

# Stage Initial MEF1 2023

La compensation



### MFA §8.1.2 Pédagogie spécifique:

- Avoir les connaissances techniques liées à l'apnée verticale
  - *Les éléments pouvant aider à la maîtrise et à l'évaluation des techniques d'apnée verticale seront abordé*
- Avoir des connaissances théoriques liées à l'apnée profonde : sécurité, physiologie, physique...
  - *Rappel et approfondissement des éléments théoriques liés à l'apnée en profondeur*

### MFA §8.1.3 Pédagogie générale:

- Être capable d'enseigner dans le cadre des prérogatives du moniteur
  - Les différents niveaux d'apnée seront étudiés (du Pass à l'AC, ACEL)

# SI MEF1 2023

## La compensation

1. Anatomie - Voies Aériennes Supérieures **RAPPEL**
2. Anatomie - Le diaphragme **RAPPEL**
3. Anatomie - Oreille et sinus **RAPPEL**
4. Physique - Mécanisme de la compensation **RAPPEL**
5. Les différentes manœuvres de compensation
6. Mouthfill
7. Frenzel avancé

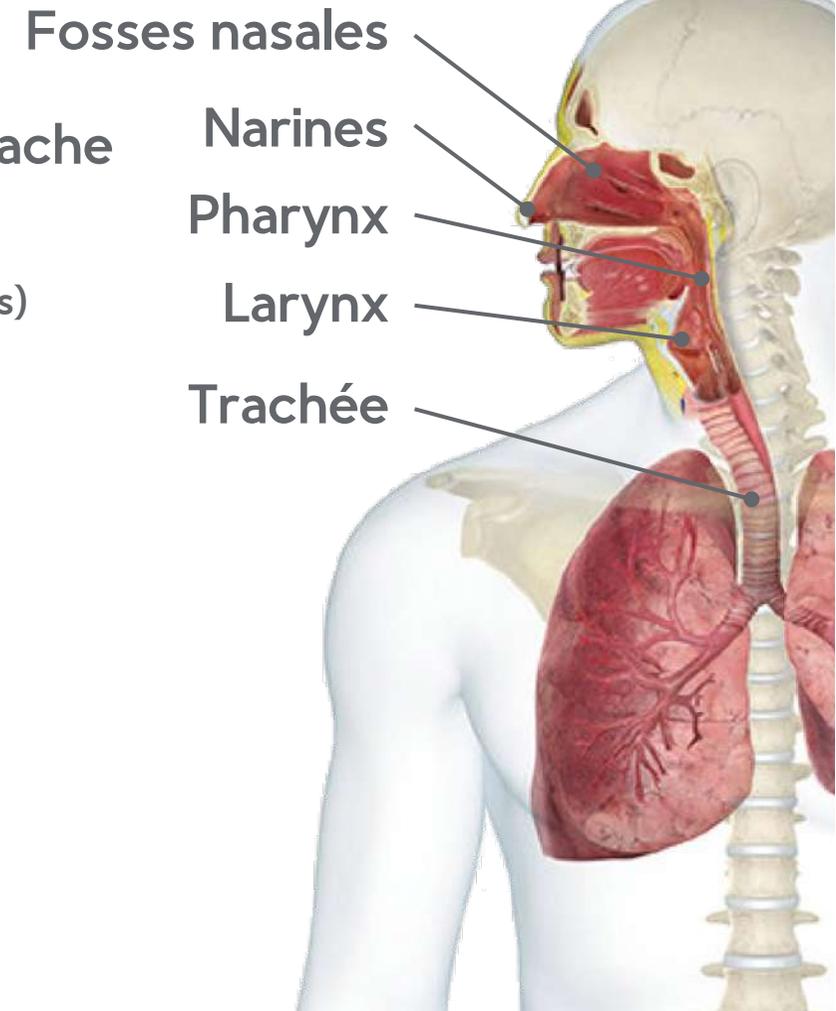
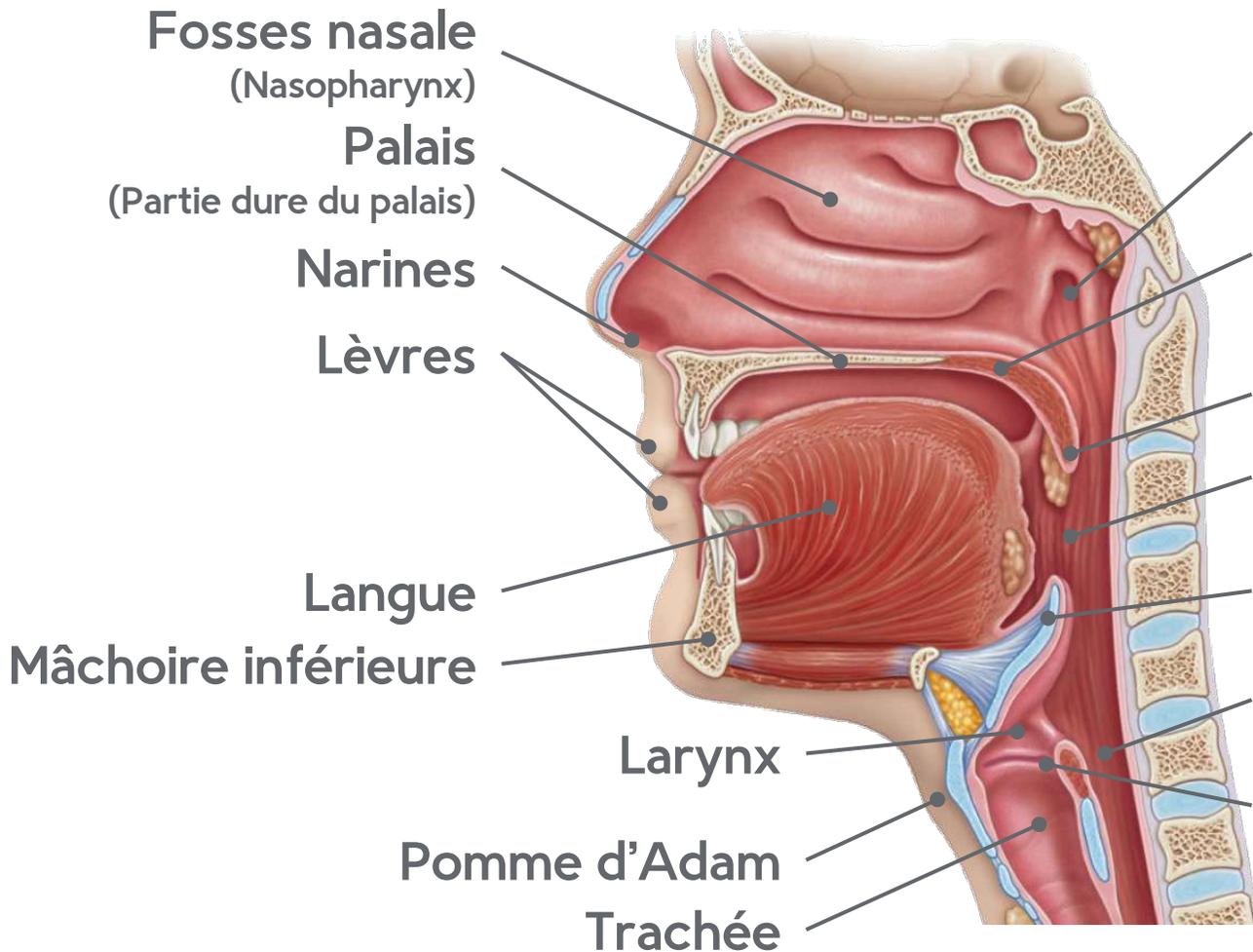
# Voies Aériennes Supérieures

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #1 Voies Aériennes Supérieures

**RAPPEL**



# SI MEF1 2023

## La compensation

1. Anatomie - Voies Aériennes Supérieures
2. Anatomie - Le diaphragme
3. Anatomie - Oreille et sinus
4. Physique - Mécanisme de la compensation
5. Les différentes manœuvres de compensation
6. Mouthfill
7. Frenzel avancé

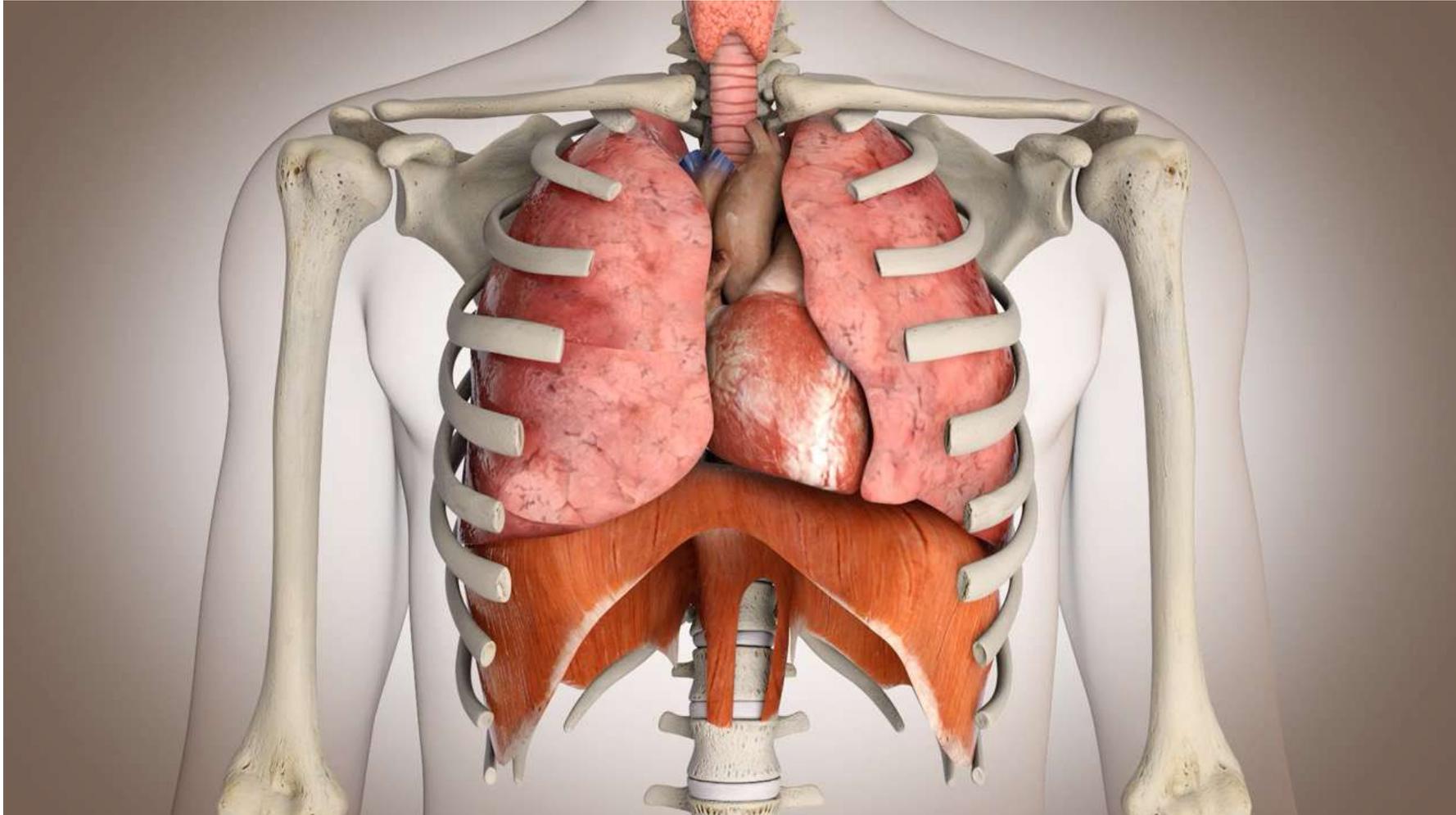
# Le diaphragme

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #2 Le diaphragme

**RAPPEL**



# SI MEF1 2023

## La compensation

1. Anatomie - Voies Aériennes Supérieures
2. Anatomie - Le diaphragme
3. Anatomie - Oreille et sinus
4. Physique - Mécanisme de la compensation
5. Les différentes manœuvres de compensation
6. Mouthfill
7. Frenzel avancé

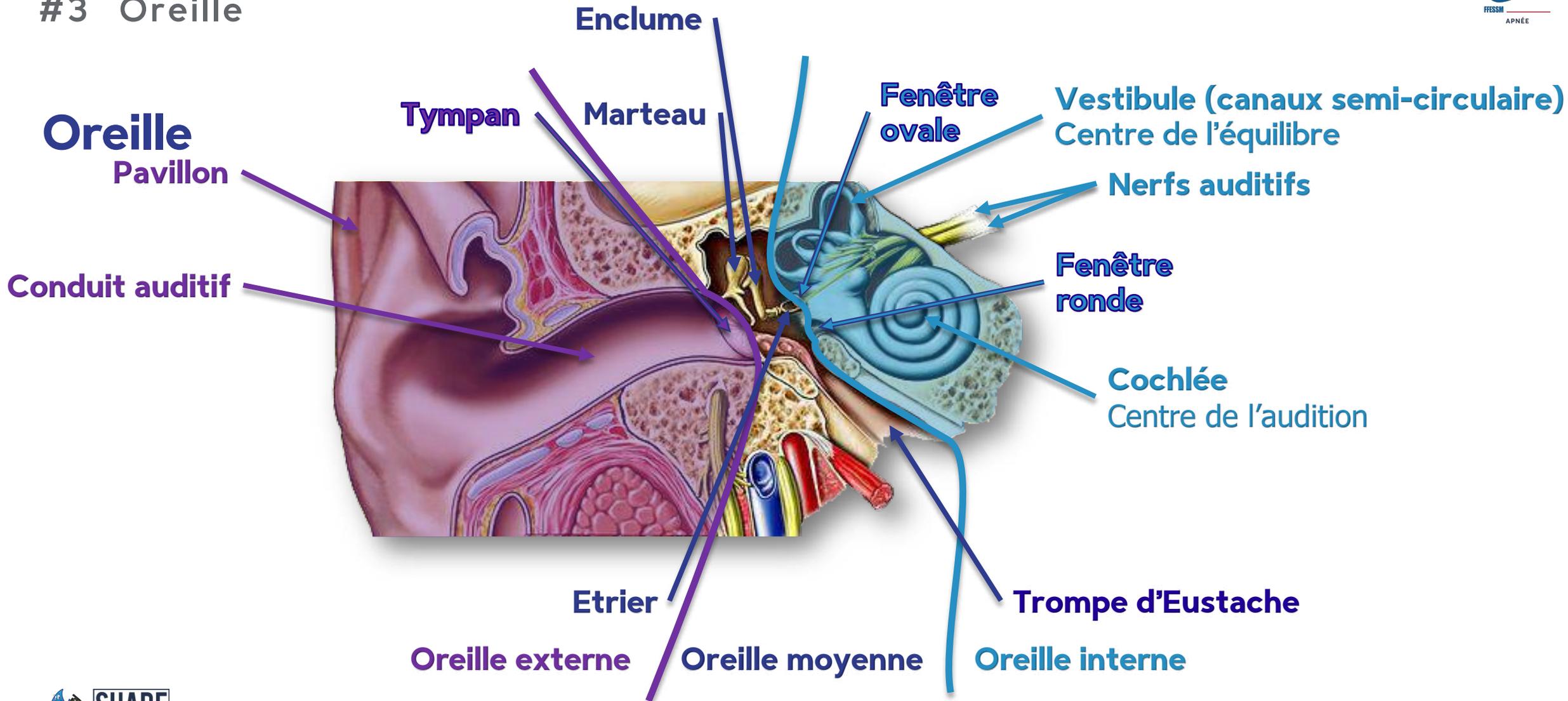
# Oreille et Sinus

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #3 Oreille

**RAPPEL**



# SI MEF1 2023

## La compensation

### #3 L'oreille

**RAPPEL**

**Sortie côté oreille moyenne** h:5mm x l:2mm

**Trompe d'Eustache:**  
Longueur: 3,7cm

**Entrée côté Pharynx** h:8mm x l:5mm

Les muscles péristaphylins agissent côté pharynx sur l'ouverture de la trompe d'Eustache.

**Section médiane** h:2mm x l:1mm

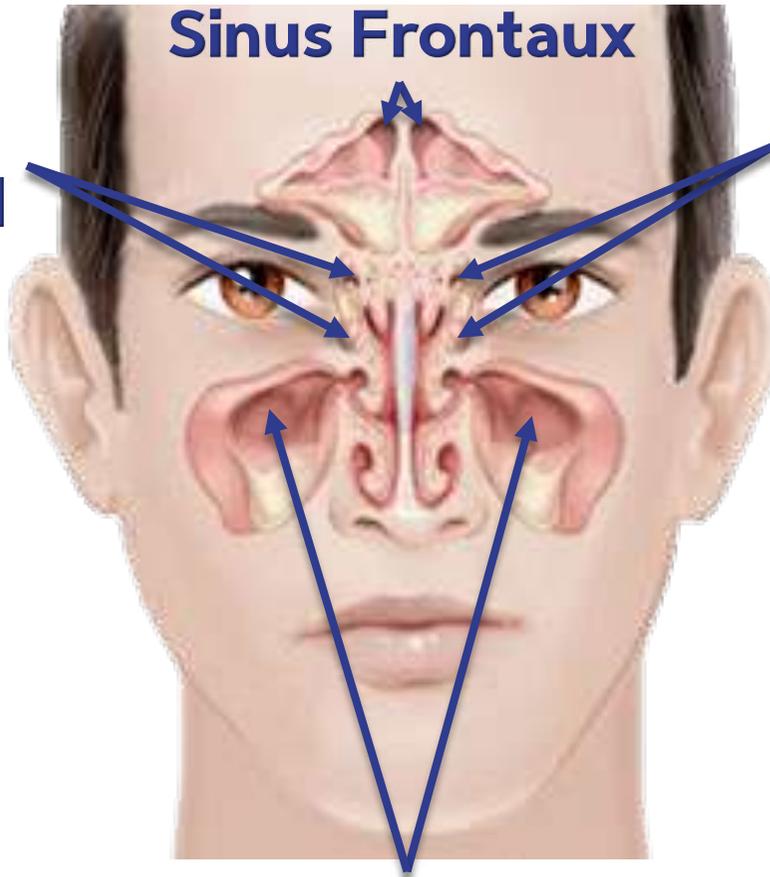
# SI MEF1 2023

## La compensation

### #3 Sinus

**RAPPEL**

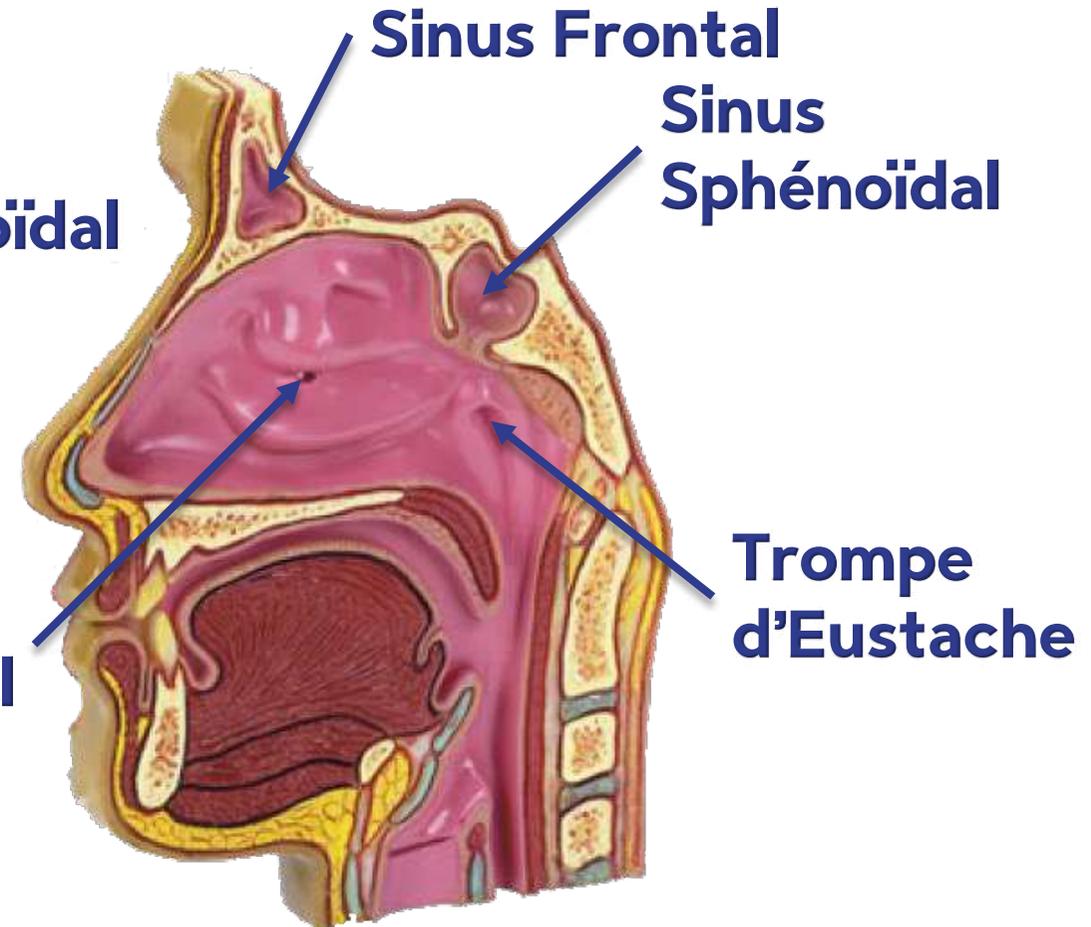
**Sinus  
Sinus  
Ethmoïdal**



**Sinus Frontaux**

**Sinus  
Ethmoïdal**

**Sinus Maxillaire**



**Sinus Frontal**

**Sinus  
Sphénoïdal**

**Sinus  
Frontal**

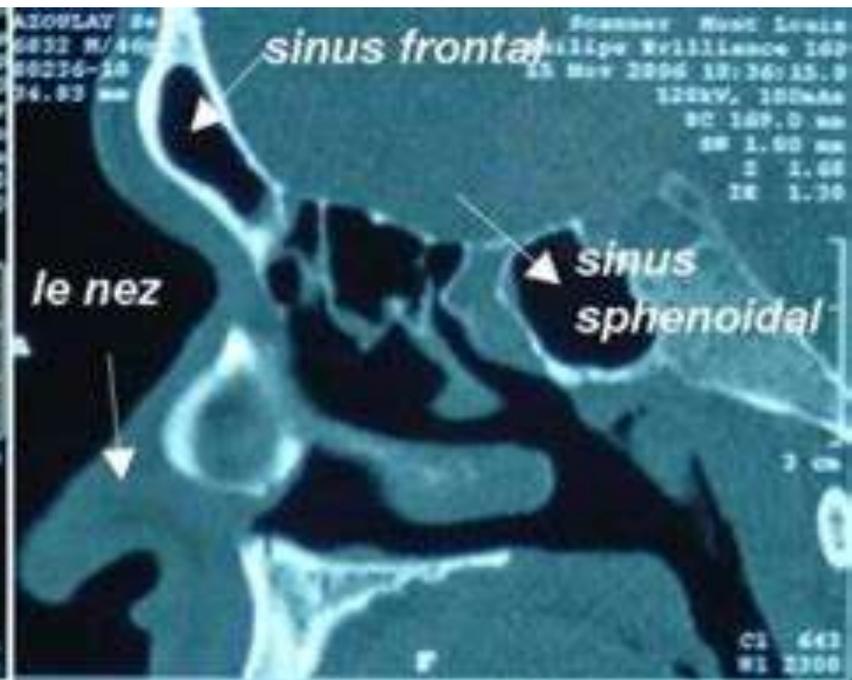
**Trompe  
d'Eustache**

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #3 Sinus

**RAPPEL**



# SI MEF1 2023

## La compensation

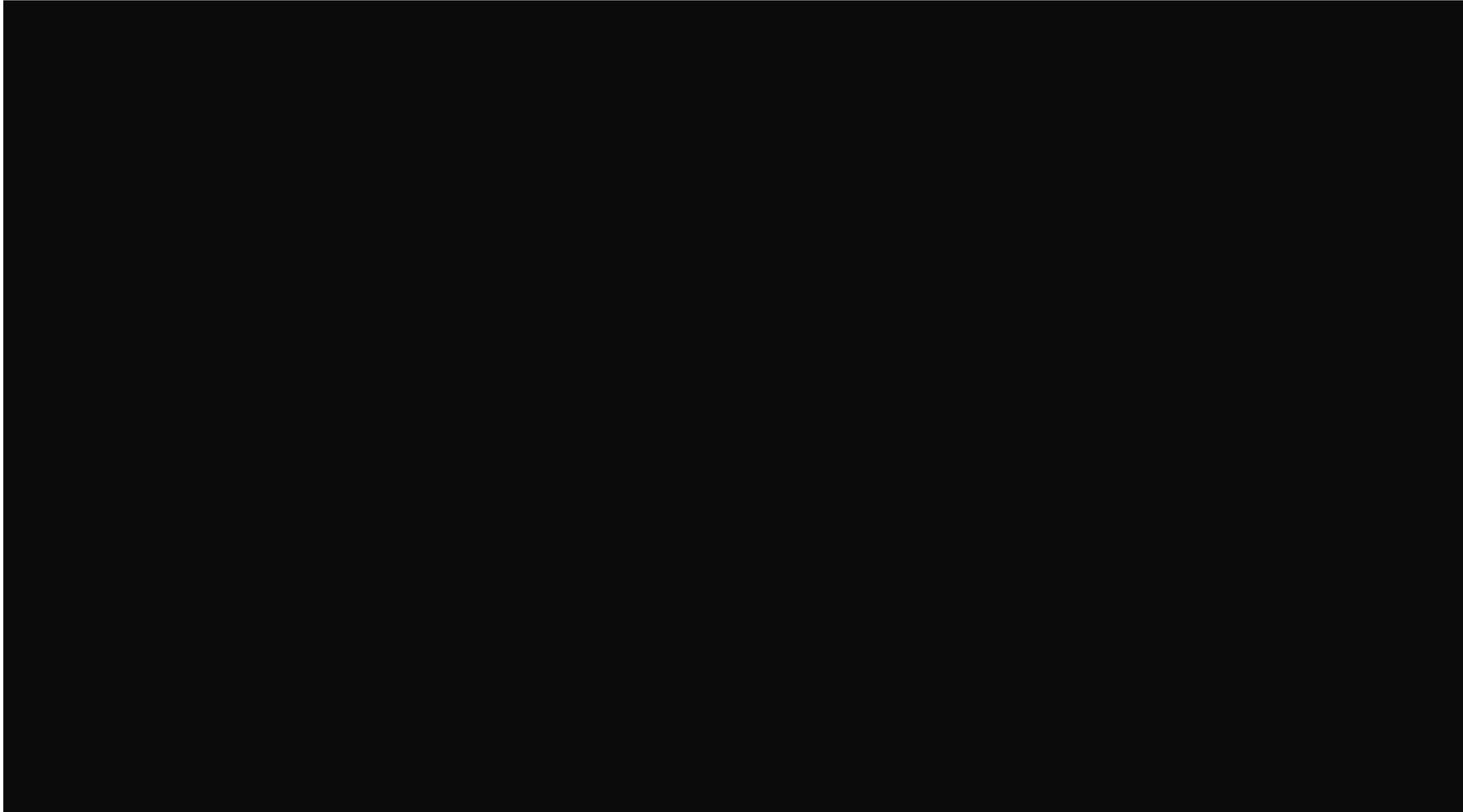
1. Anatomie - Voies Aériennes Supérieures
2. Anatomie - Le diaphragme
3. Anatomie - Oreille et sinus
4. Physique - Mécanisme de la compensation
5. Les différentes manœuvres de compensation
6. Mouthfill
7. Frenzel avancé

# Mécanisme de la compensation

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #4 Mécanisme de la compensation



# SI MEF1 2023

## La compensation

### #4 Mécanisme de la compensation

**RAPPEL**

La **compensation** est une manière d'égaliser la pression/Volume d'air de **l'oreille moyenne** par rapport à la pression extérieure en faisant entrer un volume d'air dans l'oreille moyenne par les **trompes d'Eustache**.

**La compensation se fait en deux étapes :**

- 1. Amener** de l'air localement au niveau de la fosse nasale
- 2. Ouvrir** les Trompes d'Eustache

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #4 Mécanisme de la compensation

# #1 Amener de l'air localement au niveau de la fosse nasale

- **La contraction abdominale**

Remonter le diaphragme par la contraction de la ceinture abdominale

- **L'aspiration (« Reverse packing »)**

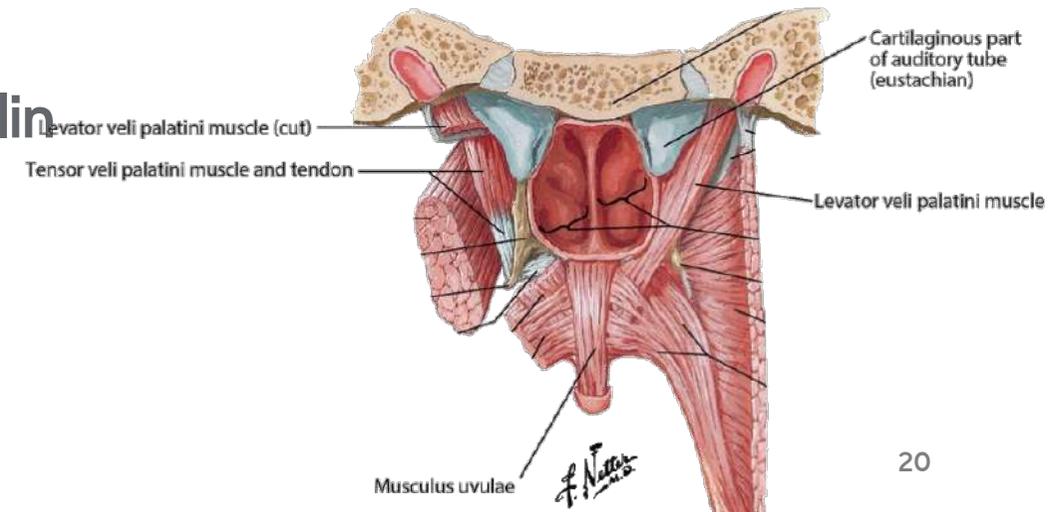
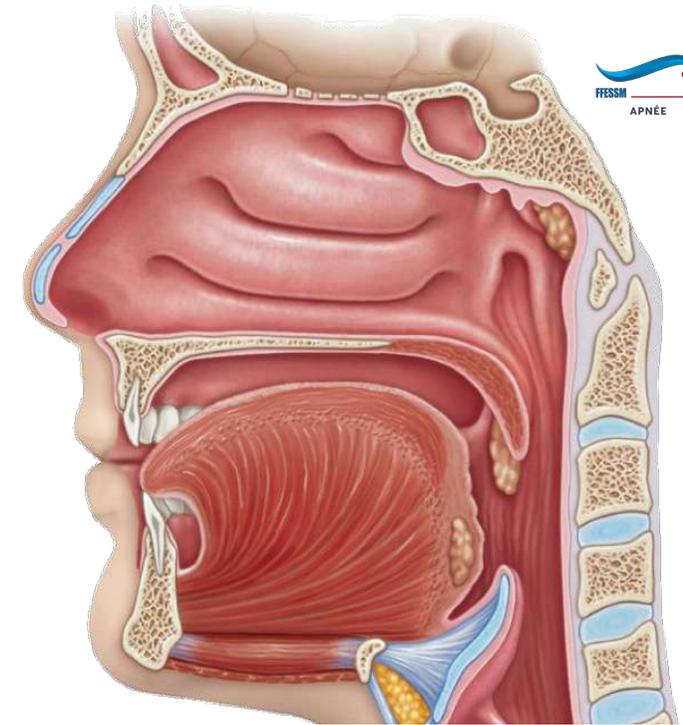
Remonter de l'air en ouvrant la glotte en utilisant la langue ou la mâchoire comme une pompe

## #2 Ouverture de la Trompe d'Eustache

La trompe d'Eustache s'ouvre :

1. Lorsque la **pression augmente** dans la fosse nasale = **Valsalva**
2. Par **contraction musculaire** = **BTV**
  - **Tenseur du voile du palais** (péristaphylin externe) qui ouvre les 2/3 supérieurs de la trompe d'Eustache.
  - **L'élévateur du voile du palais** (péristaphylin interne) qui ouvre le 1/3 inférieurCes muscles sont présents dans le voile du palais.

3. **Mixe** des deux = **Frenzel**



# SI MEF1 2023

## La compensation

### #4 Mécanisme de la compensation

# Principales cavités aériennes?

**Cavités aériennes**

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #4 Mécanisme de la compensation

**Quelles sont celles que l'on sait déformer et celles que l'on ne sait pas déformer?**

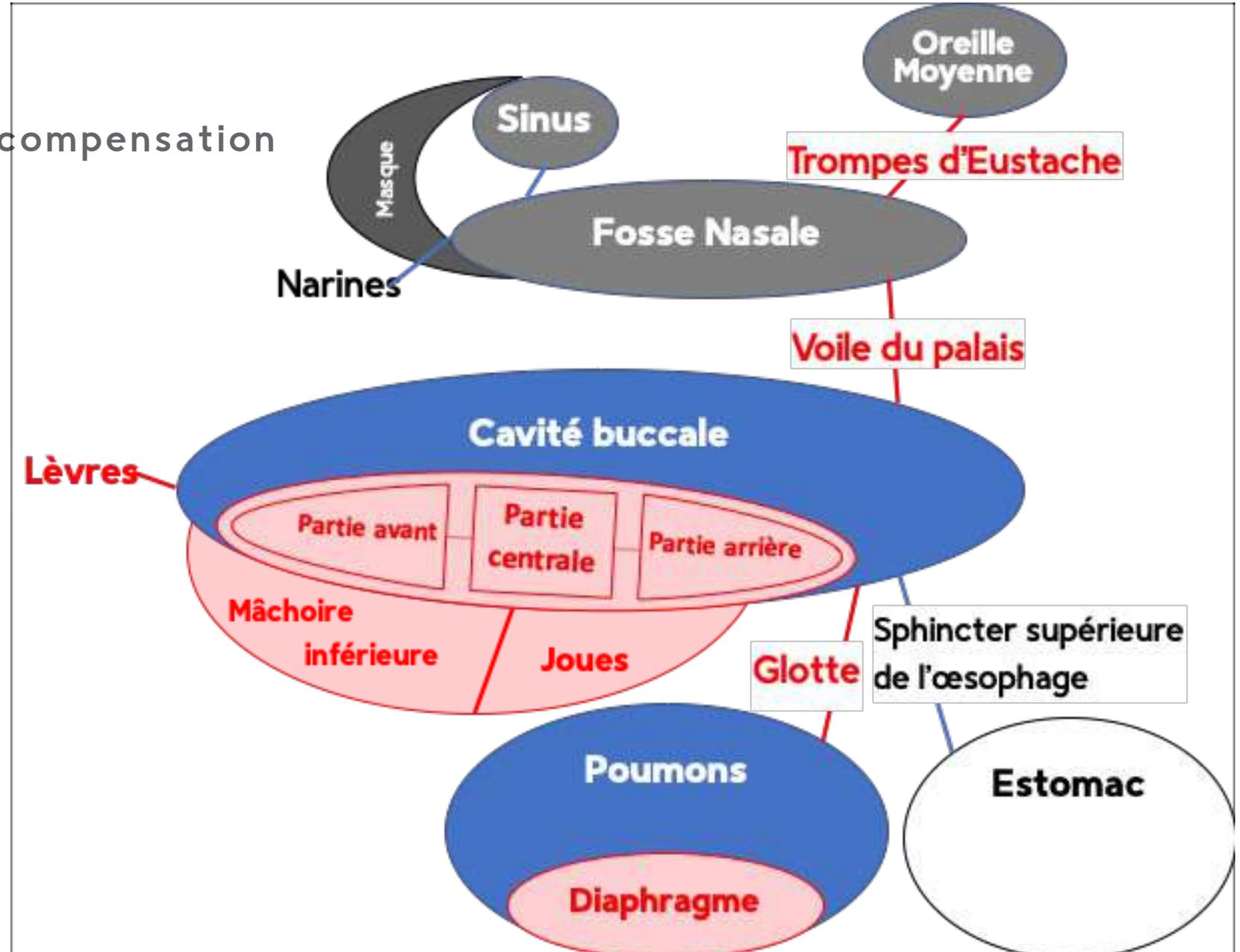
**Déformable**

**Indéformable**

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #4 Mécanisme de la compensation



# SI MEF1 2023

## La compensation

### #4 Mécanisme de la compensation

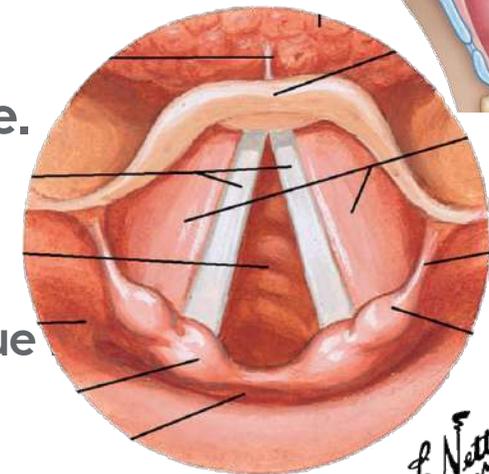
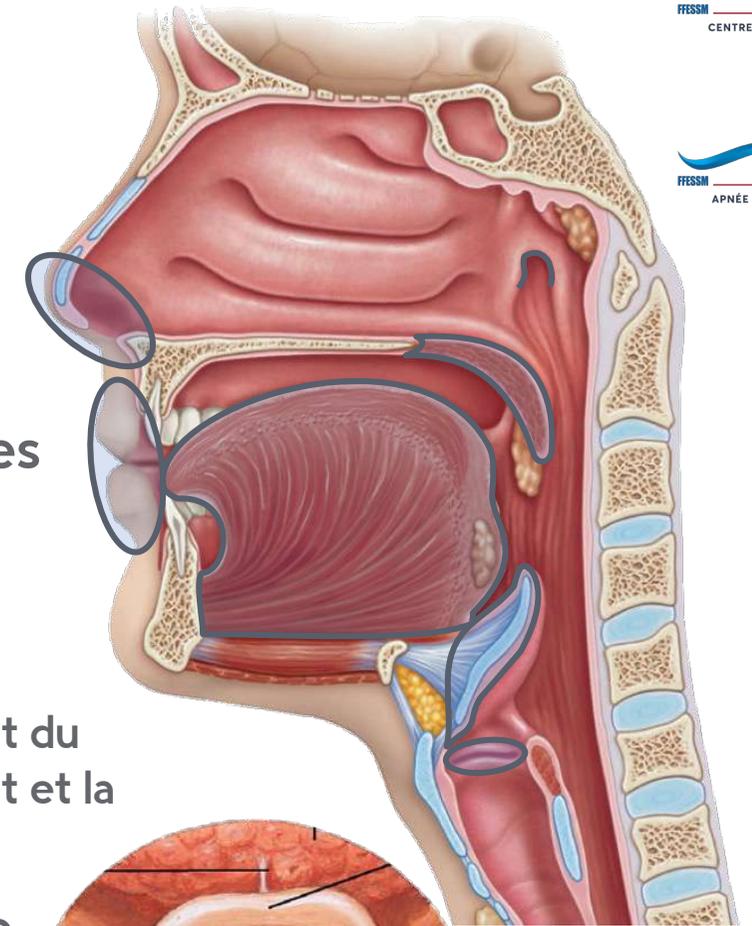
## Principales connexions:

- **Glotte** connecte les poumons à la cavité buccale
- **Lèvres / narines** séparent le milieu extérieur des voies aériennes supérieures
- **Langue** qui sépare la zone avant de la zone arrière de la cavité buccale.

Quand la langue est relâchée, il n'y a qu'une seule cavité. Lorsqu'elle est en contact du palais alors les deux zones sont séparées (Très important d'alterner le relâchement et la contraction de la langue pour renouveler le volume d'air qui sert à compenser)

- **Le voile du palais** qui sépare la fosse nasale de la cavité buccale.
- **La trompe d'Eustache** qui sépare l'oreille moyenne de la fosse nasale.

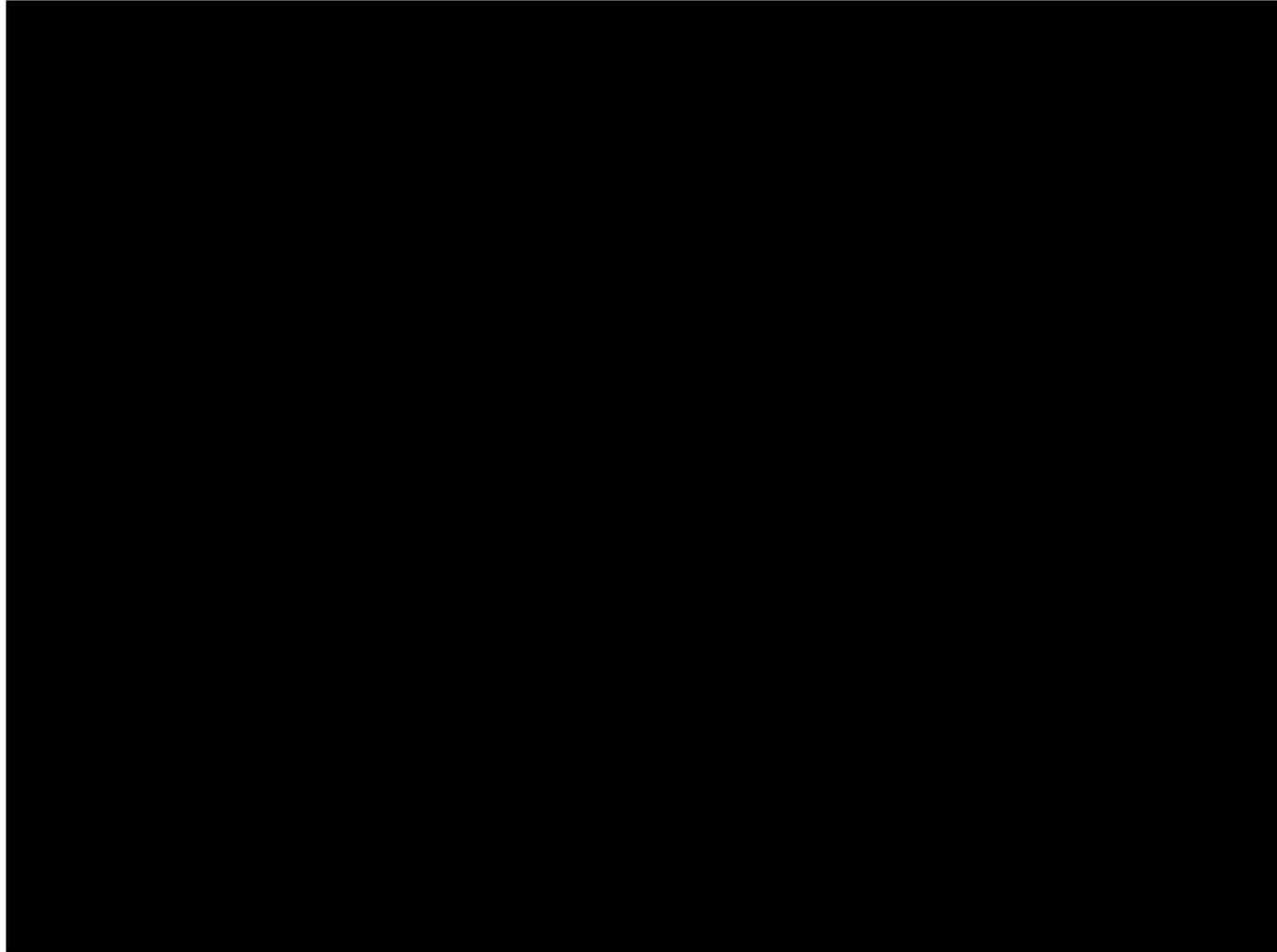
⚠ L'épiglotte n'est pas utilisée lors de la compensation, mais elle sert lorsque dégluti.



# SI MEF1 2023

## La compensation

### #4 Mécanisme de la compensation

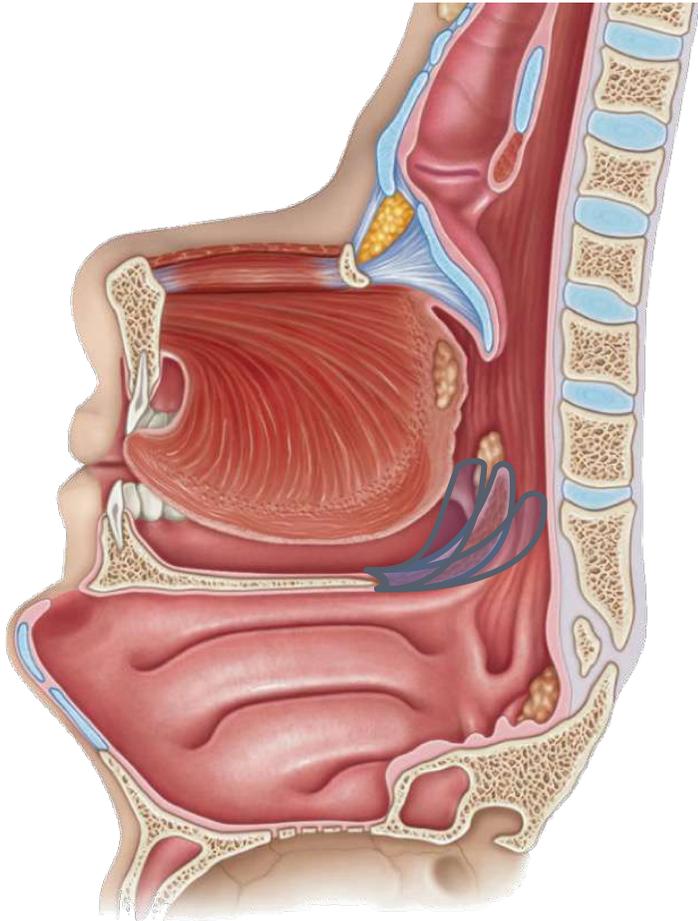


# SI MEF1 2023

## La compensation

### #4 Mécanisme de la compensation

Descente tête en bas:

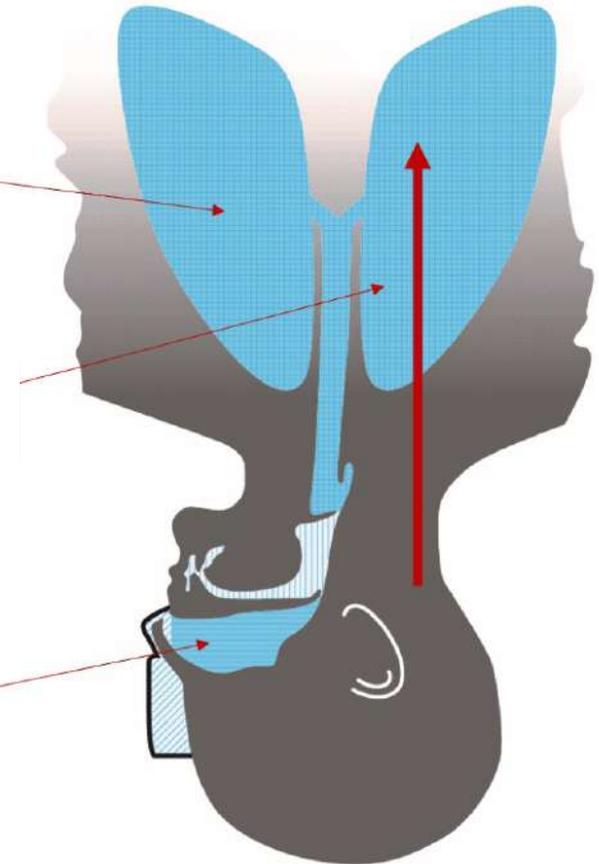


**RAPPEL**

Pression =  $p$

Flux d'air  
(gradient de pression)

Pression >  $p$



# SI MEF1 2023

## La compensation

### #4 Mécanisme de la compensation

## A la remontée:

L'air ressort naturellement de l'oreille moyenne → Rien à faire!

**RAPPEL**

# SI MEF1 2023

## La compensation

1. Anatomie - Voies Aériennes Supérieures
2. Anatomie - Le diaphragme
3. Anatomie - Oreille et sinus
- 4. Physique - Mécanisme de la compensation**
5. Les différentes manœuvres de compensation
6. Mouthfill
7. Frenzel avancé

# Les différentes manœuvres de compensation

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #5 Les différentes manœuvres de compensation

La compensation est une manœuvre **instinctive volontaire**

## Différentes techniques de compensation pour commencer l'apnée:

- Valsalva
- Frenzel **Le déplacement d'air** favorise l'ouverture de la trompe d'Eustache
- Mains libres BTV (Béance Tubaire Volontaire) **Ouverture musculaire** de la trompe d'Eustache

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #5 Les différentes manœuvres de compensation

## Différents volumes?

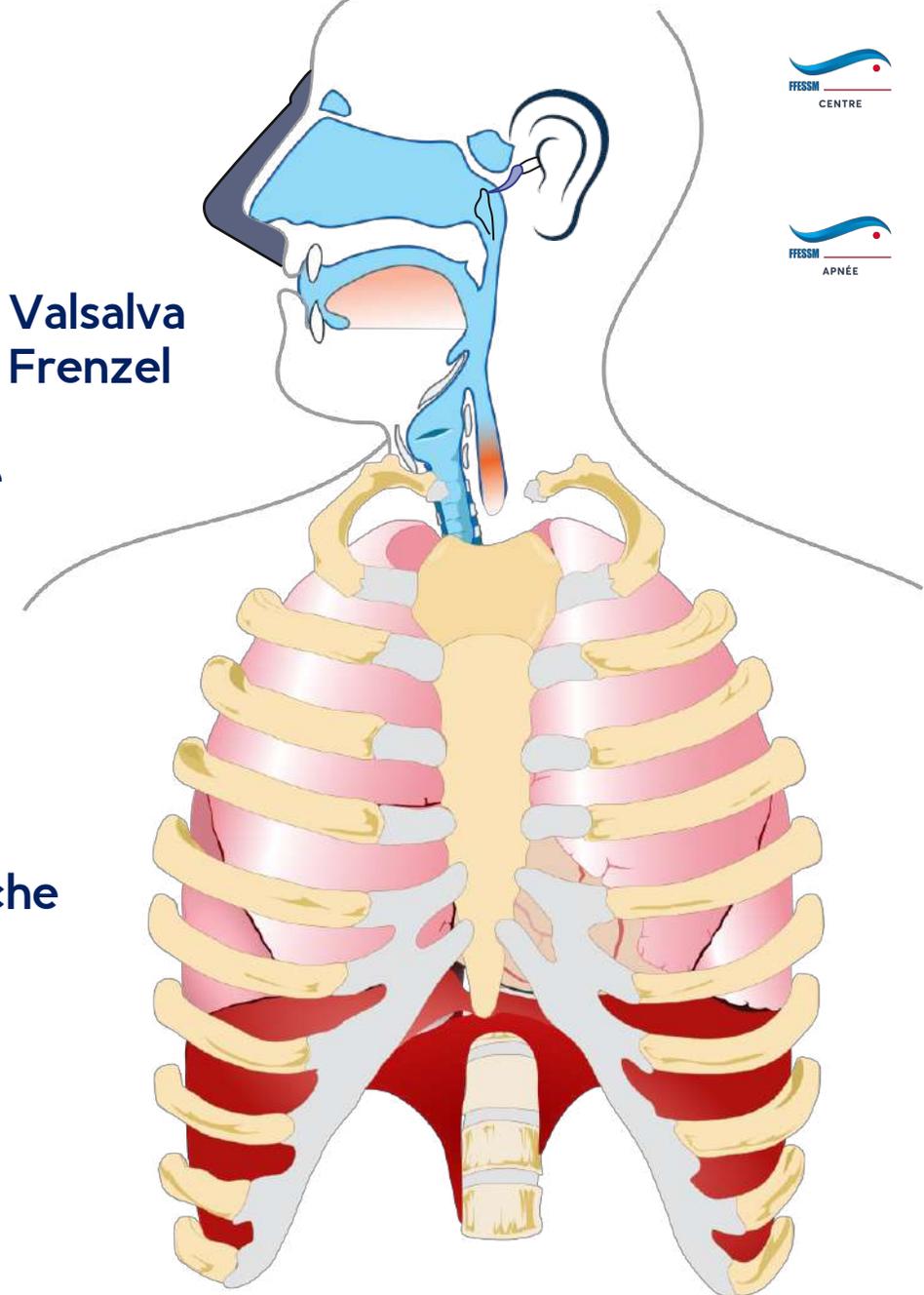
## Dynamique ou Statique?

## Portes?

## Dynamique ou Statique?

## Actionneurs?

- 5** Poumons Valsalva
- Cavité buccale Frenzel
- Cavité nasale
- Oreille moyenne
- Masque
  
- 5** Glotte
- Lèvres
- Voile du palais
- Narines
- Trompe d'Eustache
  
- 4** Diaphragme
- Mâchoire inf.
- Langue
- Joues



# SI MEF1 2023

## La compensation

### #5 Les différentes manœuvres de compensation

**RAPPEL**

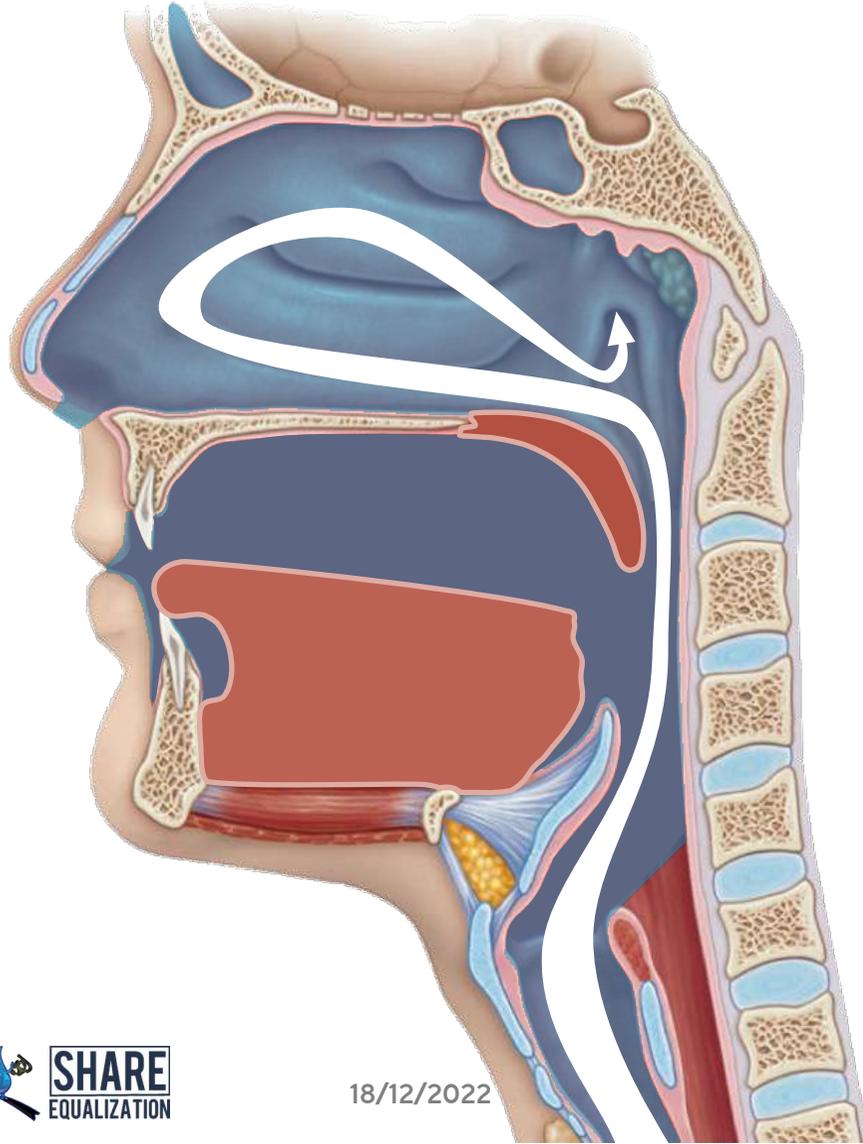
## Valsalva



### Technique :

- Prendre une inspiration, fermer la bouche
- **Boucher ses narines**
- Relâcher les épaules, le cou et la **langue**
- Essayer de **souffler doucement par le nez en contractant les abdominaux**
- L'air passe à travers la **glotte et le voile du palais**
- Déplacement du volume pulmonaire par le diaphragme pour forcer l'air à passer à travers la trompe d'Eustache vers l'oreille moyenne
- La mise sous pression doit être progressive et maîtrisée
- Ressentir un bruit (clic comme lorsque l'on froisse du papier)

# Valsalva



#### Avantage:

- Simple à transmettre et à réaliser

#### Inconvénients:

- Manœuvre brutale ne favorisant pas le relâchement
- Mobilité du diaphragme difficile avec l'influence de la profondeur
- Augmente le risque d'œdème pulmonaire si réalisé avec force en grande profondeur

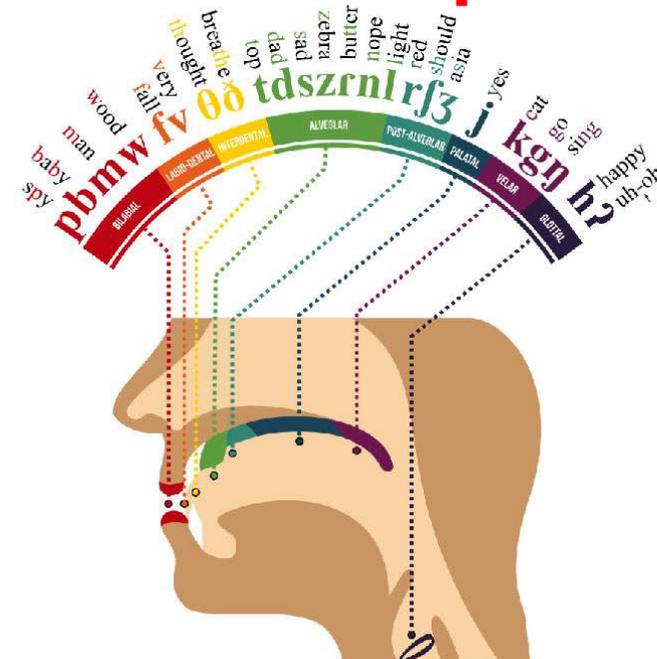
# Frenzel

## Technique:

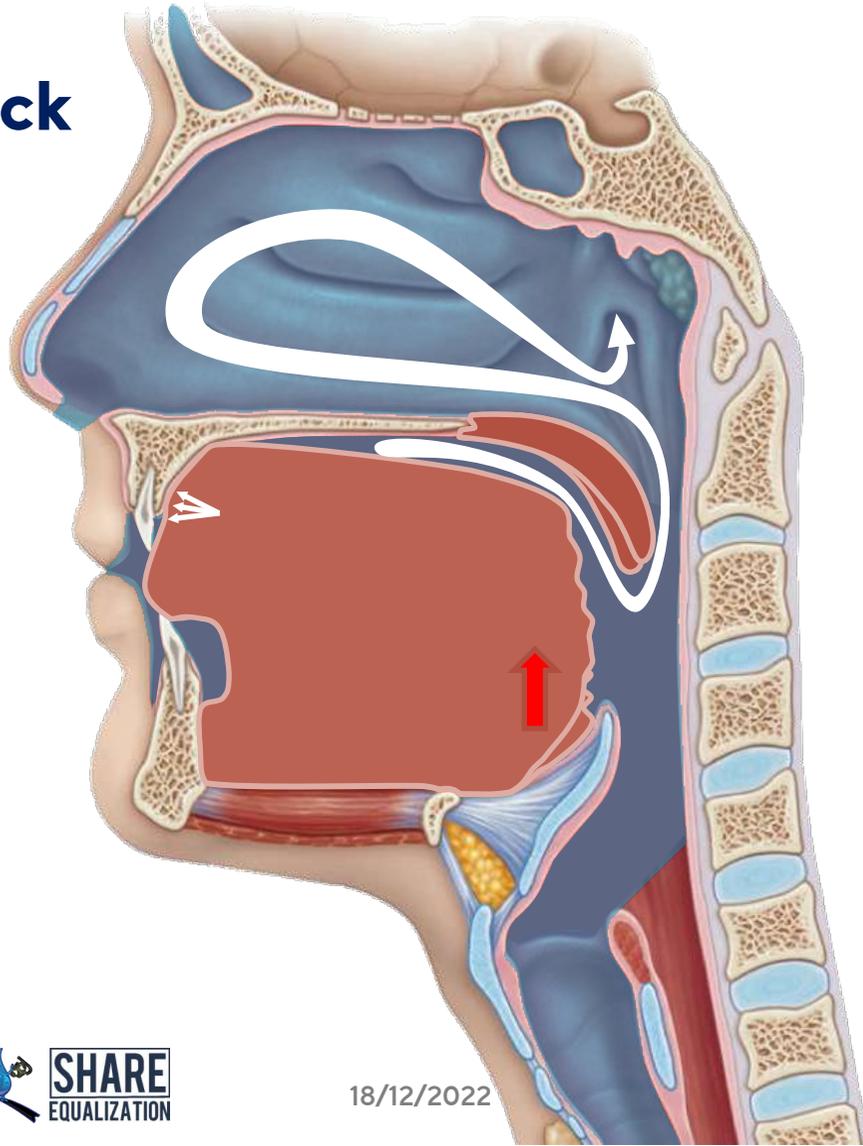
- Action musculaire de la **langue/mâchoire/joues**, qui par un **effet de piston**, « pousse » de l'air.

## Principales méthodes:

- P-lock + **gros volume d'air pour compenser**
- T-lock
- K-Lock



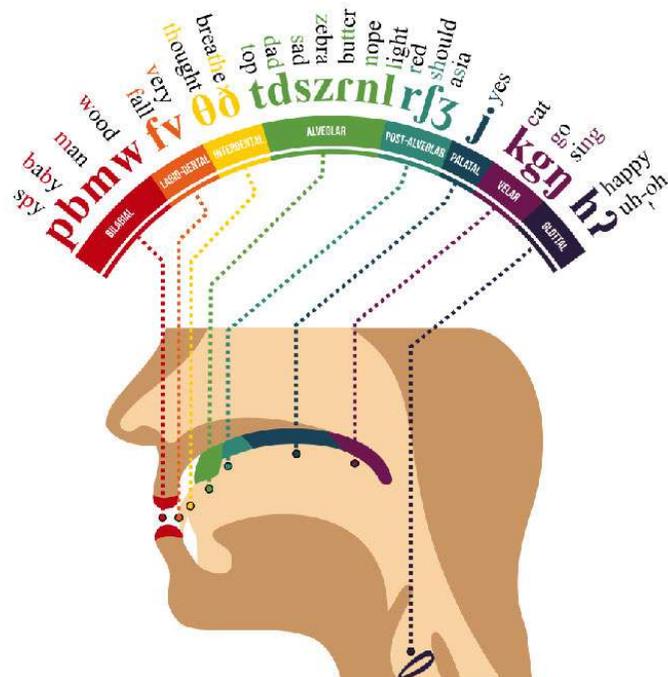
## T-lock



## Technique:

- Expirer et **bloquer la glotte bouche ouverte**, se relâcher,
- Mettre le bout de la langue entre les incisives,
- Charger de l'air dans la bouche,
- Ouvrir le voile du palais,
- Déplacer l'air avec la partie arrière de la langue

## T-lock



## Remplissage d'air (bouche et nez)

### Le son « Teu » :

1. Inspirer, **ouvrir** la bouche, décontracter les épaules, le cou
2. Placer la langue entre les incisives
3. Prononcer le son « Teu » avec la langue

### Le son « Deu » :

1. Inspirer, **fermer** les lèvres, mâchoire entre-ouverte, décontracter les épaules, le cou
2. Placer la langue entre les incisives
3. Remonter de l'air en ouvrant la glotte

### Le son « Neu » :

1. Même chose puis ouvrir le palais mou
2. Fermer la glotte



il n'y a pas de mouvement de **ventre** ou de la **cage thoracique** bien **relâcher la langue** entre 2 compensations

LOCK	CAVITE BUCALE	CAVITE NASALE
Glotte Fermée	Voile du Palais Fermé	
T-Lock	« Teu »	« Deu »
	G O	VdP F
		G O
		VdP Ouvert
		G F
		N Dental (NaNa)

# SI MEF1 2023

## La compensation

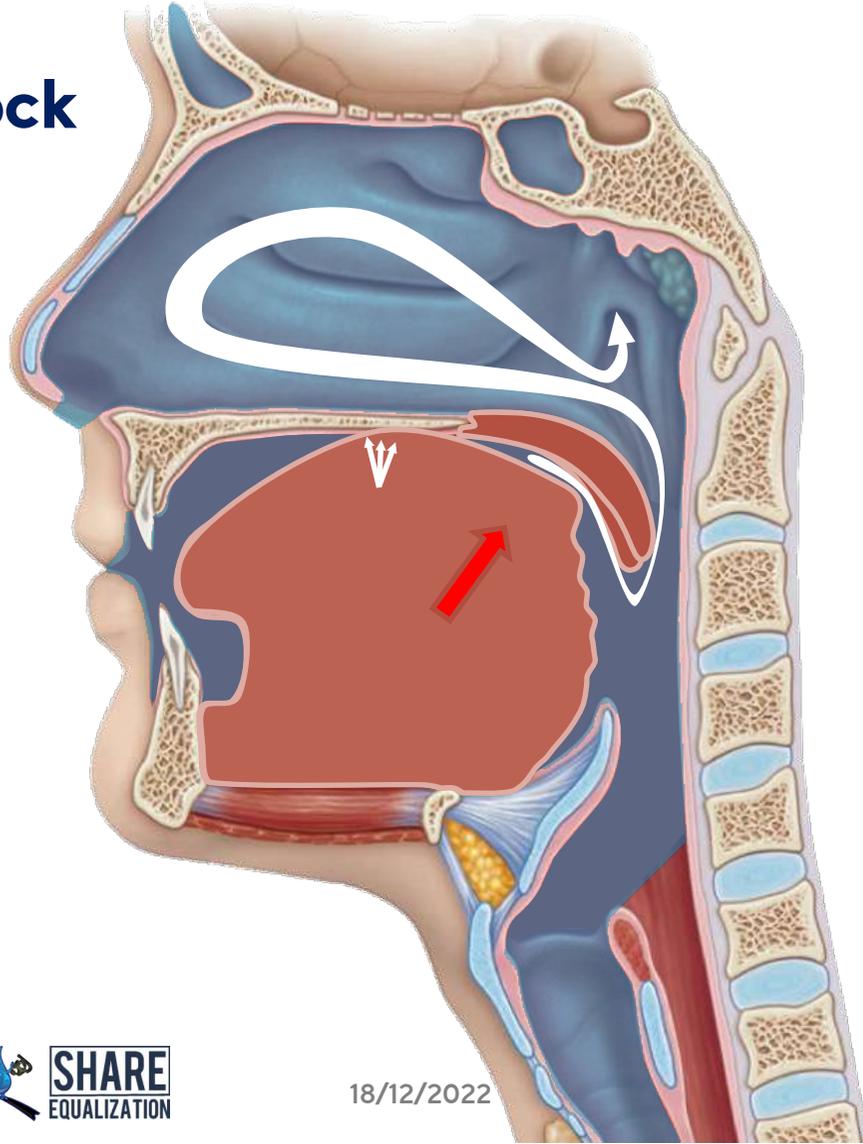
### #5 Les différentes manœuvres de compensation

**Frenzel**

**T-lock**



## K-lock



## Technique:

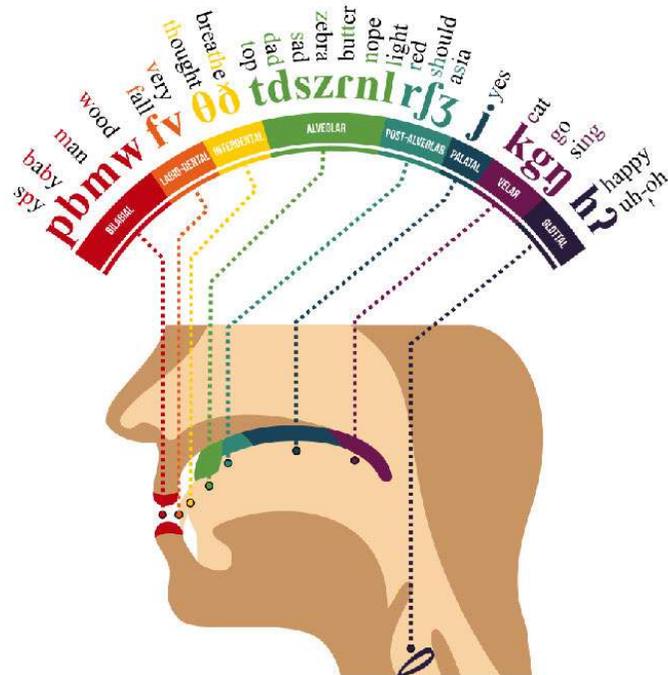
- Expirer et **bloquer la glotte bouche ouverte**, se relâcher,
- Mettre **le milieu de la langue**. En contact avec le palais,
- Charger de l'air dans la bouche,
- Ouvrir le voile du palais,
- L'extrémité avant est relâchée,
- **Pousser le voile du palais avec la partie arrière de la langue** vers le haut.

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #5 Les différentes manœuvres de compensation

#### K-lock



**RAPPEL**

**Frenzel**

## Remplissage d'air (bouche et nez)

### Le son « Keu » :

1. Expirer, **ouvrir** la bouche, décontracter les épaules, le cou
2. Placer la partie médiane de langue en contact avec le palais
3. Prononcer le son « Keu » avec la langue sans déplacement d'air

### Le son « Gueu » :

1. Inspirer, **fermer** les lèvres, mâchoire entre-ouverte, décontracter les épaules, le cou
2. Placer la partie médiane de langue en contact avec le palais
3. Remonter de l'air en ouvrant la glotte

### Le son « Neu » :

1. Même chose en ouvrant le voile du palais
2. Fermer la glotte



il n'y a pas de mouvement de **ventre** ou de la **cage thoracique** bien **relâcher la langue** entre 2 compensations

LOCK	CAVITE BUCALE	CAVITE NASALE
Glotte Fermée	Voile du Palais Fermé	
	G O	VdP F
		G O
		VdP Ouvert
		G F
Ka-Lock	« Gueu »	N Palatal (Encore)

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #5 Les différentes manœuvres de compensation

**Frenzel**

**K-lock**



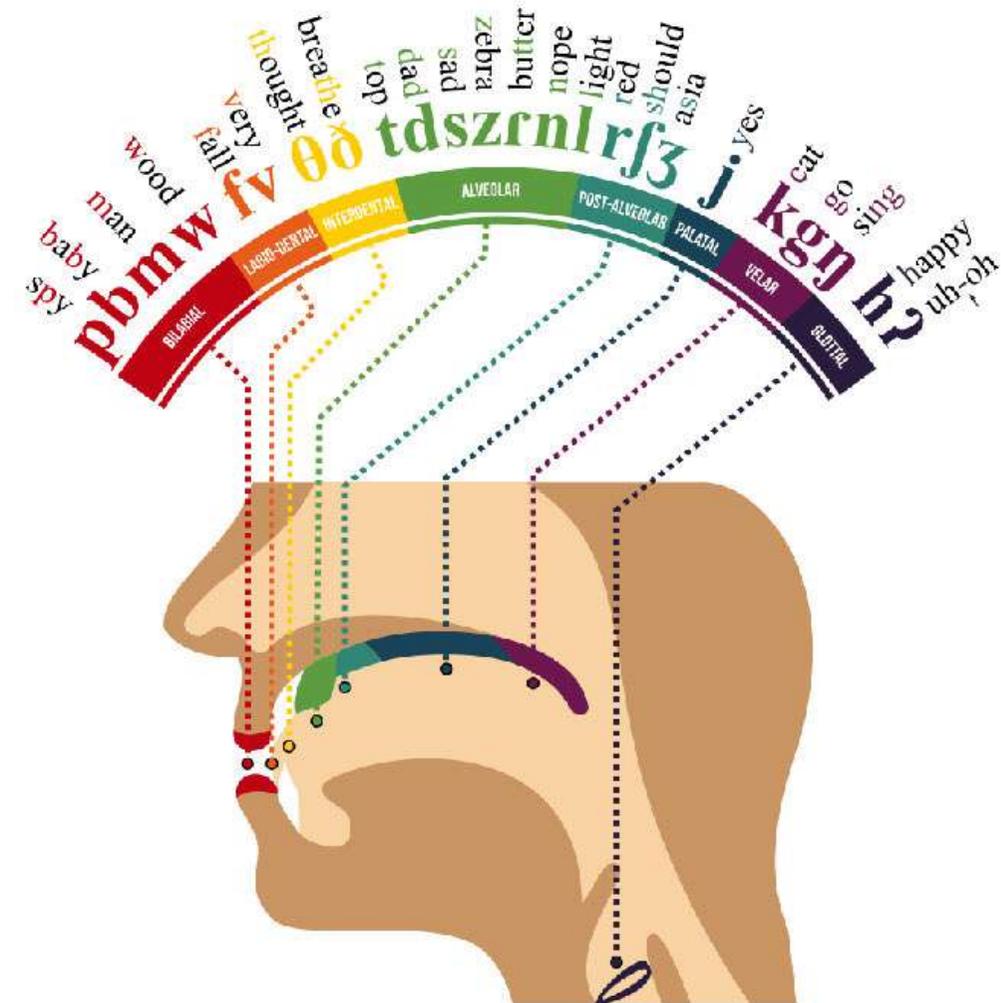
**K Frenzel**

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #5 Les différentes manœuvres de compensation

# Frenzel



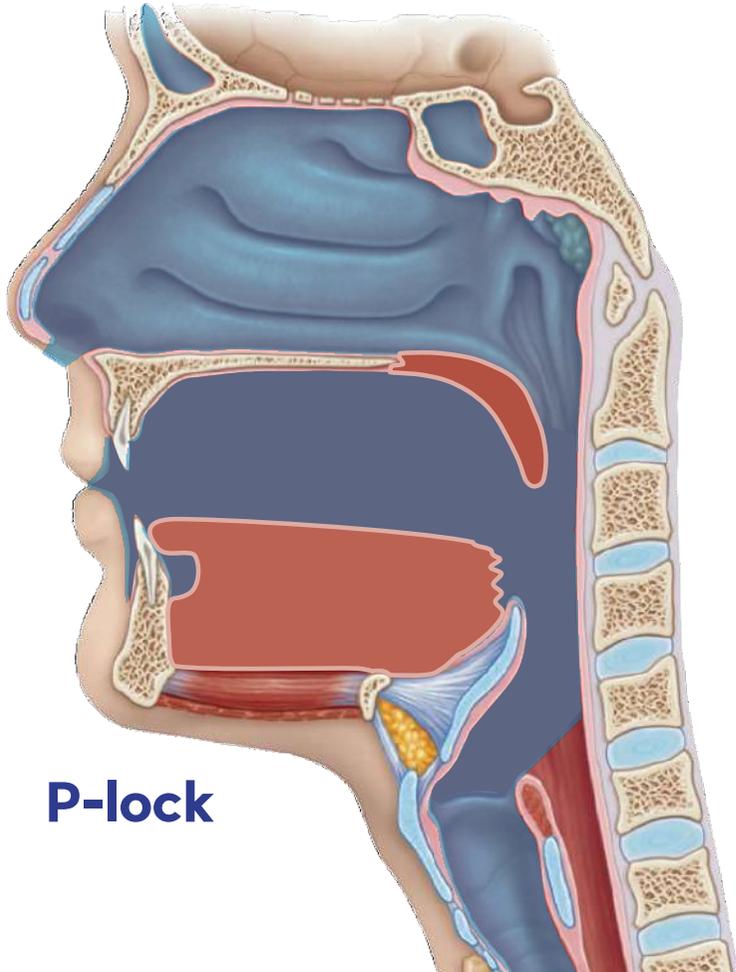
Verrouillage « LOCK »	CAVITE BUCALE	CAVITE NASALE
Glotte Fermée <b>P-Lock</b>	Voile du Palais Fermé « Peu »	G O VdP F « Meu »
Glotte Fermée <b>T-Lock</b>	Voile du Palais Fermé « Teu »	G O VdP F N Dental (Neither)
Glotte Fermée <b>Ka-Lock</b>	Voile du Palais Fermé	G O VdP Ouvert N Palatal (encore)
<b>H-Lock</b>		N Velar (gna)

# SI MEF1 2023

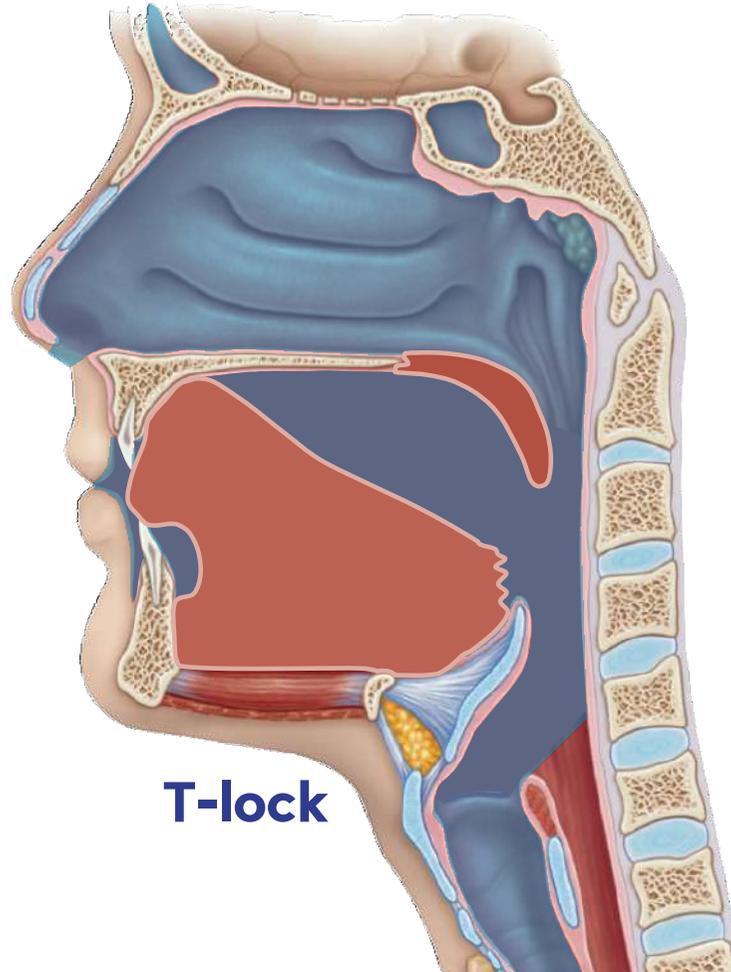
## La compensation

### #5 Les différentes manœuvres de compensation

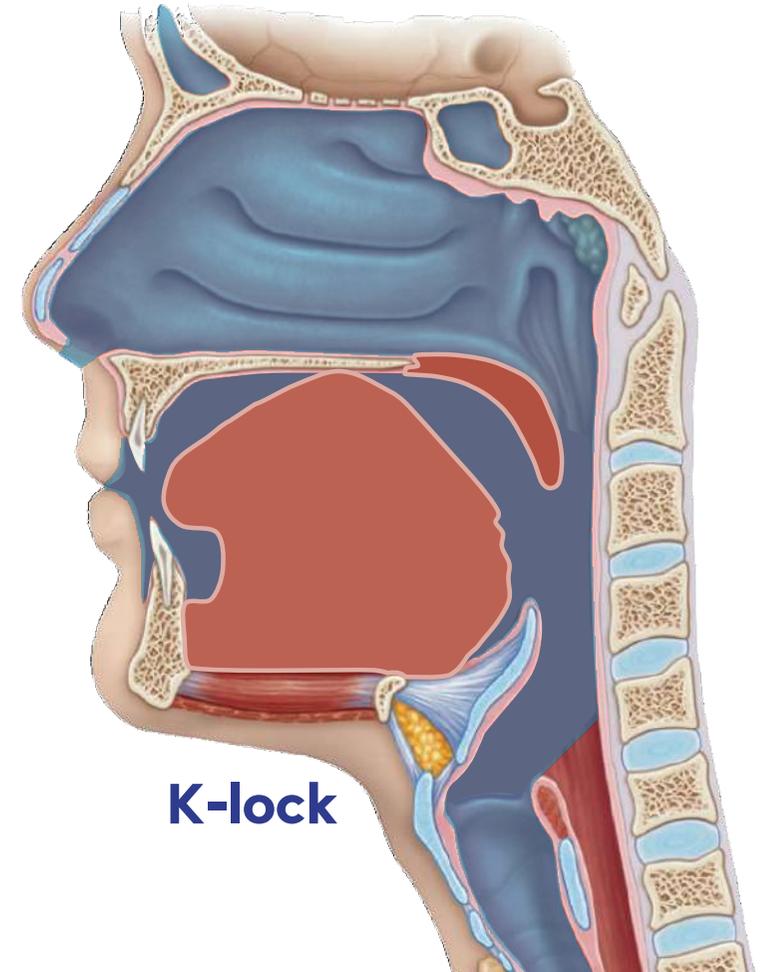
## Frenzel



P-lock



T-lock



K-lock

# SI MEF1 2023

## La compensation

1. Anatomie - Voies Aériennes Supérieures
2. Anatomie - Le diaphragme
3. Anatomie - Oreille et sinus
4. Physique - Mécanisme de la compensation
5. Les différentes manœuvres de compensation
6. Mouthfill
7. Frenzel avancé

# Mouthfill

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #6 Mouthfill

Le principe du **Mouthfill** est de faire une réserve d'air à proximité de la Trompe d'Eustache.

Remplir la cavité buccale en faisant un effort expiratoire

Le Mouthfill doit se faire à une profondeur où l'on est encore capable de remonter de l'air de façon relâchée.

Exemple:

-15m Mouthfill

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #5 Les différentes manœuvres de compensation

#### Mouthfill:



# SI MEF1 2023

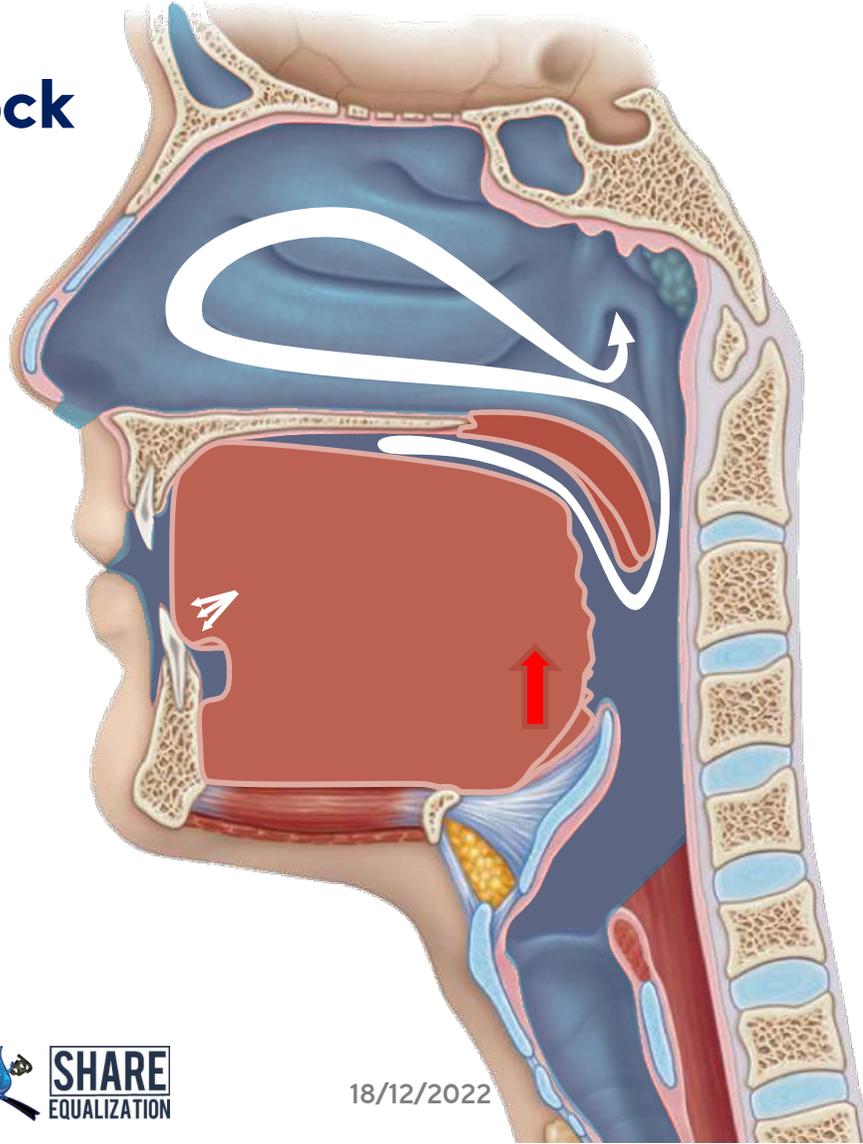
## La compensation

1. Anatomie - Voies Aériennes Supérieures
2. Anatomie - Le diaphragme
3. Anatomie - Oreille et sinus
4. Physique - Mécanisme de la compensation
5. Les différentes manœuvres de compensation
6. Mouthfill
7. Frenzel avancé

# Frenzel avancé

# Frenzel

## P-lock



## Technique:

- Expirer et **bloquer la glotte** bouche ouverte, se relâcher,
- La langue en position **neutre**, refermer la bouche,
- Charger de l'air dans la bouche,
- Ouvrir le voile du palais,
- Déplacer l'air avec soit seulement la partie arrière de la langue, les joues ou la mâchoire ou en les combinant:  
**Mâchoire** puis **Joues** puis **Langue**

# SI MEF1 2023

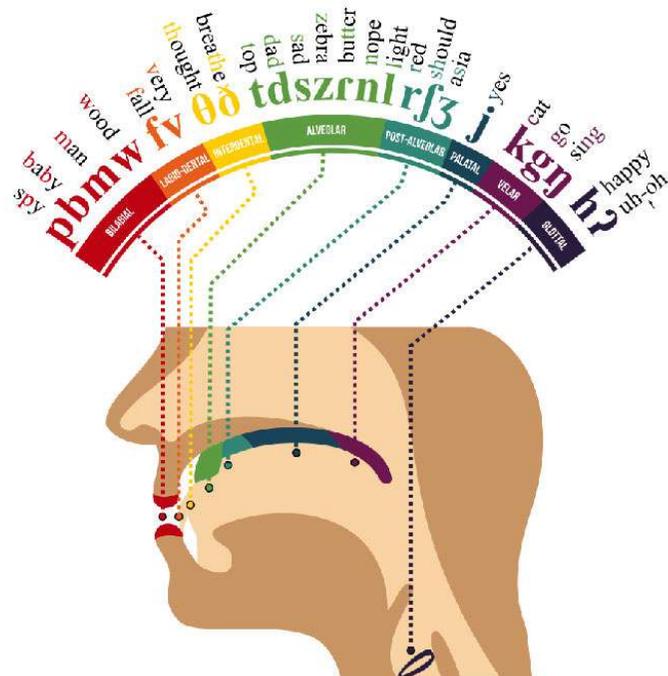
## La compensation

### #7 Frenzel avancé

# Frenzel

## Remplissage d'air (bouche et nez)

### P-lock



### Le son « Peu » :

1. Inspirer, **ouvrir** la bouche, décontracter les épaules, le cou
2. Placer la langue en position neutre
3. Prononcer le son « Peu » avec les lèvres

### Le son « Beu » :

1. Inspirer, **fermer** les lèvres, mâchoire entre-ouverte, décontracter les épaules, le cou
2. Placer la langue en position neutre
3. Remonter de l'air en ouvrant la glotte

### Le son « Meu » :

1. Même chose en ouvrant le voile du palais
2. Fermer la glotte



il n'y a pas de mouvement de **ventre ou de la cage thoracique** bien maîtriser la **dissociation/coordination Mâchoire Joue Langue**

LOCK	CAVITE BUCALE	CAVITE NASALE
Glotte Fermée	Voile du Palais Fermé	
	G O	VdP F
		G O
		VdP Ouvert
		G F
P-Lock	« Peu »	« Beu »
		« Meu »

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #7 Frenzel avancé

# Frenzel

## P-lock



**P Frenzel**

# SI MEF1 2023

## La compensation

### #7 Frenzel avancé

## Frenzel avancé:

- **Frenzel Fattah:**  
Mouthfill → Charge B ou M puis P-Lock
- **Jaw Reverse Packing:**  
Charge par aspiration avec la mâchoire puis P-Lock partiel (Joues et langue)
- **Tongue Reverse Packing:**  
Charge par aspiration avec la langue puis T-Lock

Détaillé avec la formation SHARE Equalization



**SHARE**  
EQUALIZATION

