

CONTROLE DE LA VENTILATION

Physiologie respiratoire

IFMK. Septembre 2012

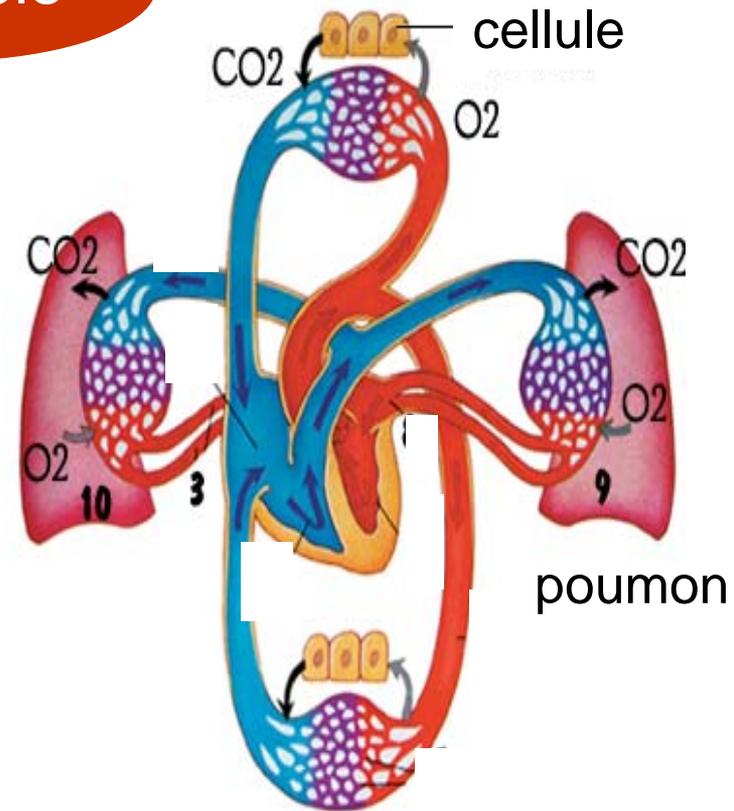
Dr. M. VIPREY

DEFINITIONS

Contrôle

4 étapes :

- Ventilation pulmonaire : mouvements d'air entre l'atmosphère et l'alvéole (Convection)
 - Mécanique ventilatoire
 - Ventilation alvéolaire
- Diffusion : passage des gaz de l'alvéole au capillaire pulmonaire (Diffusion)
- Circulation sanguine : transport des gaz des capillaires pulmonaires aux capillaires tissulaires (Convection)
- Diffusion : échanges des gaz entre le capillaire tissulaire et la cellule (Diffusion)



Ventilation ≠ Respiration

PLAN

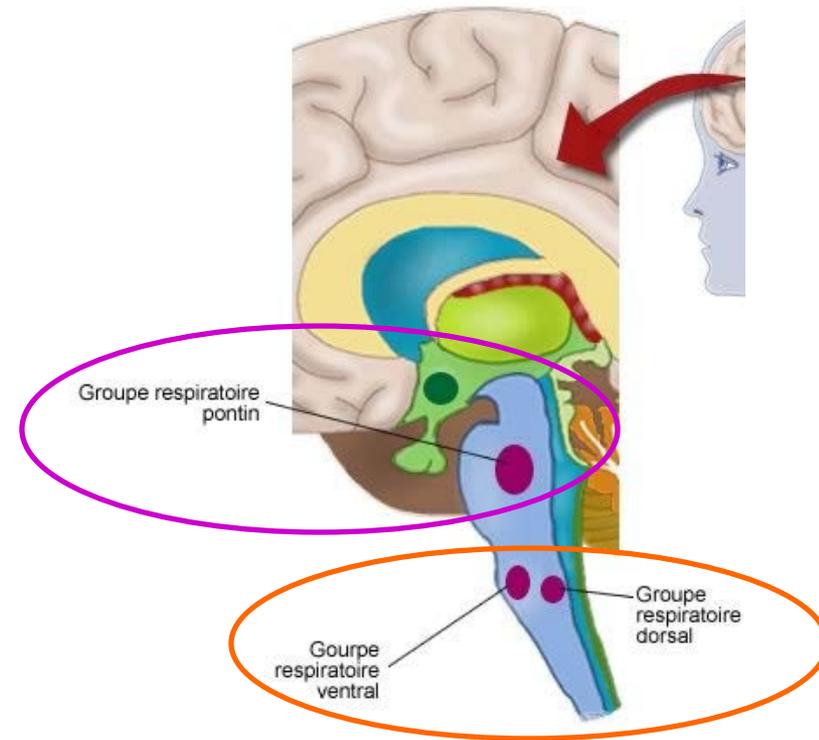
- Automatisation ventilatoire
 - Centres respiratoires
- Contrôle de la ventilation
 - Boucle de rétro-contrôle
 - Contrôle cérébral
 - Contrôle chimique
 - Contrôle non chimique

AUTOMATISME VENTILATOIRE

- Ventilation = phénomène automatique, rythmique, permanent
- Rythme automatique :
 - Déclenché par le tronc cérébral (centres respiratoires)
 - Modulé par :
 - Mécanismes conscients (SNC)
 - Régulation neuro-végétative (thalamus et tronc cérébral)
- Boucle de contrôle :
 - Stimulus
 - Récepteurs périphériques
 - Centres respiratoires du tronc cérébral
 - Système effecteur (muscles respiratoires)

AUTOMATISME VENTILATOIRE

- Centres respiratoires :
 - Bulbe :
 - Groupe respiratoire dorsal
 - Groupe respiratoire ventral
 - Protubérance (pont) :
 - Centre pneumotaxique
 - Centre apneustique

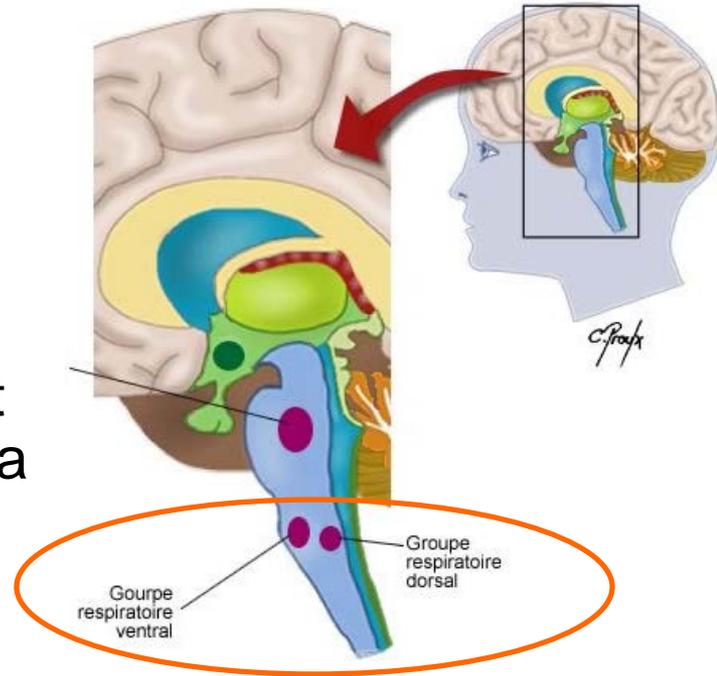


CENTRES RESPIRATOIRES

1. Bulbe

a. Groupe respiratoire dorsal (GRD)

- Intégration des informations périphériques (chémorécepteurs et mécanorécepteurs bronchiques) via nerfs IX et X
- Efférences vers le nerf phrénique (diaphragme) et GRV
- Neurones inspiratoires
- Responsable du rythme ventilatoire de base
 - Stimulation : inspiration (active)
 - Absence de stimulation : expiration (passive)

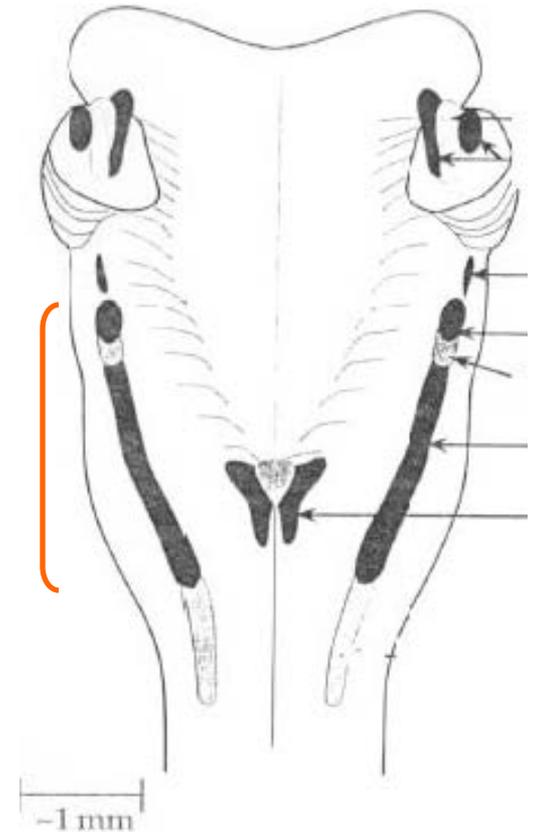


CENTRES RESPIRATOIRES

1. Bulbe

b. Groupe respiratoire ventral (GRV)

- Neurones expiratoires et inspiratoires
- Efférences vers les nerfs des muscles inspiratoires et expiratoires
- Activation lors de l'augmentation de la ventilation (expiration forcée ou exercice)



CENTRES RESPIRATOIRES

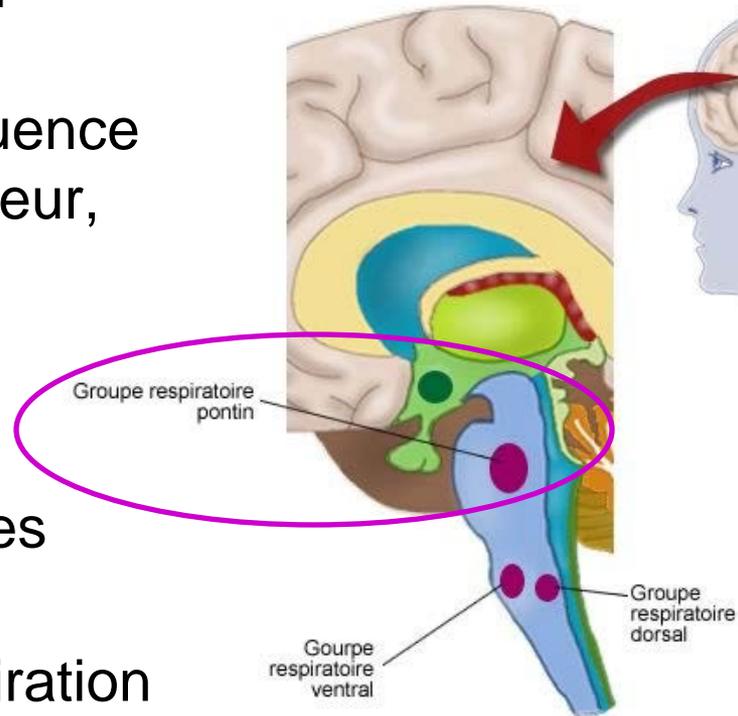
2. Protubérance (pont)

a. Centre pneumotaxique

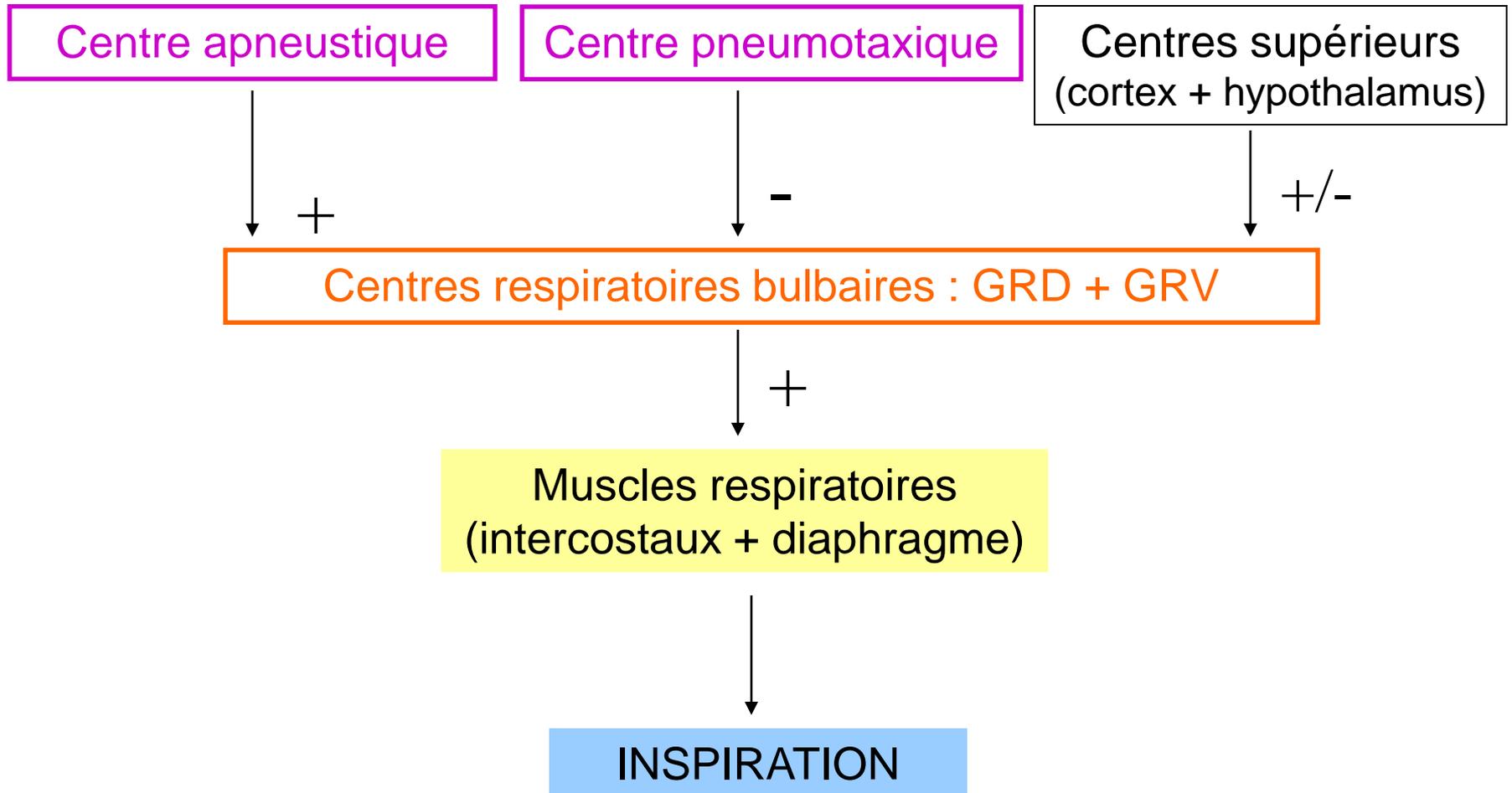
- Adaptation de la ventilation en réponse aux variations de $P_a O_2$, $P_a CO_2$
- ↓ du temps inspiratoire → ↑ fréquence respiratoire (émotion, fièvre, douleur, exercice, parole)

b. Centre apneustique

- Activation des centres inspiratoires bulbaires
- Règle le passage inspiration-expiration



CENTRES RESPIRATOIRES



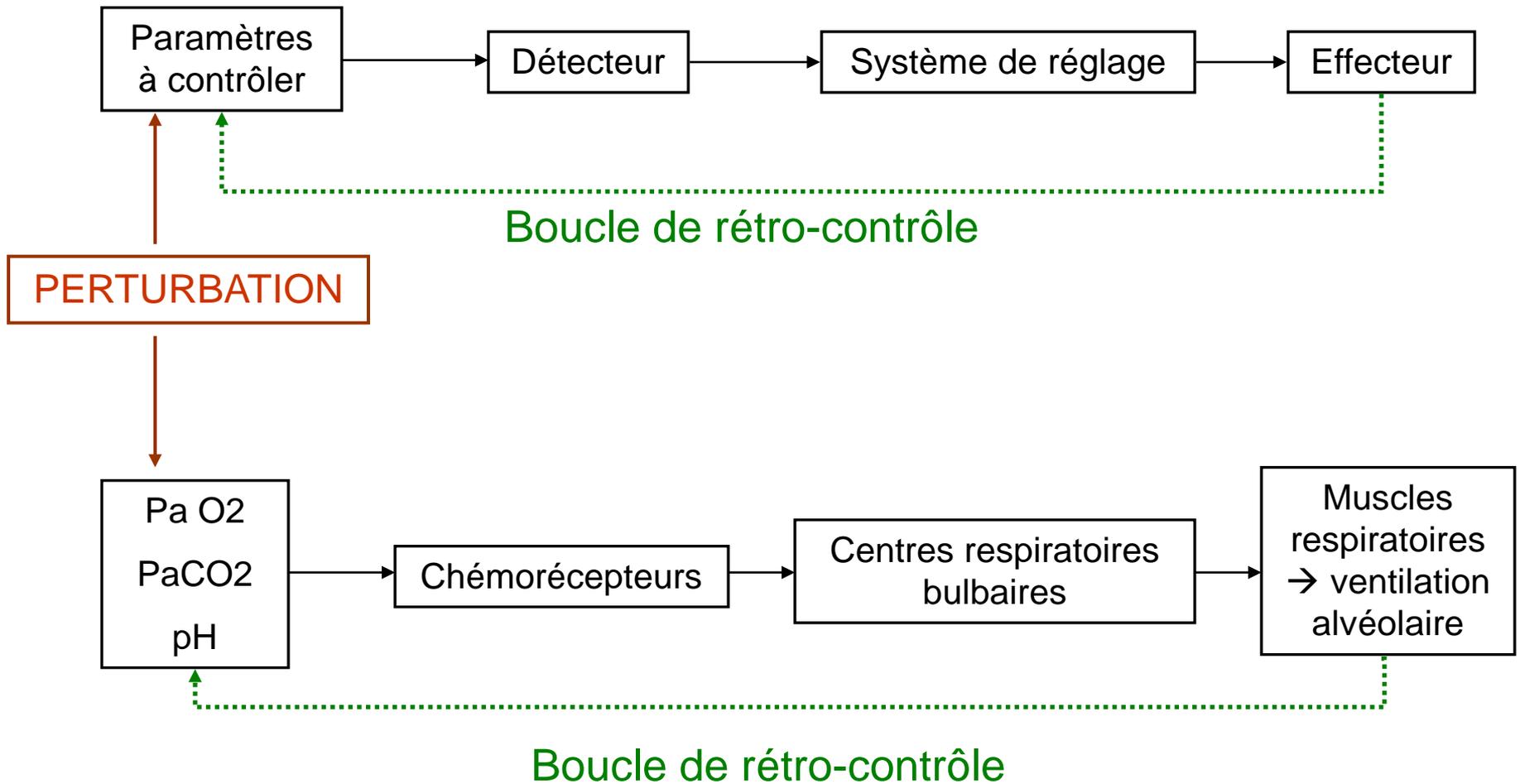
PLAN

- Automatisation ventilatoire
- **Contrôle de la ventilation**
 - Boucle de rétro-contrôle
 - Contrôle cérébral
 - Contrôle chimique
 - Contrôle non chimique

Contrôle de la ventilation

- Adaptation de la ventilation :
 - aux besoins métaboliques (exercice, travail)
 - aux modifications de la composition de l'air ambiant (altitude)
 - aux situations pathologiques (crise d'asthme)
- Boucle de rétro-contrôle négatif

BOUCLE DE RETRO-CONTROLE

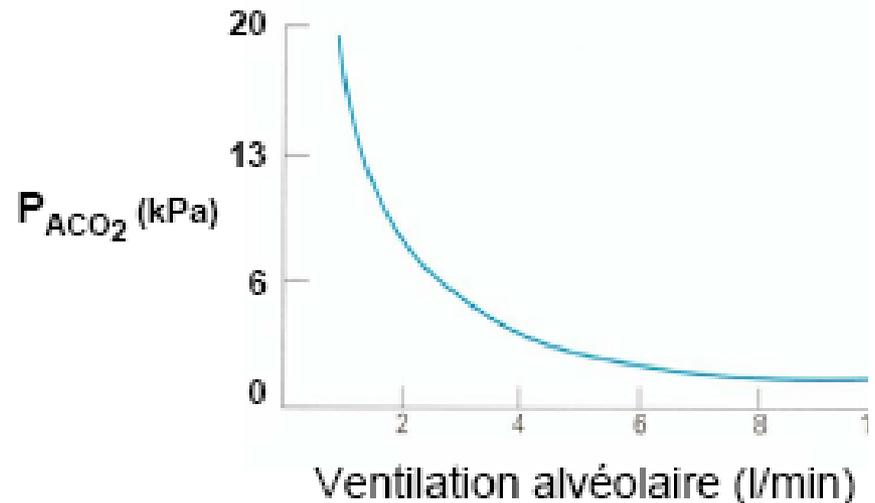
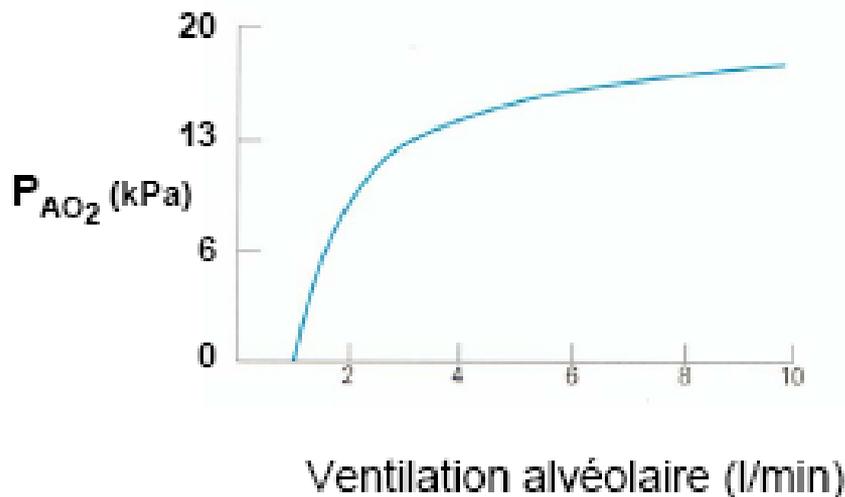


BOUCLE DE RETRO-CONTROLE

Homéostasie : $P_a O_2$ et $P_a CO_2$ doivent rester constantes

→ Variations de la ventilation en réponse aux variations de $P_a O_2$ et $P_a CO_2$, pour corriger ces valeurs :

- Si $P_a O_2 \downarrow$ ou $P_a CO_2 \uparrow$: Hyperventilation ($\uparrow V^{\circ}A$)
- Si $P_a O_2 \uparrow$ ou $P_a CO_2 \downarrow$: Hypoventilation ($\downarrow V^{\circ}A$)



PLAN

- Centres respiratoires
- Contrôle de la ventilation
 - Boucle de rétro-contrôle
 - Contrôle cérébral
 - Contrôle chimique
 - Contrôle non chimique

CONTRÔLE CÉRÉBRAL

- Cortex
 - Volontaire
 - Utilisation de l'appareil respiratoire à des fonctions non respiratoires
 - Toux
 - Parole
 - Déglutition
- Hypothalamus
 - Emotions, chaleur, stress
- Cortex et hypothalamus envoient des efférences vers les centres respiratoires du tronc cérébral pour moduler la ventilation.

PLAN

- Centres respiratoires
- Contrôle de la ventilation
 - Boucle de rétro-contrôle
 - Contrôle cérébral
 - Contrôle chimique
 - Contrôle non chimique

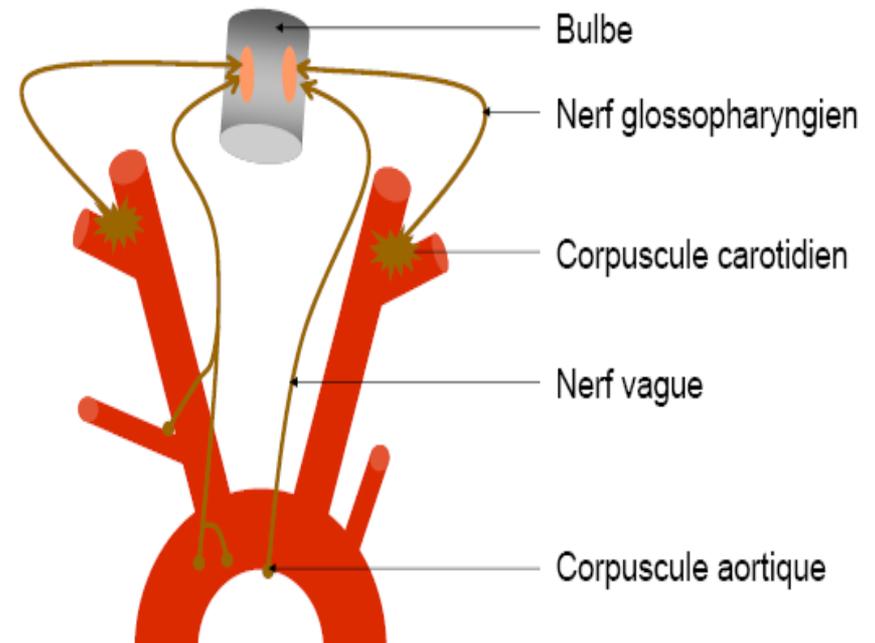
CONTRÔLE CHIMIQUE

- Rôle : maintien de l'homéostasie
 - Pa O₂ > 60 mmHg
 - Pa CO₂ ≈ 40 mmHg
 - pH ≈ 7,40
1. Chémorécepteurs centraux
 2. Chémorécepteurs périphériques

CONTRÔLE CHIMIQUE

1. Chémorécepteurs périphériques

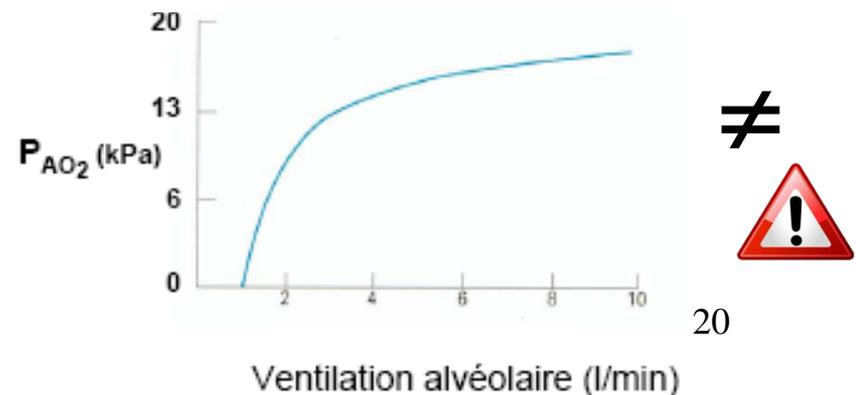
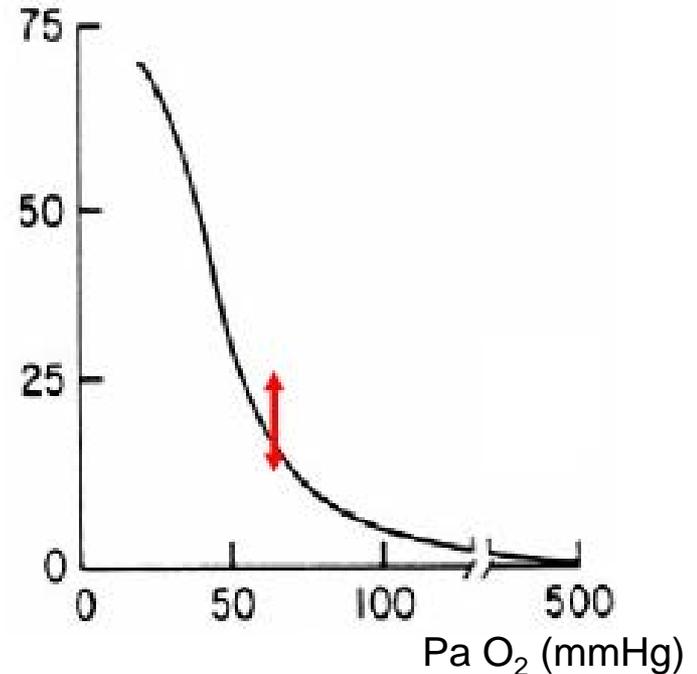
- Dans les glomus carotidiens
- Sensibles aux variations de $P_a O_2$ ++ ($P_a CO_2$ et pH)
- IX → centres bulbaires



CONTRÔLE CHIMIQUE

- La réponse ventilatoire à l'hypoxémie ($\downarrow P_a O_2$) n'est pas linéaire.
- $P_a O_2$ normale = 100 - 150 mmHg (cible : > 60 mmHg)
- Si $P_a O_2 \downarrow$: $\uparrow V^{\circ}A$
- La réponse ventilatoire \uparrow quand $P_a O_2 < 60$ mm Hg

Réponse ventilatoire
(% de la réponse max)



20

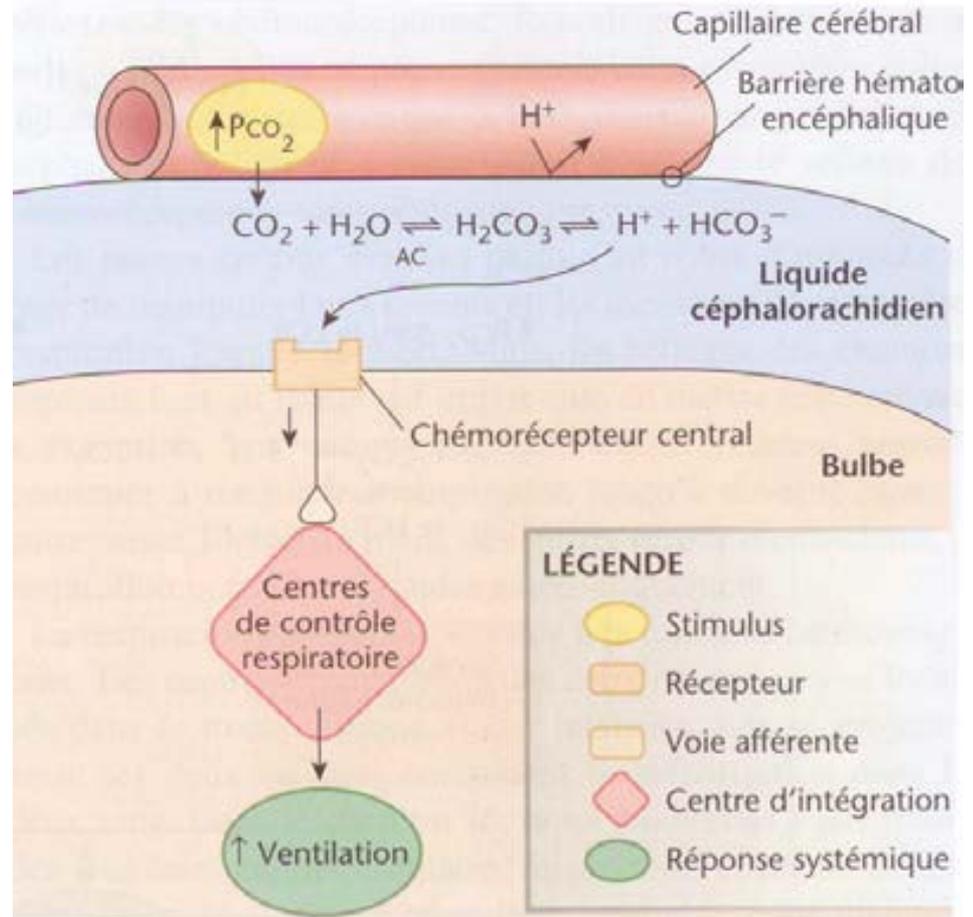
CONTRÔLE CHIMIQUE

2. Chémorécepteurs centraux

- Situés sur la surface ventrale du bulbe au contact du LCR
- Sensibles aux variations de pH donc de la $[H^+]$ dans le LCR (via $P_a CO_2$)
- Insensibles aux variations de $P_a O_2$
- Stimulation des neurones inspiratoires

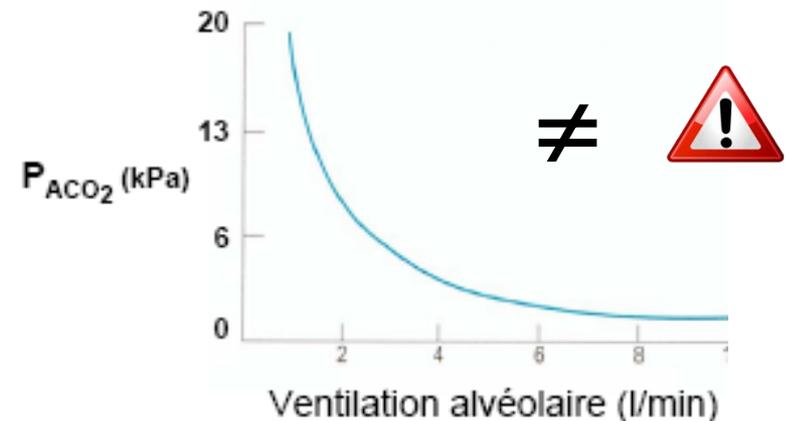
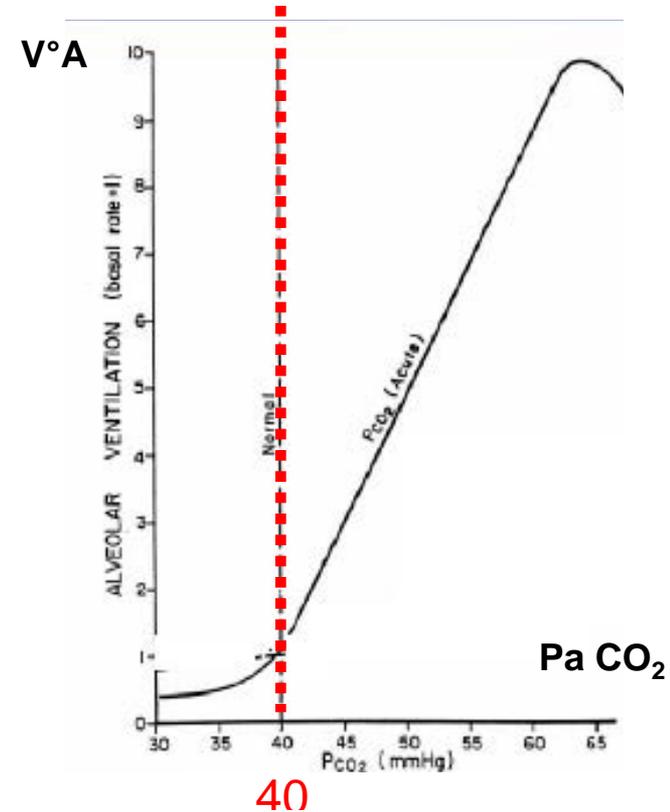
CONTRÔLE CHIMIQUE

- Diffusion du CO_2 du capillaire vers le LCR
- Action de l'anhydrase carbonique :



CONTRÔLE CHIMIQUE

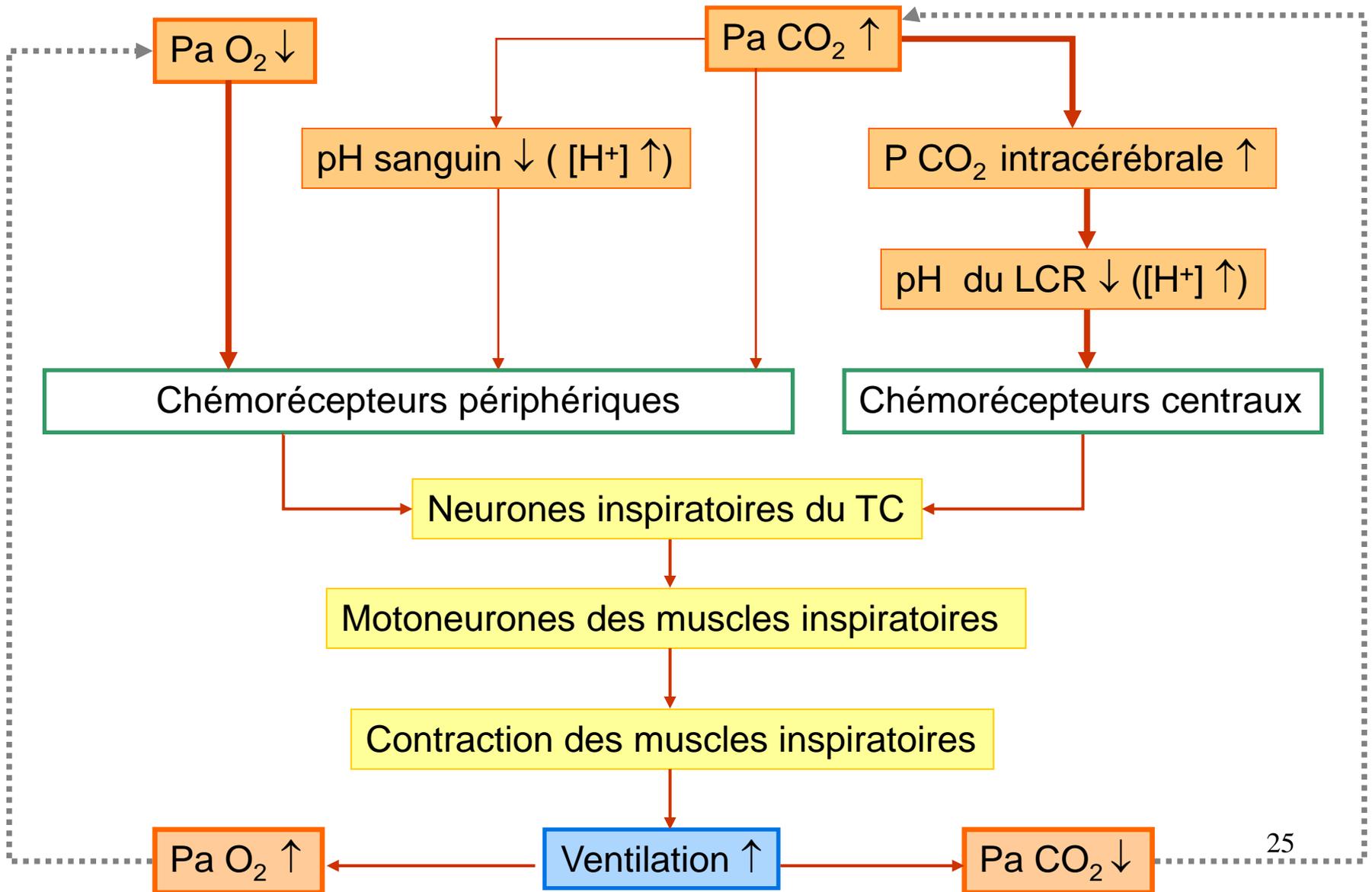
- La réponse ventilatoire à l'hypercapnie ($\uparrow Pa CO_2$) n'est pas linéaire.
- $Pa CO_2$ normale = 40 mmHg
- Si $Pa CO_2 > 40$ mmHg : $\uparrow V^{\circ}A$
- Diffusion rapide du CO_2 du sang vers le LCR
 - \downarrow rapide du pH du LCR
 - Réponse ventilatoire rapide



CONTRÔLE CHIMIQUE

- Réponse ventilatoire à l'hypercapnie (\uparrow PaCO₂)
 - Chémorécepteurs **centraux** : 70 %
 - Chémorécepteurs périphériques : 30 %
- Réponse ventilatoire à l'hypoxémie (\downarrow PaO₂)
 - Chémorécepteurs **périphériques** : 100 %
- Dans les conditions normales, le facteur le plus important dans le contrôle de la ventilation est la **PaCO₂** (chémorécepteurs centraux ++)

Boucle de rétro-contrôle



PLAN

- Centres respiratoires
- Contrôle de la respiration
 - Boucle de rétro-contrôle
 - Contrôle cérébral
 - Contrôle chimique
 - Contrôle non chimique

CONTRÔLE NON CHIMIQUE

1. Mécanorécepteurs pulmonaires

- Sensibles à l'étirement du parenchyme et des VAI
- Réflexe de Hering-Breuer :
A haut volume pulmonaire, arrêt réflexe de la ventilation

2. Mécanorécepteurs pharyngés

- Sensibles à l'étirement des parois de pharynx
- Réflexe dilatateur du pharynx :
Action réflexe des muscles dilatateurs du pharynx en réponse à une pression intra-luminale négative

3. Récepteurs articulaires et musculaires

- Augmentation de la ventilation à l'exercice

CONCLUSION



- Automatisation ventilatoire
- Adaptation de la ventilation aux besoins métaboliques
 - Production de CO_2
 - Consommation d' O_2
- Récepteurs (chémo-récepteurs)
- Centres bulbaires
- Boucles de rétrocontrôle