleur
- Respiration
- FC

Apnée ou gasping  
FC < 100

Oxygène à 100% / Ventiler M/B 30 sec

FC < 60

Compressions thoraciques 30 sec

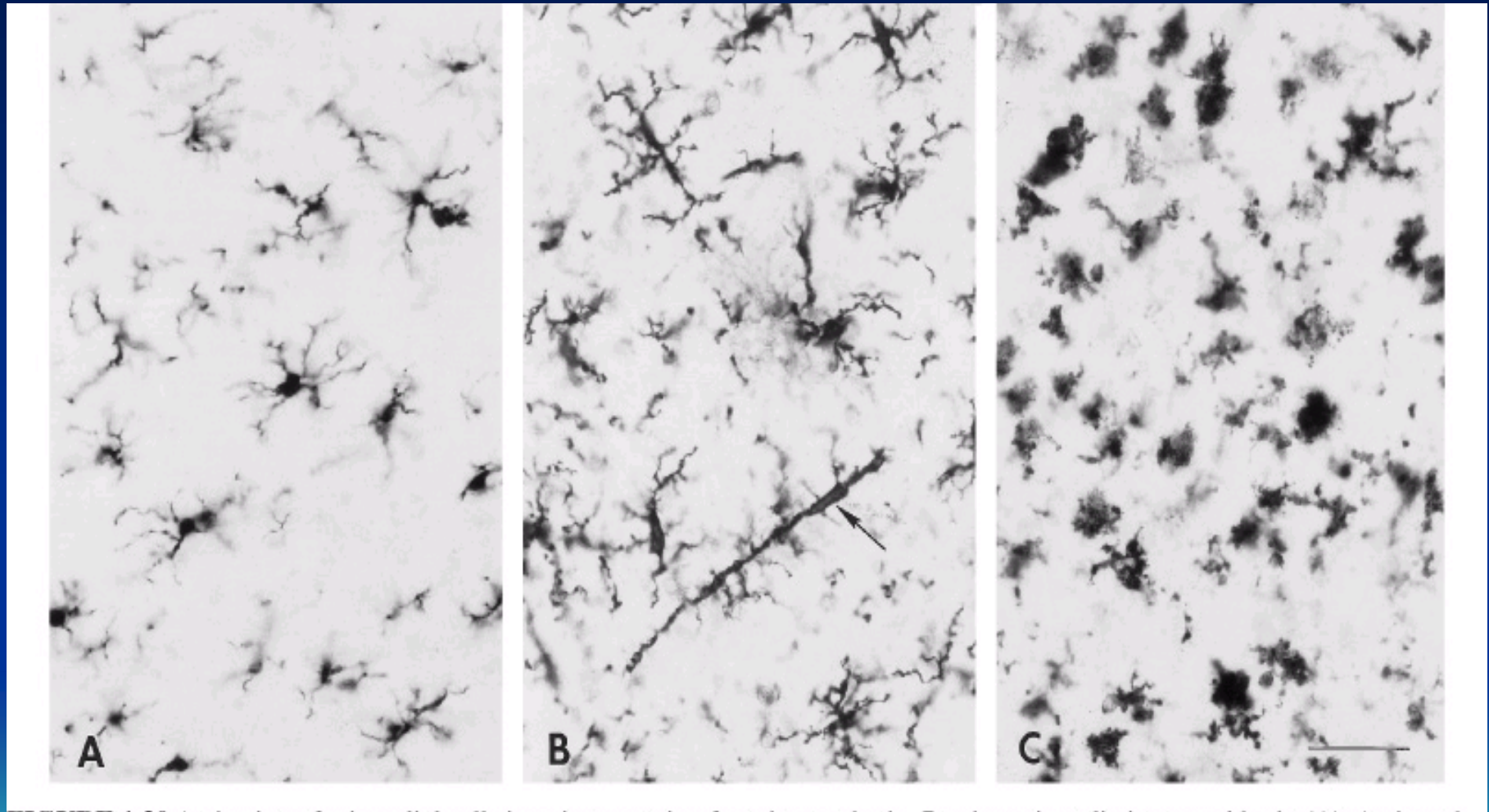
FC < 60

Adrénaline

Neurones and glial ( ) survival times in sec  
 according to CBF in ml/100g/min,  
 $[O_2]_a \text{ in ml/dL} = 1.34 \text{ Hbg/dL} * \text{Sat} + (0.0224 \text{ pO}_2 \text{ mmHg})$   
 coefficient of extraction maximal =0.75

CBF ↓	[O <sub>2</sub> ]		
	12	18	21
5	25 ( 75 )	40 ( 120 )	45 ( 135 )
10	50 ( 150 )	75 ( 225 )	90 ( 270 )
15	75 ( 225 )	115 ( 375 )	130 ( 390 )
20	100 ( 300 )	150 ( 450 )	175 ( 525 )
30	150 ( 450 )	230 ( 690 )	265 ( 795 )
40	200 ( 600 )	300 ( 900 )	350 ( 1050 )
Sec/ml CBF	5 ( 15 )	8 ( 30 )	9 ( 35 )

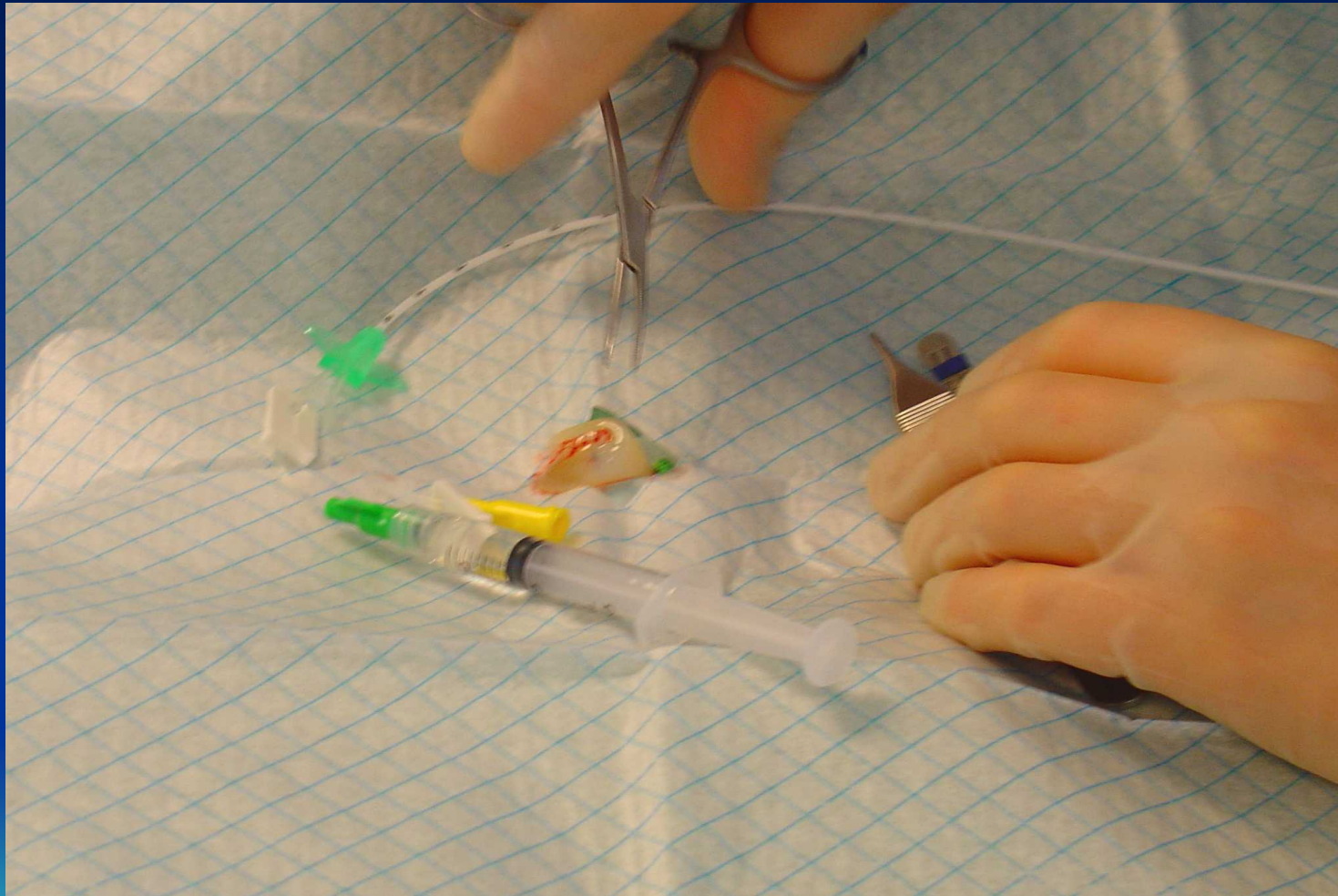
## Effet structural de l'hypoxie sur les cellules cérébrales















# PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

---

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.

## **2. Physiologie cardio-vasculaire.**

3. Physiologie respiratoire.

4. Physiologie rénale.

5. Répartitions des secteurs hydriques.

6. Besoins métaboliques.

7. Thermorégulation.

8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

# PHYSIOLOGIE CARDIO-VASCULAIRE

---

- Débit cardiaque nouveau-né = 240 ml/kg/mn
- Diminution à 200 ml/kg/mn dans les premiers jours de vie
- Consommation d'oxygène :
  - 6 à 8 ml/kg/min chez le nouveau-né
  - adulte 2-3 ml/kg/min

Le Débit cardiaque du nouveau-né  
dépend essentiellement de la  
**fréquence cardiaque**

Mauvaise tolérance des  
variations de condition de charge  
surtout chez le prématuré

# PHYSIOLOGIE CARDIO-VASCULAIRE DU NOUVEAU-NE

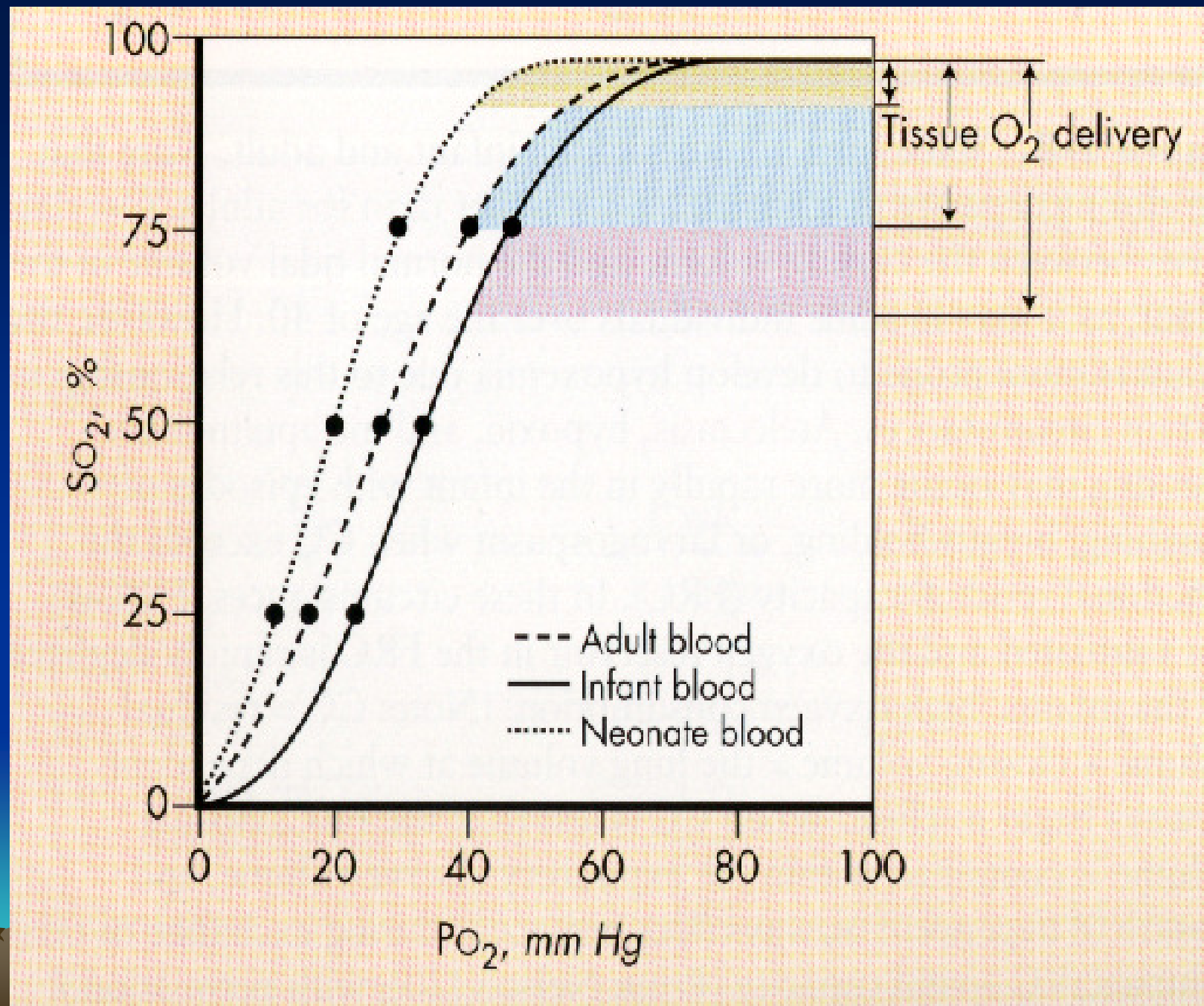
---

- Croissance rapide de la masse du myocarde (VG X 3 à trois semaines)
- Croissance différenciée des deux ventricules
  - VG : épais, contractile, peu compliant
  - VD : mince, peu contractile, très compliant
- Modification de l'hémoglobine
- Maturation des systèmes baro- et chemoreflexes

# HEMOGLOBINE

---

- Hb du nouveau-né = 60-80 % HbF
- Hb A majoritaire à 3 mois
- À 6 mois, répartition de Hb identique à l'adulte :
  - HbA = 98 %
  - HbA<sub>2</sub> = 2 %
  - HbF = traces



# HEMOGLOBINE

$P_{50}$  : pression partielle en oxygène pour laquelle 50 % de l'Hb est saturée

La  $P_{50}$  définit l'affinité de l'Hb pour l'O<sub>2</sub>

- Fixation de l'O<sub>2</sub> au niveau pulmonaire
- Libération de l'O<sub>2</sub> au niveau tissulaire

- **Foetus et Nouveau-né** :

- HbF majoritaire
- forte affinité pour l'O<sub>2</sub>
- $P_{50}$  à 20 mmHg
- polyglobulie

- **Naissance** : décalage progressif vers la droite de la courbe de dissociation de l'Hb



# Hémoglobininémie et hématocrite en fonction de l'âge

	nné	2 sem	1 m	2 m	3 m	6 m	12 m
Hb g/100 ml	17,9 ±2,5	15,6 ±2,6	14,2 ±2,1	10,7 ±0,9	11,3 ±0,9	12,6 ±0,7	12,7 ±0,7
Ht %	56 ± 9,5	46 ±7,3	43 ±5,7	31 ±2,6	33 ±3,3	36 ±2,5	37 ±2,0

Moyenne ± DS

# PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

---

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
- 3. Physiologie respiratoire.**
4. Physiologie rénale.
5. Répartitions des secteurs hydriques.
6. Besoins métaboliques.
7. Thermorégulation.
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

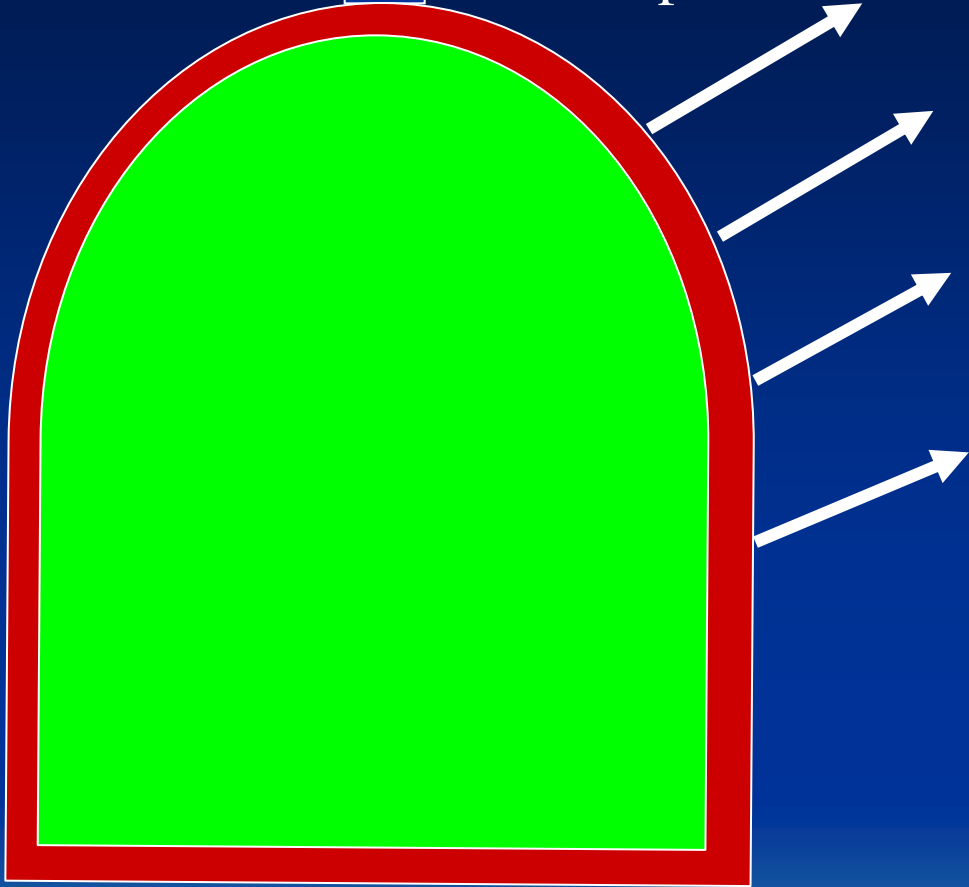
## ADAPTATION RESPIRATOIRE A LA NAISSANCE

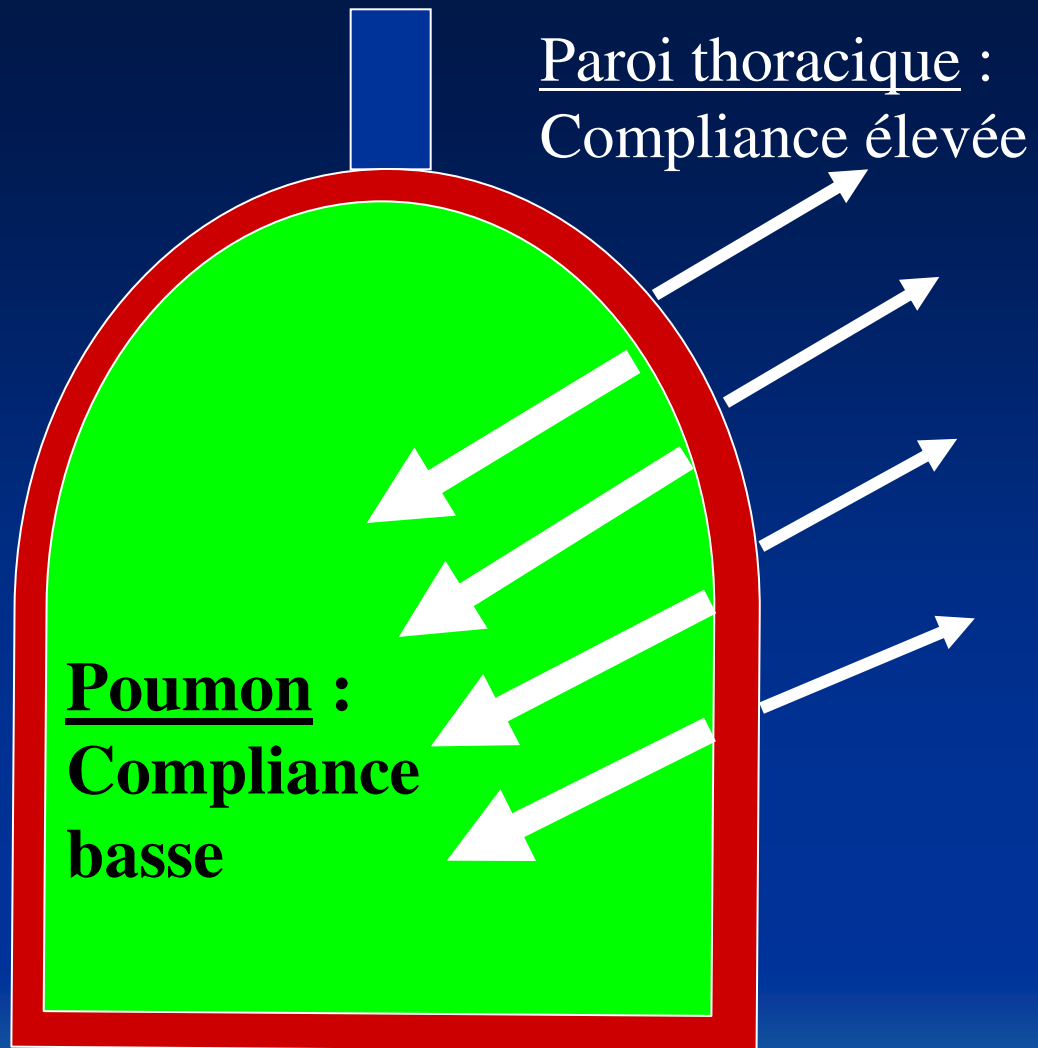
- **Elimination du liquide alvéolaire** : 1/2 expulsés lors de la compression du thorax dans la filière génitale ( $P > 70$  mmHg)
- Aération des alvéoles pulmonaires : dépression considérable 40-80 mmHg
- **Maintien des alvéoles ouvertes en fin d'expiration** = constitution de la CRF = 35 à 60 ml d'air  
=> SURFACTANT ET MUSCLES LARYNGES + FREIN SOUS-GLOTTIQUE
- Augmentation du débit sanguin pulmonaire (chute des résistances artérielles pulmonaires)

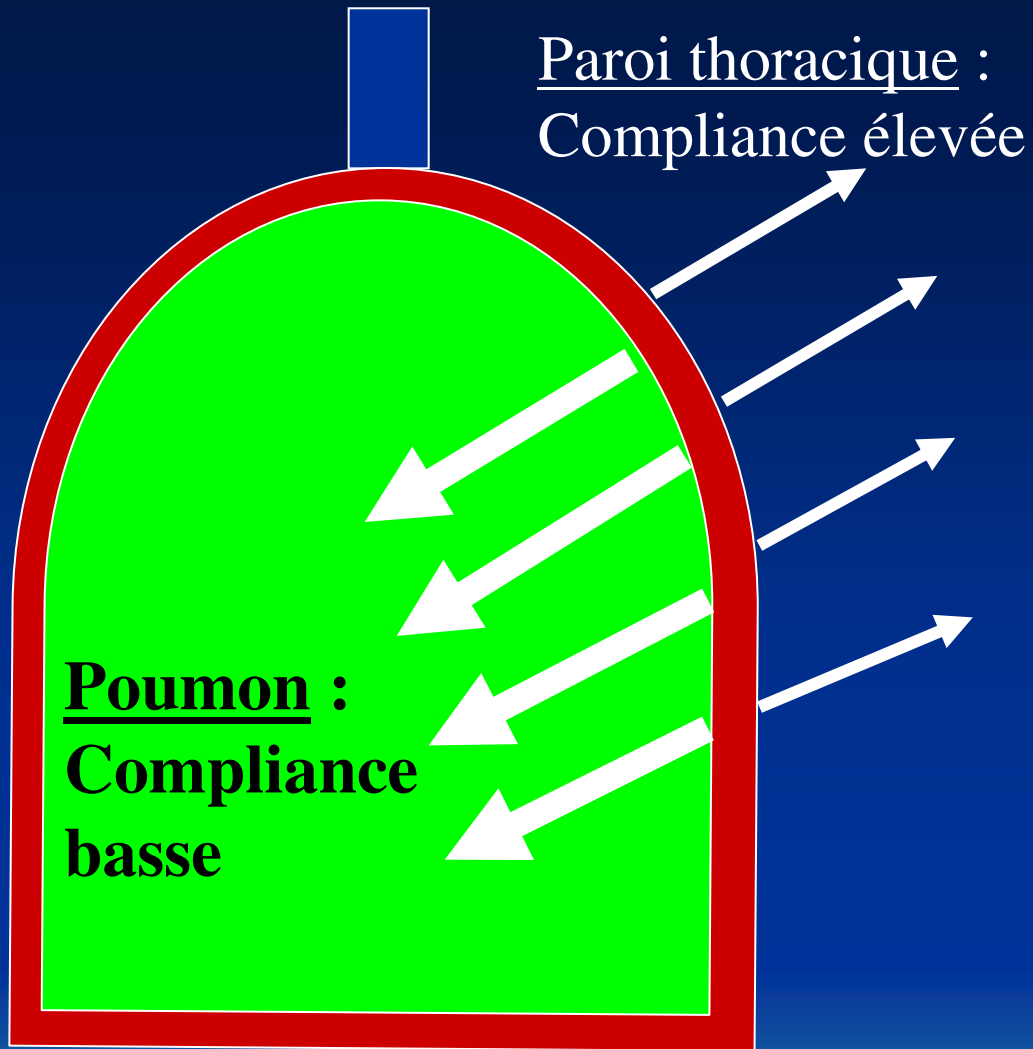
## PARTICULARITES DU NOUVEAU-NE

- Compliance pulmonaire faible à la naissance : 5 ml/cm H<sub>2</sub>O pour 200 ml/cmH<sub>2</sub>O chez l'adulte
- Compliance de la paroi thoracique très élevée
- Rôle des intercostaux dans le maintien de la stabilité de la cage thoracique
- Résistances pulmonaires totales élevées (25-35 cm H<sub>2</sub>O) étroitesse des voies aériennes supérieures et des bronches
- **Nécessité de pressions d'insufflation relativement élevées**

Paroi thoracique :  
Compliance élevée

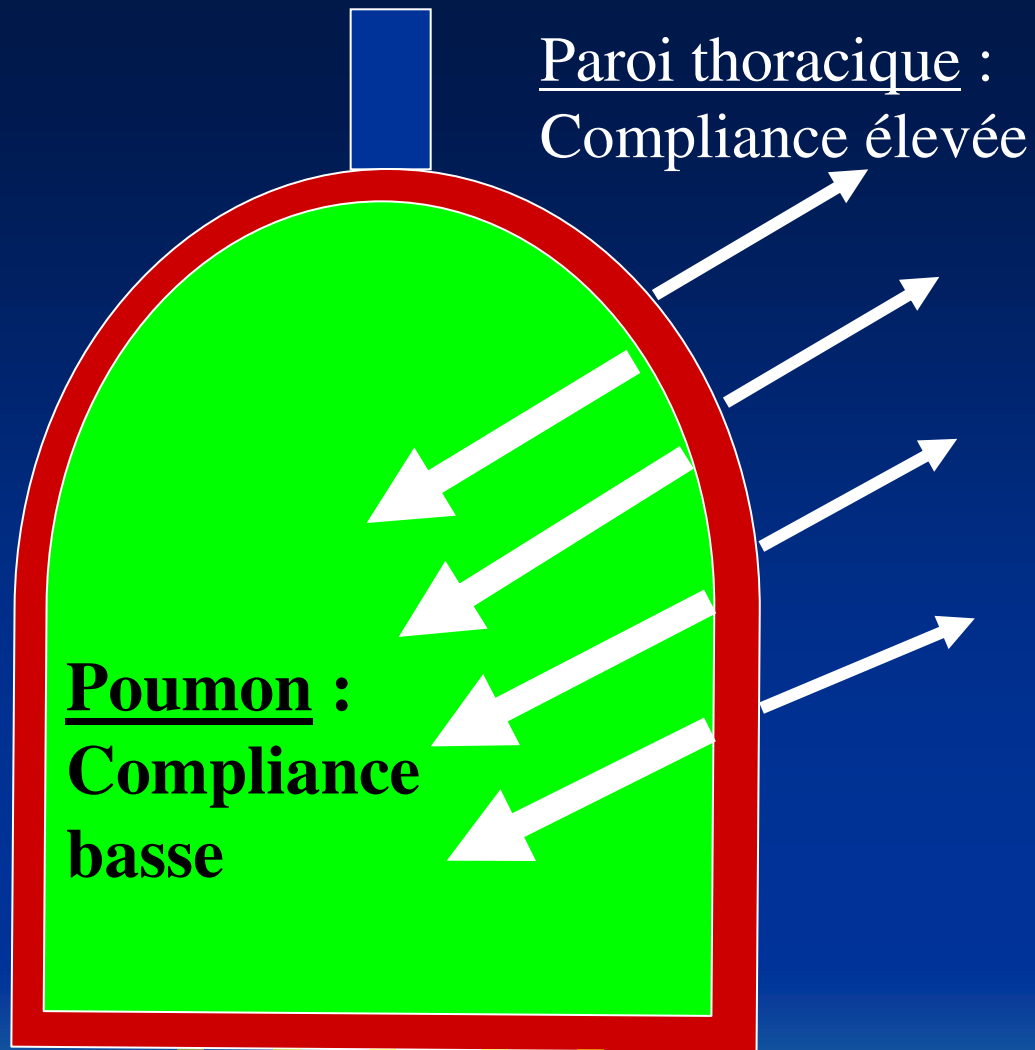






**ETAT D'EQUILIBRE :**

- diminution de la CRF
- volume de fermeture des petites voies aériennes > CRF

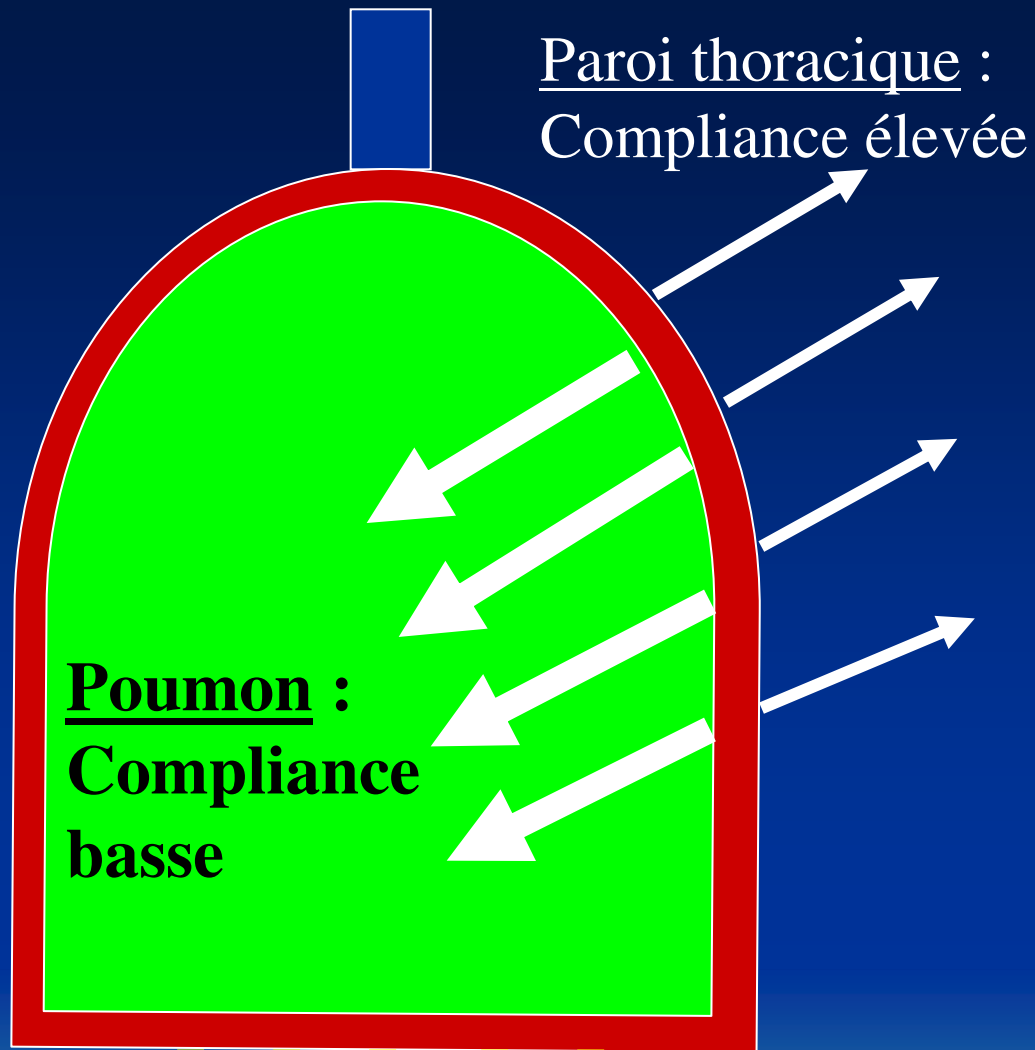


**ETAT D'EQUILIBRE :**

- diminution de la CRF
- volume de fermeture des petites voies aériennes > CRF

Activité diaphragmatique  
post-inspiratoire



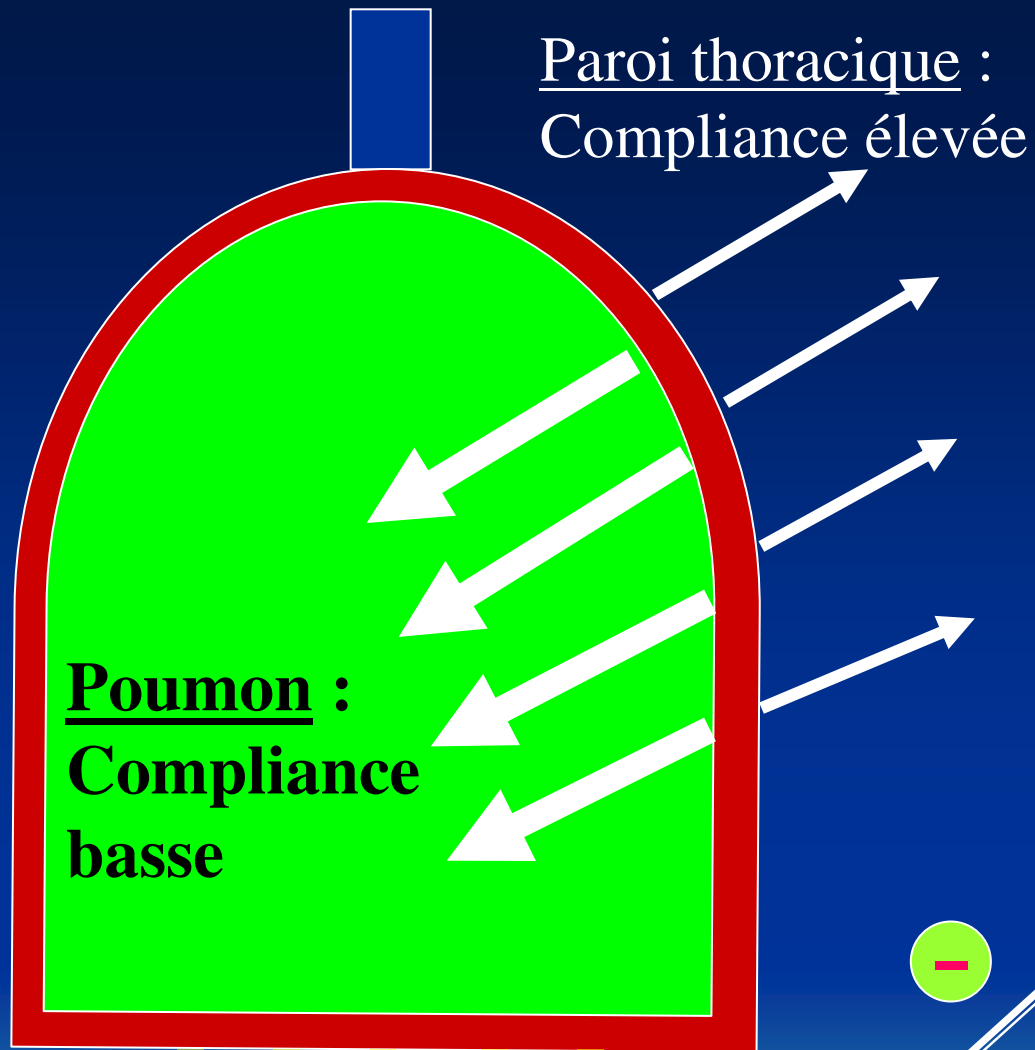


**ETAT D'EQUILIBRE :**

- diminution de la CRF
- volume de fermeture des petites voies aériennes > CRF

Activité diaphragmatique  
post-inspiratoire

Limitation du  
diamètre laryngé  
(expiration)



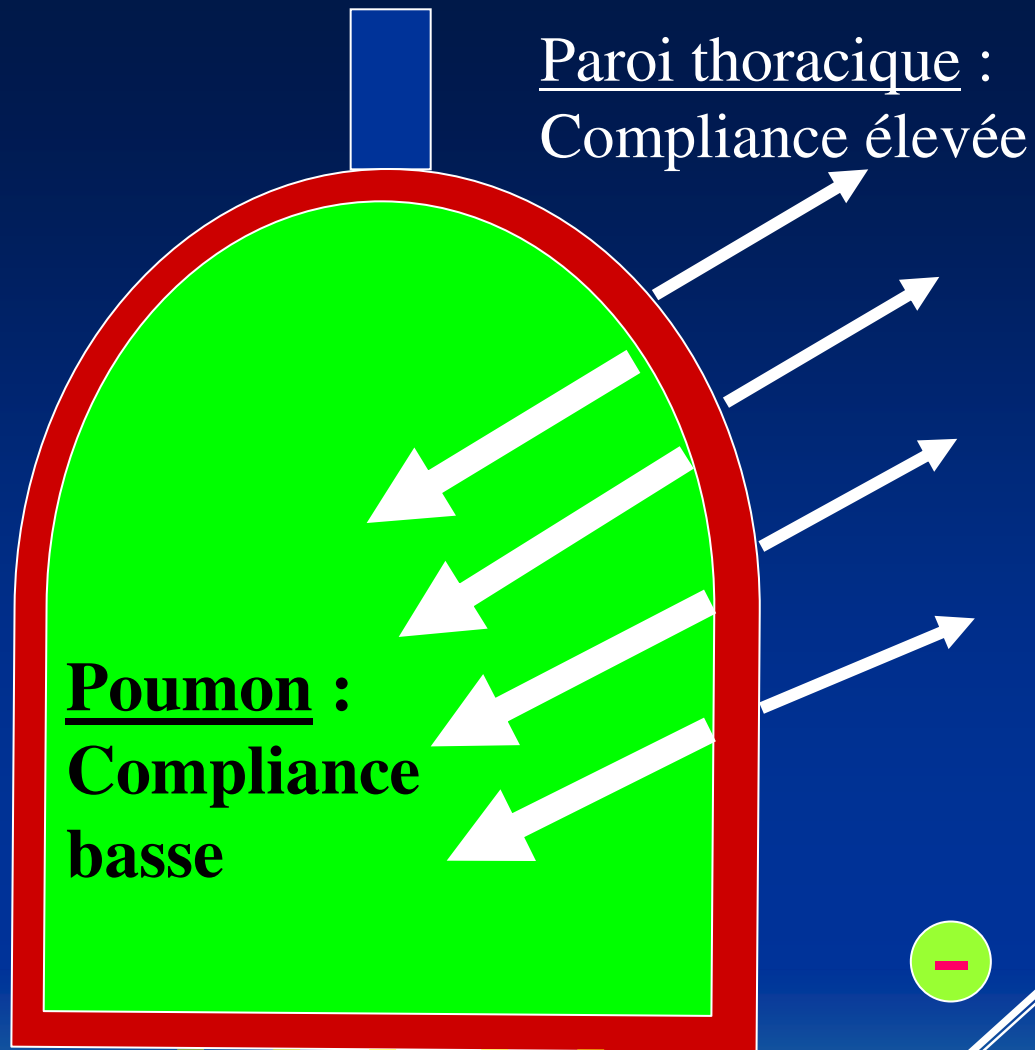
**ETAT D'EQUILIBRE :**

- diminution de la CRF
- volume de fermeture des petites voies aériennes > CRF

Anesthésie

Activité diaphragmatique  
post-inspiratoire

Limitation du  
diamètre laryngé  
(expiration)



**ETAT D'EQUILIBRE :**

- diminution de la CRF
- volume de fermeture des petites voies aériennes > CRF

Anesthésie + SIT

Activité diaphragmatique  
post-inspiratoire

Limitation du  
diamètre laryngé  
(expiration)

## MECANIQUE VENTILATOIRE

- **EVITER LA VENTILATION SPONTANEE PROLONGEE CHEZ LE NOUVEAU-NE INTUBE**
- **Maintenir le recrutement alvéolaire par une PEEP ou une CPAP**

## PARTICULARITES ANATOMIQUES

- **Respiration nasale** : jusqu'à l'âge de 12 mois
- **Intubation délicate** : petite bouche, grosses langue, épiglote longue et rigide et larynx haut
- **Diamètre trachée du nouveau-né** : 6mm
- **Région sous-glottique étroite** : risque de sténose post-traumatique
- **Trachée courte** : 4-5 cm - risque d'intubation sélective
- **Cartilages trachéaux mous** : attention à la position

# Intubation trachéale

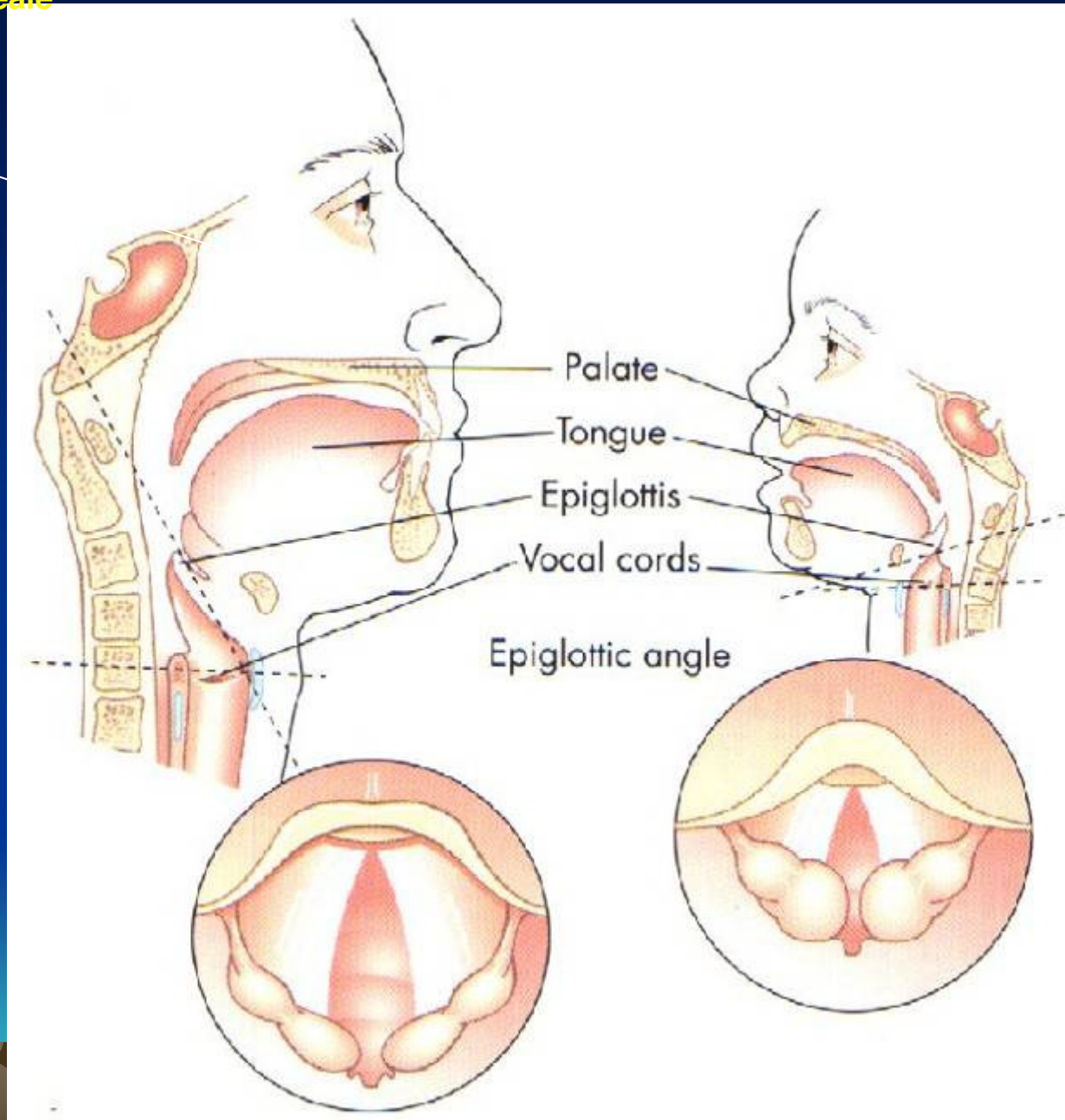
Les indications d'une intubation trachéale pendant la réanimation néonatale sont:

- L'aspiration trachéale
- Ventilation inefficace ou prolongée au masque et ballon
- La nécessité de compressions thoraciques
- La hernie diaphragmatique
- La prématurité extrême
- Le transport

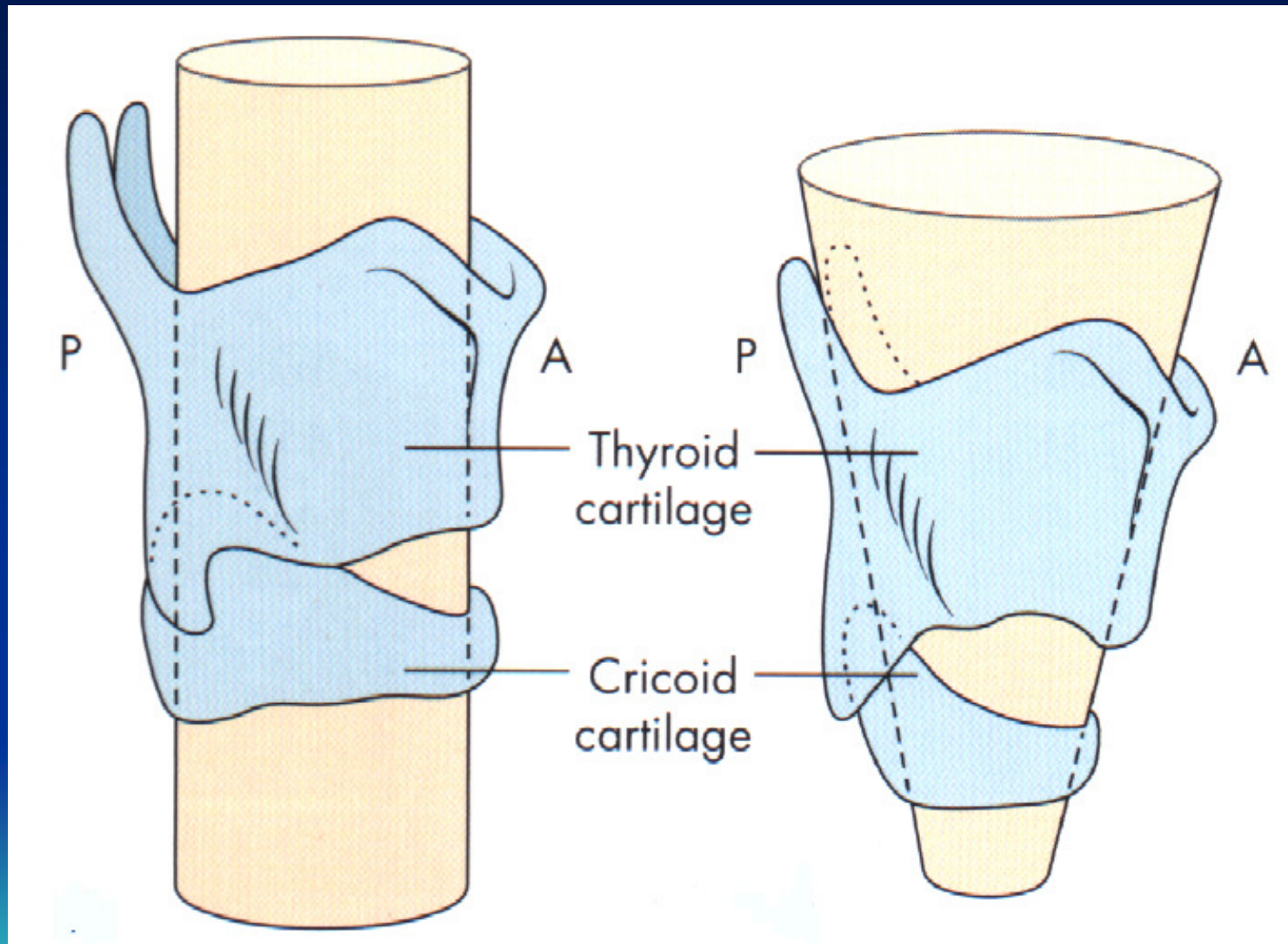


## -Intubation naso-trachéale

- diamètre du tube
- longueur du tube







Adulte

Prof Oreste battisti

Enfant



# VOLUMES PULMONAIRES

## Volume respiratoire

## Nouveau-né

## Adulte

Capacité résiduelle  
fonctionnelle (ml/kg)

27-30

30-34

Volume résiduel (ml/kg)

20

25-30

Volume courant (ml/kg)

6-8

5-7

Volume espace-mort (ml/kg)

2-2,5

2,2

Ventilation alvéolaire (VA)  
(ml/kg/mn)

100-150

60

VA/ CRF

4-5

1-2

# APNEES

- **Centrales** : arrêt des mouvements respiratoires
- **Obstructives** : arrêt du flux aérien avec persistance des mouvements respiratoires
- **Mixtes**
- Importance du sommeil agité (50 % du sommeil du nouveau-né) = inhibition des intercostaux, respiration paradoxale, fatigue diaphragmatique

# APNEES GRAVES

---

**>20 sec**

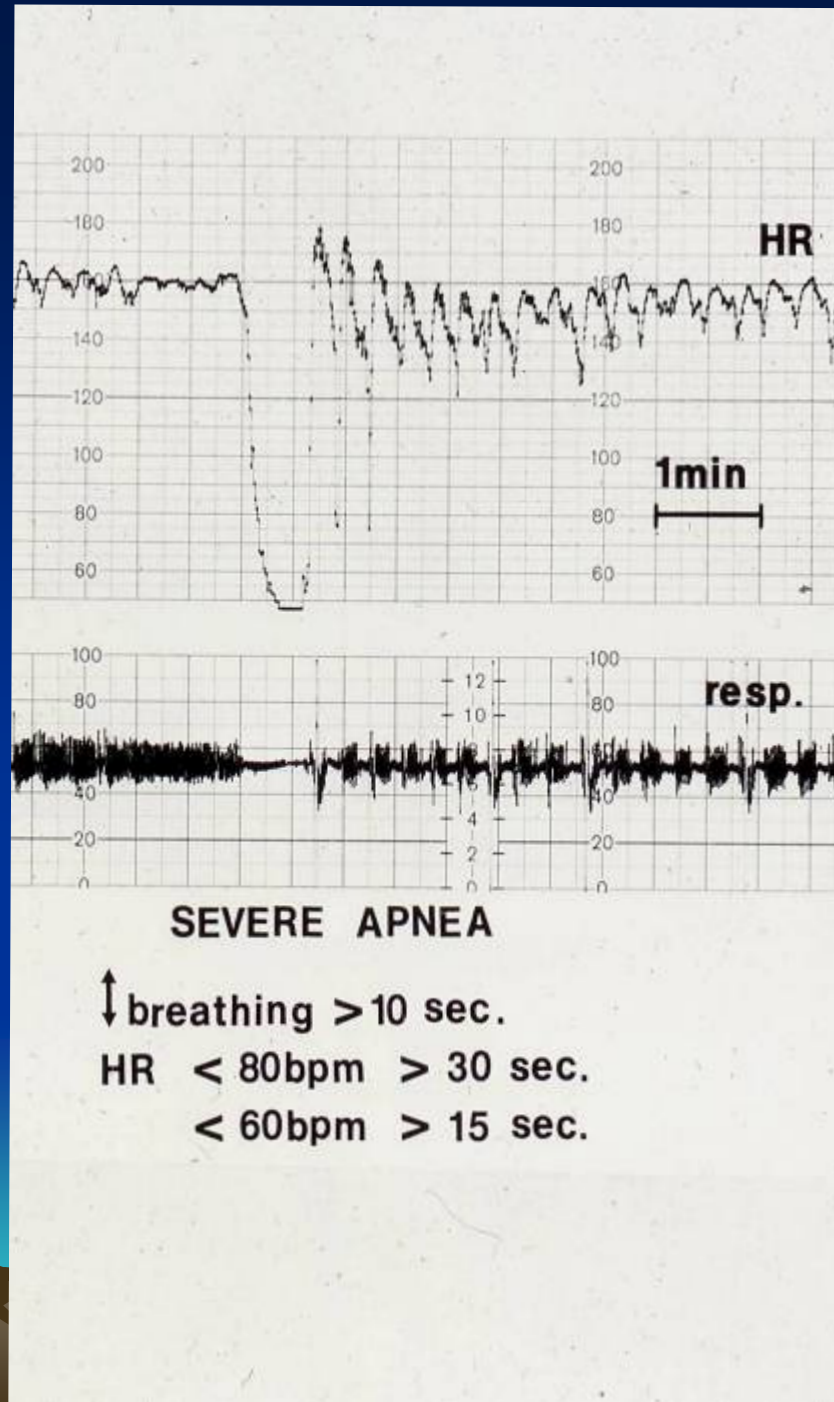
**Bradycardie (FC < 60 / mn)**

**+/- cyanosante**

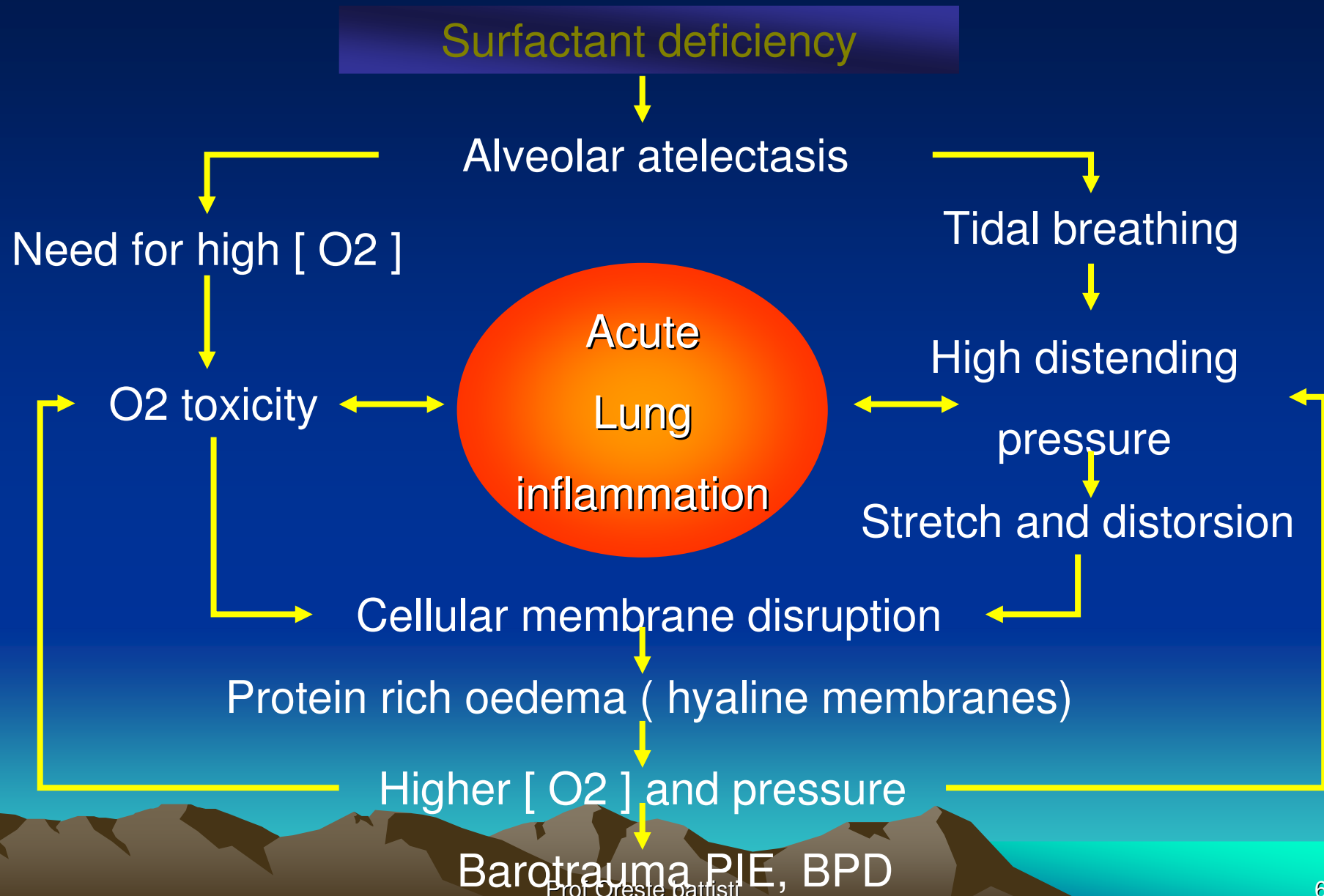
L'anesthésie majore les risques  
d'apnée post-opératoire

# Apnées du prématuré


- Centrale ?
- Périphérique ?
- Mixte ?



# PULMONARY INJURY SEQUENCE



# Neonatal respiratory disease in premature babies

- RDS, acute phase
  - Alveolar collapse (surfactant deficiency)
  - Persistent pulmonary hypertension (PPHN)
  - Early Inflammation
-  Long term respiratory disease
  - Prolonged inflammation
  - Chronic lung disease

# Respiratory Support

## Risks: Ventilator-Induced Lung Injury

- Barotrauma (pressure swing)
- Volutrauma (overdistension)
- Atelectrauma (underexpansion)
- Oxygen toxicity

⇒ Damage on:

- bronchopulmonary tissues
- distant organs

# Lung protective ventilation

- nCPAP, revisited
- Patient Triggered Ventilation
- High Frequency Ventilation
  - HFPPV : High Frequency Positive Pressure Ventilation
  - HFFI : High Frequency Flow Interruption
  - HFJV : High Frequency Jet Ventilation
  - **HFOV : High Frequency Oscillatory Ventilation**
- Liquid Ventilation



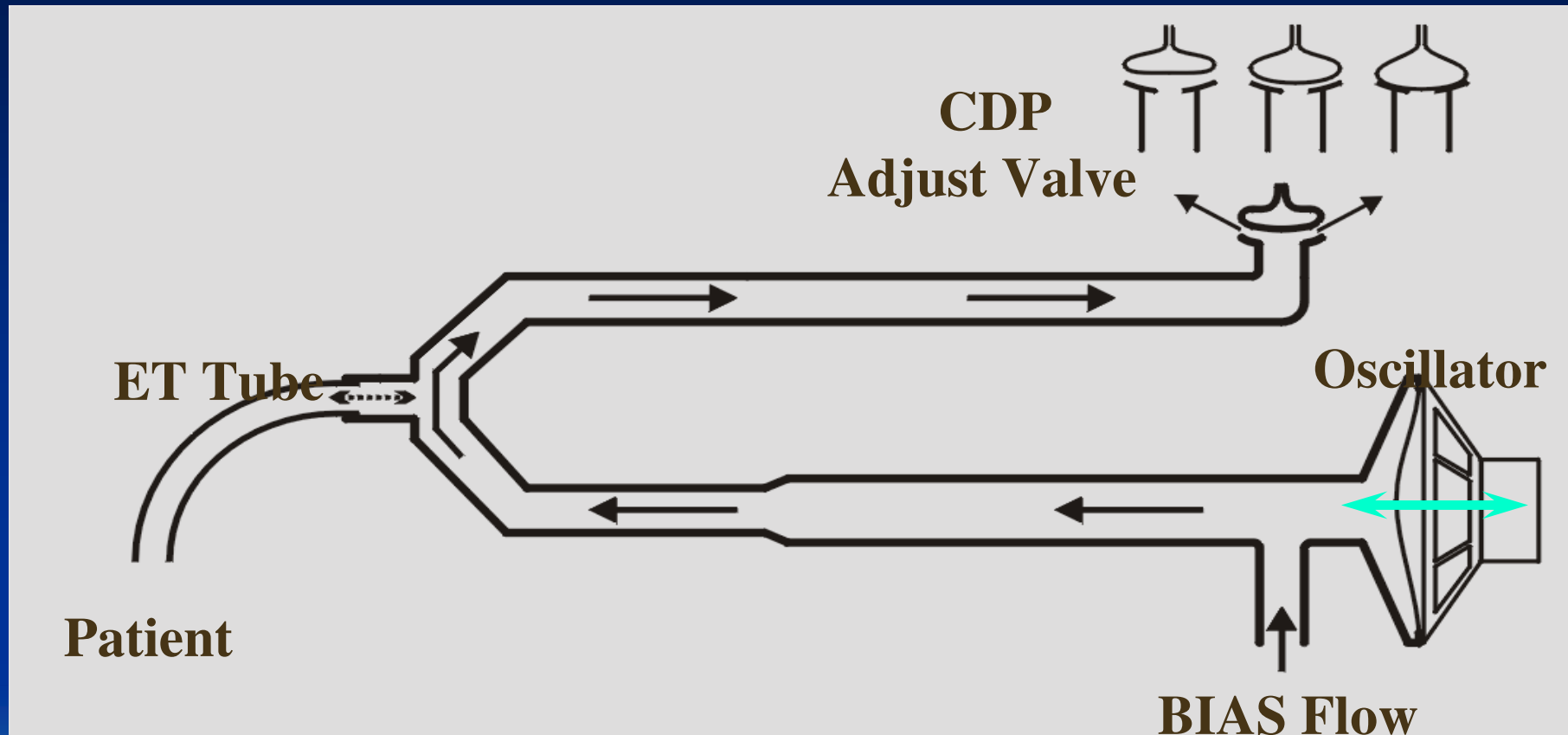
# Nasal Continuous Positive Airway Pressure (nCPAP)

# Protocole

- Début précoce :
  - Salle d'accouchement
  - Transport nCPAP
- Installation adéquate
- Surveillance étroite
- Eviter manipulations, surtout en phase aiguë (+ report examens non urgents)
- « cocooning approach »

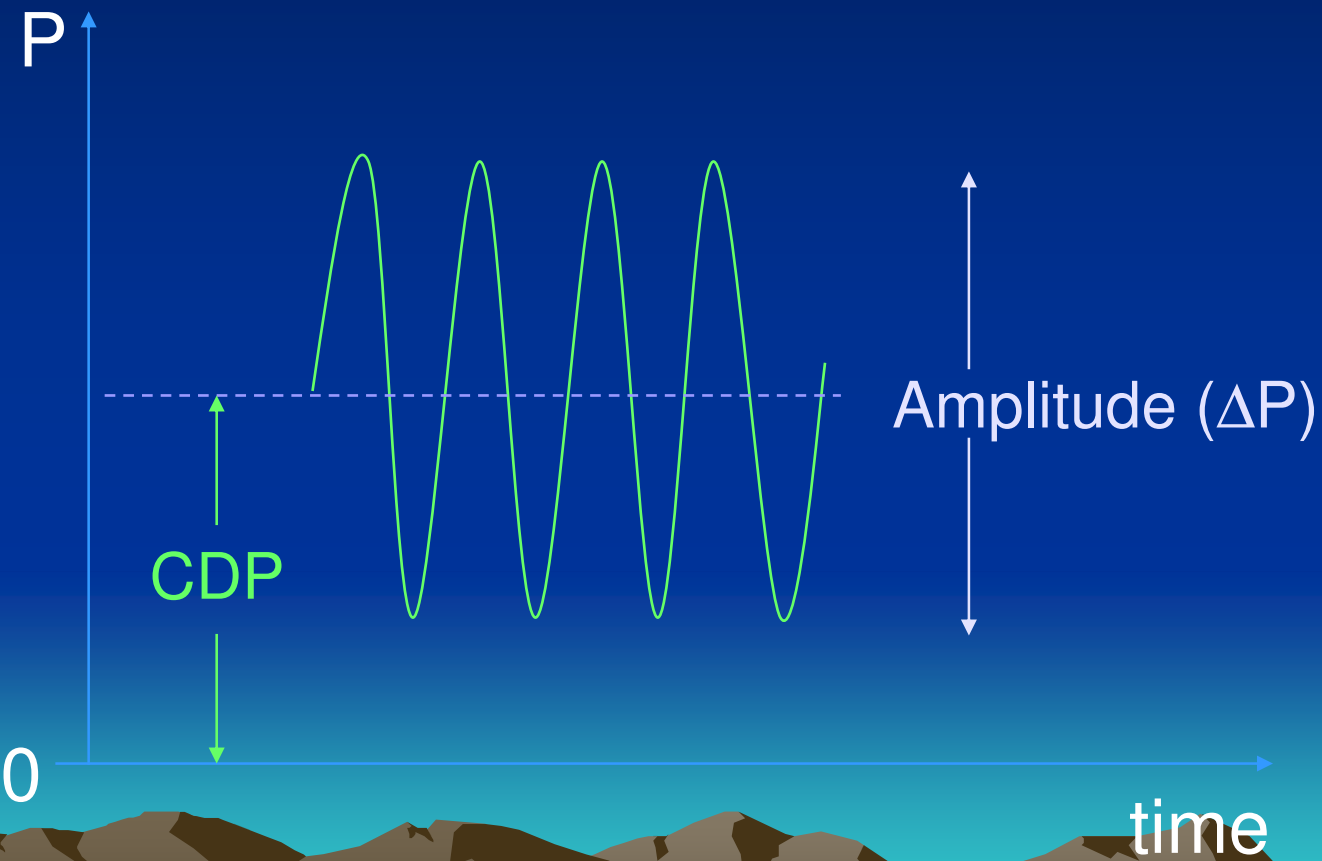
# High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV)

# HFOV Principle (SM 3100A)

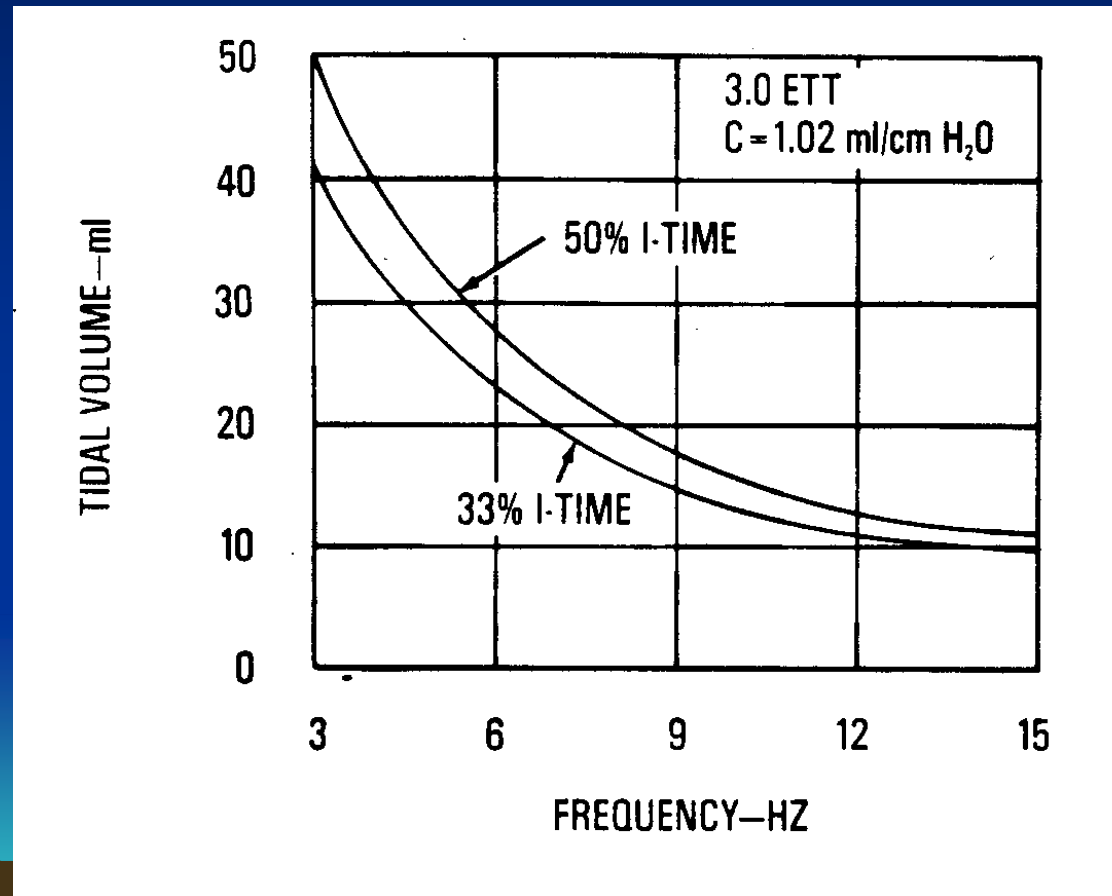


$V_T < V_d$ , frequency  $\rightarrow$  15 Hz, active exhalation

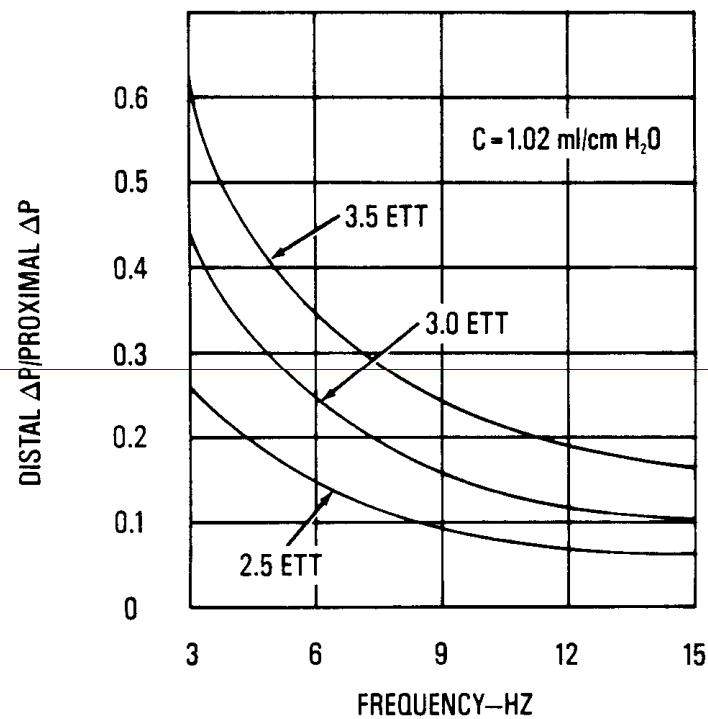
# Characteristic variables of HFOV



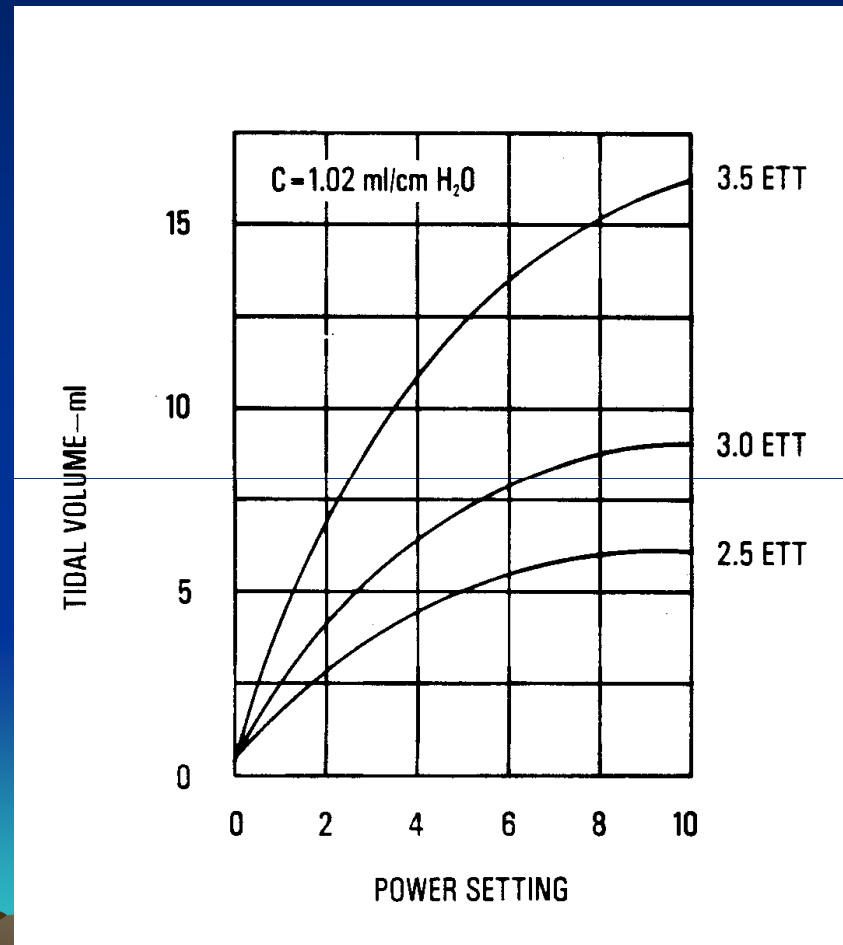
# Effects of frequency on tidal volume



# Effects of frequency on $\Delta P$



# Effects of power on tidal volume



Fréq 15Hz,  
Insp time 0.33



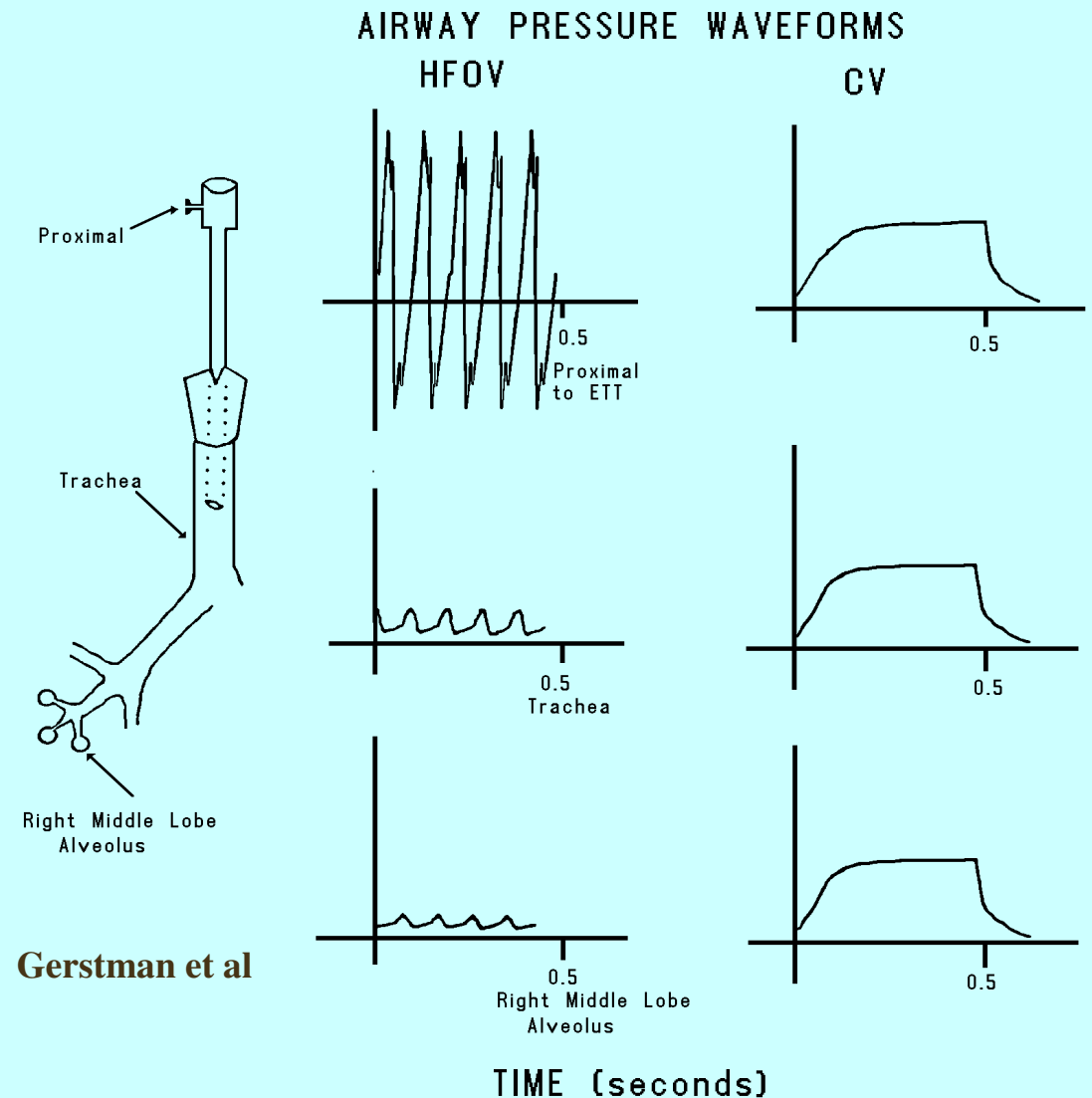
# Gas exchange during HFOV

## Mechanisms of enhanced gas diffusion :

- Increased turbulence of gas in airways
- Convective dispersion ← asymmetrical velocity profiles  
(higher velocity in the center of airways)
- Direct alveolar ventilation

# Pressure transmission HFOV / CMV :

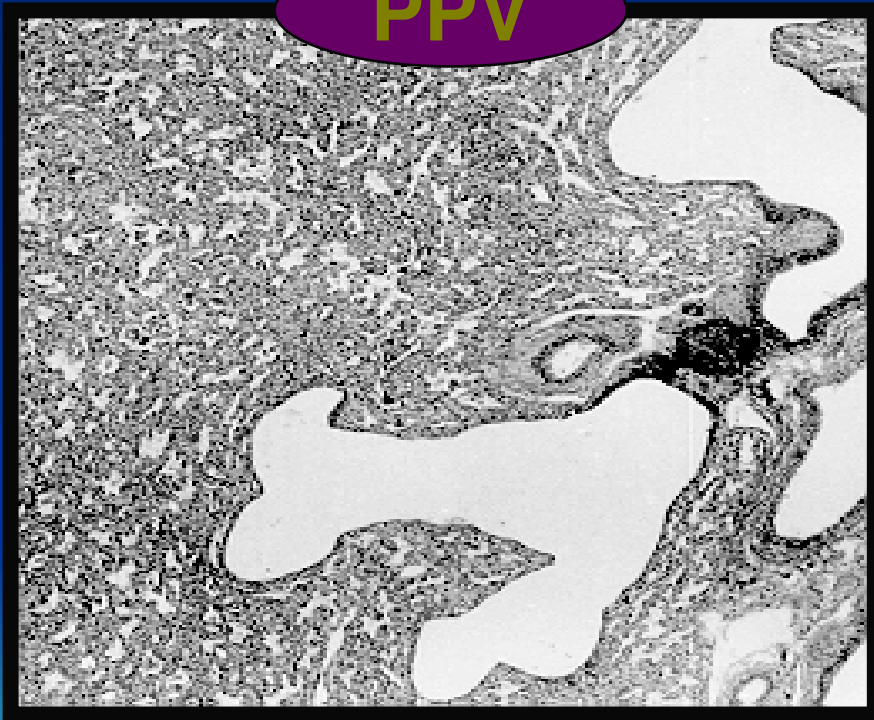
**HFOV** : attenuation of intra-pulmonary pressure from proximal to distal airways



# Ventilation mode and histological lung pattern

Premature baboons, 24 hours of ventilation

PPV

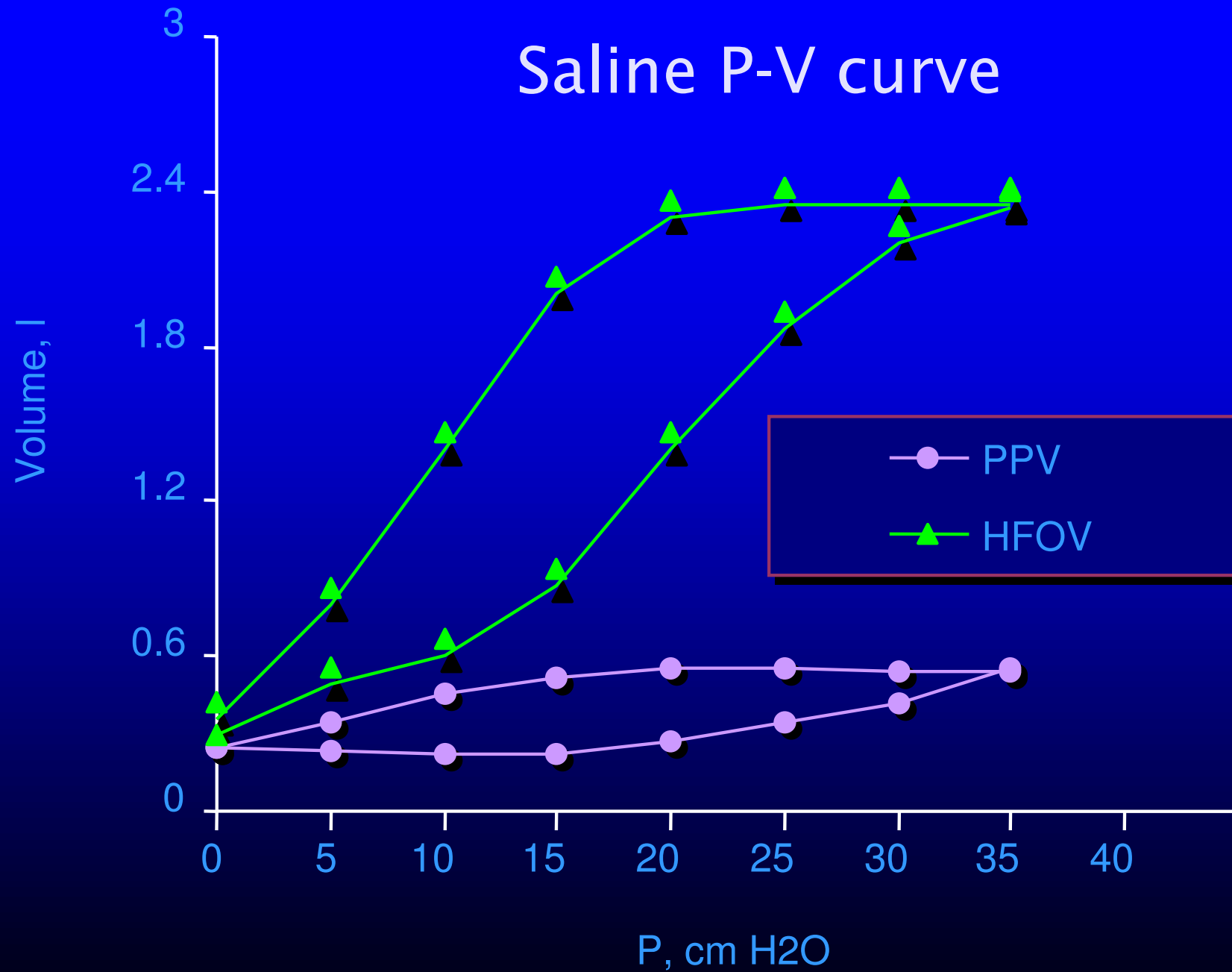


HFOV



More uniform aeration and quite normal architecture

## Saline P-V curve



# HFOV : Controversies

❑ Increased intracranial morbidity ?

« **intracranial hemorrhage** » HiFi study, 1989

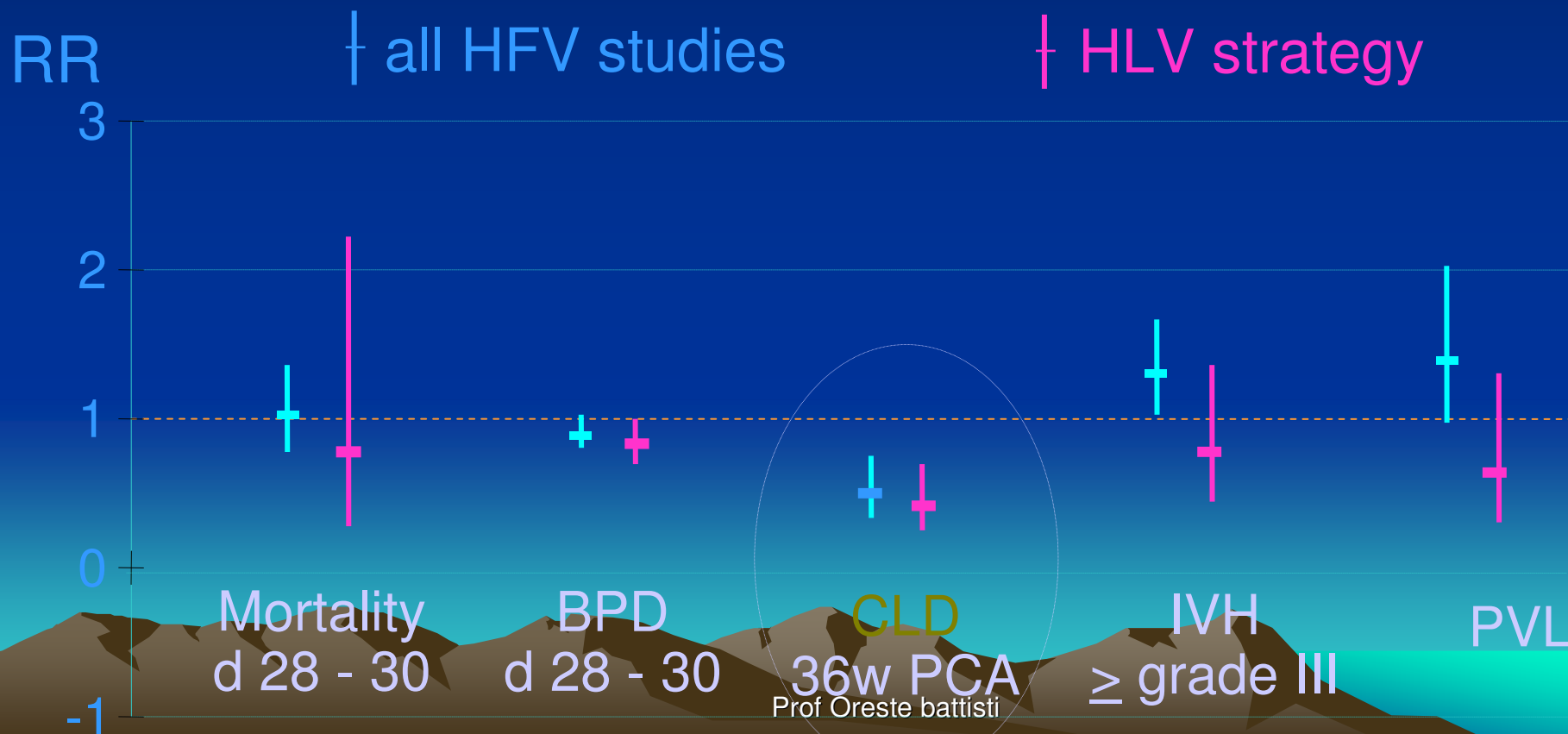
Possible mechanisms :

- impairment of venous return
- cranial vibrations

❑ Decreased respiratory morbidity ?

# HFV vs. CV in premature infants with RDS

**Meta-analysis** (Cools and Offringa, Arch Dis Child Fetal Neonatal 1999)



# HFOV protocol

- ✓ HFOV = elective mode of assisted ventilation for all newborns with pulmonary disease requiring ventilation by ET tube:
  - ET in the delivery room
  - Failure of well conducted nCPAP
    - Persistent or increasing respiratory distress (retraction, grunting)
    - $\text{FiO}_2$  remaining  $\geq 0.5$ ;  $\text{paCO}_2 > 55$  mmHg

# HFOV protocol

- ✓ Initial Individualized Optimal Lung Volume (OLV)
- ✓ Selective Surfactant therapy
- ✓ Decrease HFOV settings with respect to OLV strategy
- ✓ Extubation directly from HFOV



High lung Volume strategy

=

Optimal Lung Volume strategy

# Optimal Lung Volume Strategy

## Animal studies with HFOV

- Lung volume maintenance prevents lung injury (*McCulloch et al. 1988*)
- Optimatimazing alveolar expansion prolongs the effectiveness of exogenous surfactant (*Froese et al. 1993*)

# Optimal Lung Volume Strategy

## Human observations (HFOV vs. CMV)

- ❑ **Low volume** strategy  $\Rightarrow$  poor neurological outcome and no respiratory benefit with HFOV

*(HiFi study, 1989)*

- ❑ **High volume** strategy  $\Rightarrow$  no adverse neurological outcome and better respiratory outcome with HFOV

*(Gertsman et al. 1996)*

# Starting HFOV

## Initial HFOV settings :

- Bias flow 10l/min; Frequency 10 Hz; Insp time 0.33

- 
- Continuous Distending Pressure (CDP) : 4 – 8 cmH<sub>2</sub>O
  - FiO<sub>2</sub> : enough to obtain O<sub>2</sub> saturation 88 - 92%
  - Pressure amplitude of oscillation ( $\Delta P$ ) : allowing good chest vibrations (and normocapnia); 20 – 25 cmH<sub>2</sub>O

# Initial Lung Volume Optimization

- **Objective** : improve gas exchange by progressive recruitment of lung volume
- **Key point** : minimize the risk of bronchopulmonary

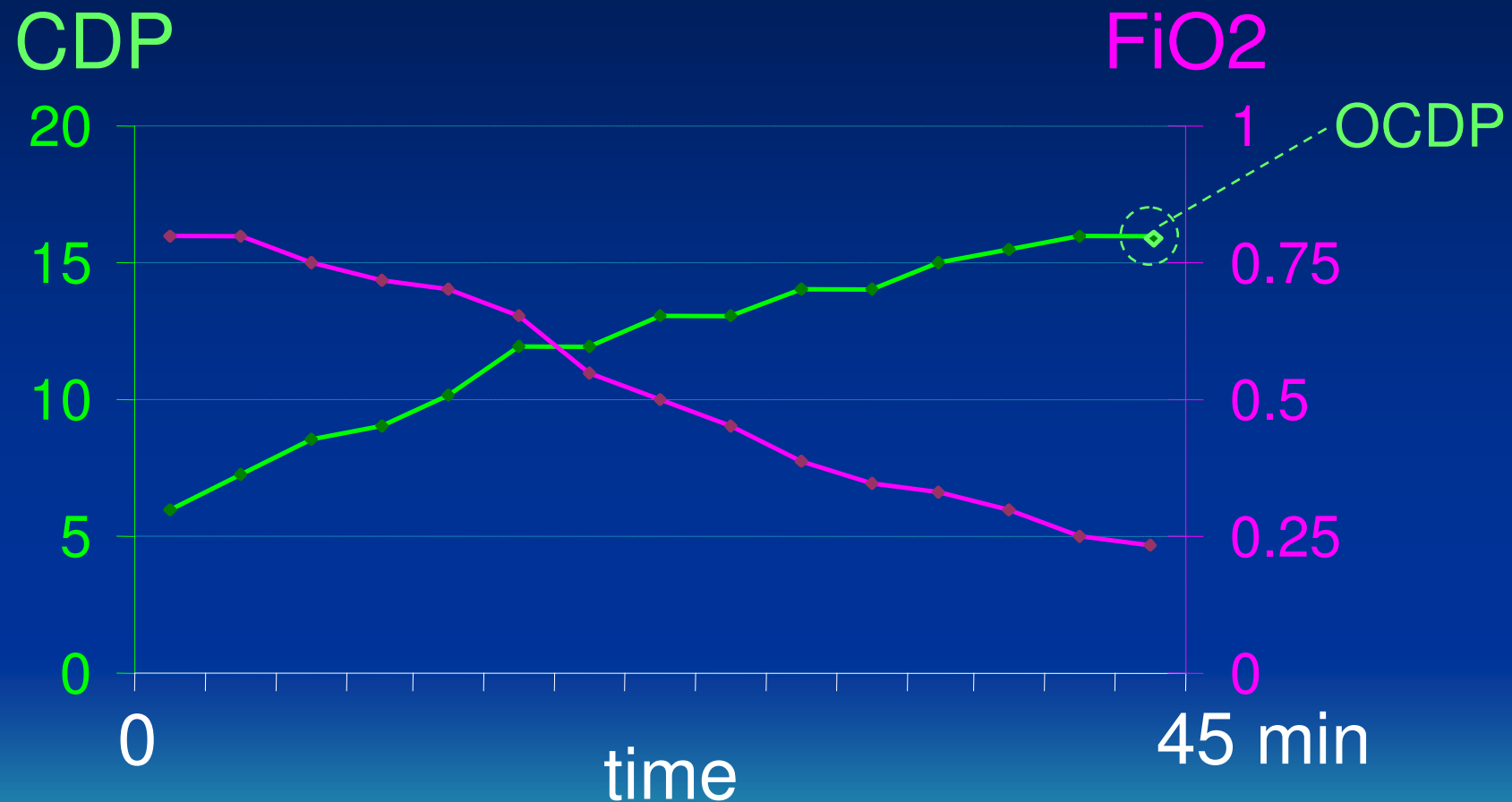
injury:

- Atelectasis
- Volutrauma
- Hyperoxia

# Initial Lung Volume Optimization

- Stepwise CDP increase to recruit lung volume  
(1 – 2 cmH<sub>2</sub>O)
- Target  $\text{FiO}_2 \leq 0.3$
- Optimal CDP (OCDP) is that allowing the lowest possible  $\text{FiO}_2$
- Check pulmonary conditions by chest X-ray,
- Pulmonary disease severity :  $\text{OCDP} \times \text{FiO}_2$

# Initial Lung Volume Optimization



OCDP : 16 cmH<sub>2</sub>O  
FiO<sub>2</sub> at OCPD : 0.24

**OCDPxFiO<sub>2</sub> : 3.8**

# Initial Lung Volume Optimization

- Chest X-ray :
  - Good lung expansion ? (8 - 9 ribs) ;  
If no consider more higher OCDP
  - Complications ?
  - ET tube tip  $\pm 2$ cm above the carina
- Hemodynamics :
  - blood pressure control
- Blood gases



# Management of $\Delta P$

- adequate chest vibrations (20 >> 30 cmH<sub>2</sub>O)
- normocapnia (PtCO<sub>2</sub>)
- keep quiet spontaneous breath (no anesthesia)

apneic patient = hypocapnic

# Selective surfactant therapy

- $\text{OCDP} \times \text{FiO}_2$  index  $\Rightarrow$  pulmonary disease severity
    - $< 3$  : mild disease
    - $3 - 5$  : moderate
    - $> 5$  : severe
- } R/ surfactant

# Currently used Surfactants

	Alveofact	Survanta	Curosurf	Exosurf
Source	bovine	porcine	porcine	synthetic
Preparation	lavage	mincing + DPPC, PA	mincing	
% phospholipids	88	83.5	99	
Proteins	B and C	B and C	B and C	0
Dose mg/kg	(50) 100	100	(100) 200	67.5
Dose ml/kg	(1.2) 2.4	4	(1.2) 2.5	5

# Surfactant therapy

- The earlier, the best (within the 1<sup>st</sup> hour)
- Closed circuit , Y adapter (Trach Care)
- Keep oscillation
- Catheter tip at 0.5 cm passed the tip of ET tube
- 100 mg/kg of surfactant in 1 bolus
- Adjust ( $\uparrow$ ) FiO<sub>2</sub> and  $\Delta P$  to maintain good O<sub>2</sub> sat and chest vibrations

# Surfactant instillation

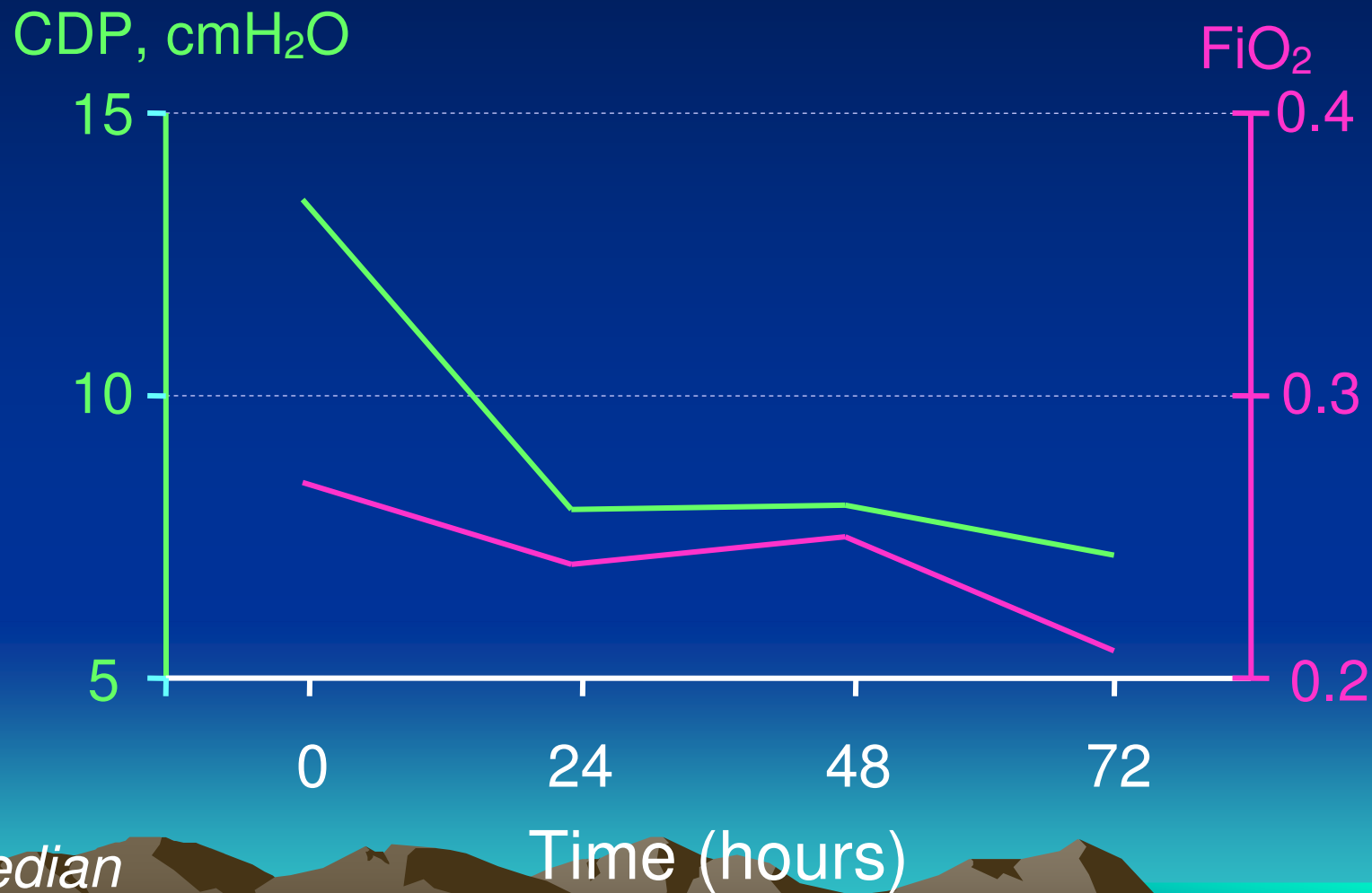
- minimize sudden alteration in oxygenation and in cerebral hemodynamics :
  - atropine before surfactant ?
  - 1 minute instillation ?

# Post Surfactant management

= keep optimisation strategy =

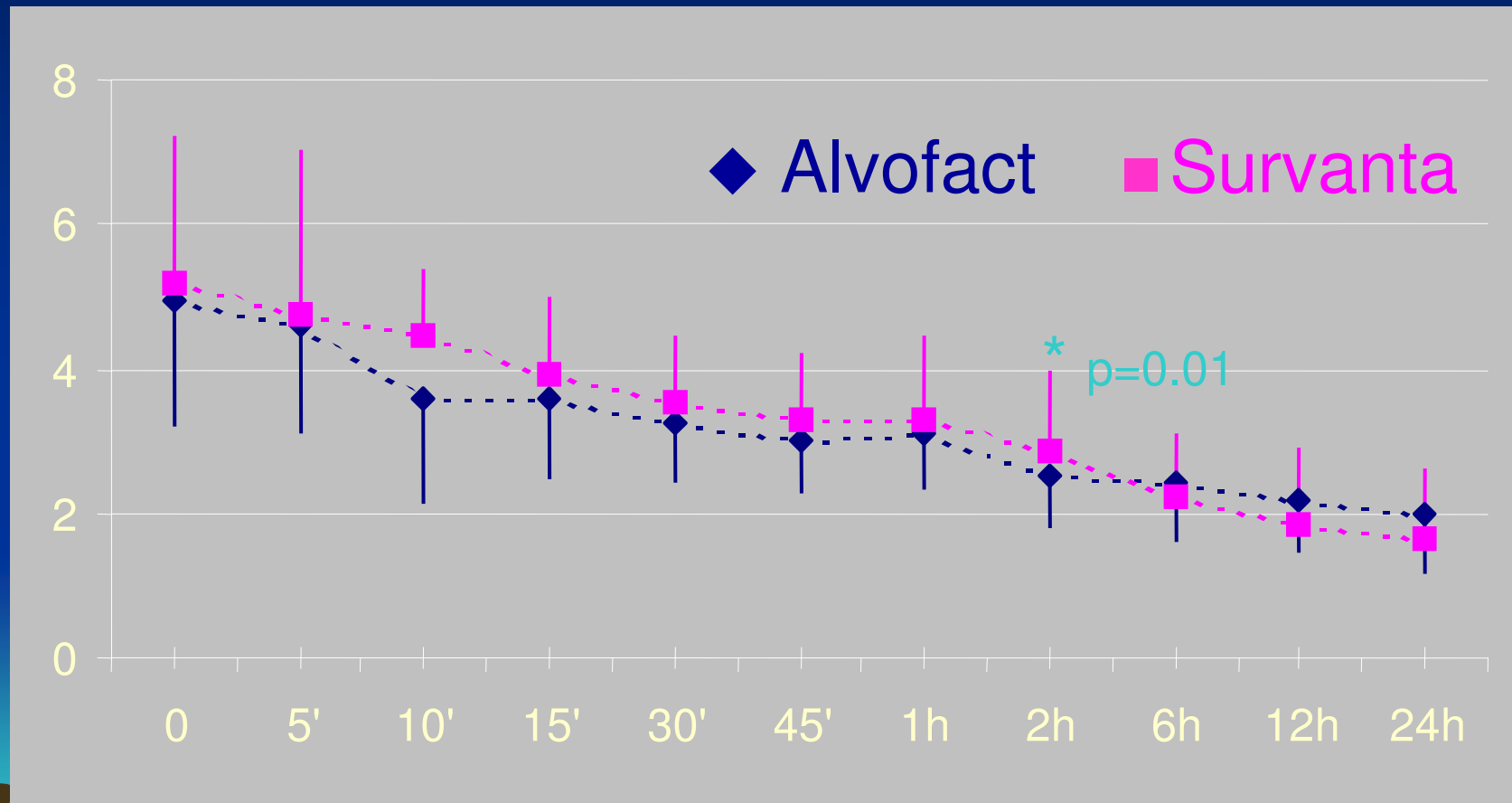
- Decrease  $FiO_2$  according to  $O_2$  Sat
- Decrease  $\Delta P$  to pre surfactant value or less (adequate chest vibrations,  $PtcCO_2$  40-50mmHg)
- Progressive CDP decrease (usually  $\rightarrow$  1 h after surfactant instillation)

# Time course of CDP and $\text{FiO}_2^*$



# *Time course of CDPxFiO<sub>2</sub>*

CDPxFiO<sub>2</sub>





# Extubation criteria

- stable and low HFOV settings :
  - $\text{FiO}_2 \leq 0.3$
  - $\text{CDP} < 6 \text{ cmH}_2\text{O}$
  - $\Delta P < 15 \text{ cmH}_2\text{O}$
- adequate hemodynamics
- good spontaneous breath
- good lung aeration (X-ray)

# Extubation criteria

- Theophylline ?
- Tracheal aspiration  $\pm$  chest physiotherapy
- Air or nCPAP

# PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

---

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
3. Physiologie respiratoire.
- 4. Physiologie rénale.**
5. Répartitions des secteurs hydriques.
6. Besoins métaboliques.
7. Thermorégulation.
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

# PHYSIOLOGIE RENALE (1)

---

- Maturation rénale anatomique et fonctionnelle liée à l'âge post-conceptionnel.
- A la naissance : Augmentation du débit sanguin rénal, de la surface glomérulaire, de la taille des pores de la membrane glomérulaire.
- Elévation du débit de filtration glomérulaire multiplié par 2, à 2 semaines de vie.

# PHYSIOLOGIE RENALE (2)

---

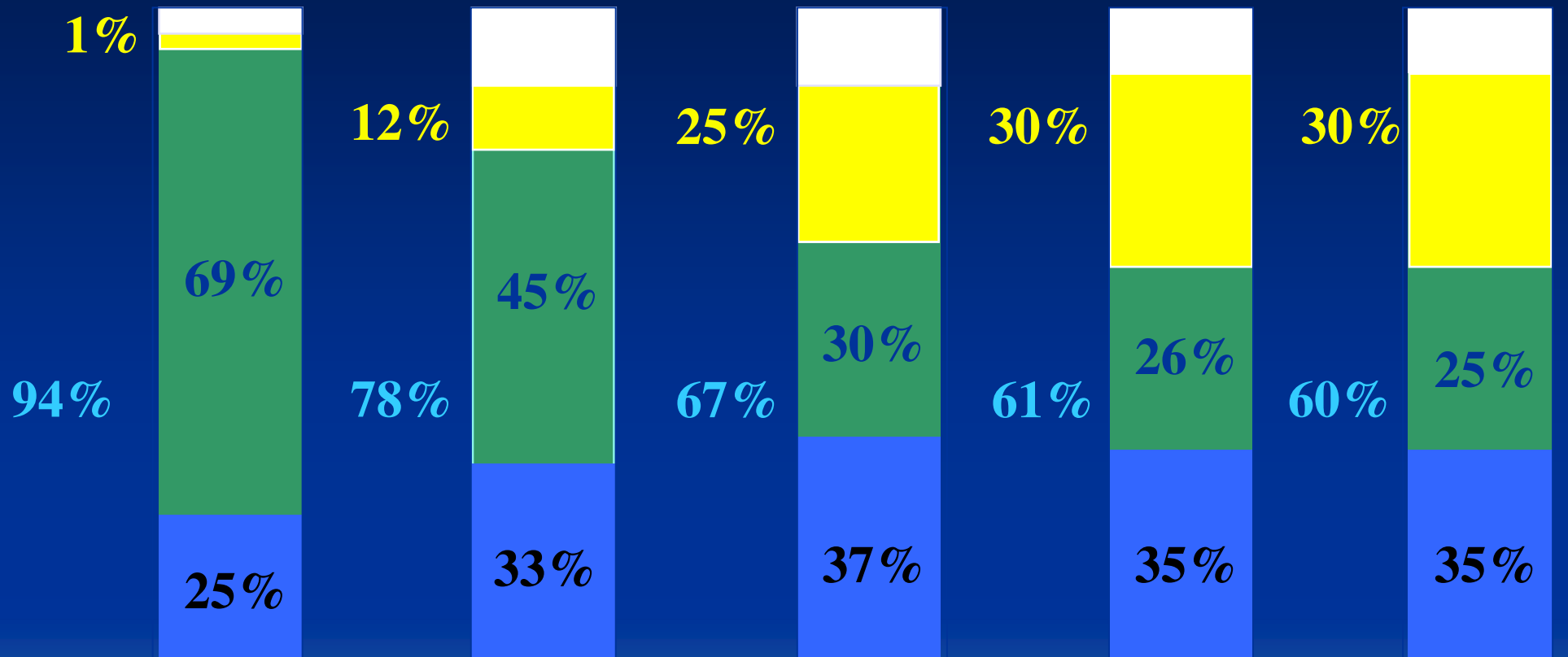
- **Durant le premier mois de vie, capacités d 'adaptation restreintes**
  - Altération du pouvoir de concentration.
  - Pouvoir de dilution correct
  - Diminution de la réabsorption des bicarbonates, des phosphates, et du pouvoir d 'acidification des urines
  - Baisse du seuil rénal du glucose
- **Fonction rénale mature à 4 ou 6 semaines de vie**

# PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

---

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
3. Physiologie respiratoire.
4. Physiologie rénale.
- 5. Répartitions des secteurs hydriques.**
6. Besoins hydriques et métaboliques.
7. Thermorégulation.
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

# Répartition des secteurs hydriques



**Fœtus**

**Nouveau-né**

**6 mois**

**1 an**

**Adulte**

Eau extracellulaire

Graisse

Eau intracellulaire

Tissus secs

# En pratique...

Un nourrisson de 5 kg, ingère 720 ml par jour (144 ml/kg/j)  
= 36 % de son secteur extracellulaire (2000 ml )

Un adulte de 70 kg, ingère 2 500 ml par jour  
= 15 % de son secteur extracellulaire (17500 ml)

**Grande vulnérabilité du nouveau-né et du nourrisson  
face à la déshydratation et l'excès d'hydratation**



# VOLEMIE

- 95 ml/kg chez le prématuré
- 90-85 ml/kg chez le nouveau-né
- 80 ml/kg chez le nourrisson
- 70-75 ml/kg chez l'enfant

UN FLACON DE 250 ML

=

VOLUME SANGUIN TOTAL D'UN NOUVEAU-NE

# PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

---

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
3. Physiologie respiratoire.
4. Physiologie rénale.
5. Répartitions des secteurs hydriques.
- 6. Besoins hydriques et métaboliques.**
7. Thermorégulation
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

# BESOINS HYDRIQUES

---

Ils sont d 'autant plus importants que l 'enfant est « jeune »

- Importance relative du secteur extracellulaire
- Immaturité rénale qui favorise la déshydratation et la perte sodée
- Importance des pertes insensibles par la peau et les muqueuses (rapport surface/poids élevé, ventilation, tables radiantes, photothérapie, fièvre, ...)

# BESOINS MÉTABOLIQUES DE BASE

*Holliday et Segar, 1957 ré-actualisé en 1995*

Calculés chez des enfants hospitalisés

100 kcal/kg/j chez les nourrissons <10 kg

1000 kcal/kg/j + 50 kcal/kg/j pour chaque kg entre 10 et 20 kg

1500 kcal/kg/j + 20 kcal/kg/j pour chaque kg au delà de 20 kg

Augmentés par l'activité, la diminution de la température ambiante.

Diminués par la baisse de la température centrale

# Apports hydriques : Règle des 4-2-1

## Apports horaires

Moins de 10 kg      4 ml/kg

Entre 10 et 20 kg      40 ml + 2 ml/kg entre 10 et 20 kg

Plus de 20 kg      60 ml + 1 ml/kg au delà de 20 kg

*Sodium*      3.0 mEq/100 kcal/24 h

*Chlore*      2.0 mEq/100 kcal/24 h

*Potassium*      2.0 mEq/100 kcal/24 h

# PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

---

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
3. Physiologie respiratoire.
4. Physiologie rénale.
5. Répartitions des secteurs hydriques.
6. Besoins hydriques et métaboliques.
- 7. Thermorégulation.**
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

# THERMOREGULATION

---

- Pertes thermiques augmentées chez le nouveau-né et le nourrisson
  - Surface corporelle/ masse corporelle augmentée
  - Tête = 20% de la surface corporelle totale
  - Ventilation alvéolaire importante
- Frisson inexistant chez le nouveau-né et le nourrisson.
- Graisse brune

# La graisse brune et la THERMOREGULATION

---

- 2,5 à 5 % du poids du corps à la naissance, max à 3-4 semaines de vie
- Localisation : haut du dos, cou, creux axillaire, vaisseaux mammaires, rein, surrénales
- Vascularisation et innervation sympathique.
- Richesse des adipocytes en mitochondries



# THERMOREGULATION

---

- **PRÉVENTION SYSTÉMATIQUE DE L'HYPOTHERMIE**
- **L'hypothermie corporelle contrôlée et codifiée est une technique admise dans le traitement de l'enfant à terme asphyxié**

# PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

---

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
3. Physiologie respiratoire.
4. Physiologie rénale.
5. Répartitions des secteurs hydriques.
6. Besoins hydriques et métaboliques.
7. Thermorégulation.
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

# Traumatismes crâniens en Pédiatrie

# Classification

## Traumatismes crâniens:

- Légers: GCS  $>12$
- Moyens: GCS 9-12
- Sévères: GCS  $< 9$

# « Minor head injury »

- Histoire de traumatisme crânien
- Examen neurologique normal
- Score de Glasgow > 12

*Kimberly & al, Ped Clin North Am 1999*

# Complications intracraniennes chez enfants neurologiquement normaux...

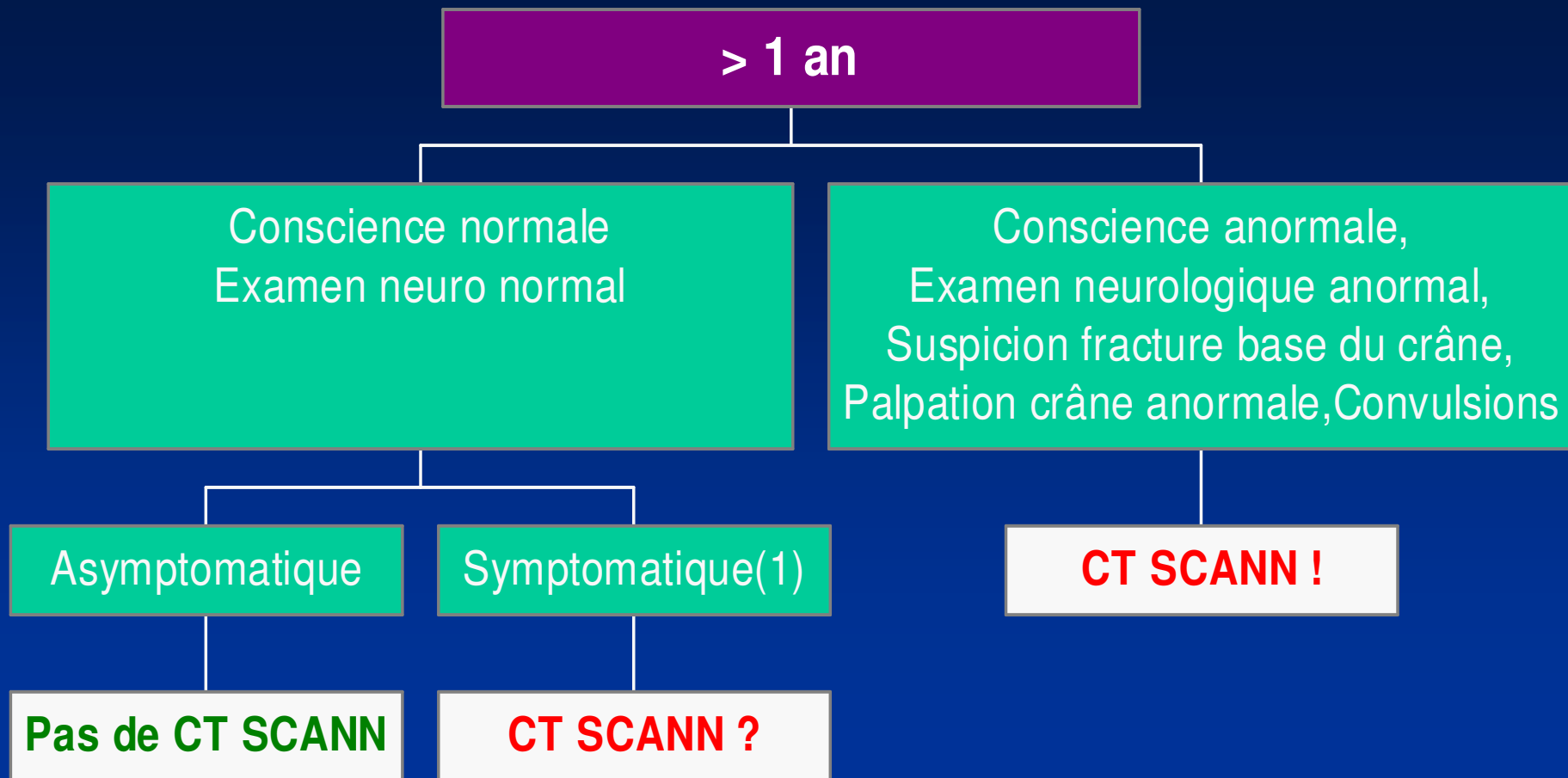
---

Glasgow à 15 et examen neurologique normal

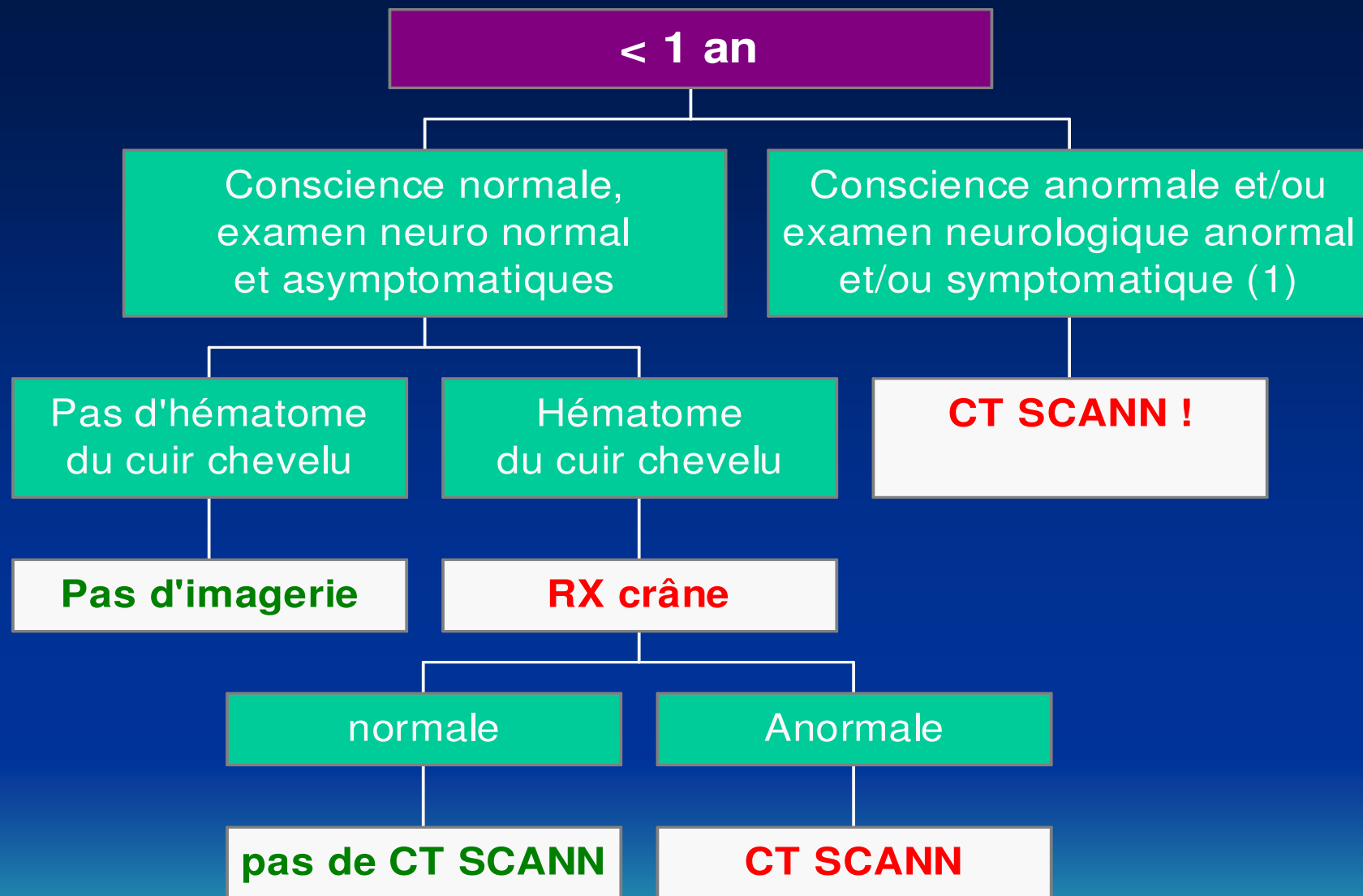
+ 5% CT SCANN pathologiques

+ 2% de Neurochirurgie

*Kimberly & al, Ped Clin North Am 1999*



(1): histoire de perte de connaissance, vomissements, céphalées, amnésie, irritabilité



(1): histoire de perte de connaissance, vomissements, somnolence, irritabilité



# En pratique (GCS > 9) ?

# Facteurs influencent la décision

1. Circonstances inquiétantes...

2. Symptomatique:

- perte de connaissance
- céphalées, vomissements,...

3. Examen clinique anormal:

- Hématome ++ cuir chevelu
- GCS
- latéralisation
- pupilles
- signes fracture base du crâne

4. Fiabilité des parents

## *Suspicion clinique fracture base du crâne:*

- Otorragie
- Hémotympan
- Ecchymose péri-orbitaire
- Rhinorrhée ou otorrhée de LCR (gluc +)
- Ecchymose rétro-orbitaire sans trauma direct à cet endroit

# Surveillance ?

- Circonstances banales  
(et)
- Asymptomatique  
(et)
- Examen clinique normal
- Parents fiables...



**Retour à domicile**

- Circonstances inquiétantes  
(et/ou)
- Symptomatique  
(et/ou)
- Examen clinique anormal



**Hospitalisation provisoire**



**Scanner cérébral ?  
( $< 1A$ : Rx crâne?)**

# Imagerie ?

## RX crâne ?

Si  $< 1A$  et volumineux  
hématome cuir chevelu

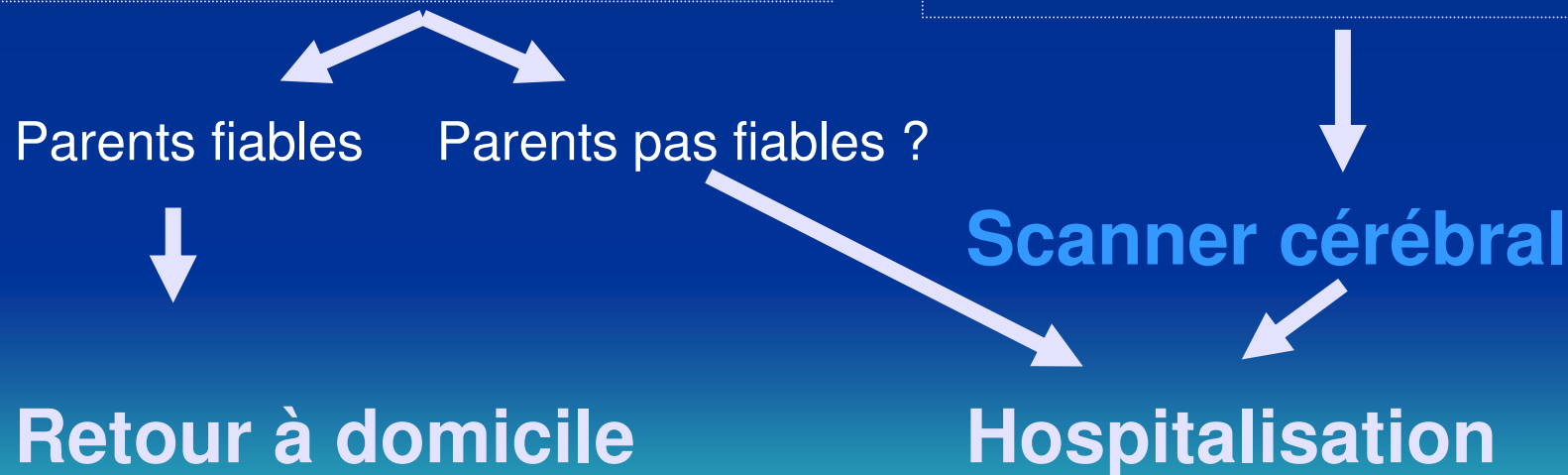
## Scanner cérébral ?

- Perte de conscience  $> 5min$
- Reste symptomatique
- Signes fracture base du crâne
- GCS  $< 12...$
- Latéralisation
- Pupilles anormales
- Fracture du crâne à la RX

# Hospitalisation ?

- Devenu asymptomatique (et)
- Examen clinique normal (et)
- (Scanner normal)

- Perte de conscience > 5 min (et/ou)
- Symptomatique (et/ou)
- Examen clinique anormal



# Surveillance à l' hôpital...

- Surveillance:
  - Céphalées, vomissements
  - Glasgow
  - Pupilles
  - TA, FC, Signes HTIC
- Si inquiétude  
=> Scann de contrôle et avis neurochirur. !!

# Situations urgentes ?



# Situations urgentes ?

- GCS < 8
- Pupilles asymétriques
- Latéralisation

# Engagement de l'uncus temporal

## « Hématome extra-dural »

### Pupilles:

- Dilatation unilatérale réactive  
= *compression unilatérale nerfs III*
- Dilatation unilatérale non réactive
- Dilatation bilatérale  
= *compression mésencéphale/protubérance*

GCS  $\leq$  8



Intuber, hyperventiler  
Mannitol



Pupilles asymétriques (et/ou) latéralisation



OUI



Neurochirurgie  
en urgence

NON



Scanner



Anormal

Normal

— SIE



# HTIC décompensée

- **Hyperventiler: (PaCO<sub>2</sub> 30)**
- **Mannitol IV 0.5gr/kg**
- Tête en position neutre et surélevée (15-30°)
- PaO<sub>2</sub>>90 et SatO<sub>2</sub>>95
- Stabilité hémodynamique
- Stabilité métabolique (glycémie, ions,...)
- Sédation-analgésie, (curarisation)
- Eviter médicaments vasodilatateurs cérébraux

# Matériel d'assistance ventilatoire (1)

« Les masques faciaux, les canules oro-pharyngées, les sondes d'intubations, les lames de laryngoscopes et les ballons doivent être adapté au poids et à l'âge de l'enfant »

Adapté aux particularités  
physiologiques de l'enfant



Réduction de l'espace mort  
(*espace mort physiologique = 2 ml/kg*)

Réduction du W respiratoire  
=  
résistance du circuit faible

# Matériel d'assistance ventilatoire (2)

## Les masques faciaux

Masques	Avantages	Inconvénients
 Rendell-Baker	faible espace mort	étanchéité difficile
 Masque rond	bien adapté au NN et au NRS	
 Masque à bourrelet gonflable	application facile	espace mort

# Matériel d'assistance ventilatoire (3)

## Les filtres

filtre anti-microbien  
humidification des gaz  
mais  
augmentation de l'espace mort  
augmentation des résistances du circuit



NN, NRS



3- 8 kg



8-30 kg



> 30 kg

# Matériel d'assistance ventilatoire (4)

## Les circuits accessoires

Valves sans réinhalation

*Ruben, Ambu, Digby-Leigh*

Valves avec réinhalation

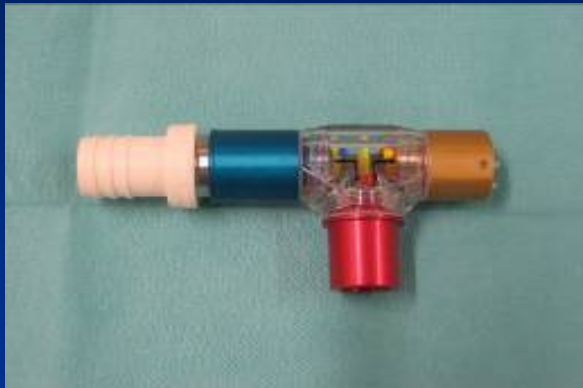
*Circuits de Mapleson*

Age	Volume du ballon (l)
NN	0,5
1-3 ans	1
3-5 ans	2
> 5ans	3

« La pression en ventilation contrôlée est proportionnelle à  $r^2$  »



# Les valves de non-réinhalation (1) = valves directionnelles



Débit de gaz frais = Ventilation minute du patient

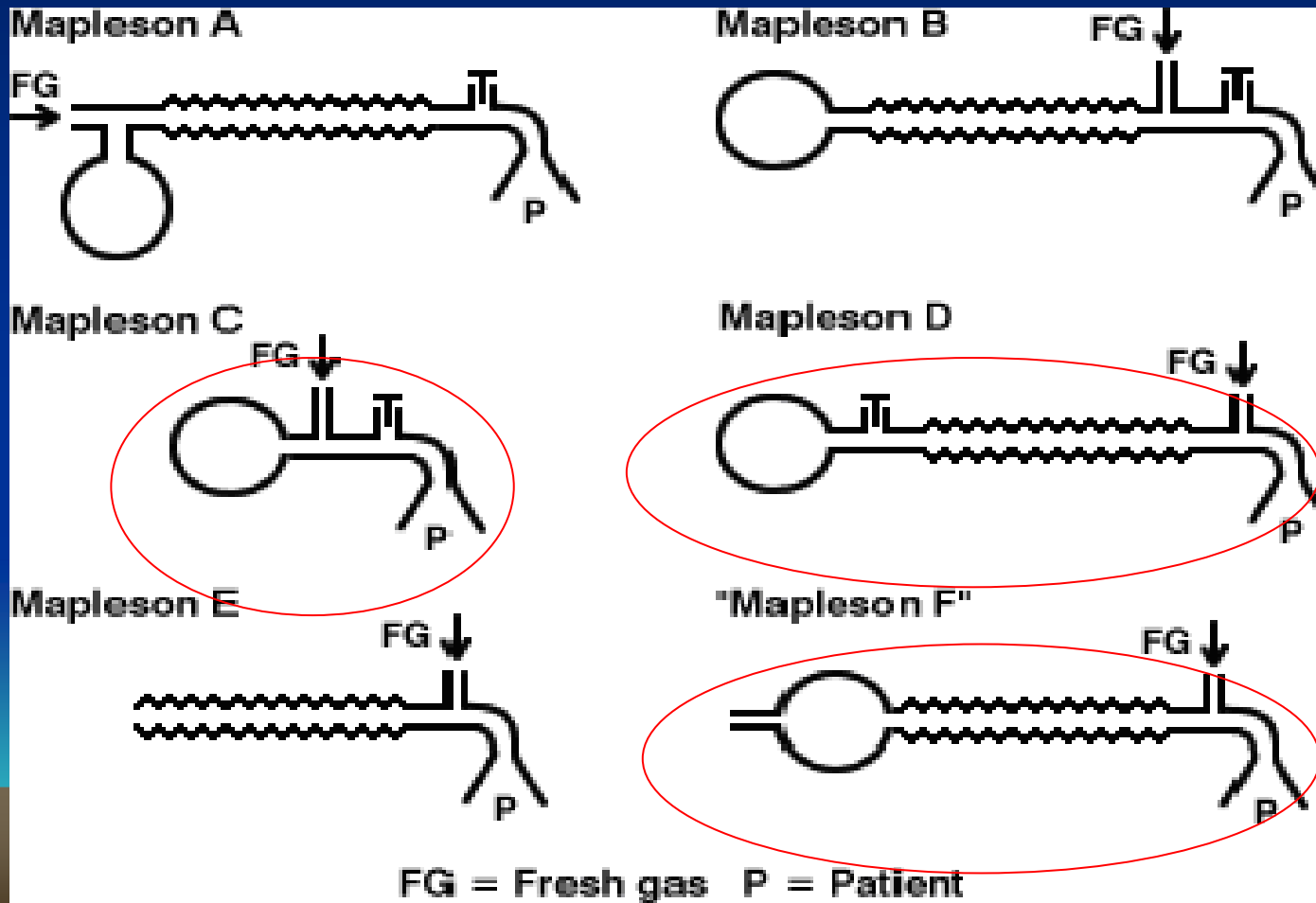
## Les valves de non-réinhalation (2)

Avantages	inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>• Absence de réinhalation</li><li>• Assistance ventilatoire aisée</li><li>• Faible encombrement</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Augmentation de l'espace mort</li><li>• Augmentation de l'effort inspiratoire</li><li>• Dysfonctionnement de la valve</li></ul> <p>« munie d'un système de détrompage »</p> <p><i>arrêté du 30 Août 1996</i></p>

Valves de Ruben et d'Ambu non recommandées chez le NRS en VS

# Les circuits de Mapleson (1)

Réduction espace mort  
Réduction du travail inspiratoire  
réduction des pertes de chaleur et d'humidité



# Les circuits de Mapleson (2)

## DGF théoriques pour éviter une réinhalation

Type de circuit	Débit de gaz frais
Mapleson A (> 20 kg)	VS : 0,7 à 1 fois la VM VC : 3 fois la VM
Mapleson B,C	VS : 2 à 3 fois la VM VC : plus de 2 fois la VM
Mapleson D,E,F	VS: 2,5 à 3 fois la VM = poids (kg) $\times$ 15 $\times$ FR <i>minimum 4 l/min</i> VC : 1000 ml + 200 ml/kg <i>minimum 3 l/min</i>

Pression d'échappement  
28 cm H<sub>2</sub>O pour DGF 6 l/mn  
35 cm H<sub>2</sub>O pour DGF 15 l/mn



Pression d'échappement : 60 cmH<sub>2</sub>O



# Circuit en cercle ou circuit coaxial





# Le respirateur

## Les contraintes

Faibles  $V_t$   
FR élevées  
Compliance basse  
Résistances élevées



Débitmètres électroniques  
Correction automatique de la compliance  
Monitorage de la mécanique ventilatoire

Prof Oreste battisti

# Le respirateur

## La compensation de la compliance du circuit

### Volume de compression

volume gazeux comprimé dans le circuit durant l'insufflation  
dépend de la compliance du circuit et du volume du circuit

$$\text{Volume délivré} = V_t \text{ réglé} - \text{volume de compression}$$

*Compliance d'un circuit pédiatrique : 0,5 à 1 ml/cmH<sub>2</sub>O*

*Compliance d'un circuit coaxial : 1 à 2 ml/cmH<sub>2</sub>O*

*Compliance d'un circuit adulte : 2 à 8 ml/cm H<sub>2</sub>O*

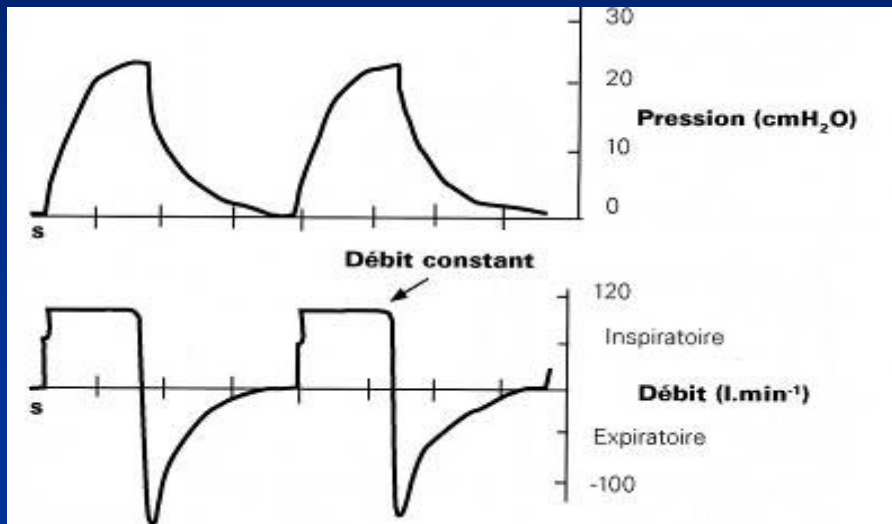


Compensation du volume de compression+++  
Circuit pédiatrique < 10 kg  
Attention aux changements de circuit si auto test

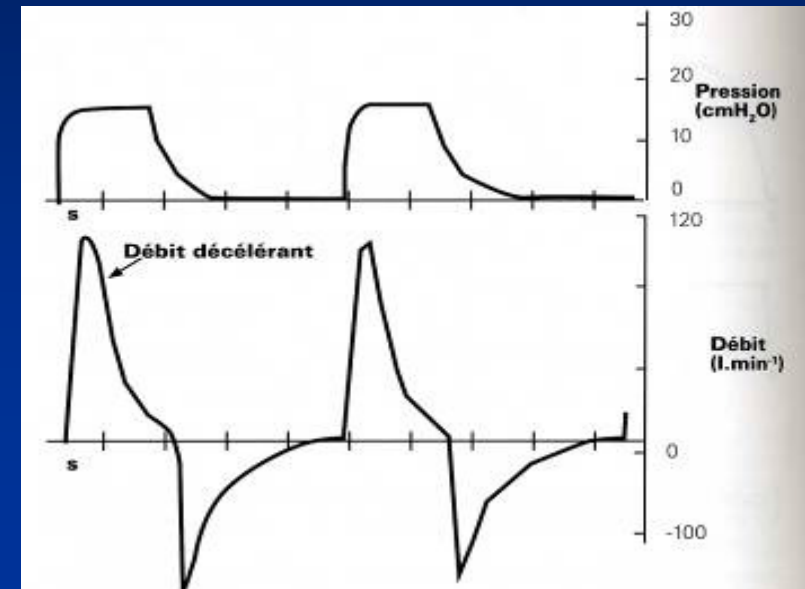


# Modes ventilatoires

contrôlé en volume



contrôlé en pression



Limitation des pression  
de crête++

Variabilité du V<sub>t</sub>  
(changement de compliance)

# Place de l'aide inspiratoire ?

## 20 enfants 1-7 ans, masque laryngé

### VS-AI (10 cm H<sub>2</sub>O, PEP : 3 cmH<sub>2</sub>O) vs VS-PEP (3 cmH<sub>2</sub>O)

*Von Goedecke, Anesth Analg 2005*

**Table 2**

**Table 2.** Hemodynamic and Respiratory Characteristics During Pressure Support Ventilation (PSV) and Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)

			<i>P</i> value
Heart rate (min <sup>-1</sup> )	117 ± 19	117 ± 21	NS
Mean arterial blood pressure (mm Hg)	64 ± 9	64 ± 9	NS
End-tidal sevoflurane (%)	2 ± 0.2	2 ± 0.2	NS
Fraction of inspired oxygen (%)	0.36 ± 0.04	0.36 ± 0.05	NS
Axillary skin temperature (°C)	36.4 ± 0.3	36.5 ± 0.4	NS
Oxygen saturation (%)	98.9 ± 0.6	98.8 ± 0.9	NS
End-tidal carbon dioxide (mm Hg)	46 ± 6	52 ± 7	<0.001
Respiratory rate (min <sup>-1</sup> )	24 ± 6	30 ± 6	<0.001
Expired tidal volume (mL)	179 ± 50	129 ± 44	<0.001
Peak airway pressure (cm H <sub>2</sub> O)	12.4 ± 0.9	5.2 ± 0.7	<0.001
Work of breathing patient (J L <sup>-1</sup> )	0.54 ± 0.54	0.95 ± 0.72	<0.04
Pressure time product (cm H <sub>2</sub> O s <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> )	94 ± 88	150 ± 90	<0.001
Δ Pressure esophagus (cm H <sub>2</sub> O)	10.6 ± 7.4	14.1 ± 8.9	<0.04
Inspiratory time fraction (%)	29 ± 3	34 ± 5	<0.001
Respiratory drive (cm H <sub>2</sub> O)	4.1 ± 3.6	5.1 ± 4.5	NS

Data are mean ± SD or numbers.  
NS = not significant.

**Table 2.** Hemodynamic and Respiratory Characteristics During Pressure Support Ventilation (PSV) and Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)  
From: von Goedecke: Anesth Analg, Volume 100(2).February 2005.357-360

# l'anesthésie et sédation pédiatrique

# La situation néonatale





- Progression des connaissances sur la douleur néonatale

- Hypersensibilité du nouveau-né à la douleur (Andrews K 1994)
- Hyperalgésie (Fitzgerald M 1998)
- Mémoire de la douleur (Porter FL 1999, Winberg J 1998)
- Situation de stress prolongé (Grunau R 2001, Anand KJ 1993 1998)

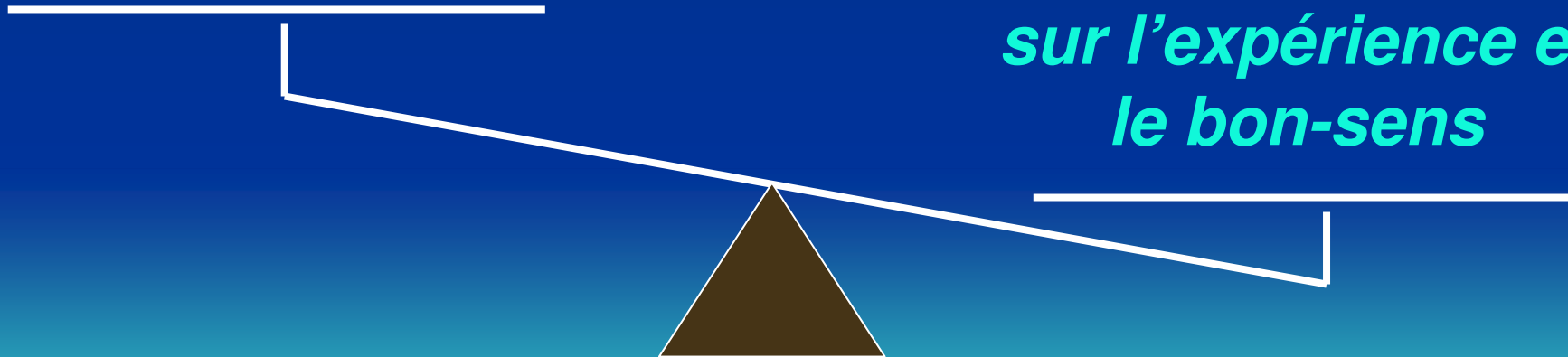
# Un art difficile ?

- Peu d'études prospectives randomisées
- Comparaison de stratégie rares
- Nombreux domaines non explorés
- Population hétérogène

*Médecine fondée  
sur les preuves*



*Médecine fondée  
sur l'expérience et  
le bon-sens*



# Quels objectifs ?

- Améliorer le confort du nouveau-né
- Permettre de réaliser en toute sécurité des actes inconfortables en rendant tolérables les stimuli douloureux ou anxiogènes
- Améliorer le pronostic de l'enfant
  - *Diminuer la mortalité*
  - *Améliorer la morbidité*
- Prévenir les effets à moyen et long terme
- Rôle thérapeutique de l'analgésie-sédation

# Evaluer la douleur

- Identifier les enfants douloureux
- Faciliter les prises de décision
  - **Traitement adapté au niveau de la douleur**
  - **Modification de la douleur**
- Contrôler l'efficacité des traitements

***L'évaluation doit être  
systématique et répétée***



# Les signes de la douleur

- Signes physiologiques  
**FC,TA,SpO2, PIC ...**
- Réponse hormonale et métabolique  
**Cortisol, catécholamines,  $\beta$ -endorphine...**
- Signes comportementaux
  - **Expression faciale**
  - **Pleurs**
  - **Mouvements du corps**
  - **Activité, sommeil**

**faible corrélation entre les 3  
groupes de signes**

# *Facteurs modifiant la sémiologie*

- Le stade d'éveil (McIntosh N 1993)
- Le stress de l'accouchement (Bergqvist L 2000)
- L'âge post-natal (Johnston CC 1996)
- L'expérience douloureuse antérieure (Johnston CC 1999)
- Les facteurs masquant la sémiologie
  - Limitation des mouvements du corps
  - Sévérité de la pathologie
  - Ventilation assistée, CPAP
- L'âge gestationnel (Grunau R 2001)

# Comment évaluer ?

- Hétéro-évaluation
- Les échelles de la douleur
  - *Évite l'évaluation individuelle et subjective*
  - *Nombreuses*
  - *Validation incomplète*
  - *Utilisation clinique ± facile*

# Les échelles de douleur

## Douleur aiguë

- **NFCS** (Grunau - Craig 1987)  
Neonatal facial coding system
- **DAN** (Carbajal 1999)  
Douleur aiguë du nouveau-né
- **NIPS** (Lawrence 1993)  
Neonatal infant pain scale
- **PIPP** (Stevens 1996)  
Premature infant pain profil
- **SUN** (Blauer - Gerstmann 1998)  
Scale for use in newborn

## Post - opératoire

- **CRIES** (Krechel - Bildner 1995)

## Douleur et inconfort prolongée

- **EDIN** (Debillon 1994)  
Échelle de douleur et d'inconfort du nouveau-né
- **Confort scale** (Ambuel 1992)
- **N-PASS** (Hummel - Puchalski 2000)  
Neonatal pain, agitation and sedation scale

# DAN (Carbajal R 1997)

<b>Réponses faciales</b> Calme Pleurner, alternance fermeture ouverture des yeux Contraction paupières, froncement sourcils, accentuation sillons <ul style="list-style-type: none"> <li>• Légère, intermittents</li> <li>• Modérés</li> <li>• Marqués et permanents</li> </ul>	0 1 2 3 4
<b>Mouvements des membres</b> Calme, mouvements doux Écartement orteil, pédalage, membres raides et surélevés, agitation bras, réaction de retrait <ul style="list-style-type: none"> <li>• Légers intermittents</li> <li>• Modérés</li> <li>• Très marqués et permanents</li> </ul>	0 1 2 3
<b>Expression vocale de la douleur</b> Absence de plainte Gémit brièvement, semble inquiet (enfant intubé) Cris intermittents (ou mimiques équivalentes pour enfant ventilé) Cris de longue durée (ou mimiques constante pour l'enfant ventilé)	0 1 2 3

# EDIN (Debillon T 1994)

## Échelle de Douleur et d'Inconfort du Nouveau-né

- Douleur durable ou répétition de soins prolongés
- Temps d'observation prolongé
- Processus de validation complet
- Cinq items comportementaux :
  1. **Activité faciale**
  2. **Activité motrice du corps**
  3. **Qualité du sommeil**
  4. **Qualité du contact**
  5. **Consolabilité**

# Grille EDIN (Debillon T 1994)

Score > 4 -> antalgie

items	
<b>Visage</b>	<p>0 visage détendu</p> <p>1 grimaces passagères : froncement des sourcils, lèvres pincées, plissement du front, tremblement du menton</p> <p>2 grimaces fréquentes, marquées ou prolongées</p> <p>3 crispation permanente ou visage prostré, figé ou visage violacé</p>
<b>Corps</b>	<p>0 détendu</p> <p>1 agitation transitoire, assez souvent calme</p> <p>2 agitation fréquente mais retour au calme possible</p> <p>3 agitation permanente : crispation des extrémités et raideur des membres ou motricité très pauvre et limitée, corps figé</p>
<b>Sommeil</b>	<p>0 s'endort facilement, sommeil prolongé et calme</p> <p>1 s'endort difficilement</p> <p>2 se réveille spontanément et fréquemment en dehors des soins, sommeil agité</p> <p>3 pas de sommeil</p>
<b>Relation</b>	<p>0 sourire aux anges, sourire réponse, attentif à l'écoute</p> <p>1 appréhension passagère au moment du contact</p> <p>2 contact difficile, cri à la moindre stimulation</p> <p>3 refus de contact, aucune relation possible, hurlement ou gémissement sans la moindre stimulation</p>
<b>Réconfort</b>	<p>0 n'a pas besoin de réconfort</p> <p>1 se calme rapidement lors de caresse, au son de la voix ou à la succion</p> <p>2 se calme difficilement</p> <p>3 inconsolable, succion désespérée</p>

# Le choix du morphinique

“there are insufficient data to recommend one opioid over another”

AAP & CPS Pediatrics 2000

Peut-on proposer un choix éclairé ?



# Les données pharmacologiques

## Insuffisantes !

- Peu de médicaments suffisamment étudiés
- Échantillons de petite taille
- Population étudiée hétérogène
- Manque de cohérence (Objectifs différents)
- Très grands prématurés pratiquement toujours exclus

# La pharmacologie du nouveau-né est singulière ...

- $\uparrow$  *eau corporelle*
- $\searrow$  *masse grasse*
- $\searrow$  *protéines plasma*
- *différences récepteurs*  
*qualitatives et quantitatives*
- *immaturité enzymatique*  
**Polymorphisme génétique**  
**Variation développementale**
- $\searrow$  *excrétion rénale*

$\uparrow$  Volume de distribution

$\uparrow$  Fraction libre

saturation sites  
compétition pour les sites

$\searrow$  biotransformation hépatique

$\uparrow$  Métabolites actifs

$\searrow$  Clairance d'élimination

# Données pharmacocinétiques

		<i>Volume distribution l / kg</i>	<i>Clairance d'élimination ml / kg / mn</i>	<i>Demi-vie heure</i>
<i>Morphine</i>	<i>T</i>	2	2 - 6	6 - 7
	<i>P</i>	1,1 - 2,1 <b>X 1,5</b>	1,7 - 3	8 - 10 <b>3 -4</b>
<i>Fentanyl</i>	<i>T</i>	4,7 - 7,9	10 - 28	3 - 8
	<i>P</i>	<b>X 4</b>	9,4 ± 3(<30), 12,7 ± 3,7 (>30)	7 - 17 <b>3,5</b>
<i>Sufentanil</i>	<i>T</i>	2,7 - 4,2	4,2 - 17	3,6 - 12
	<i>P</i>	<b>X 2,5</b>		<b>2,7</b>
<i>Alfentanil</i>	<i>T</i>	0,8	1,7	5,5
	<i>P</i>	0,3 - 0,8	0,9 - 2,9	5,4 - 8,8 <b>1,2</b>

**Codéine - Nalbuphine -> pas de données néonatales**

# Les morphiniques ... en pratique

- Dose de charge nécessaire  
Pas de bolus mais perfusions courtes
- Variations inter & intra-individuelles  
=> titration recommandée
- Adaptation des doses en fonction AG
- Diminution posologie si association à un sédatif
- Protocoles écrits

# Morphiniques IV (exemples de dilution)

## Morphine IV

Amp 1ml (10 mg/ml)

1ml morphine + 19ml SG5%  
1ml = 500 µg

## Fentanyl

Amp 2 ml (50 µg/ml)

Pas de dilution  
1ml = 50 µg

## sufentanil

Amp 1ml (50 µg/ml)

1ml sufentanil + 9ml SG5%  
1ml = 5 µg

Prendre un volume de la dilution 1 correspondant à une fois le poids de l'enfant en kg

Ajouter à ce volume la quantité de SG5% nécessaire pour obtenir 50 ml

Quelque soit le poids de l'enfant

1 ml/h = 10 µg/kg/h

1 ml/h = 1 µg/kg/h

1 ml/h = 0,1 µg/kg/h

# Analgésie de l'enfant non ventilé

- **Paracétamol (PO,IR) , propacétamol (IV)**
  - Affections peu douloureuses
  - **Paracétamol IR** (Van lingen RA 1999)  
**20 mg/kg par 8 à 12 h (<32SA) par 6h (≥ 32 SA)**
  - **Propacétamol** (Autret E 1993)  
**15mg/kg/6h (>37SA), prématurés ?**
- **Morphiniques faibles : Nalbuphine (IV, IR)**
  - Surveillance monitorée +++
  - IV continue: 10 à 30 µg/kg/heure
  - IV: 25 - 50 µg/kg par 8 (<34SA) ou 6h (<37) ou 4h (terme)
  - IR: 50 - 100 µg/kg par 8h (<34SA) - 6h (<37) - 4h (terme)
- **Morphiniques forts : morphine (PO, IV)**
  - PO: 50 - 100 µg/kg/4h (<37SA), 100 - 150 µg/kg/4h (terme)
  - IV: maximum 10 (<34SA) - 15 µg/kg/h (> 34SA)

# Quel sédatif ?

Le midazolam devenu ( après le valium ) le produit de référence

# Midazolam

- **Action rapide** (2 à 5 mn IV, 15 mn IR),  
**de courte durée** (15 à 120 mn)
- **Demi-vie d'élimination courte** (6 h)
  - **Grandes variations inter-individuelles (Burtin P 1994)**
  - **Influencée par l'âge gestationnel (Lee TC 1999)**
  - **Par un traitement par amines vasopressives (Burtin P)**
- **Effets secondaires majorés**
  - **Hypotension (dose forte, bolus, association)**
  - **Dépression respiratoire**
  - **Myoclonies bénignes**
- **Efficacité non validée avant un geste**  
**Données insuffisantes en perfusion (Ng E 2000)**



# Midazolam

- Avant un geste
  - 15 - 25  $\mu\text{g/kg}$  ( $< 32$  SA) sur 10 - 15 mn
  - 25 - 50  $\mu\text{g/kg}$  ( $\geq 32$  SA) sur 10 - 15 mn
  - 50 - 100  $\mu\text{g/kg}$  (tème) sur 5 - 15 mn
  - Dose X 2 ou X 2,5 en rectal
- Perfusion IV continue
  - Dose de charge ( $>34\text{SA}$ ) : 100  $\mu\text{g/kg}$  sur 1 à 2 h
  - $> 36$  SA : 50 - 60  $\mu\text{g/kg/h}$
  - 33 - 36 SA : 30 - 60  $\mu\text{g/kg/h}$
  - 27 - 32 SA : 20 - 40  $\mu\text{g/kg/h}$
  - $< 27$  SA : 10 - 20  $\mu\text{g/kg/h}$
- Dose réduite de moitié si association à un morphinique

## **prévention**

- Plan de soin
  - Rythme veille-sommeil
  - manipulations
- Personnalisation
- Actes au bénéfice prouvé
- Regroupement des prélèvements
- Technique appropriée

## **antalgiques**

- Stimuli sonores
- Stimuli lumineux

## **environnement**

- Confinement
- Massages, stimulations tactiles
- Succion non nutritive
- Analgésie sucrée

## **moyens non médicamenteux**

# L'analgésie sucrée

- 32 publications depuis 1991
- Efficace (Steven B cochrane review 2001)  
Saccharose, glucose, édulcorants
- Sans danger
- Mécanisme obscur
  - Opioides endogènes
  - Saveur sucrée
- Posologie efficace ...

# Règles d'utilisation de la crème EMLA

- **Règles générales**
- **Surface de contact limitée**
  - **Masque transparent**
  - **Seringue : 1ml ~ 1 g**
- **Pansement occlusif**
- **Ablation de la crème**
- **Modulation de la règle**  
(en l'absence de facteur de risque associé)
  - *Une application par jour*
  - *Durée application 1 heure*
  - *Préma < 1,0 kg: 0,2 g (0,5 cm<sup>2</sup>)*
  - *Préma > 1,0 kg: 0,35 g (1 cm<sup>2</sup>)*
  - *Nné à terme : 0,50 g (2 cm<sup>2</sup>)*
  - *Non collant: film alimentaire, pansement inversé*
  - *Attendre 60 mn*
  - *Préma > 30 j & Nné terme > 15 j: deux applications par jour*
  - *AG < 30SA & âge ≤ 7 jours    AG < 32SA & âge ≤ 3 jours: utilisation ponctuelle 2 fois*

# Intubation trachéale

## Pourquoi une sédation - analgésie ?

- Faciliter le geste
- Assurer le confort de l'enfant
- Limiter les conséquences de l'intubation

... sans aggraver son état antérieur

... sans effets secondaires

... en étant rapidement réversible pour  
assurer une ventilation efficace en cas de  
difficulté

# Sédation et intubation

## contre

- Retard à l'intubation
- Effets secondaires des médicaments
- Suppression du réflexe de toux
- pas de consensus sur les modalités de la prémédication

## pour

- L'intubation est une procédure douloureuse
- Evite les effets délétères de l'intubation
- Réduit le nombre de tentative et la durée du geste

# Trois stratégies

## ➤ Intubation vigile

- prémedication IV
  - sédatifs
  - morphiniques
- $\pm$  Anesthésie locale

Morphine  
Fentanyl, alfentanil  
Midazolam

## ➤ Induction anesthésique

Thiopental, méthoxital  
(*Buthada A 2000, Naulers G 2000*)

Propofol

Kétamine (*Taschiro 1991*)

## ➤ Combinaison (séquence rapide)

- Hypnotique ou morphinique
- Curare rapide
- $\pm$  atropinique

Suxaméthonium  
(*Barington KJ 1998, Oei J 2000*)

Mivacurium

Atracurium

# Prémédication avant intubation trachéale (projet d'essai thérapeutique)

- Commission douleur de la fédération nationale des pédiatres néonatalogistes
- Comparaison de 3 stratégies de prémédication
- 4 groupes
  - **Placébo**
  - **Midazolam + atropine**
  - **Sufentanil + atropine**
  - **Midazolam + kétamine + atropine**
- Stratification selon l'AG
  - < 32 SA, 32-36 SA, ≥ 37 SA
- Réussite, durée intubation, complication, tolérance, score de douleur



# Kétamine

- **Anesthésie dissociative**  
**analgésie superficielle, sédation, amnésie**
- Rapidité d'action (1'), courte durée d'action (<15')
- Pas de données pharmacocinétiques néonatales
- **Expérience néonatale limitée** (Tashiro C 1991, Golden S 2001)
- **Sédation consciente: 0,5 - 2 mg/kg IV** (Anand KJS 2000)
- Stabilité respiratoire (bronchodilatation)
- Stabilité cardiovasculaire (relargage catécholamines)
- **Effets secondaires**
  - **Hypersalivation (atropine)**
  - **(?) Effets psychométriques (hallucination, état confusionnel)**
  - **(?) HIC (*Betremieux P 1993*)**
  - **Apnées, laryngospasmes**
- **Recommandée avant intubation** (Anand KJS 2000)

# Deux circonstances

## ➤ Intubation réglée

DR progressive, échec de PPC, réintubation

Intubation vigile

## ➤ Intubation urgente

Combinaison en  
séquence rapide

# Intubation réglée

- 30 ' ,

**sufentanil**  
(amp 1ml = 50 µg)

Perfusion courte 20 à 30 ''

Dilution :

1ml/kg = 0,1 µg/kg

< 37 SA : 2 ml/kg

> 37 SA : 3 - 4 ml/kg

- 4 ' ,

**Oxygénation**

- 2 ' ,

**Atropine**  
(amp 1ml = 250 µg)

0,1 ml IVD ou per lingual

- 30 ''

**Lidocaïne gel buccal**

0,3 ml/ kg

0

**INTUBATION**

# Intubation urgente

- 4 ' 

**Atropine**  
(amp 1ml = 250 µg)

0,1 ml IVD ou per lingual

**Oxygénation**

- 3 ' 

**sufentanil**  
(amp 1ml = 50 µg)

IVD 1 ' 

Dilution : 1/100

< 37 SA : 0,5 ml/kg

> 37 SA : 1 ml/kg

- 2 ' 

**Mivacurium**  
(amp 5 ml = 10 mg)

IVD

Dilution : 1/10

0,5 ml/kg (0,1 mg/kg)

0

**INTUBATION**

# ...en l'absence de voie veineuse

- 15 ' 

**nalbuphine**  
(amp 2ml = 2mg)

rectal  
Dilution : 1/10  
< 37 SA : 0,2 ml/kg  
> 37 SA : 0,3 ml/kg

- 10 ' 

**midazolam**  
(amp 5ml = 5mg)

rectal  
> 37 SA 0,1 ml/kg

- 4 ' 

**Oxygénation**

- 2 ' 

**Atropine**  
(amp 1ml = 250 µg)

0,1 ml per lingual

- 30 '' 

**Lidocaïne gel buccal**

0,3 ml/ kg

0

**INTUBATION**

# Quels bénéfices de l'analgésie ?

- La diminution de la douleur et du stress
  - Lago P. Arch Dis Child 1998
  - Guinsberg R J Pediatr 1998
  - Quinn MW Lancet 1993
- L'adaptation au respirateur
  - Dyke MP Paediatr Child Health
- La diminution du barotraumatisme ?
- L'amélioration de l'oxygénation ?
- La diminution de la mortalité ?
- La diminution des complications neurologiques ?

# Quel produit en première intention?

- La phase initiale de la ventilation
  - Nombreux gestes douloureux
  - Actes répétitifs
- Morphiniques vs sédatifs
  - Propriétés sédatives reconnues pour les 2 produits
  - UNE seule étude randomisée

# Avantage morphinique !

- Monothérapie
- Faible posologie initiale
- Fentanyl ou Sufentanil



# Continu ou discontinu ?

## Trois paramètres

Tolérance	apparition plus rapide en IV continue
Sevrage	plus rapide en IV discontinue
Sédation	plus efficace en IV continue

IV continue



**Pathologies sévères**  
**Ventilation > 2 j**

IV discontinue



**Pathologies rapidement  
résolutes, transitoires**  
**Ventilation  $\leq$  2 j**

# modifications de stratégie

- **Eviter la tolérance aux morphiniques**
  - Utilisation d'un morphinique plus puissant
  - Administration simultanée d'un sédatif en IV continue
  - Passage en perfusion discontinue
- **Sédation insuffisante**
  - Administration simultanée d'un sédatif en IV continue
  - Morphinique plus sédatif (morphine) en perfusion continue
  - Administration d'un sédatif IV continue doublée d'une analgésie discontinue (nalbuphine ou morphine)
- **Désadaptation aiguë du respirateur**
  - Éliminer une complication aiguë de la ventilation
  - Sédatif en perfusion courte
- **Actes ou soins douloureux**
  - Dose supplémentaire de morphinique en perfusion courte

# Aspiration trachéale

- Stressant et douloureux
  - **Modifications comportementales**
  - **Modifications cardio-vasculaires**  
(Simbruner G 1981, Show 1992)
  - **Hypoxémie** (Pokela ML 1994)
  - **Augmentation des catécholamines**  
(Greisen GL1985)
- Réactions vagales
- Prévention de la douleur
  - **Analgésie morphinique continue**
    - Anand KJS 1999
    - Sarenmaa E 1999
  - **Analgésie avant le geste**
    - Pokela ML (1992 alfentanil)
    - Sarenmaa E (1996, 2000 kétamine)

# Aspiration trachéale

- Prévention non médicamenteuse
  - Deux soignants
  - Oxygénation
  - Mesures de réconfort
- Analgésie continue par morphinique +++
  - Avant le geste
    - Fonction evaluation
      - Analgésie sucrée
      - Atropine (5 µg/kg)
      - Dose complémentaire de morphinique (sur 15') (max 4 x par jour)
        - 1 µg/kg fentanyl
        - 0,1 µg/kg sufentanil

# Sevrage des morphiniques

- Recours à la naloxone exceptionnel
- Réduction progressive de la posologie
- Administration du morphinique en discontinu
- Relai par de la morphine IV ... parfois PO
- Recours aux analeptiques respiratoires et à la PPC continue

# Sevrage (perfusion continue)

Durée du traitement	Diminution perfusion	Perfusion discontinue	Durée sevrage
1 - 2 j	25 % / 6 h		< 24 h
3 - 4j	25 - 50% (1er j) puis 25% / 6 h		1 - 2 j
4 - 7 j	25 % (1er j) puis 10% / 6h	Option au 3ème jour	2 - 4 j
> 7 j	10 % / 6 à 8 h	Systématique au 3ème jour	3 - 5 j

# Si la ventilation se prolonge ...

- Situation désormais peu fréquente
- Gestes et ventilation moins agressifs
- Morphinique en perfusion continue inadapté
  - **Risques du traitement morphinique prolongé**
  - **La effets secondaire de la morphine**

➤ La lutte contre l'inconfort et la douleur doit se poursuivre ...

# Si la ventilation se prolonge ...

- La ventilation est source d'inconfort permanent
  - Agitation, blocages thoraciques, désaturations
  - Gestes douloureux (aspirations, ponction)
- 
- Créer une « bulle sédative environnementale
  - Recours au traitement sédatif
    - **Non systématique**
    - **Midazolam continu**
  - **Analgésie à la demande lors des actes et soins douloureux**



# La Pression Positive Continue (PPC)

Situation  
inconfortable et  
douloureuse ?

- Evite l'intubation
- Diminue la durée de la ventilation assistée

## **MAIS**

- Source de douleur
  - Pression nasale constante
  - Irritation, lésions muqueuses
- Source d'inconfort
  - Durée d'application
  - Distension aérique digestive
  - Encombrement nasal
  - Bruit excessif
  - Stimulation cutanée (apnées)

# Une technique exigeante !!!

- Réglage ensemble bonnet-cordon-pièce binasale
- Sondes calibre adapté
- Plaque protectrice
- Utilisation d'un masque



# Si le nursing ne suffit plus ...

- Évaluation douleur et inconfort régulière
- Aucun schéma thérapeutique validé
- Risques respiratoires des sédatifs et morphiniques  
IV
- Morphine voie orale ?
- Nalbuphine intra-rectale
  - < 34 SA : 50 µg/ kg/ 8 heures
  - < 37 SA : 100 µg/ kg/ 6 à 8 heures
  - Terme : 200 µg/kg/6 heures

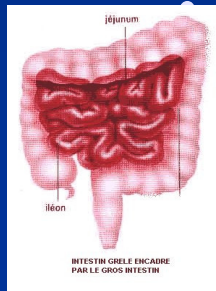
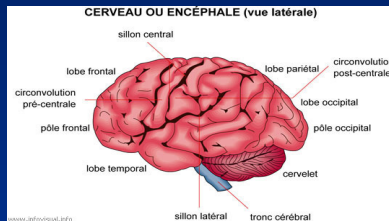
# La boucle neurologique

- Elle est finalisée à 23 semaines in utero
- Input: récepteur isolé ou organe sensoriel
- Endroits spéciaux comme la face, le tube digestif, la peau
- Véhiculement des informations vers les aires centrales
- Relais vers les noyaux de la base
- Récepteurs opioïdes et POMC; système et neurocepteurs adrénergiques
- Réponse effective
- Relais vers les zones de mémoire « anciennes »: amygdale, insula
- Relais vers les zones plus récentes ( cortex temporal )

# Toxicomanie maternelle

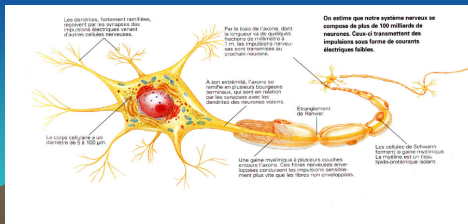
## Symptomatologie du sevrage

- Majoration excitabilité neurologique: irritabilité, trouble rythme sommeil/éveil, hypertonie, trémulations, épilepsie



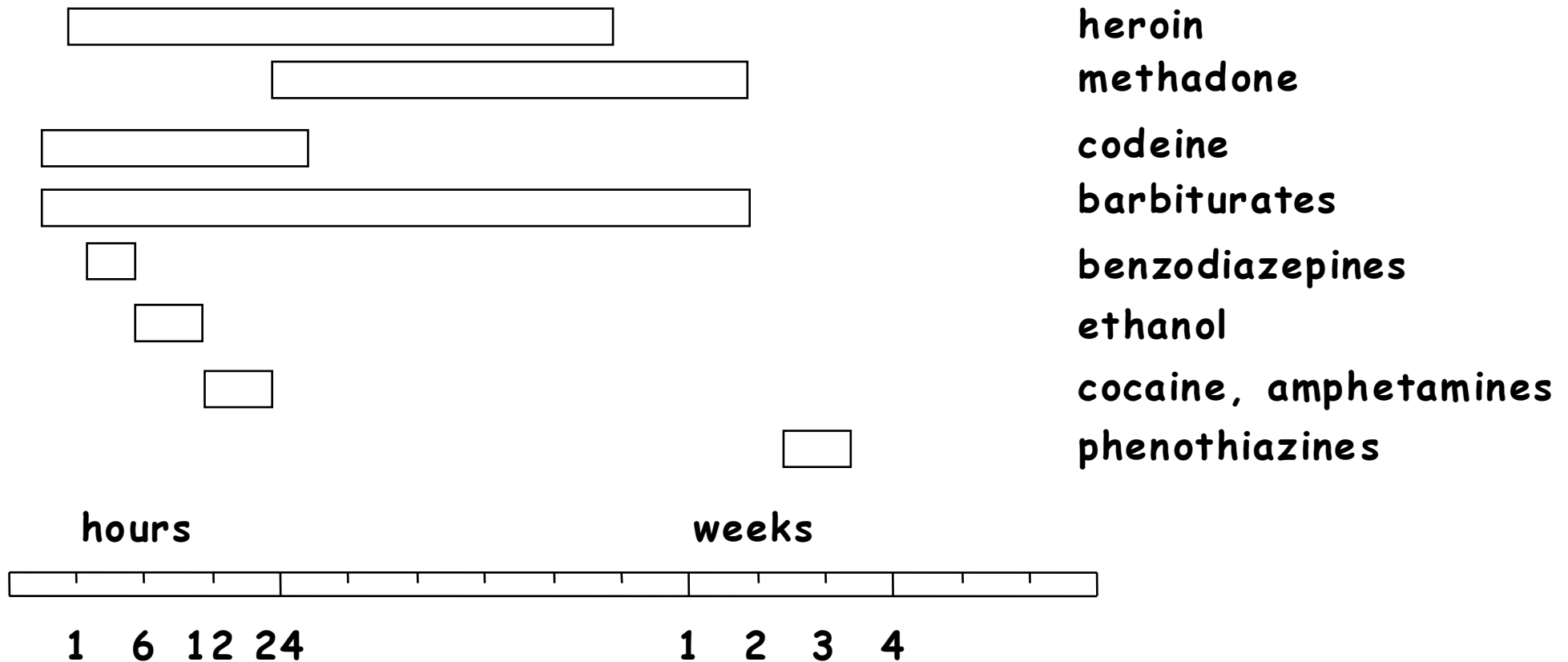
Troubles gastro-intestinaux: vomissements, diarrhée, constipation, succion non coordonnée

Atteinte système nerveux autonome: instabilité thermique, fièvre, éternuements



# Délai début des symptômes : utilisation du score de Finnegan

## Beginning of symptoms



# Traitement

- **Non pharmacologique:** AAP 1998, J Hum lact  
20(1),2004

- Eviter les stimulations excessives:

- contrôle du bruit et de la luminosité
- contrôle de la température du bébé, habillage du bébé
- contention du bébé
- place des massages
- accompagner les mères allaitantes ( cfr infra)

- Repas plus fréquent et plus calorique ( 150 à 250 cal/kg,  
versus 160 cal/kg )



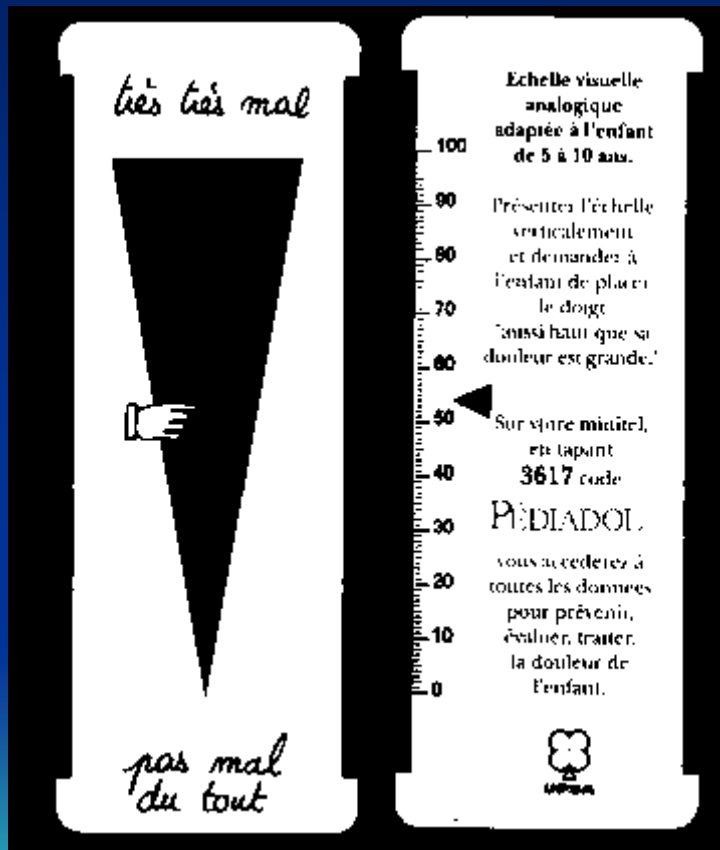
# Traitement

- **Pharmacologique:**
- **Sevrage opiacés:** AAP 1998, Cochrane 2002, Arch Dis Child fetal Neonatal 2002-2003
  - Sirop de morphine : 50µg/kg 4 x /jour PO, titrer selon la réponse clinique dans le temps et les scores de Finnegan. Diminution des doses: 10% tous les 2-3 jours après stabilisation clinique.
  - Alternative : méthadone... non
  - Abandonné : élixir parégorique: effets secondaires des nombreux excipients (camphre, papaverine, éthanol...)

# Traitement

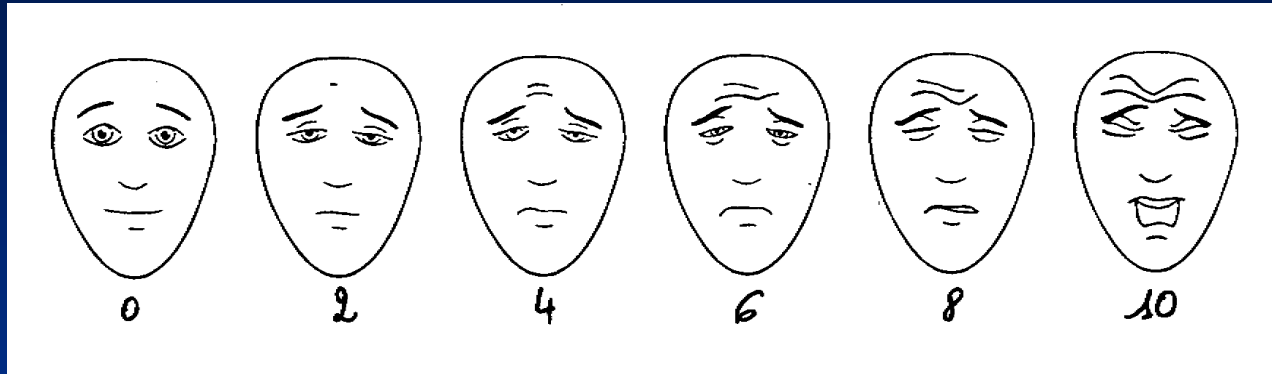
- **Pharmacologique:**
- En cas de poly-toxicomanie (opiacés et autres )  
: associer sirop de morphine et phénobarbital; AAP 1998, Cochrane 2002
- Largactil<sup>°</sup>(chlorpromazine): peu en néonatalogie vu les effets secondaires : atteinte cervelet, abaisse le seuil de convulsions , atteinte hématologique ; AAP 1998

# Auto-évaluation : échelle visuelle analogique

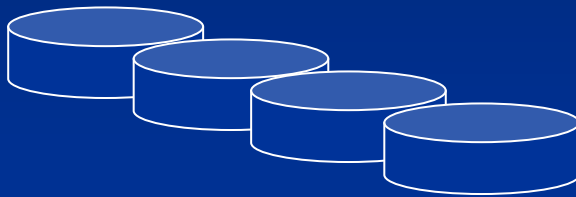


- définition des seules extrémités (face patient)
- monochrome
- présentation verticale vs horizontale

# Auto-évaluation simplifiée



Échelle de visages  
(McGrath 1985; Bieri 1990)



Jetons (Hester 1979, 1990)

Échelle verbale simple

- 0. Douleur absente
- 1. Douleur modérée
- 2. Douleur intense
- 3. Douleur très intense

Est-ce que tu as mal

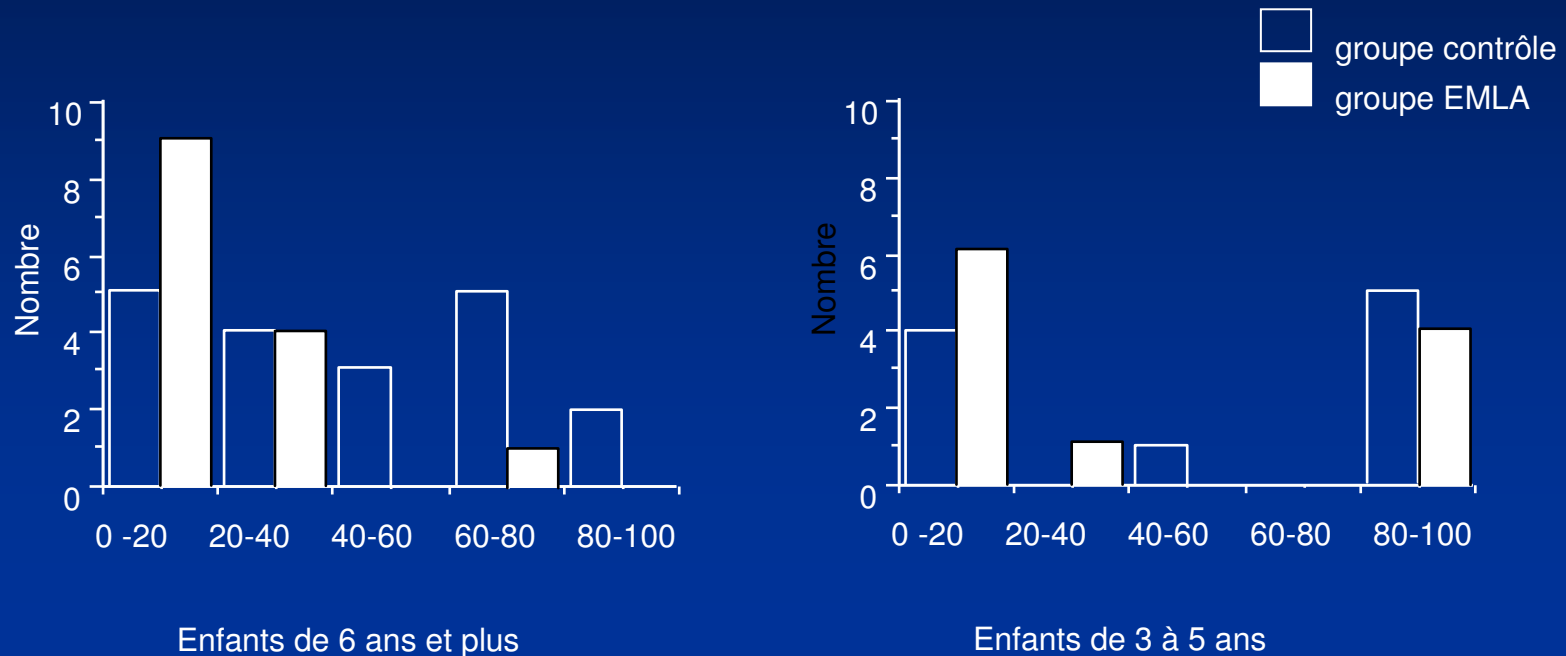
1. un peu

2. beaucoup

traduction 3. énormément

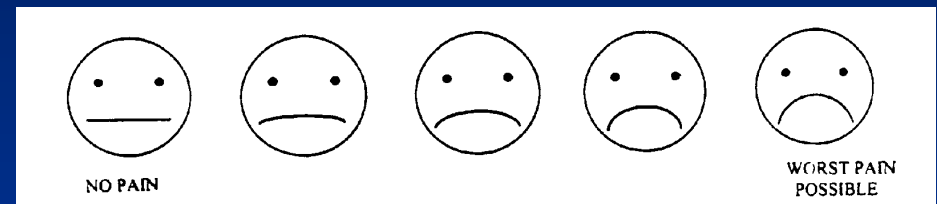
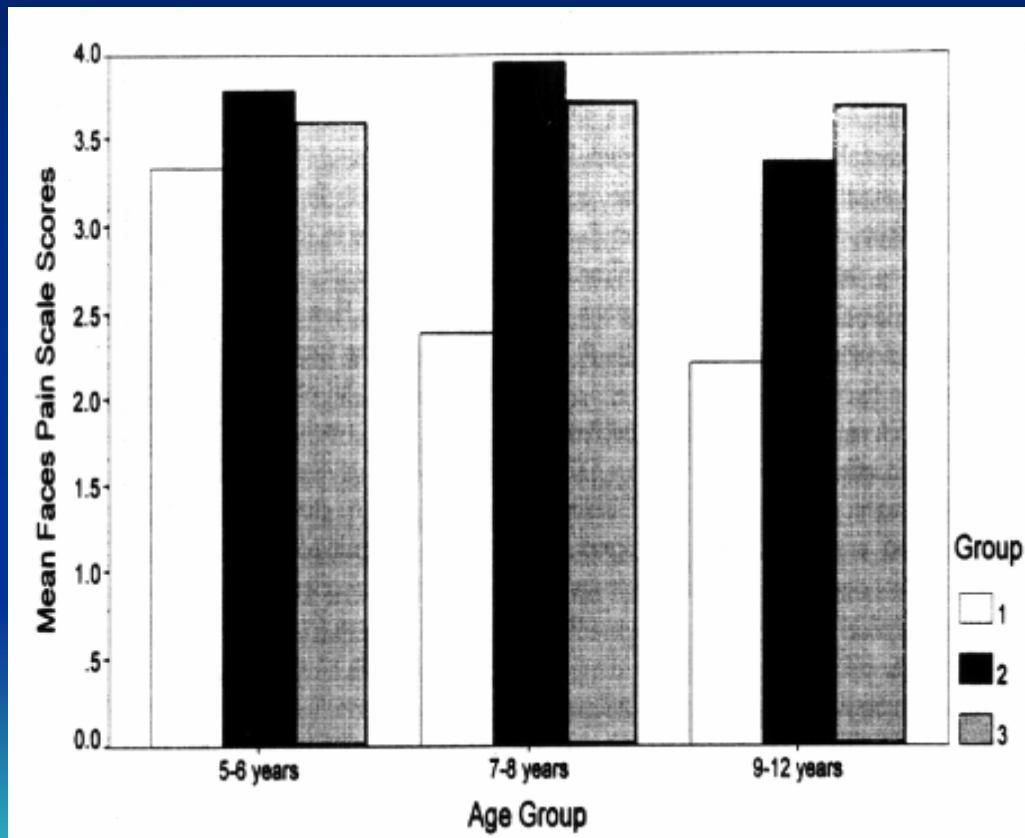
(ou 0. pas du tout) ?

# Difficultés de l'auto évaluation chez l'enfant de moins de 6 ans

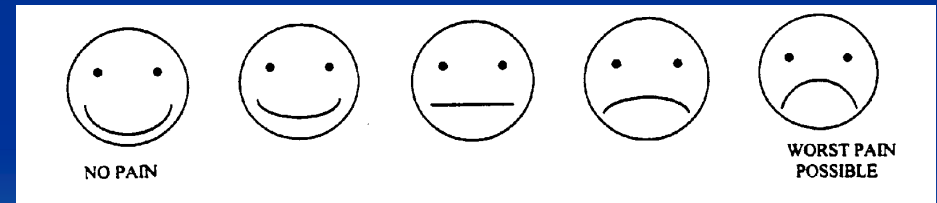


*Gall et al. Paediatr Anaesth 1999; 9; 305-10*

# Échelles de visage



0 1 2 3 4



0 1 2 3 4

*Chambers et al. Pain 1998;78:27-37*

# Évaluation de la douleur postopératoire

- EVA possible à partir de 5 ou 6 ans
- échelles simplifiées à partir de 3 ou 4 ans (?)
- dans le doute : 2 instruments différents  
(recommandations HAS Mars 2000)

# Activité faciale et douleur

Enfant



*Craig et al. Pain 1993;52: 287-99*

froncement des sourcils, épaississement de la racine du nez.

plissement des paupières

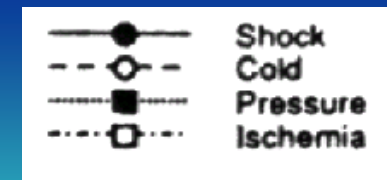
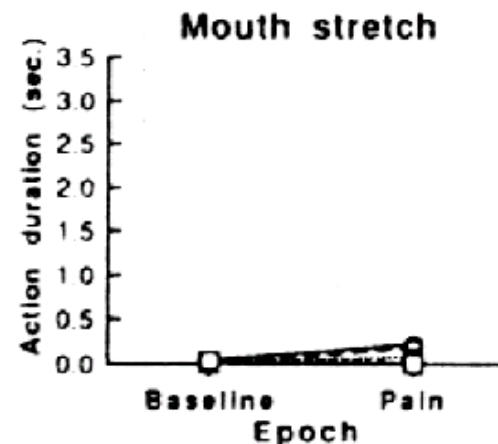
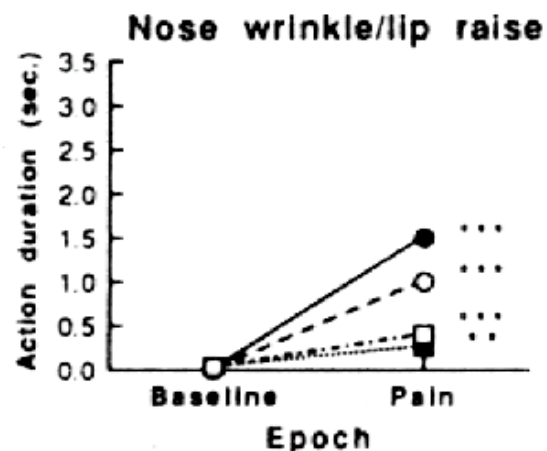
soulèvement et accentuation du sillon nasolabial

ouverture de la commissure labiale

4 principaux items du NFCS

*Prkachin Pain 1992;51: 297-306*

Adulte





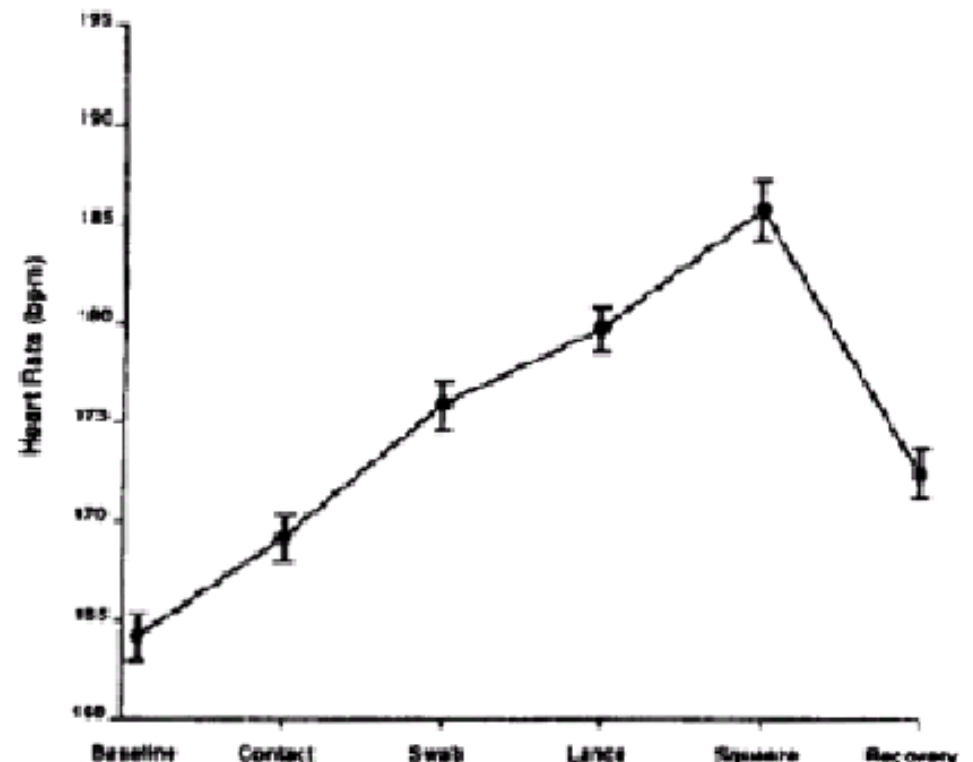
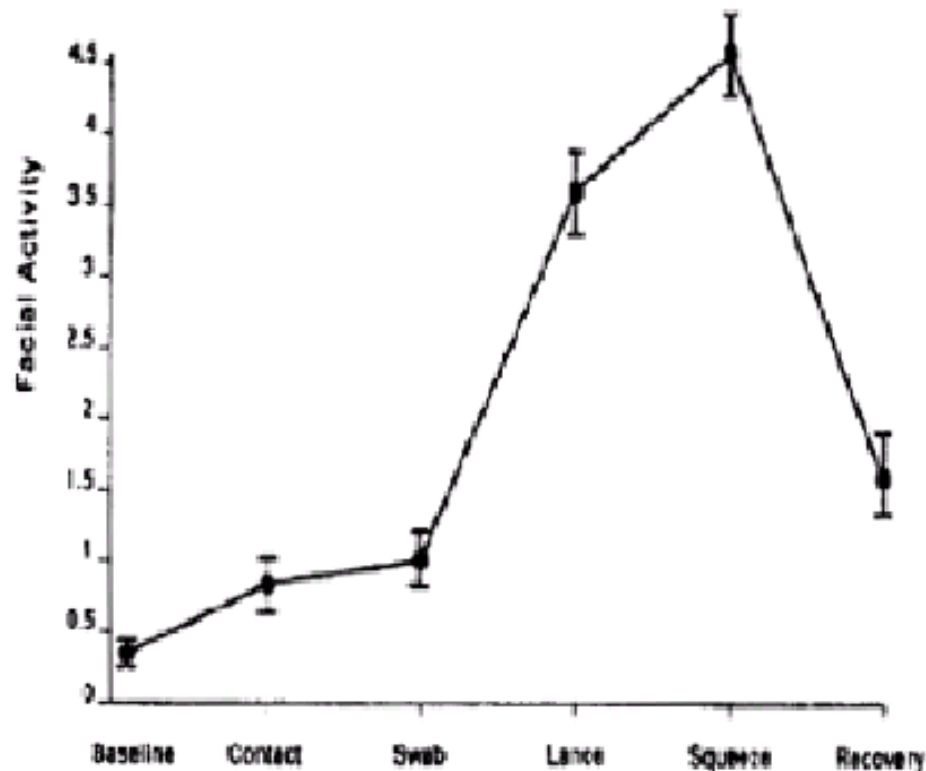
# Activité faciale et douleur

*Grunau et al. Pain 1998;76: 277-86*

Nouveau-nés de 32 semaines PC. Prélèvements à la lancette .

Activité faciale

Fréquence cardiaque



# Indicateurs comportementaux

- activité faciale +++
- pleurs (caractéristiques acoustiques associées à l'intensité de la douleur provoquée chez le nouveau-né à terme)
- mouvements du tronc et des membres (réponses plus faibles chez les prématurés par comparaison à des nouveau-nés à terme)
- association de plusieurs signes

# Validation des échelles comportementales

	Échelle	Population, période d'étude	Critères
McGrath et al. 1985	CHEOPS	1 - 6 ans (n = 30), circoncisions, 60 min postop	+ experts
Broadman et al. 1988	O.P.S.	13 - 18 ans (n = 34), chirurgie de surface, 60 min postop	+ autoévaluations
Beyer et al. 1990	CHEOPS	3 - 7 ans (n = 25), chirurgie de surface, 36 heures postop	- autoévaluations
Tarbell et al. 1992	T.P.P.P.S.	1 - 6 ans (n = 74), hernies inguinales, 30 min postop	+ parents
Tyler et al. 1993	CHEOPS Observer	6 mois - 12 ans (n = 43), chir. de surface, plusieurs heures	+ experts et autoévaluations

# Validation des échelles comportementales

	Échelle	Population, période d'étude	Critères
Krechel et al. 1995	C.R.I.E.S. O.P.S.	nnés (n = 24), chirurgie de surface, 24 à 72 heures postop	+ experts et scores entre eux
Schade et al. 1996	R.I.P.S. CHEOPS modifié AMIEL TISON modifié.	nnés - 3 ans (n = 391), chir. de surface, 6 heures postop	+ experts et scores entre eux
Buchholz et al. 1998	AMIEL TISON modifié	nnés (n = 40), chirurgie de surface, 2 heures postop	+ experts
Van Dijk et al. 2000	COMFORT	nnés - 3 ans (n = 158), chir. viscérale et thoracique, 9 heures postop	+ experts
Buttner et Finke 2000	CHIPPS (5 items issus des échelles précédentes)	nnés - 5 ans (n = 584), chir. de surface, 1-2 heures postop	+ experts et autoévaluations

# Extension d'AMM en pédiatrie

nné	paracétamol
nné	morphine
6 mois	ibuprofène
	acide niflumique
	ketoprofene
12 mois	codéine
18 mois	nalbuphine
4 ans	tramadol
	MEOPA

Évaluation et prise en charge de la douleur aiguë en ambulatoire chez l'enfant de 1 mois à 15 ans. HAS Mars 2000

# Palier I en chirurgie mineure

Paracétamol	AINS
efficacité limitée à la posologie de 15 mg/kg x 4	efficacité supérieure (?)
parfaite innocuité	effets secondaires gastrointestinaux, hémostasie primaire

# Malformations orthopédiques – Pieds Botd

## Varus Equin

- plus fréquente des malformation du pied 1/500 naissances
- urgence fonctionnelle
- chirurgie corrective à l'âge de 1 à 2 ans - premiers pas
- caudale : injection unique n'améliore pas les scores de douleur et ne diminue pas la consommation d'opiacé sur les 8 premières heures postopératoires (Black et al Am J Orthop 2003)
- bloc sciatique poplité : analgésie > 8 h en injection unique (Tobias et al J Pediatr Orthop 1999)
- cathéter sciatique poplité (Dadure et al Anesth Analg 2003)

# Chirurgie urologique basse

- caudale : clonidine ou fentanyl prolongent la durée du bloc jusqu'à 150 min, mais recours antalgique avant la 2<sup>e</sup> heure postopératoire chez 90 % des patients (Constant et al. 1998)
- cathéter épidural : analgésie d'excellente qualité pendant 48 h, douleur absente à modérée chez 76 à 85 % des patients (Lejus et al 2001, Jilly et al 2002)
- analgésie systémique : morphine > tramadol sur les 6 premières heures postopératoires (Habre et al, dossier AMM)

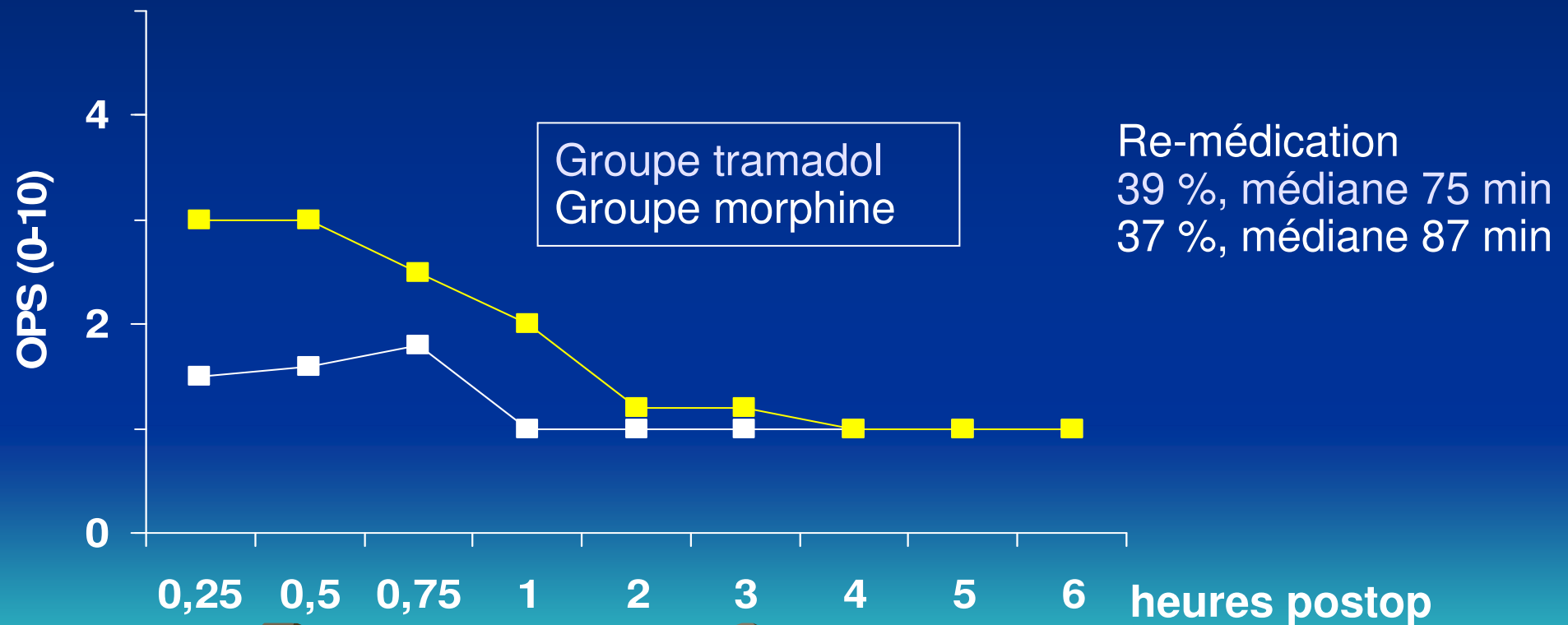


# Tramadol vs morphine après chir abdominale ou urologique

*Habre et al. Congrès de l'IASP 2002*

150 enfants âgés de 2 à 9 ans

tramadol injectable dose titrée 1 à 2 mg/kg vs morphine titrée 0,1 à 0,2 mg/kg



# Chirurgie majeure

- ex : thoracotomie, chirurgie digestive haute, chirurgie orthopédique lourde ...
- ALR avec cathéter de réinjection
- morphine intrathécale
- morphine systémique PCA ou NCA
- adjuvants : AINS seul ou AINS + paracétamol (Sutters et al. Am J Orthop 1999)

# Analgesie continue par cathéter épidural

- AL de longue durée d'action : bupivacaine ou ropivacaine (hors AMM)
- faible concentration : 0.1%
- perfusion continue : 0.2 mg(ml)/kg/h  
+ bolus patient 0.1 mg(ml)/kg (PR 30 min)
- ne pas dépasser 0.4 mg/kg/h ne  
pas dépasser 0.25 mg/kg/h avant l'âge de 1 an
- adjuvants :
  - sufentanil 0.5 µg/ml
  - morphine 10-20 µg/ml
  - clonidine 0.5-1 µg/ml

# Morphine intrathécale

- 5 à 10  $\mu\text{g/kg}$
- chirurgie cardiaque, thoracique ou orthopédique majeure de durée supérieure à 2 heures
- âge > 5-6 ans pour relais optimal PCA
- SSPI ou USI pendant les 24 premières heures

# Morphine systémique

- métabolisme hépatique : activité UDP glucuronyl transferase comparable à l'adulte à partir de l'âge de 3 mois. (Olkola KT, et al. Clin Pharmacokinet 1995)
- perfusion continue : 20 µg/kg/h +  
bolus infirmier 20 µg/kg, PR 30 min
- 1/2 dose avant 3 mois
- PCA chez l'enfant de plus de 6 ans (bolus  
20 - 40 µg/kg, PR 6 min)

# Surveillance morphine systémique

- personnel formé (soins intensifs sauf PCA)
- médecin joignable à toute heure
- paramètres vitaux
- échelle de sédation
- FR et signes d'obstruction des voies aériennes sup

âge	0-1 an	1-3 ans	3-5 ans	adulte
FR limite	20	15	12	10

somnolence excessive est le premier signe de surdosage

# Morphine PCA

- information et préparation du patient dès la consultation pré-anesthésique
- seul l'enfant à le droit d'actionner le bouton-poussoir
- traitement morphinique antérieur = perfusion continue (conversion oral/iv = 3/1)
- protocoles de traitement des effets secondaires

# Traitement des effets secondaires

	fréquence	traitement
bradypnée		naloxone : bolus de 2 à 5 µg/kg, perfusion d'entretien ++
prurit	10-20 %	naloxone : bolus de 1 µg/kg renouvelable entretien 0.5 – 1 µg/kg/h
rétenction U.	(25 %)	naloxone : bolus de 1 µg/kg renouvelable prévention = sonde vésicale
nausées vomissements	30-50 %	ondansetron : 50-100µg/kg, renouvelable droperidol : 20 µg/kg, renouvelable prévention = dexaméthasone 0.5 mg/kg, droperidol dans la PCA (50 µg par mg de morphine)
constipation	100 %	prévention = accélérateur de transit (lansoyl®, forlax®) dès les 1° jours de traitement

Lloyd Thomas et al. Paediatr Anaesth 1995



# Conclusion

## Optimisation de l'analgésie postopératoire

- protocoles de traitement adaptés au niveau local de surveillance
- prise en charge proactive et multimodale associant antalgiques classiques et antihyperalgésiques
- évaluation systématique de la DPO et implémentation immédiate du traitement en cas d'accès douloureux

effort continu d'organisation et de formation des équipes de soins

# Myélinisation

- Incomplète à la naissance:
  - Débute au cours du 3<sup>ème</sup> trimestre (33-44 semaines)
  - Rapide jusqu'à 6 mois à 3 ans (phrénique, vague, nerf périphérique)
  - Plus lente jusqu'à l'adolescence (fonctions supérieures)
- Influence l'effet des ALs  
(Benzon et col, Br J Anaesth; 1988;61:

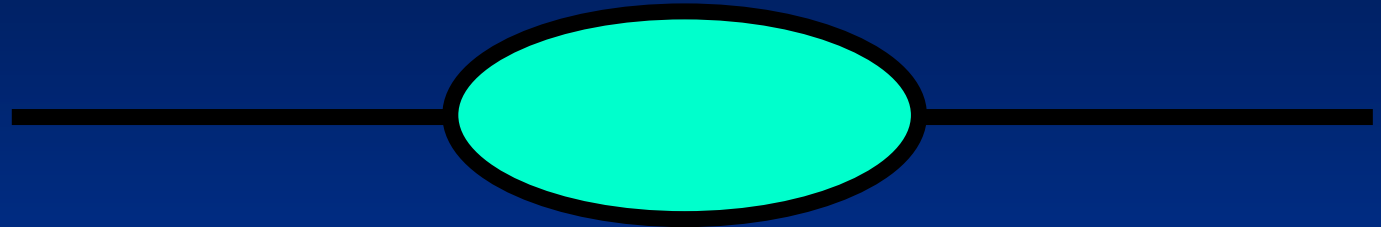
754-60\$) → **Solutions**  
**peu concentrées chez l'enfant**

Fixed dose, independent of age or body size

Infant nerve

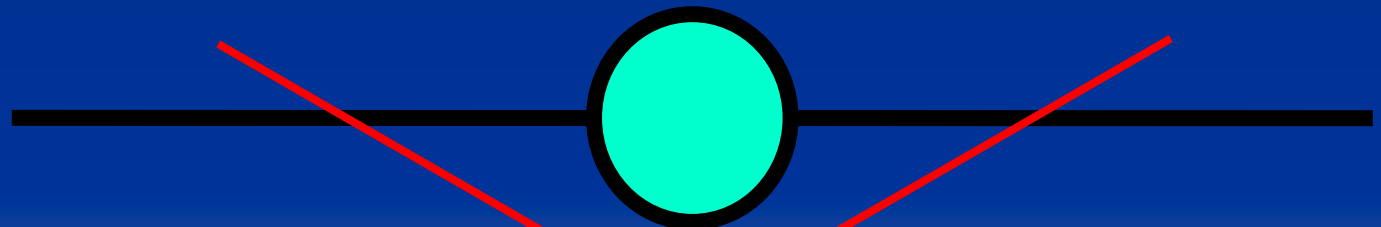


Adult nerve

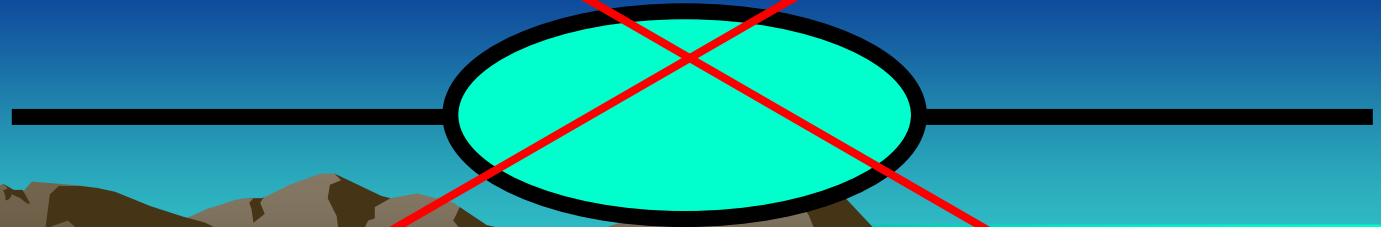


Weight-scaled dosing (constant mg/ml)

Infant nerve



Adult nerve



# Les principaux blocs chez l'enfant

- Blocs centraux
  - Rachianesthésie (anesthésiques locaux, morphine)
  - Caudale
  - Péridurale
- Blocs périphériques
  - Ilio-inguino-hypogastrique
  - Pénien
  - Ilio-fascial
  - Plus rares: pudendal, axillaire, sciatique.

# Monitorage pédiatrique

# L'électrocardiogramme



- Diagnostic d'un trouble du rythme
- Détection injection IV d'une solution adrénalinée d'AL



- Diagnostic d'un bas débit coronaire

Mais aucune information sur la perfusion tissulaire...

# L'oxymétrie de pouls

2 informations

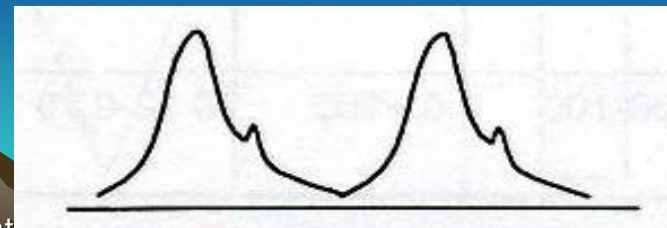
$$\frac{hbO_2}{hbO_2 + hb}$$

saturation

95%

pulsatilité

Plethysmographie



# L'oxymétrie de pouls : les limites

Pas de surveillance fiable  
de l'hyperoxie

Anémie < 5 g/dl

Dyshémoglobine

*Methb : sous estimation*

*HbCO : surestimation*

Colorants

Injection bleu méthylène, indocyanine, indigo carmin: sous estimation

Méconium, henné : sous estimation

Bilirubine : influence si hémolyse++ (hbCO)

Diminution de la perfusion périphérique

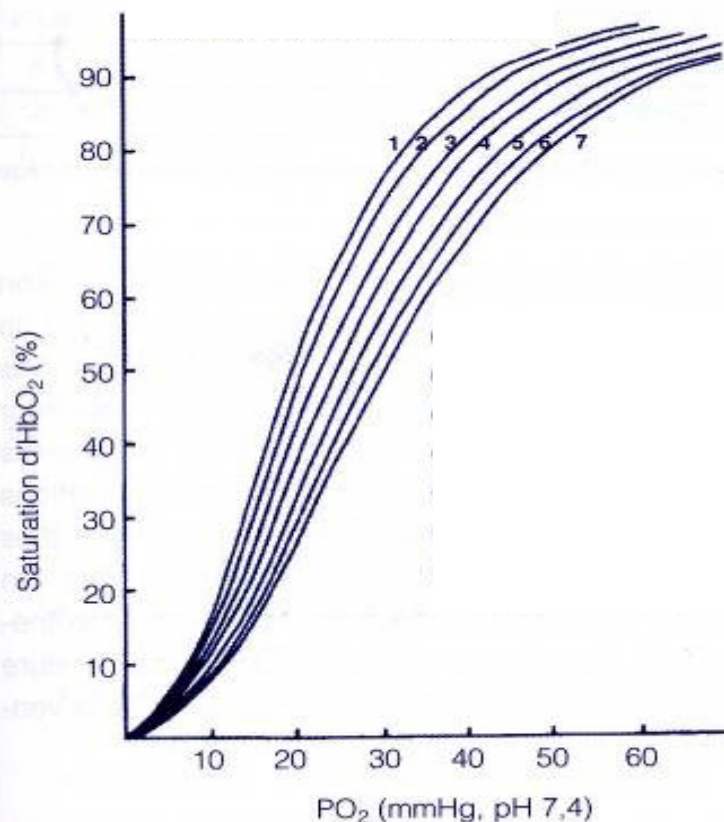
Hypothermie, vasoconstriction : sous estimation

Pulsions veineuses importantes

IT : sous estimation

Hb anormale

Hb köln



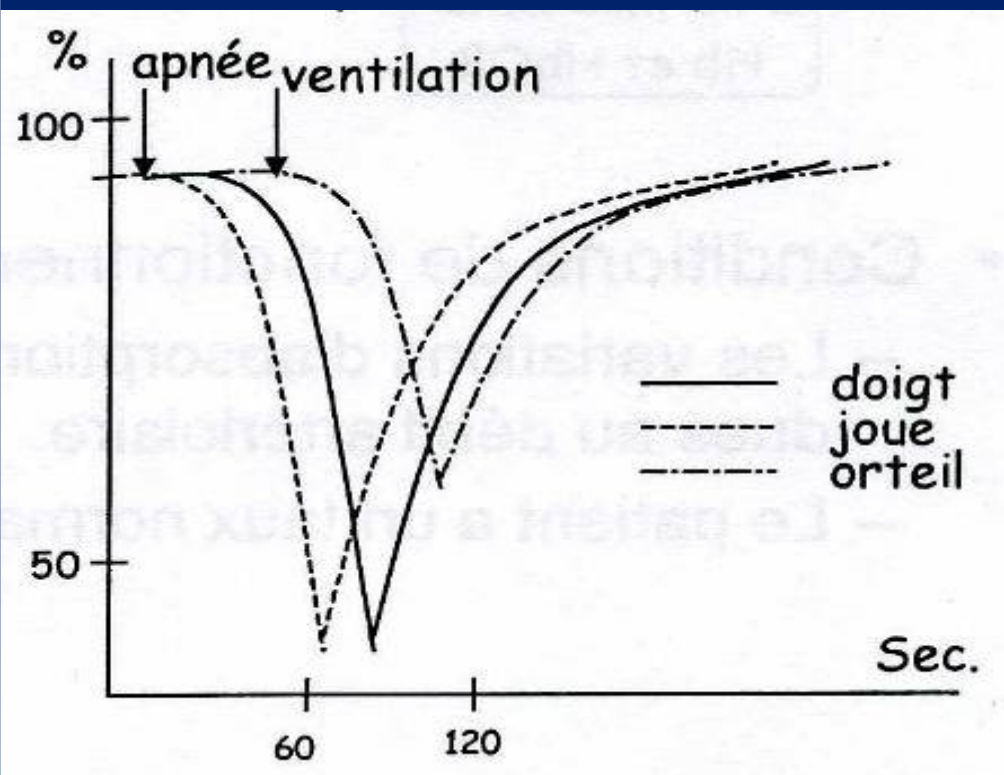
Mauvais monitoring pour  
L'hypoventilation si adjonction d'O2

Prof Oreste battisti



# L'oxymétrie de pouls les limites techniques

## Le site de mesure



*Reynolds, Anesth Analg 1993*

## le matériel

### Délai de réponse

Nellcor N-200

Baisse de SpO<sub>2</sub> -4%, 54 ± 34 "

*Trivedi, J clin Anesth 1997*

### Artéfacts

Mouvements, bistouri électrique,  
lumière, mauvais positionnement

spO <sub>2</sub>	>90%	80-90%	<80%
biais	0.5%	1.9%	5.8%

# La capnographie

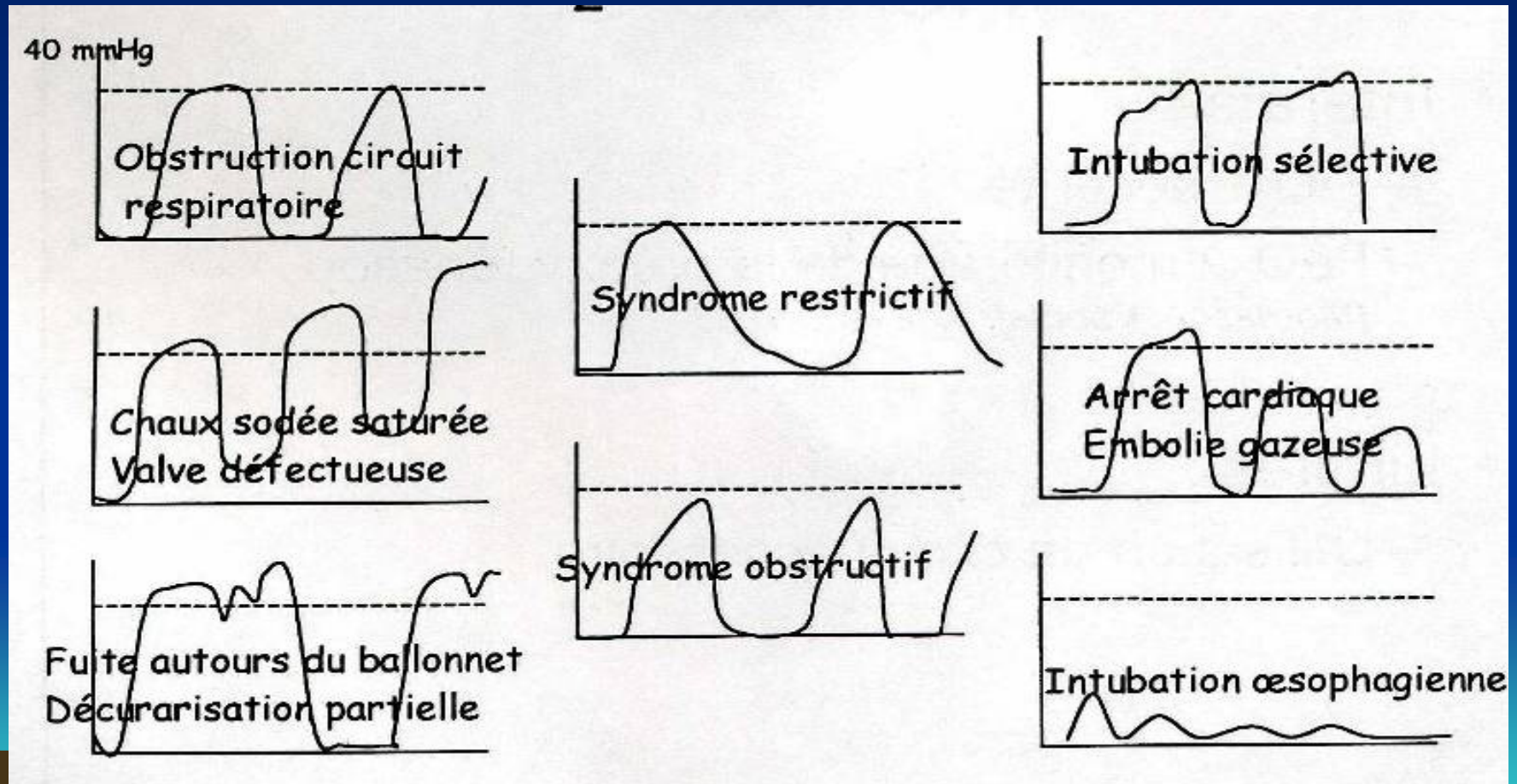
## Les intérêts

- Confirmation perméabilité de l'airway en VS ou sous ML
- Vérification du positionnement de la sonde d'intubation
- Monitorage respiratoire
  - bronchospasme, intubation sélective...
  - dysfonctionnement de l'équipement
    - débranchement, saturation chaux sodée, dysfonction de valve*
  - espace mort
- Monitorage hémodynamique
  - bas débit, ACR

# La capnographie

- Objectif : estimation de la  $\text{PaCO}_2$
- Gradient  $\text{PaCO}_2\text{-EtCo}_2$  : 0-5 mmHg  
augmente avec l'espace mort  
dépend du site de mesure  
augmente pour des  $\text{FR} > 30 \text{ min}$
- débit aspiratifs élevés  $> 150 \text{ ml/min}$
- site de prélèvement proximal

# Quelques exemples

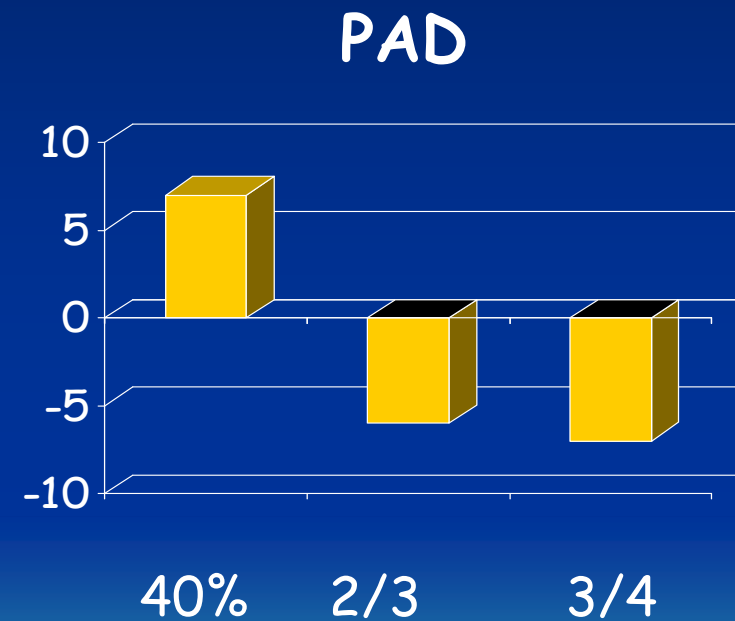
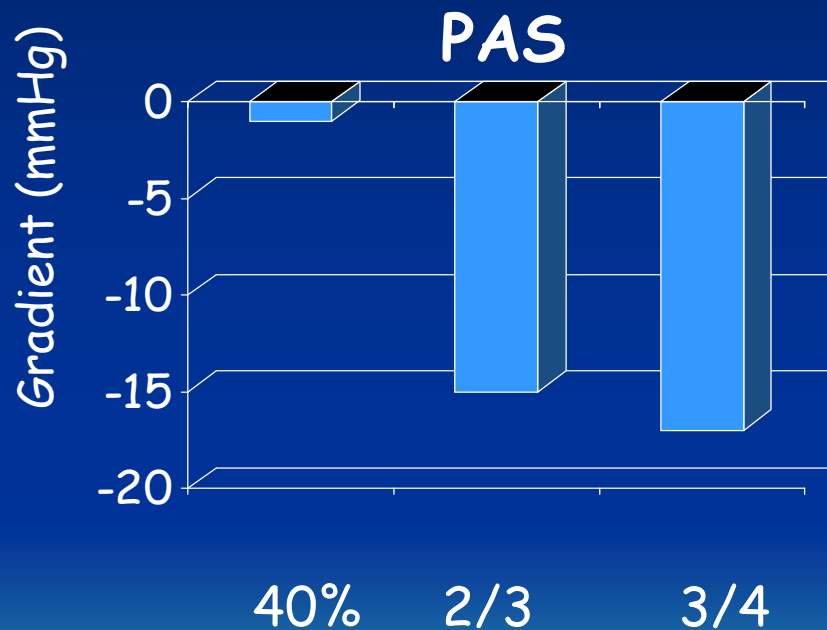


# Monitorage de la PCO<sub>2</sub> transcutanée

- mesure électrochimique de la PtcO<sub>2</sub> et PtcCO<sub>2</sub>
- Surestimation habituelle de la PaCO<sub>2</sub>
- Risque potentiel de brûlures
- délai de réponse ++
- Intérêt en VS ou en cas de ventilation à haute fréquence
- limites : hypothermie, vasoconstriction, œdème, agents vasoactifs

# Monitorage non invasif de la pression artérielle

- taille du brassard = 40% de la circonférence du bras



*Clark, pediatrics 2002*

- sous estimation des valeurs de PA au membre inf  
- 10 mmHg < 4 ans

Prof Oreste battisti

*Short, Paediatric Anaesthesia 2000*

# Monitoring de la température

## Prévention de l'hypothermie+++

A 22°C, un NRS inconscient perd 1 °C / 10 min

Site de mesure	écart de température
oesophage	$0.1 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$
tympan	$0.8 \pm 1^{\circ}\text{C}$
rectum	$0.7 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$
vessie	$0.9 \pm 1.4^{\circ}\text{C}$
Creux axillaire	$1.3 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$

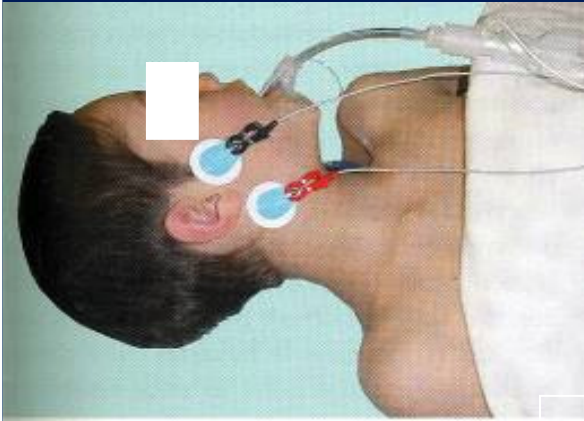
*Température de référence mesurée dans l'AP*

*Robinson, J pediatr 1998*

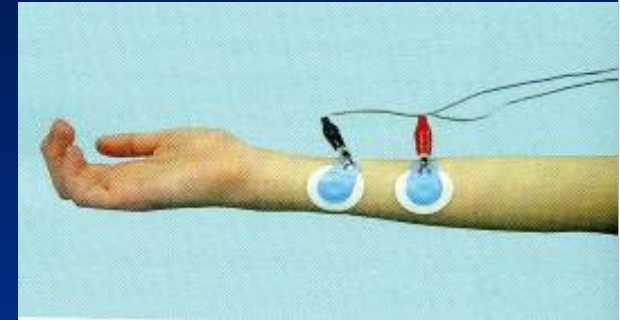


# Le monitoring de la curarisation

L'évaluation visuelle surestime la récupération du bloc  
Accélérographie +++



Intubation



Entretien  
Réveil

Récupération clinique incomplète  
possible malgré une décurarisation  
électrique complète

## Critères cliniques de décurarisation

Absence de balancement thoraco-abdominal en VS

Ouverture des yeux

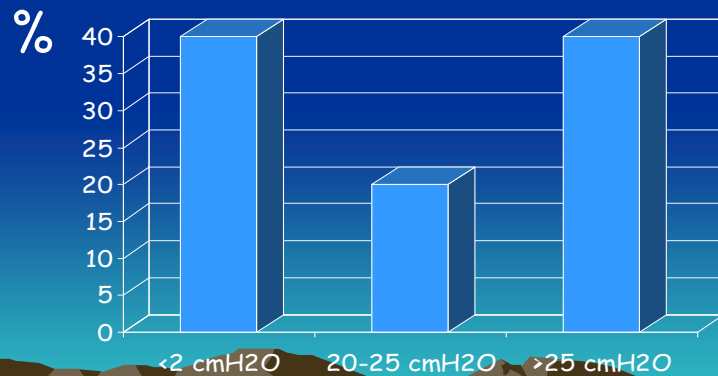
Déglutition

Possibilité de tirer la langue (grand enfant) ou  
de soulever les membres inf (NRS)

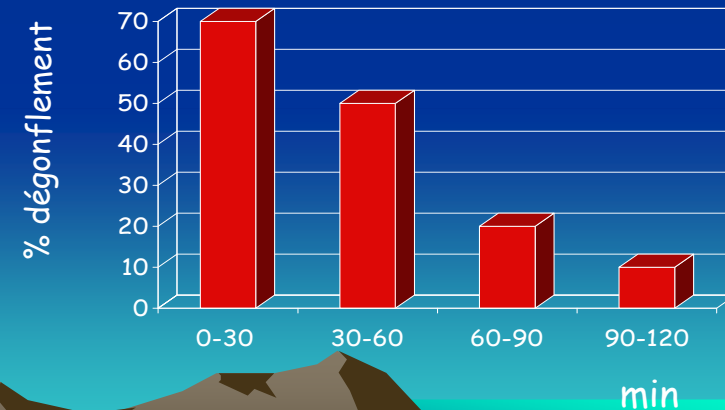


# Monitoring des pressions du ballonnet

- Indispensable si mise en place d'une sonde à ballonnet
- N2O+++
- Objectif :  $P < 25 \text{ cm H}_2\text{O}$



Pression initiale



min

# Monitoring invasif de la pression artérielle

- indications en anesthésie :  
interventions à risque hémorragique, utilisation d'agents vasoactifs
- Site de ponction : radial > fémoral  
CI++ abord huméral  
test d'Allen
- diamètre du KT < 7/10 de celui de l'artère



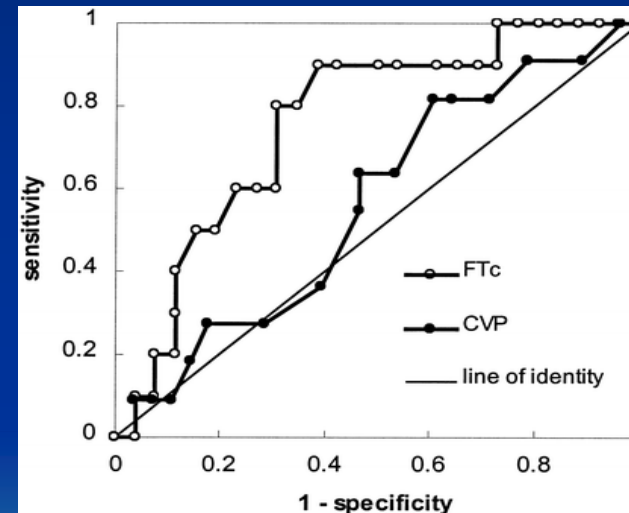
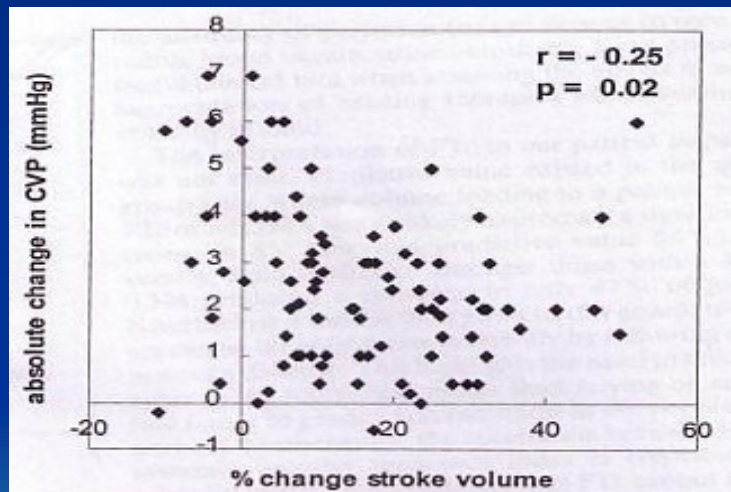
Poids	< 3 kg	10-20 kg	> 20 kg
Taille	24 G	2F, 2 cm 22 G	3F, 4 cm 20 G
perfusion	1 ml/h	2 ml/h	3 ml/h

Sérum physiologique hépariné (0.5-1 UI/ml)

Prof Oreste battisti

# Monitorage de la volémie

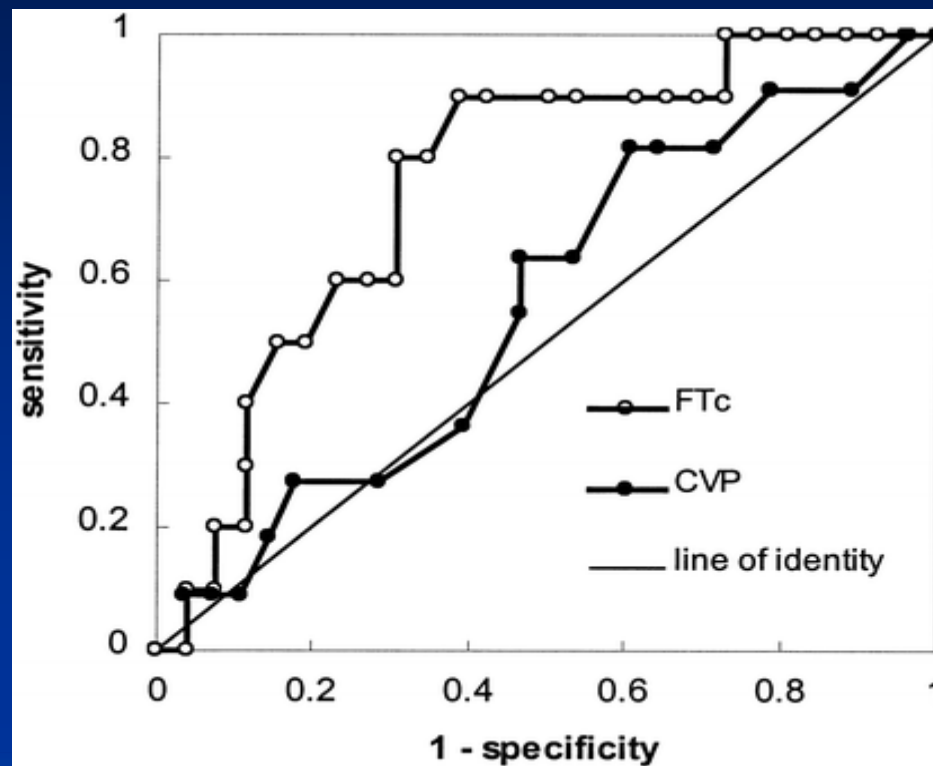
- variabilité de la pression pulsée non validée chez l'enfant
- PVC ?



*Tibby, intensive care medicine 2001*

Aucun indice prédictif de la réponse à l'expansion volémique  
n'est validé chez l'enfant

Prof Oreste battisti



# Monitorage du débit cardiaque au bloc

- Swan Ganz

méthode de référence

MAIS difficile à mettre en place chez le NRS et le petit enfant

interprétation délicate (variations liées à l'âge)

- PICCO

grande variabilité des données / thermodilution

*Mahajan, Anesth Analg 2003*

- Echographie cardiaque transoesophagienne

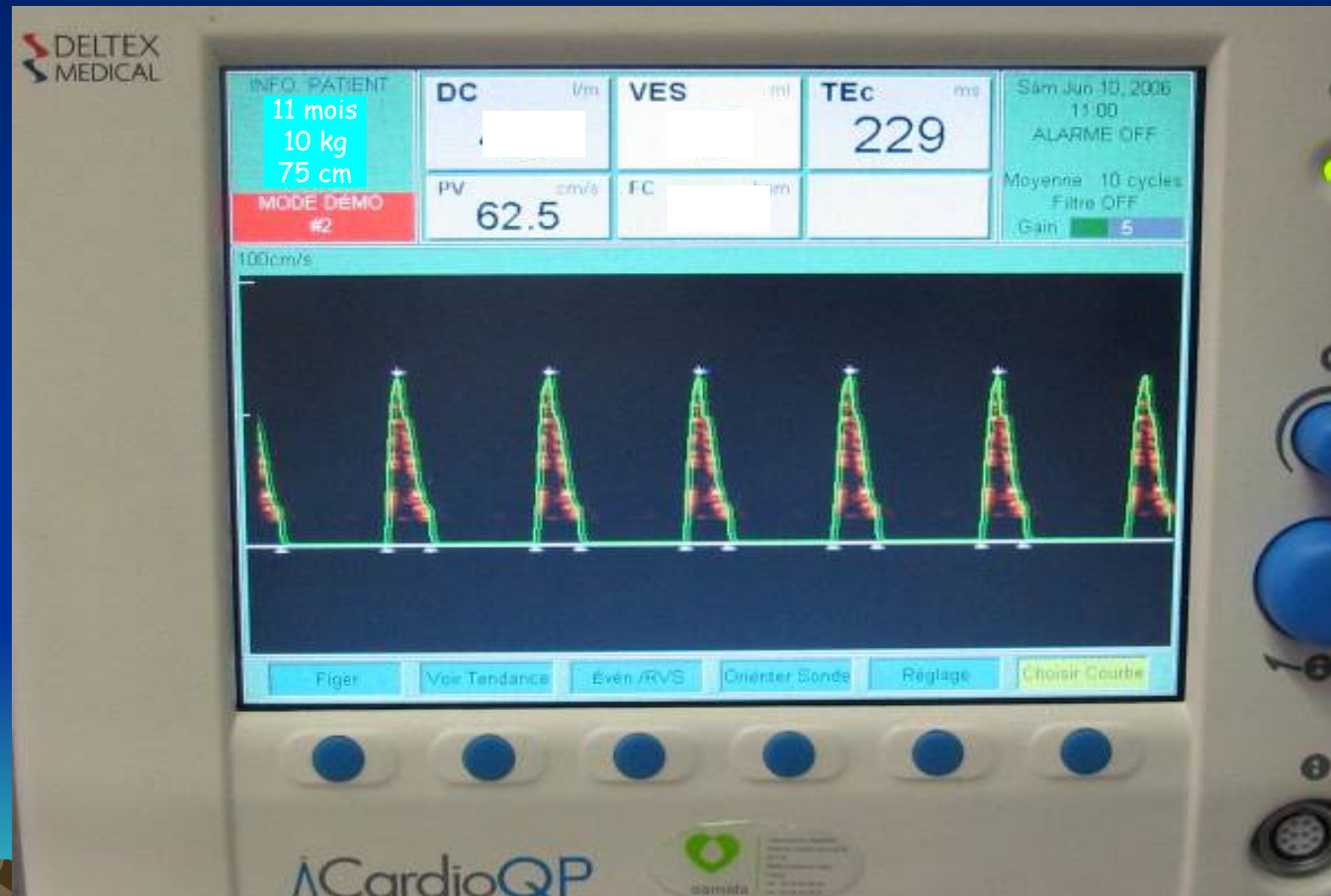
analyse de la contractilité, du remplissage, présence et sens des shunts

MAIS nécessite formation spécifique+++

- Doppler oesophagien +++

# Doppler oesophagien

Monitoring non invasif, apprentissage facile





# L'électrocardiogramme

## les particularités liées à l'âge

Purday, Can J Anaesth, 1994.

	FC (min <sup>-1</sup> )	Axe (°)	PR (sec.)	QRS (sec.)	Dérivations précordiales	Ondes T
<b>Nouveau-né</b>	110-160	+30/+180	0.07-0.14	0.05	VD dominant	Microvoltées V1 V2 nég.
<b>1 sem-1 mois</b>	105-180	+65/+165	0.07-0.14	0.05	R en V1 V2	Macrovoltées V1 V2 nég.
<b>1-6 mois</b>	105-185	+10/+110	0.07-0.15	0.05	R en V1	V1 V2 nég.
<b>6 mois-3 ans</b>	90-165	+5/+105	0.07-0.16	0.055	R/S <1 en V1 R en V6	V1 V2 nég.
<b>3-8 ans</b>	65-140	+5/+130	0.09-0.18	0.07	~ adulte	V1 nég.
<b>8-16 ans</b>	60-120	0/+90	0.09-0.18	0.07	Adulte	positives
<b>Adulte</b>	60-100	0/+100	0.12-0.20	0.08	Adulte	positives

# Choix d'une canule de guedel chez l'enfant





# Place de l'aide inspiratoire ?

## 20 enfants 1-7 ans, masque laryngé

### VS-AI (10 cm H<sub>2</sub>O, PEP : 3 cmH<sub>2</sub>O) vs VS-PEP (3 cmH<sub>2</sub>O)

*Von Goedecke, Anesth Analg 2005*

**Table 2**

**Table 2.** Hemodynamic and Respiratory Characteristics During Pressure Support Ventilation (PSV) and Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)

			P value
Heart rate (min <sup>-1</sup> )	117 ± 19	117 ± 21	NS
Mean arterial blood pressure (mm Hg)	64 ± 9	64 ± 9	NS
End-tidal sevoflurane (%)	2 ± 0.2	2 ± 0.2	NS
Fraction of inspired oxygen (%)	0.36 ± 0.04	0.36 ± 0.05	NS
Axillary skin temperature (°C)	36.4 ± 0.3	36.5 ± 0.4	NS
Oxygen saturation (%)	98.9 ± 0.6	98.8 ± 0.9	NS
End-tidal carbon dioxide (mm Hg)	46 ± 6	52 ± 7	<0.001
Respiratory rate (min <sup>-1</sup> )	24 ± 6	30 ± 6	<0.001
Expired tidal volume (mL)	179 ± 50	129 ± 44	<0.001
Peak airway pressure (cm H <sub>2</sub> O)	12.4 ± 0.9	5.2 ± 0.7	<0.001
Work of breathing patient (J L <sup>-1</sup> )	0.54 ± 0.54	0.95 ± 0.72	<0.04
Pressure time product (cm H <sub>2</sub> O s <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> )	94 ± 88	150 ± 90	<0.001
Δ Pressure esophagus (cm H <sub>2</sub> O)	10.6 ± 7.4	14.1 ± 8.9	<0.04
Inspiratory time fraction (%)	29 ± 3	34 ± 5	<0.001
Respiratory drive (cm H <sub>2</sub> O)	4.1 ± 3.6	5.1 ± 4.5	NS

Data are mean ± SD or numbers.  
NS = not significant.

**Table 2.** Hemodynamic and Respiratory Characteristics During Pressure Support Ventilation (PSV) and Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)  
From: von Goedecke: Anesth Analg, Volume 100(2).February 2005.357-360

# Influence du DGF sur le Vt en l'absence d'interruption du DGF en phase inspiratoire

*Moynihan, paediatr Anaesth 1992*

DGF	1,5 l/mn	3 l/mn	6 l/mn
<b>VM (l/mn)</b>			
NRS	2,12 $\pm$ 0,18	2,42 $\pm$ 0,23	2,93 $\pm$ 0,34
Enfant	5,02 $\pm$ 0,33	5,36 $\pm$ 0,33	6,07 $\pm$ 0,36
<b>PI (cmH2O)</b>			
NRS	20,3 $\pm$ 1,2	23,1 $\pm$ 1,1	27,8 $\pm$ 1,3
Enfant	17,8 $\pm$ 0,5	19,4 $\pm$ 0,4	22,2 $\pm$ 0,5
<b>EtCO2 (mmHg)</b>			
NRS	42,1 $\pm$ 2,4	37,4 $\pm$ 1,5	31,2 $\pm$ 1,3
Enfant	38,9 $\pm$ 2	36,9 $\pm$ 1,6	33,1 $\pm$ 1,8

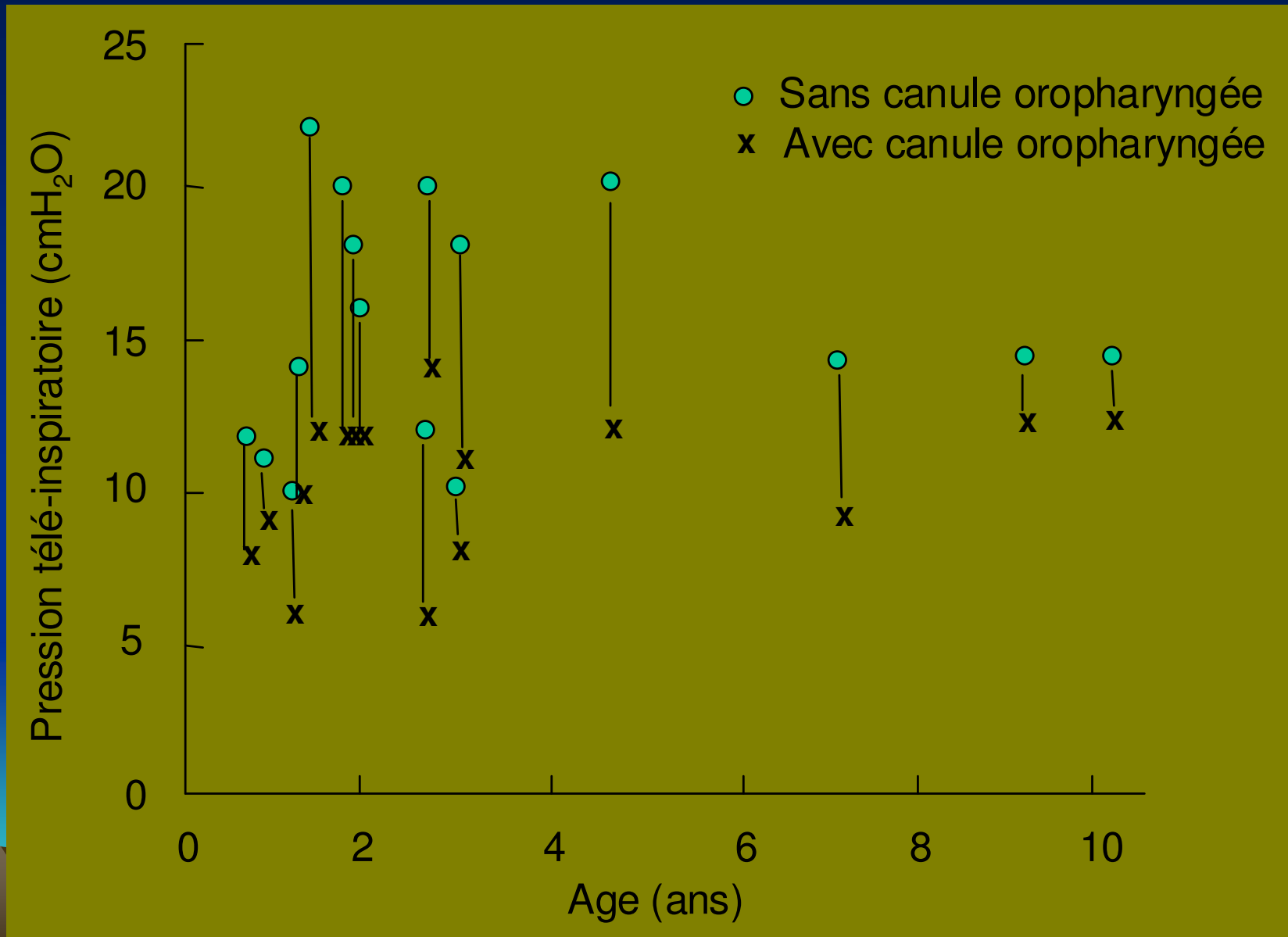
Ajustement des réglages si modifications du DGF

Prof Oreste battisti

# Gestion standard des VAS

- Masque facial
- Sonde d'intubation trachéale
- Masque laryngé

# Anesthésie au masque facial : Intérêt de la canule oro-pharyngée



# Intubation nasale : de moins en moins d'indications

- Avantages : fixation de la sonde et cavité buccale libre
- Inconvénients :
  - Stress hémodynamique
  - temps d'intubation
  - Saignements et traumatismes (30 à 80%)

# Pour ou contre les sondes à ballonnet ?

## Contre

- ↓ diamètre sonde
- Inutilité car l'étanchéité se fait au niveau du cartilage cricoïde
- ↑ augmentation des complications respiratoires à l'extubation

## Pour

- ↓ le risque d'inhalation
- ↓ les ré-intubations et donc ↓ du risque d'œdème sous-glottique
- ↓ la pollution et ↓ le coût des anesthésiques volatils

# Risque de complications laryngées ?

- Pas de risque supplémentaire lié à l'existence d'un ballonnet
  - En anesthésie : Koka 1977
  - En pré-hospitalier: Meyer Paediatr Anaesth 2000
  - En réanimation pédiatrique. Deakers J Pediatr 1994
- Etude contrôlée randomisée de Khine (*Anesthesiology* 1997)

**Pas d'augmentation de l'incidence des complications respiratoires postopératoires (1.2 vs 1.3%)**



## ***Comparison of Cuffed and Uncuffed Endotracheal Tubes in Young Children during General Anesthesia***

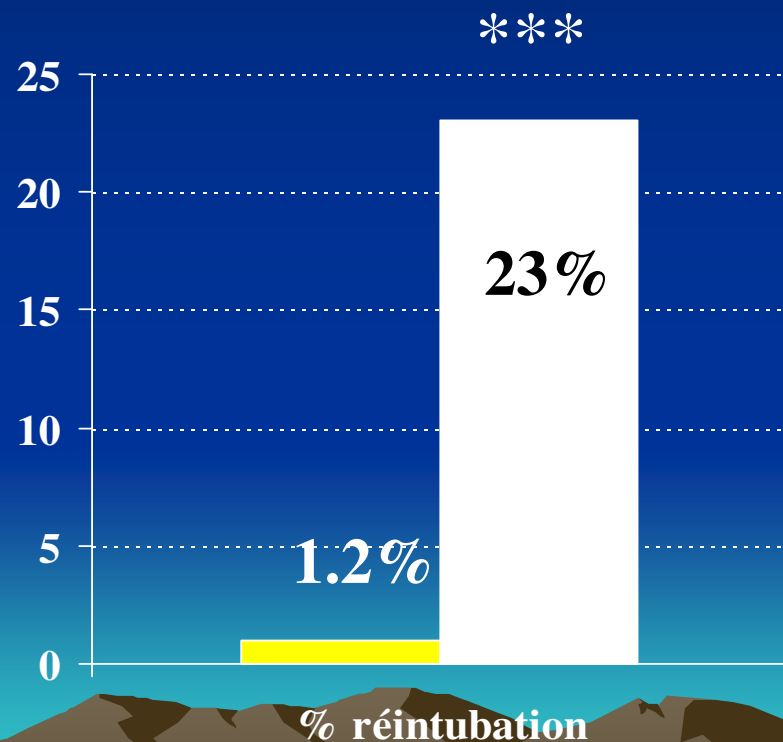
Henry H. Khine, M.D.,\* David H. Corddry, M.D.,† Robert G. Kettrick, M.D.,‡ Thalia M. Martin, M.D.,§  
John J. McCloskey, M.D.,§ John B. Rose, M.D.,§ Mary C. Theroux, M.D.,§ Michael Zagnoev, M.B., B.Ch.||

- 488 nouveau-nés et enfants < 8 ans intubés après randomisation avec une sonde avec ou sans ballonnet
- Taille (mm diamètre interne) si âge > 2 ans
  - avec ballonnet :  $(\text{âge}/4) + 3$
  - sans ballonnet :  $(\text{âge}/4) + 4$

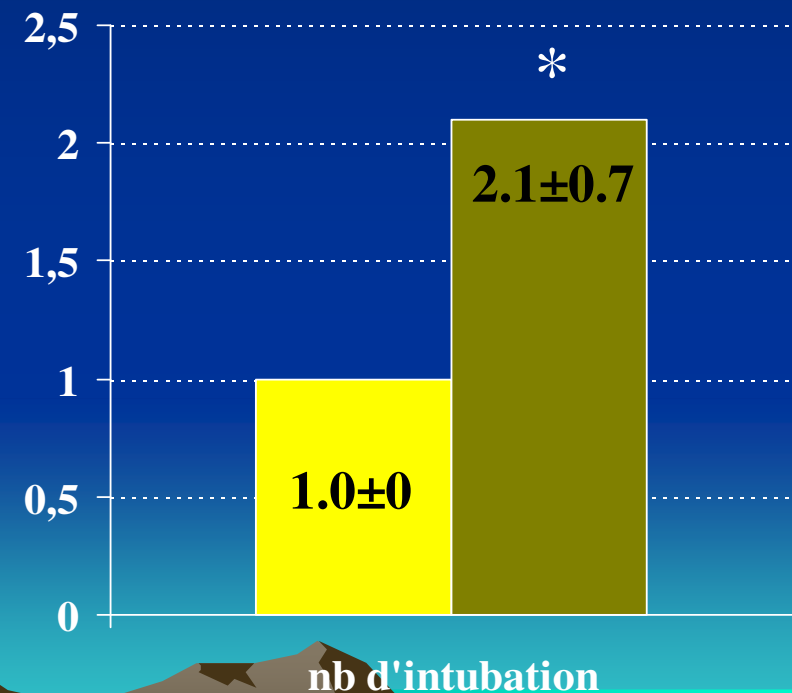


# La présence d'un ballonnet diminue l'incidence des réintubations

- Sonde à ballonnet
- Sonde sans ballonnet



*Khine et al 1997*



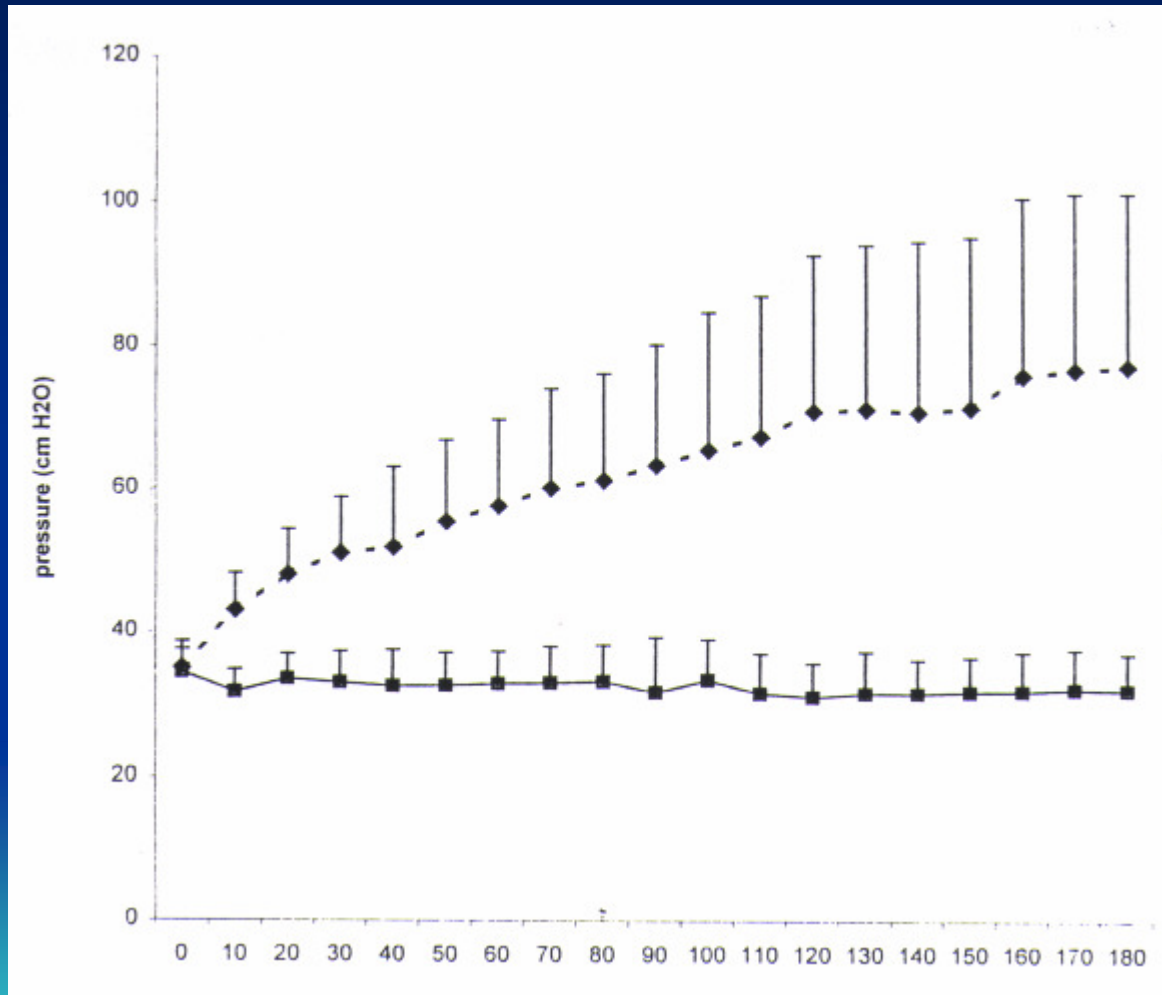
*Fine et al 2000*

Prof Oreste battisti

# Le problème du N<sub>2</sub>O

- Augmentation progressive du volume (et donc de la pression) du ballonnet gonflé à l'air en raison de la diffusion du N<sub>2</sub>O
- 2 solutions
  - Monitorage de la pression du ballonnet
  - Gonflage avec un mélange O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>O

# Nitrous oxide increases endotracheal cuff pressure and the incidence of tracheal lesions in anesthetized patients (*TU. HN, Anesth Analg 1999*)



◆ Ballonnet gonflé à l'air

■ Ballonnet gonflé au mélange air-N<sub>2</sub>O

temps (min)



Prof Oreste battisti

# Masque laryngé

## Avantages

- NON agressif
- Diminution des résistances
- MAC insertion ML < MAC IOT
- Mains libres

## Inconvénients

- Ne protège pas de l'inhalation
- Déplacements secondaires
- Nécessite vigilance
- Complications diminuent  
3 avec l'expérience

Taille	1	1.5	2	2.5	3
Poids	3-5	5-10	10-20	20-30	30-50

# Traitement de l'œdème sous glottique

## “Corticoïdes”

*Skolnik AJDC 1989*

Source	nb	Etude	Equivalent mg/kg Dexaméthasone	Effet	
Martensson 1960	288	P	0.05-0.07		+
Novik 1960	208	P	< 0.05	-	
Sussman 1964	8	P	< 0.1	-	
Eden 1964	47	P	0.18	-	
Eden 1967	50	P	0.1	-	
Ross 1969	263	R	< 0.05	-	
Skowron 1966	200	P	0.4-0.5	±	
James 1969	88	P	0.4-0.9	+	
Leipzig 1979	30	P	0.3	+	
Muhlendahl 1982	349	P	0.5	+	
Koren 1983	78	P	0.6	-	
Kuusela 1988	72	P	0.6	+	
Postma 1984	43	R	0.5	+	

**Dexaméthasone**  
**Soludécadron®**  
**0.3 mg / kg**

**Méthyl-prednisolone**  
**Solu-Médrol®**  
**1.5 mg/kg**

# Traitement de l'œdème sous glottique Racemic Epinephrine vs L-Epinephrine

*Waisman, Pediatrics 1992*

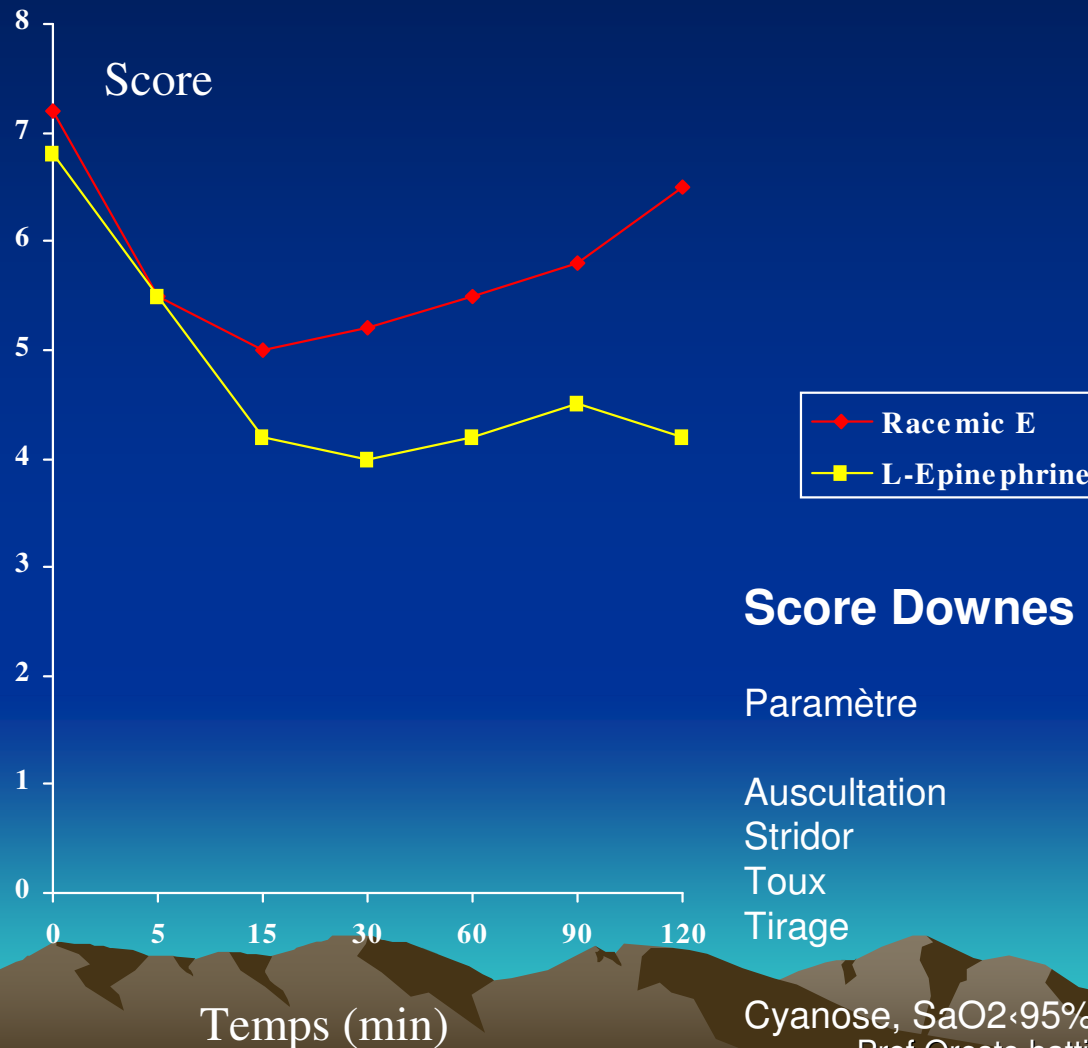
31 Enfants 6 m- 6 ans

Score >6

0.5 ml 2.25% Racemic Epi

5 ml L-Epi 1:1000

**5 mg adrénaline**



## Score Downes and Raphaely

Paramètre	0	1	2
Auscultation	N	rhonchi	freinage
Stridor	0	insp	insp + exp
Toux	0	+	aboyante
Tirage	0	suprasternal	suprasternal + intercostal
Cyanose, SaO <sub>2</sub> <95%	0	à l'air	sous Flo <sub>2</sub> = 40%

Prof Oreste battisti

271

# Intubation difficile

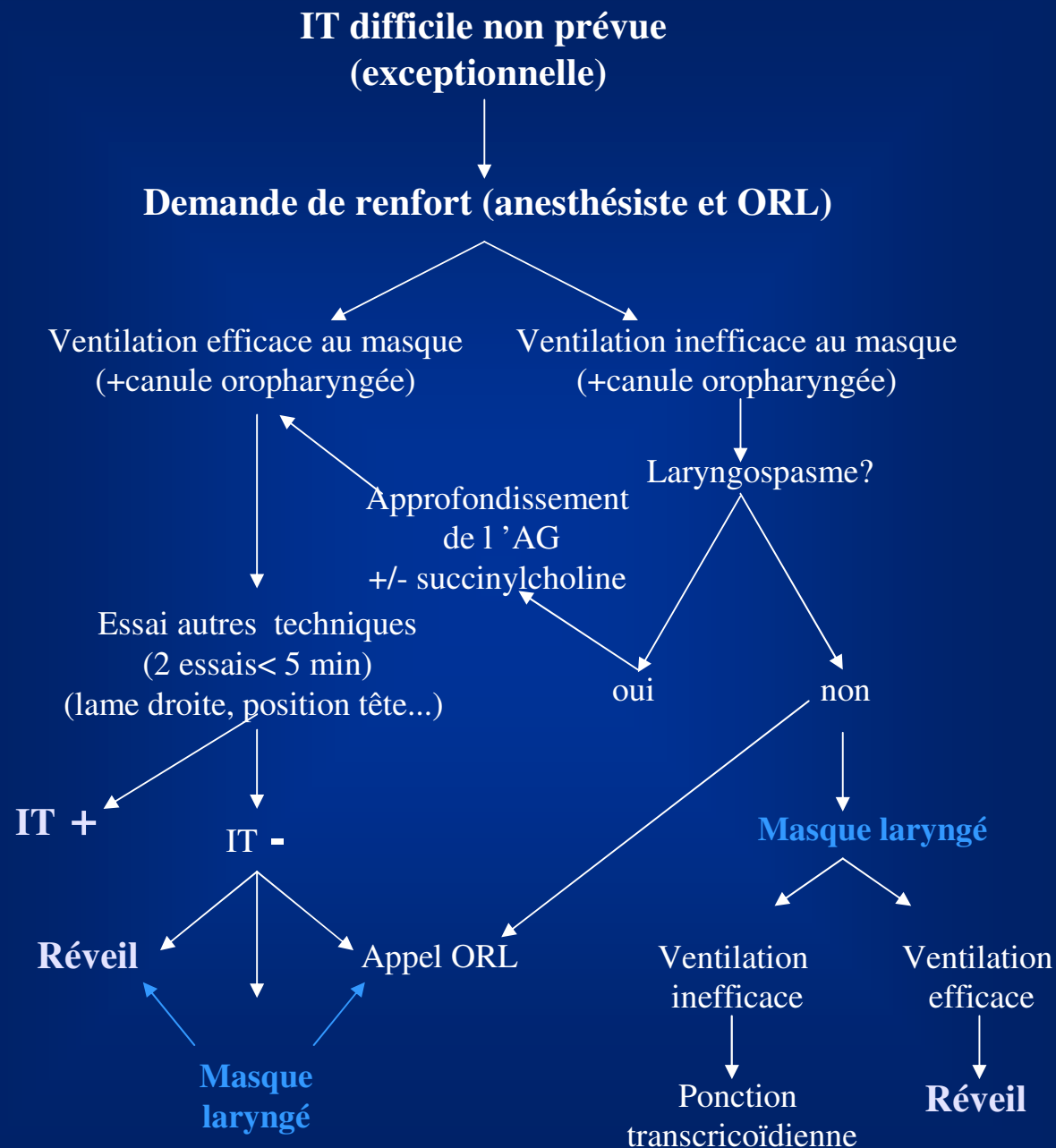
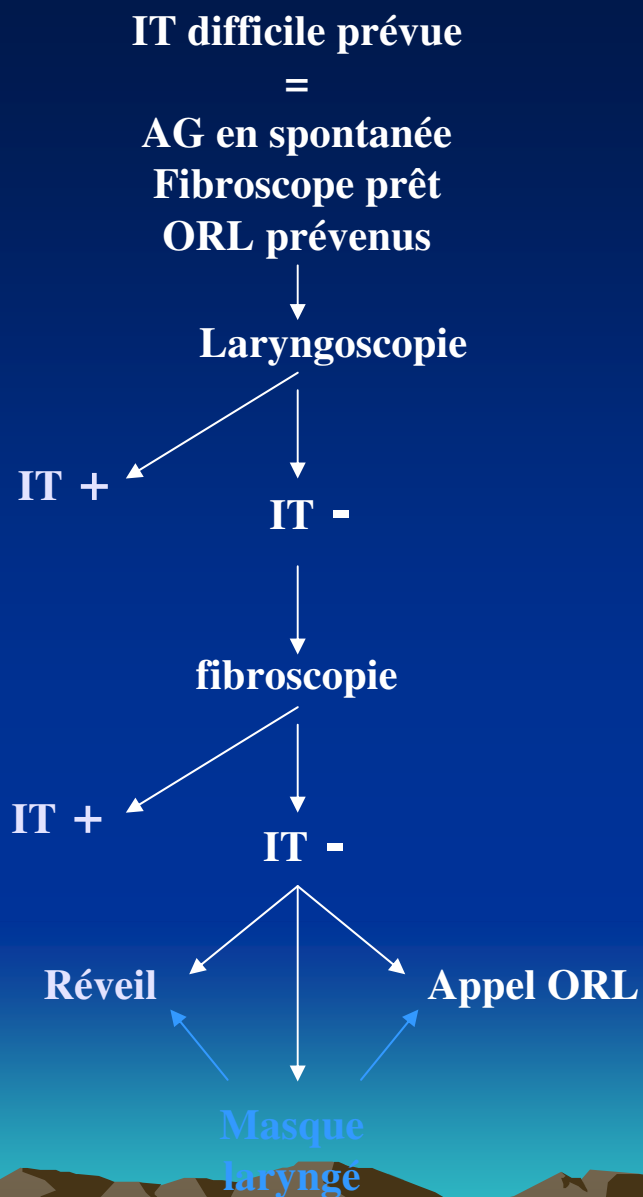
- Systématiquement évoquée dans certaines pathologies : Pierre-Robin, sd de Goldenhar, nanisme, mucopolysaccharidoses, trisomie 21, arthrogrypose, ankylose temporo-mandibulaire.....
- La validité des critères prédictifs n'est pas établie chez l'enfant
- L'intubation difficile non prévue est exceptionnelle chez l'enfant.



# INTUBATION DIFFICILE

## quelques principes ...

- Ne pas s'acharner sur une intubation difficile au risque d'aggraver une situation jusqu'à un point de non retour → hors urgence, réveiller l'enfant
- Privilégier le maintien de la ventilation spontanée
- Avoir présent à l'esprit un algorithme décisionnel personnel
- Prévoir des conditions de sécurité pour le patient en terme de monitoring et de compétences additionnelles et de répartition des tâches



# Intubation difficile : intérêt du masque laryngé ...

- Le masque laryngé permet de temporiser et de stabiliser les situations difficiles, par exemple dans le contexte pédiatrique de faire appel à un chirurgien ORL à compétence pédiatrique
- Intérêt en néonatalogie (*Gandini et al, AA, 1999*)