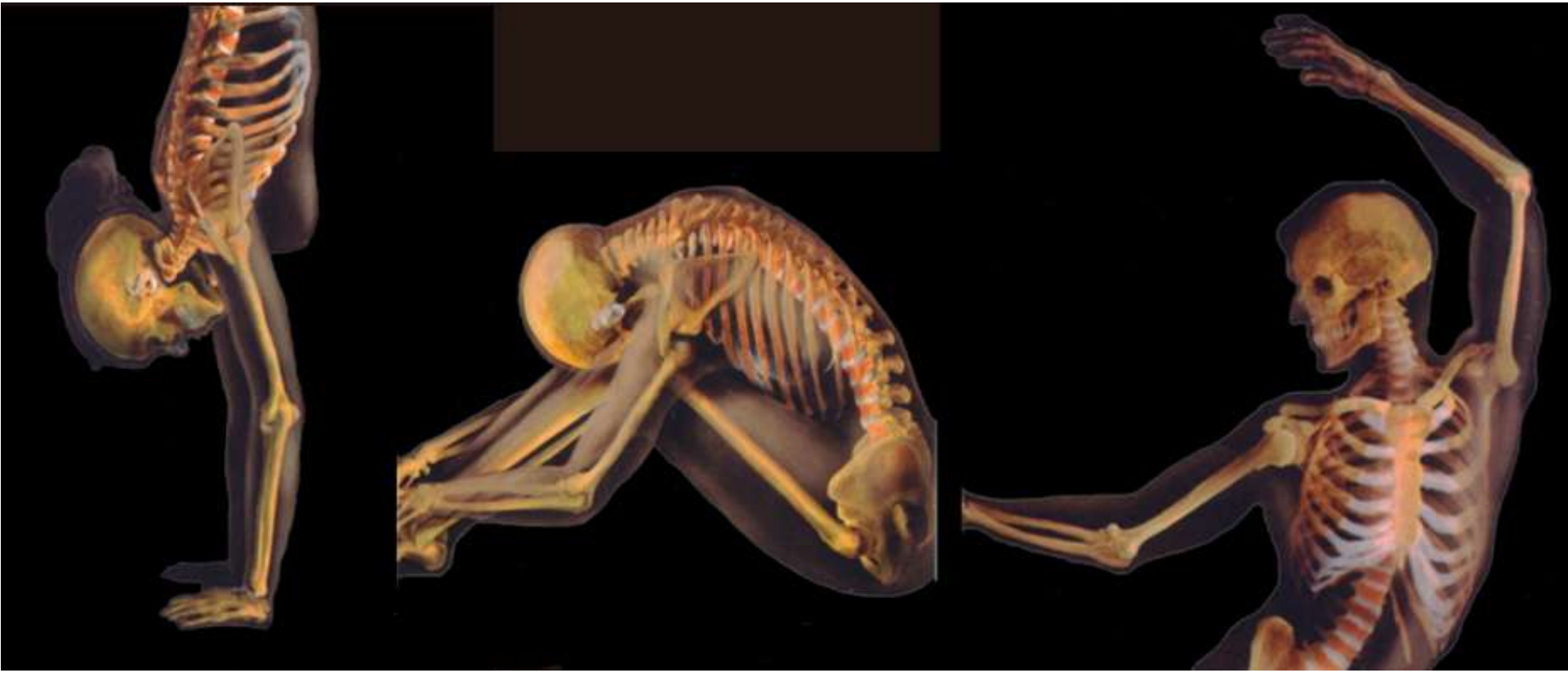
Rachis cervical

Jean Claude de Mauroy



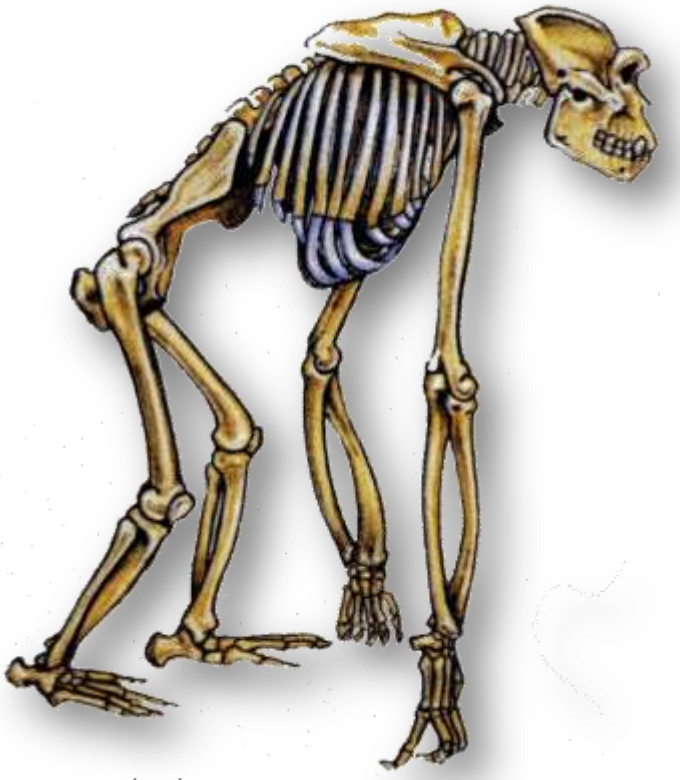
1 - Evolution paléoanthropologique du rachis cervical

- Lordose cervicale proche de la ligne de gravité
- Quasi tous les mammifères ont 7 vertèbres cervicales
- Le trou occipital devient médian
- La contraction de la face verticalise le sphénoïde
- L'angle plan-orbitaire / foramen atteint 90°

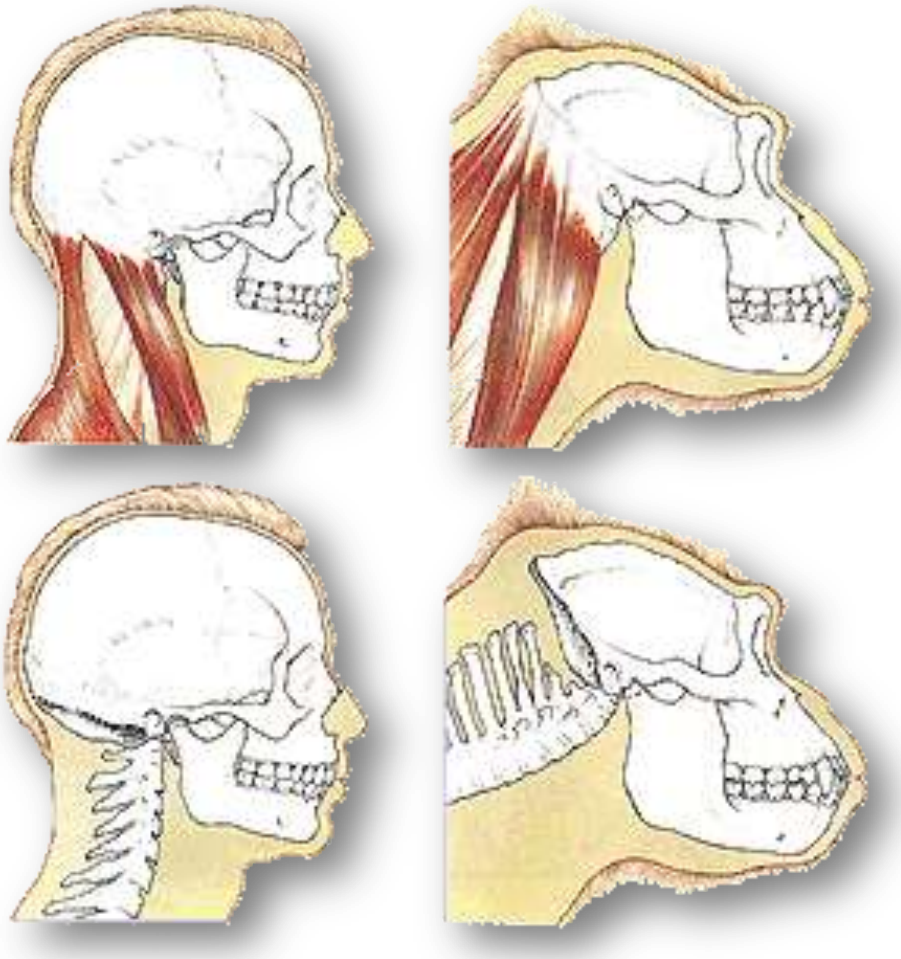
Sapiens

Chimpanzé

Grand singe



La bipédie diminue le bras de levier

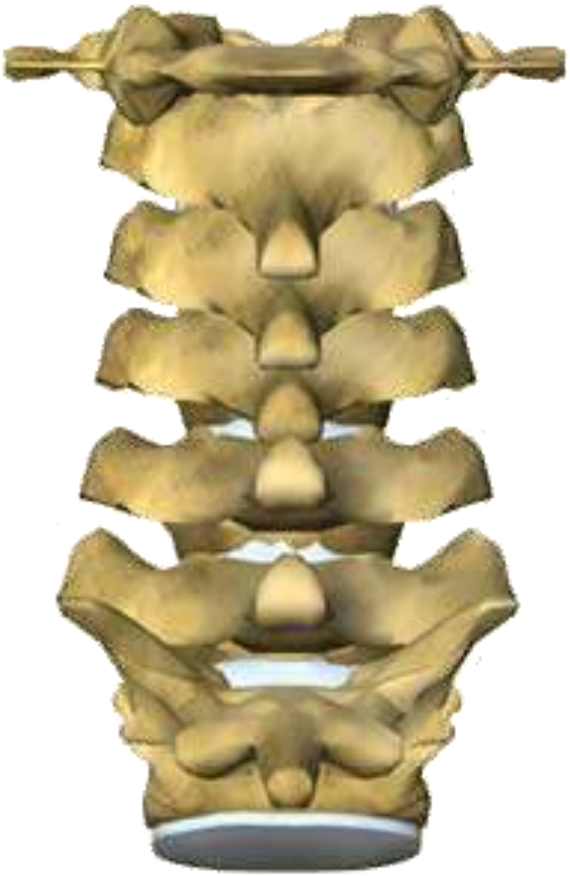


Chez l ’homme, la tête tient en équilibre au sommet de la colonne vertébrale

Les muscles postérieurs du cou et les apophyses diminuent.

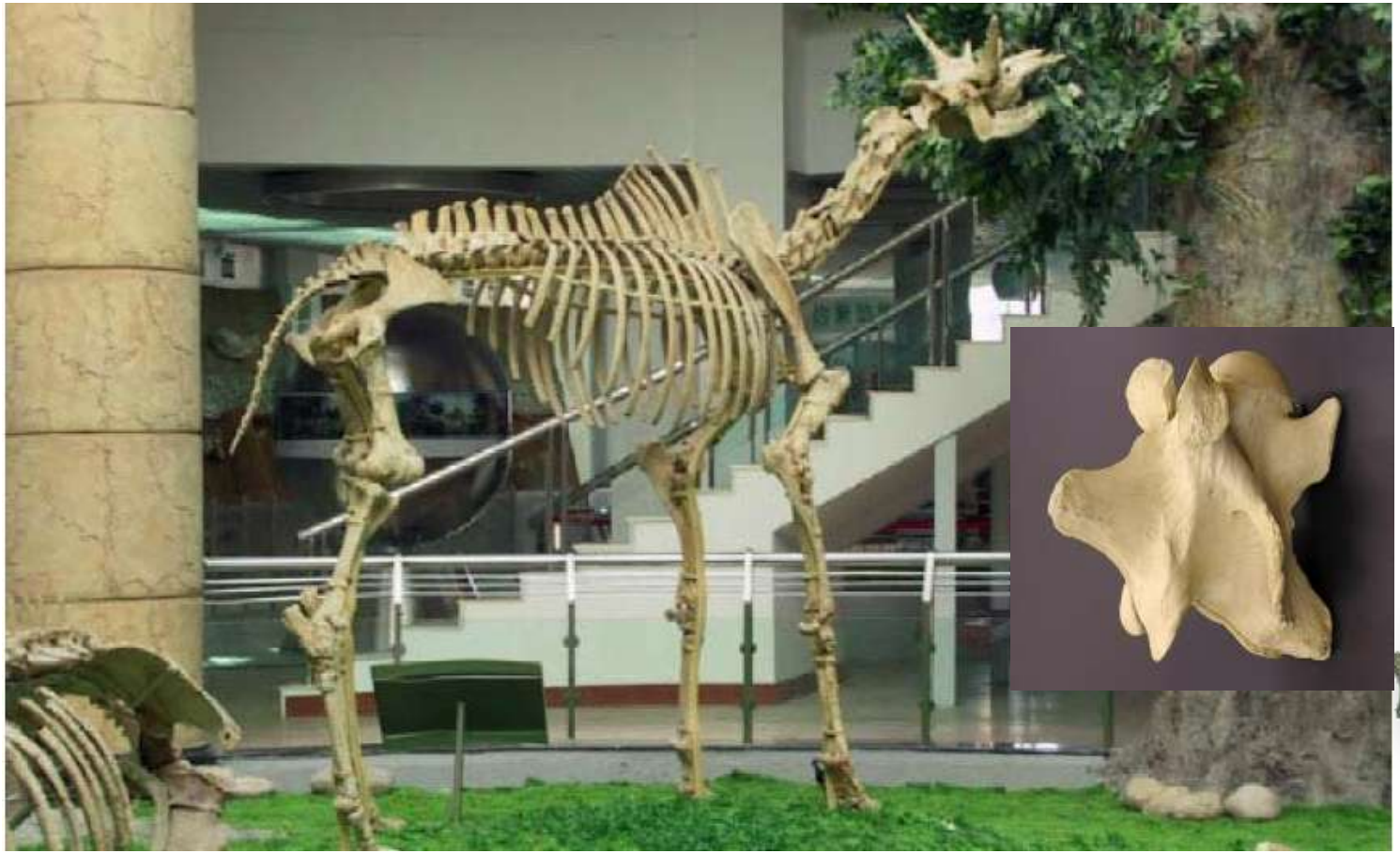
Le contrôle fin remplace la force.

Le nombre de vertèbres diminue



Chez les mammifères, le nombre de 7 vertèbres cervicales est constant

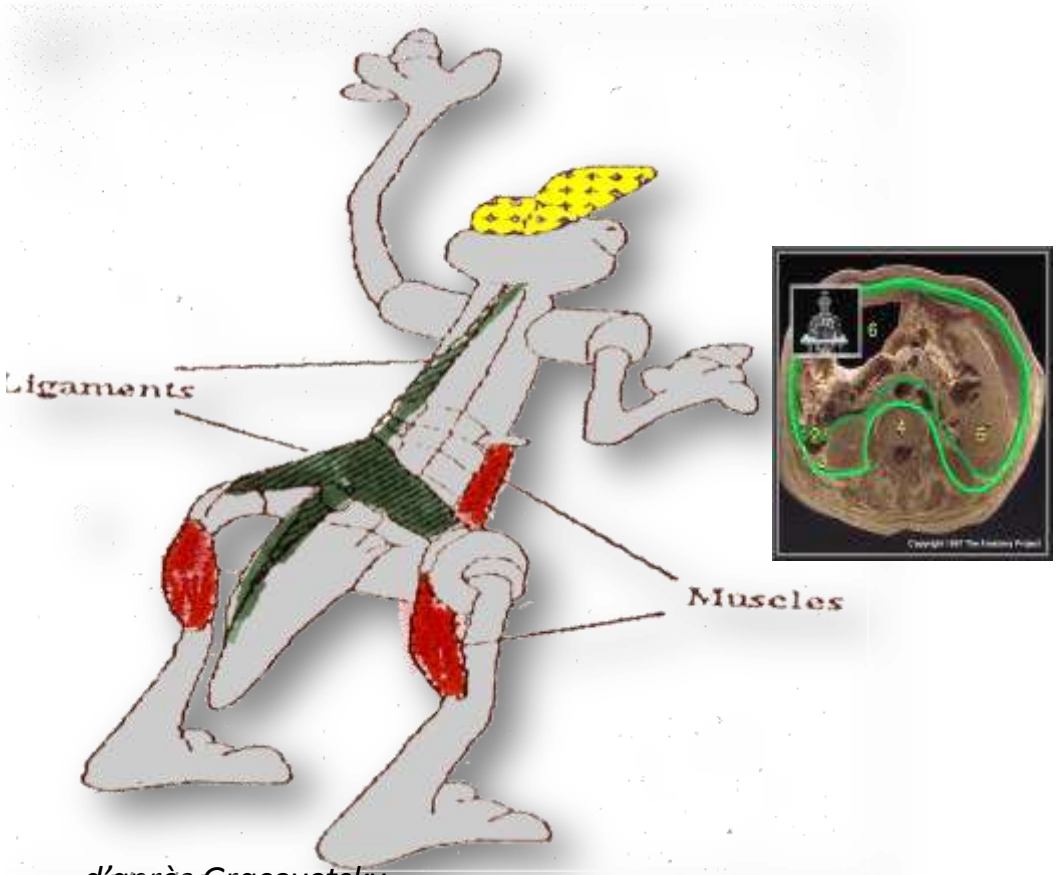
La girafe a 7 vertèbres cervicales



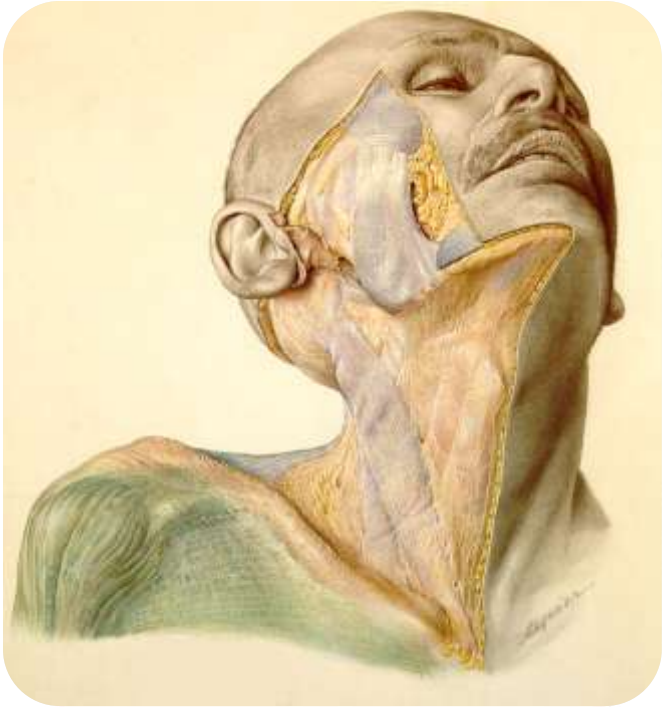
Ligaments postérieurs

La région cervicale est très riche en ligaments : transformation de muscles en ligaments (sauf les intertransversaires)

Modification de la tension des fascias superficiels

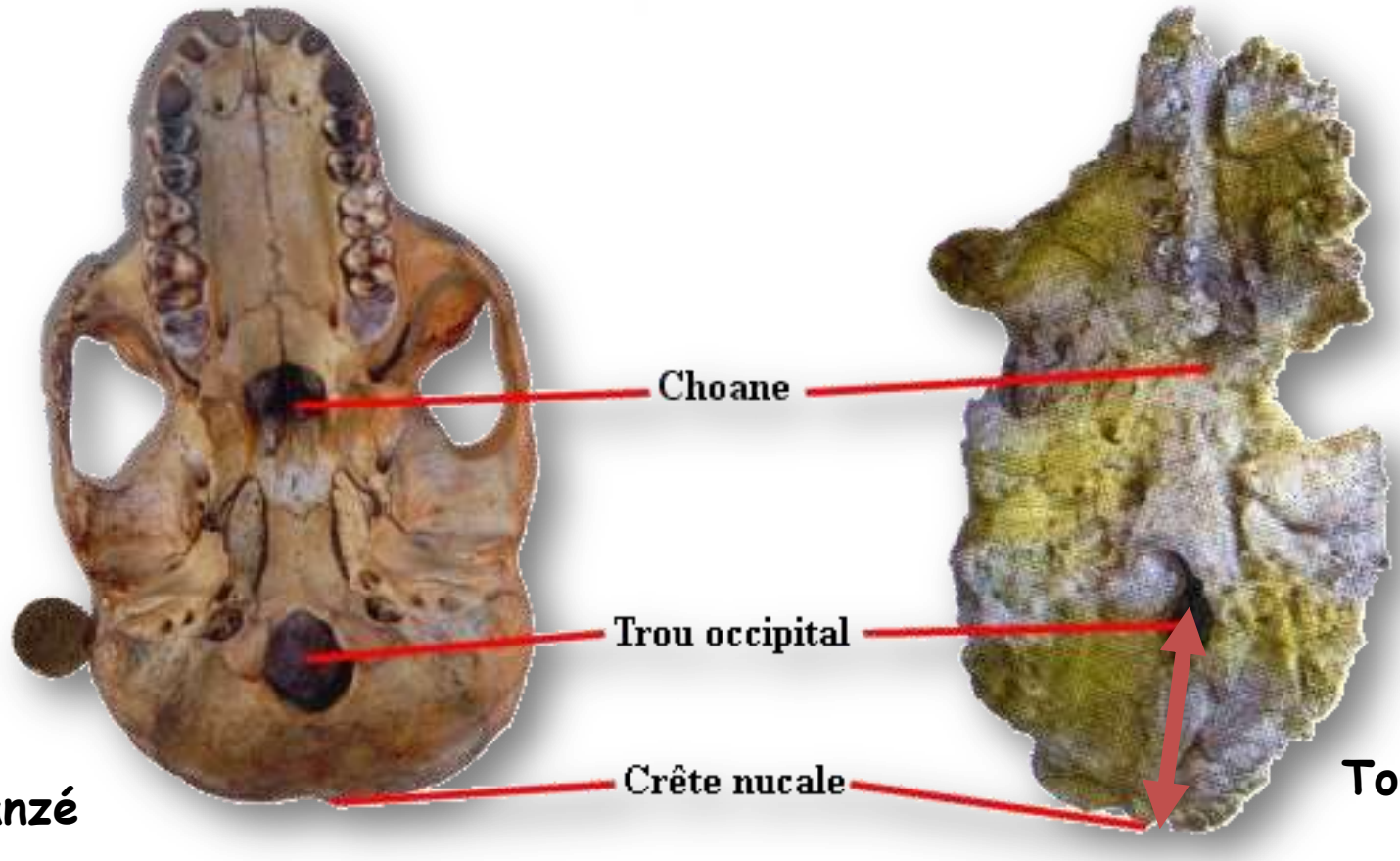


d'après Gracovetsky



- La verticalité s'effectue sans contraction musculaire

Médialisation du trou occipital



Chimpanzé

Toumaï

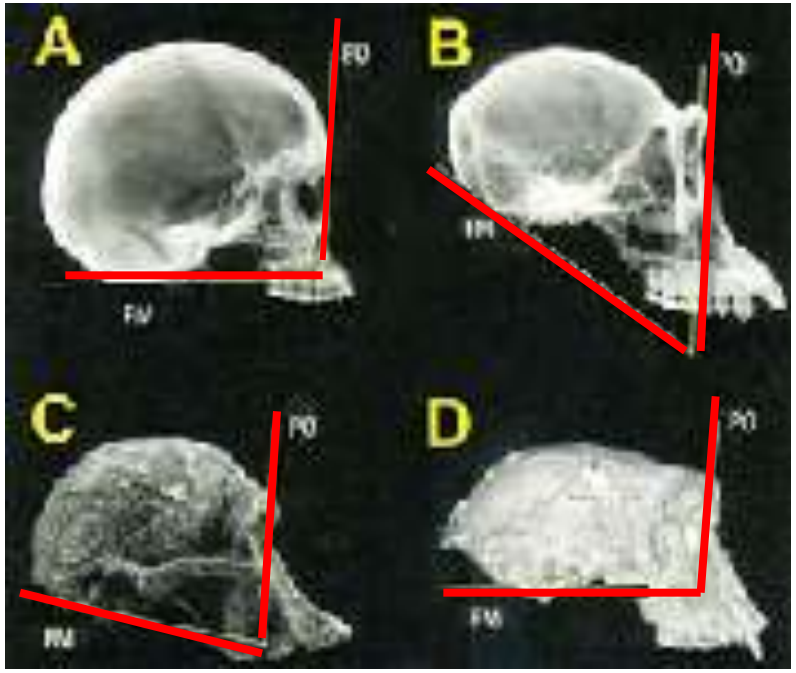
Le repli de l'os sphénoïde

Contraction de la face

Verticalisation

Bipédie et Angle plan orbitaire/foramen magnum

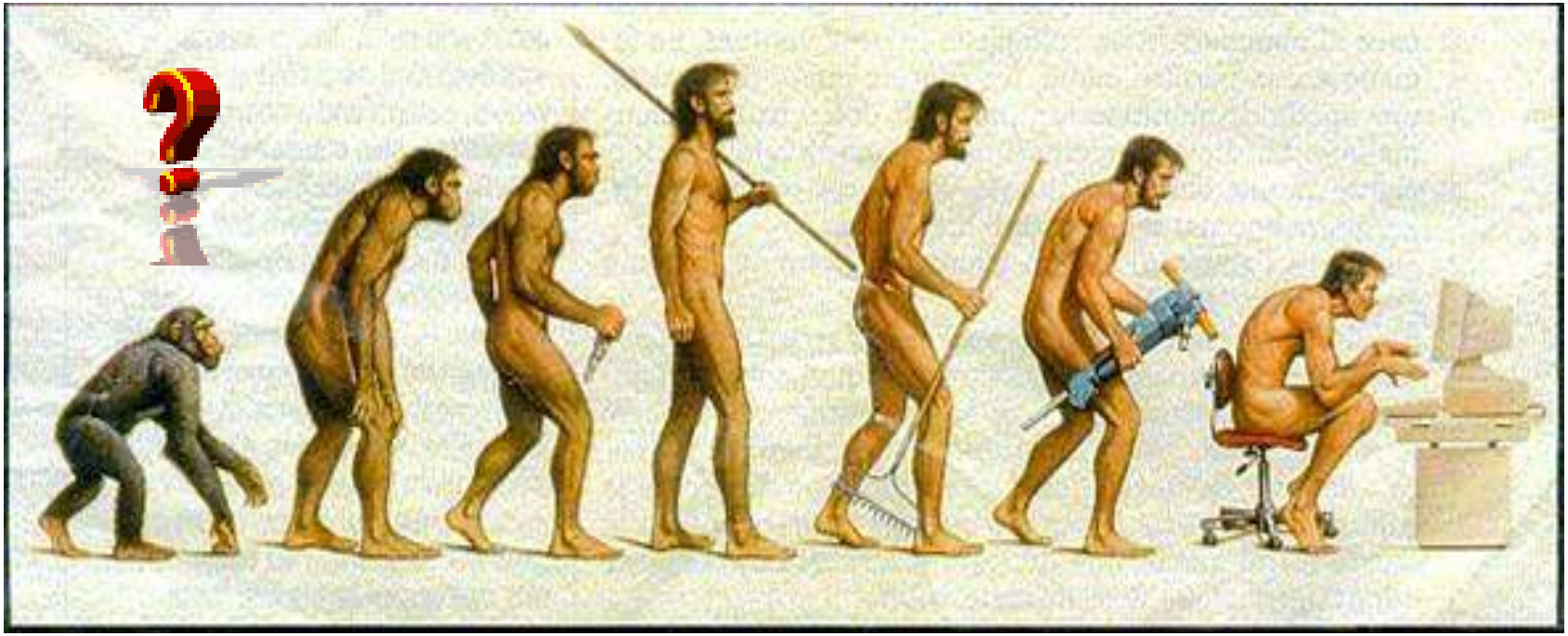
Homo sapiens

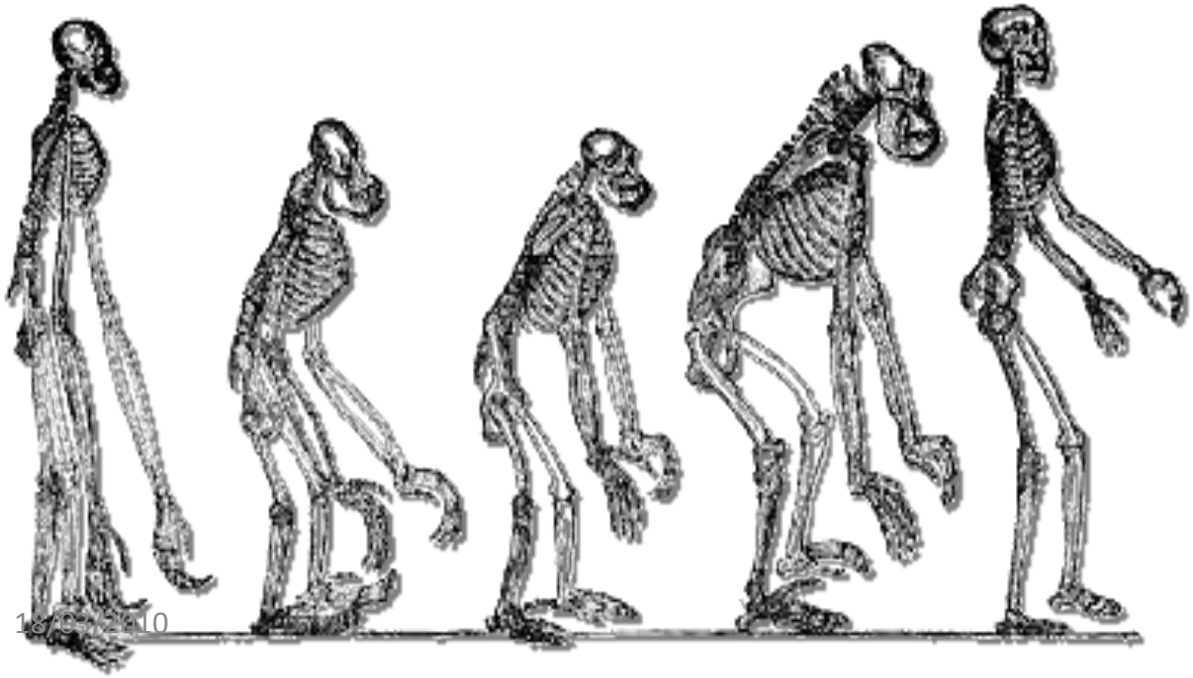


Chimpanzé

Australo-pithèque

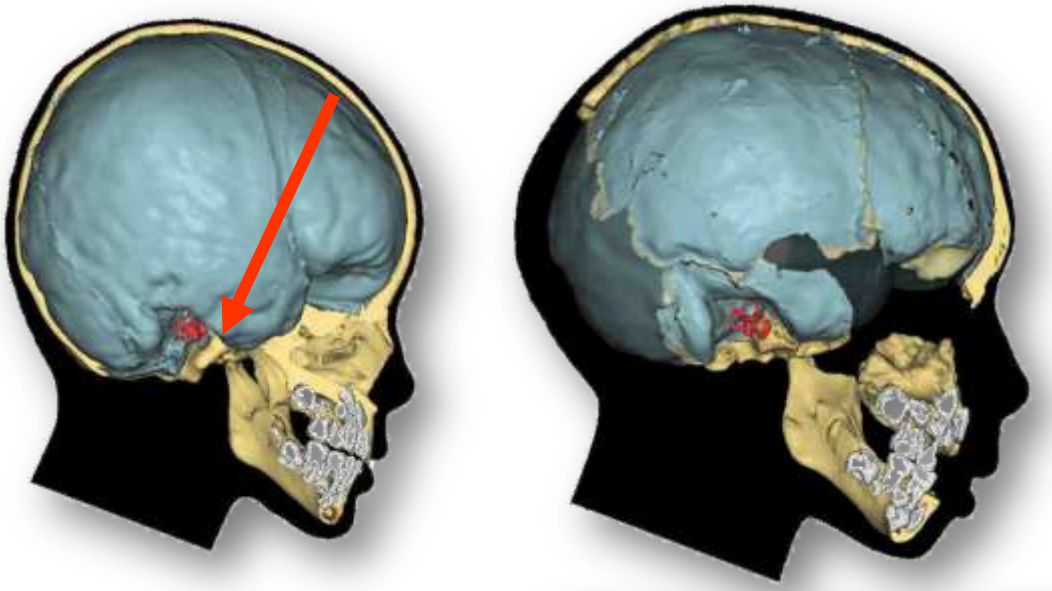
Toumaï





Bipédie Initiale ?

Canaux semi-circulaires



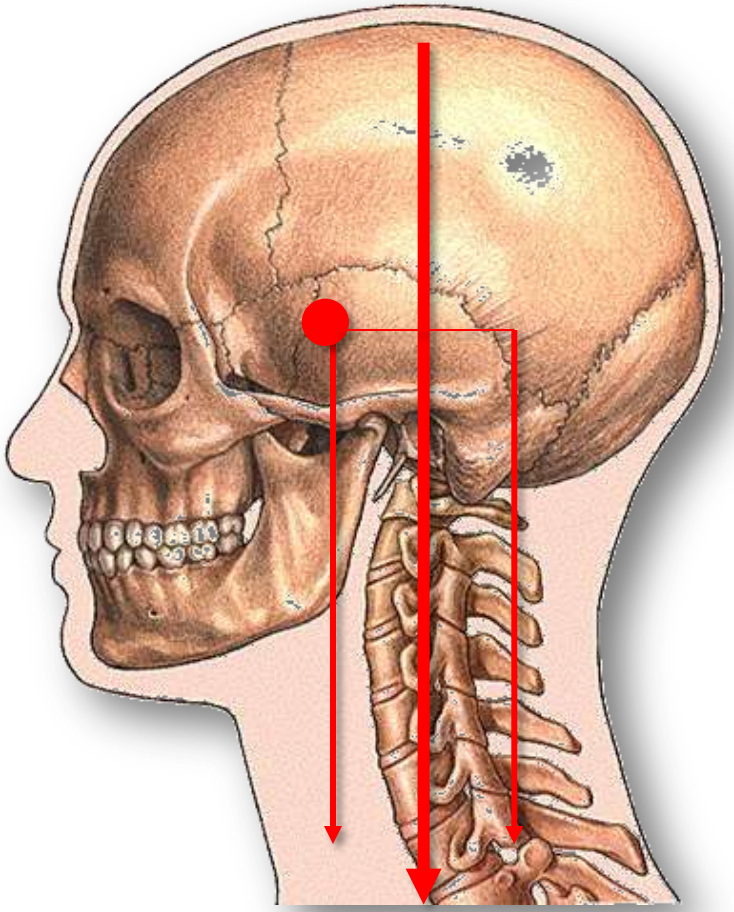
1994 : Fred SPOOR de Liverpool compare l 'empreinte des canaux semi-circulaires verticaux du grand singe et de l 'homme.

Sapiens

Système Postural

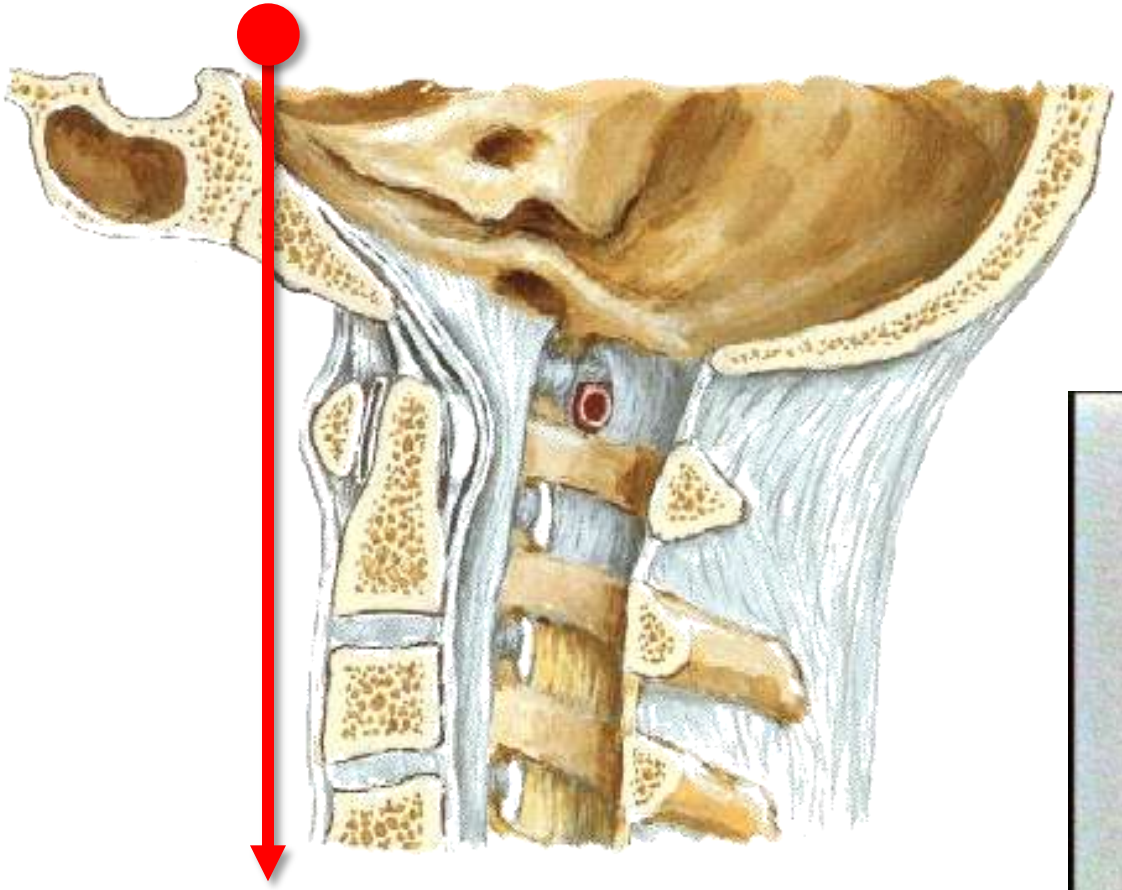
- La ligne de gravité se situe en avant des corps vertébraux, l'équilibre musculaire est obtenu lorsque le regard est orienté de 10° vers le haut (cinéma)
- Les canaux semi-circulaires sont horizontaux, lorsque le regard se situe 2 mètres en avant

Ligne de gravité et centre de gravité de la tête

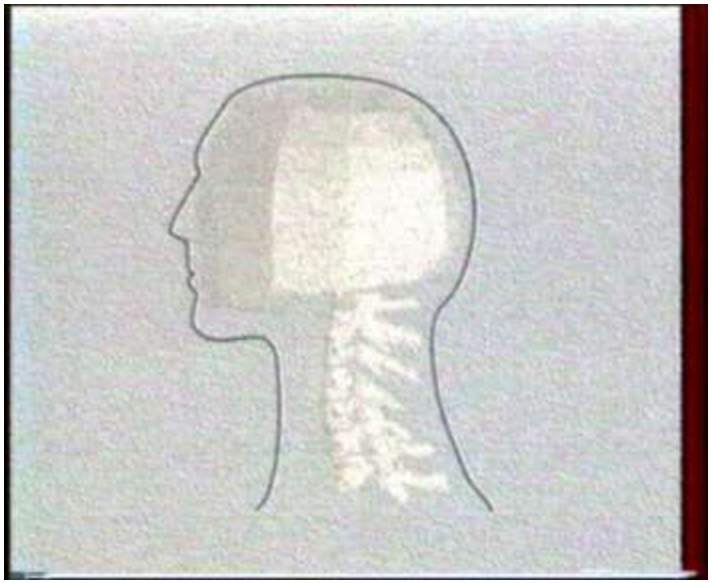


- La ligne de gravité passe au niveau du conduit auditif externe
- Le centre de gravité de la tête est en avant du rachis cervical
- Lorsque la tête est droite, les muscles postérieurs sont légèrement sous tension.
- La ligne racine du nez - bord postérieur du trou occipital est horizontale et parallèle au canal semi-circulaire externe.

Centre de gravité de la tête



La ligne de gravité passe en avant du rachis cervical, lorsque le regard est horizontal.



2 - Certains rachis cervicaux posent un problème biomécanique…

Le cou des dinosaures de 10 mètres de long fonctionne dans toutes les positions, ce qui est impossible en mécanique newtonienne.

Certes le développement de l'arc postérieur est majeur

Vertèbre de stégosaure (jurassique)

Concept d'intégrité de tension

Créé par l'architecte R. Buckminster Fuller en 1920

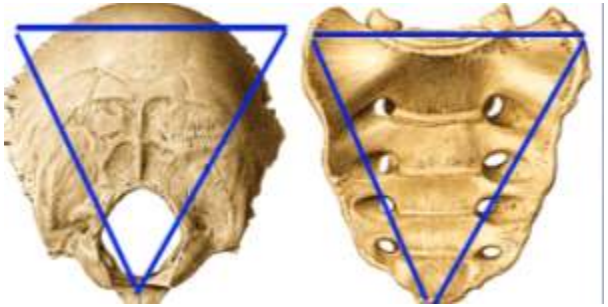
Contracté en **TENSEGRITY**

En biomécanique, l'intégrité tensionnelle est la propriété des objets dont les composants usent tension et compression de telle sorte que la force et la résistance dépassent la somme de celles de leurs composants.
Ainsi les os et les muscles agissent en unisson pour se renforcer.

Caractéristiques d'un système à intégrité de tension

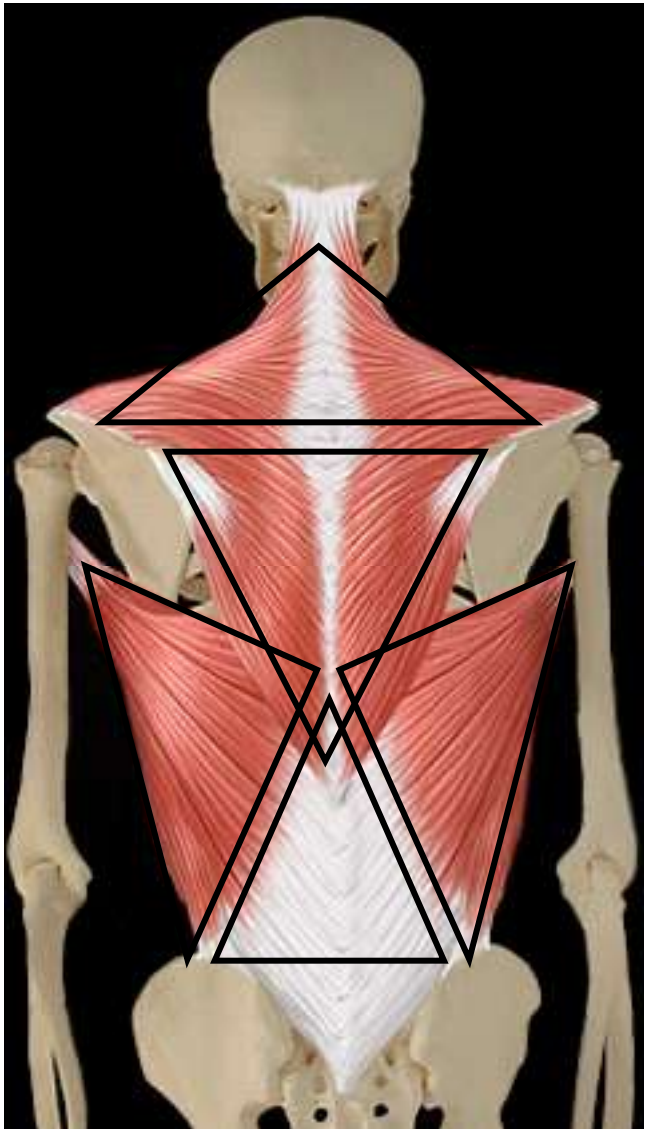
- **Système omnidirectionnel**
- Structure de base le triangle
- Modèle non linéaire
- Invariance d'échelle : la taille est tl
- La force et la résistance de l'ensem
- Maximum de stabilité avec un min
- Structure rigide en compression di
- Faible énergie consommée
- La charge appliquée est distribuée

Caractéristiques d'un système à intégrité de tension



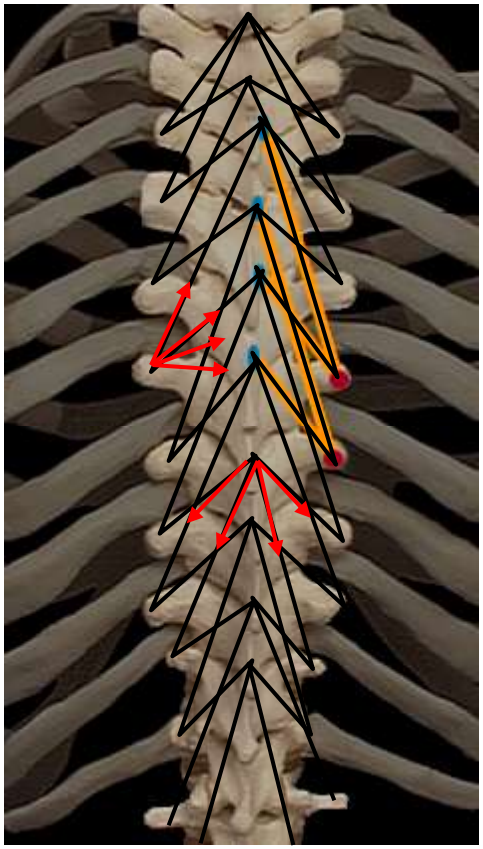
- Système omnidirectionnel
- **Structure de base le triangle**
- Modèle non linéaire
- Invariance d'échelle : la taille est théoriquement illimitée
- La force et la résistance de l'ensemble dépasse celle de leurs composants
- Maximum de stabilité avec un minimum de matériau
- Structure rigide en compression discontinue et flexible en tension continue
- Faible énergie consommée
- La charge appliquée est distribuée dans toute la structure

Muscles superficiels et profonds



Plan superficiel

rotateur



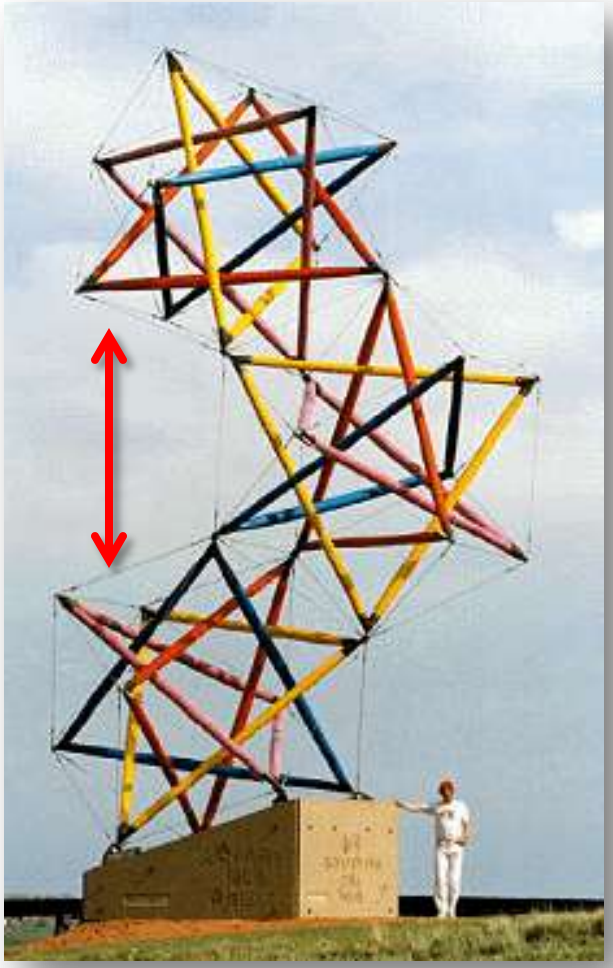
multifidus

Transversaire épineux

Caractéristiques d'un système à intégrité de tension

- Système omnidirectionnel
- Structure de base le triangle
- **Modèle non linéaire**
- Maximum de stabilité avec un minimum de matériau
- Invariance d'échelle : la taille est théoriquement illimitée
- La force et la résistance de l'ensemble dépasse celle de leurs composants
- Structure rigide en compression discontinue et flexible en tension continue
- Faible énergie consommée
- La charge appliquée est distribuée dans toute la structure

Non linéarité géométrique



Une petite modification de la longueur de quelques mm entraîne une modification très importante de la force et de la résistance du système.

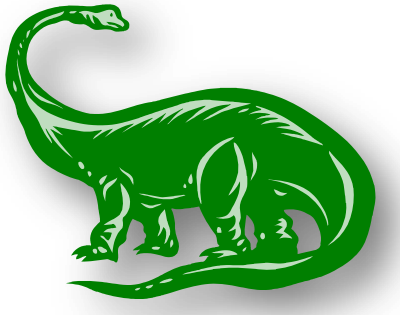
Caractéristiques d'un système à intégrité de tension

- Système omnidirectionnel
- Structure de base le triangle
- Modèle non linéaire
- **Maximum de stabilité avec un minimum de matériau**
- Invariance d'échelle : la taille est théoriquement illimitée
- La force et la résistance de l'ensemble dépasse celle de leurs composants
- Structure rigide en compression discontinue et flexible en tension continue
- Faible énergie consommée
- La charge appliquée est distribuée dans toute la structure

Caractéristiques d'un système à intégrité de tension

- Système omnidirectionnel
- Structure de base le triangle
- Maximum de stabilité avec un minimum de matériau
- **Invariance d'échelle : la taille est théoriquement illimitée**
- La force et la résistance de l'ensemble dépasse celle de leurs composants
- Structure rigide en compression discontinue et flexible en tension continue
- Faible énergie consommée
- La charge appliquée est distribuée dans toute la structure

Invariance d'échelle,
la taille est théoriquement illimitée



- **Le cou des dinosaures de 10 mètres de long fonctionne dans toutes les positions.**
- **Le muscle augmente sa force lorsque sa surface de section augmente.**
- **L'os augmente de section non du fait de la compression, mais du fait des tensions de la matrice de collagène.**

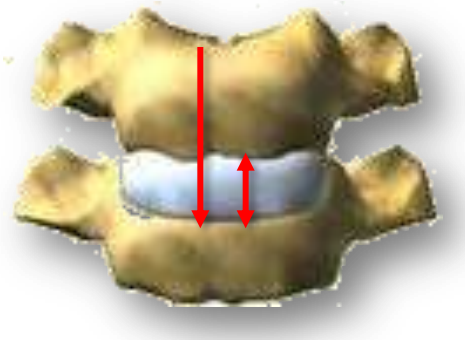
En mécanique newtonnienne, un animal de taille supérieure au lion serait impossible

Caractéristiques d'un système à intégrité de tension

- Système omnidirectionnel
- Structure de base le triangle
- Maximum de stabilité avec un minimum de matériau
- Invariance d'échelle : la taille est théoriquement illimitée
- Modèle non linéaire
- **Structure rigide en compression discontinue et flexible en tension continue**
- La force et la résistance de l'ensemble dépasse celle de leurs composants
- Faible énergie consommée
- La charge appliquée est distribuée dans toute la structure

Le disque inter-vertébral cervical nucleus = reliquat de la chorde

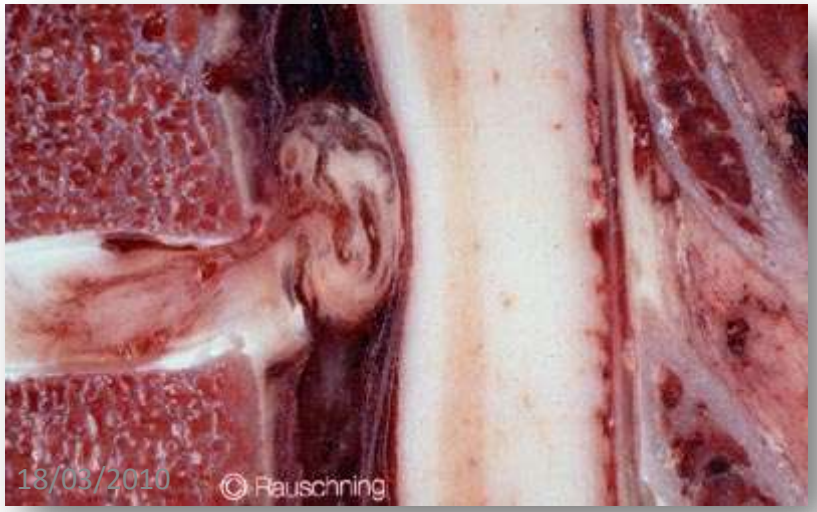
Rapport disco-corporéal 1/3

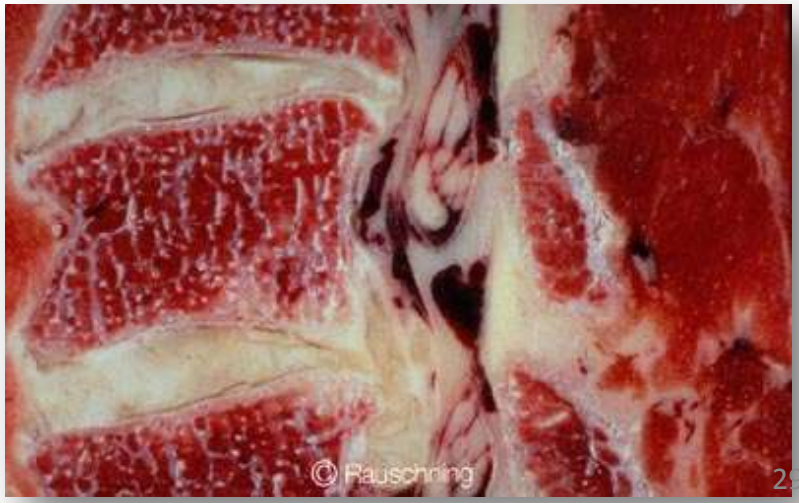


L'ensemble discal est un flexor, un silent bloc à structure composite.

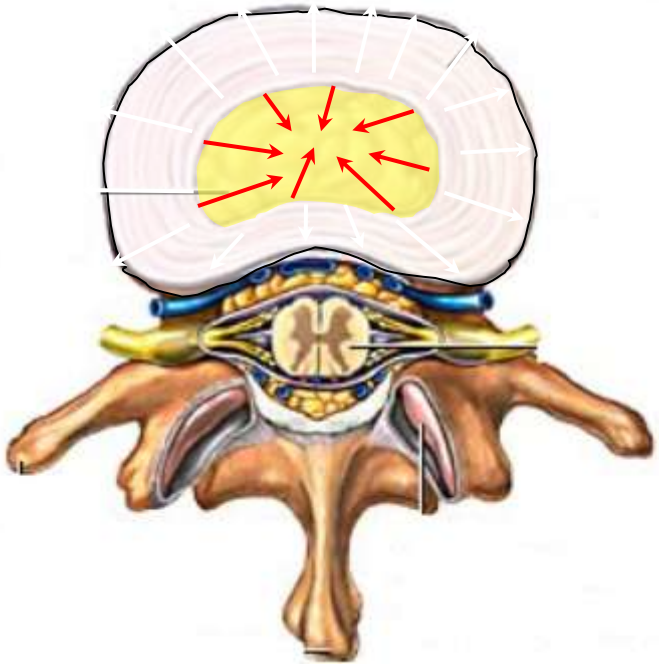
Etat de pré-contrainte par imbibition du nucleus.

La structure est fragile, malgré la faible composante mécanique (poids de la tête 6 Kg).





Le disque : structure de tenségrité



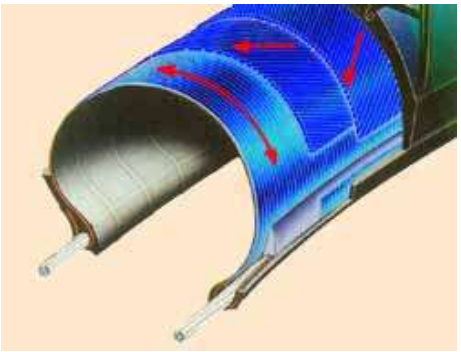
CONTRAINTES

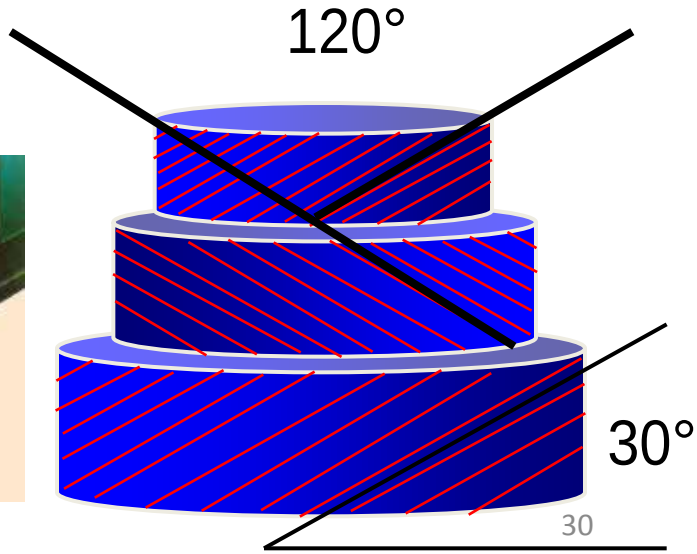
Nucléus pulposus : contraintes verticales en COMPRESSION

Annulus fibrosus : contraintes tangentielles en TENSION

ORIENTATION DE L'ANNULUS

Lamelles concentriques disposées de façon oblique d'une couche à l'autre : 30° par rapport au plan du disque, 120° entre elles.





Caractéristiques d'un système à intégrité de tension

- Système omnidirectionnel
- Structure de base le triangle
- Maximum de stabilité avec un minimum de matériau
- Invariance d'échelle : la taille est théoriquement illimitée
- Modèle non linéaire
- Structure rigide en compression discontinue et flexible en tension continue
- La force et la résistance de l'ensemble dépasse celle de leurs composants
- Faible énergie consommée
- La charge appliquée est distribuée dans toute la structure

Exemple du ballon de foot

- **La tension est continue, la compression est discontinue. La tension continue de l'enveloppe du ballon lutte contre les molécules d'air à l'intérieur qui chacune repousse l'enveloppe de façon discontinue.**
- **L'ensemble est beaucoup plus résistant que la mince enveloppe de caoutchouc.**

Caractéristiques d'un système à intégrité de tension

- Système omnidirectionnel
- Structure de base le triangle
- Maximum de stabilité avec un minimum d
- Invariance d'échelle : la taille est théoriqu
- Modèle non linéaire
- Structure rigide en compression discontin
- La force et la résistance de l'ensemble dé
- Faible énergie consommée
- La charge appliquée est distribuée

La charge appliquée est distribuée à toute la structure

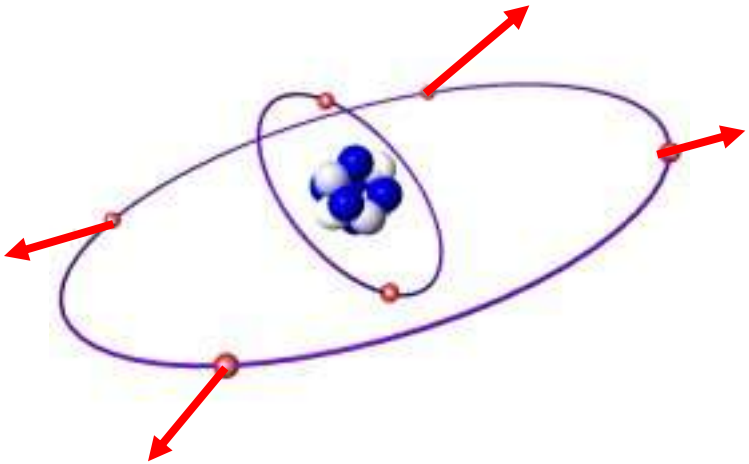
La pression au niveau du point d'appui se transmet à l'ensemble de la structure si le ballon est bien gonflé

Caractéristiques d'un système à intégrité de tension

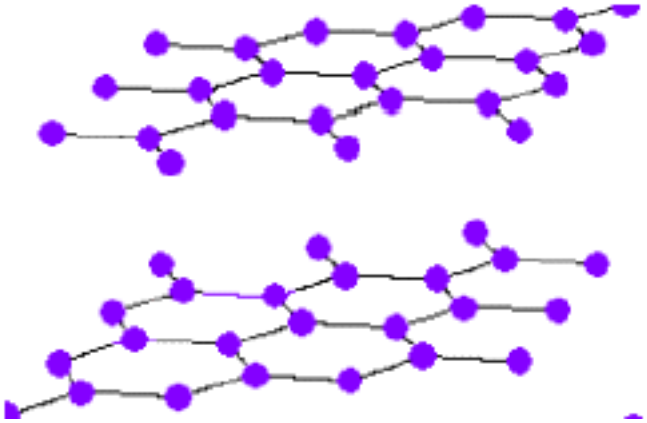
- Système omnidirectionnel
- Structure de base le triangle
- Maximum de stabilité avec un minimum de matériau
- Invariance d'échelle : la taille est théoriquement illimitée
- Modèle non linéaire
- Structure rigide en compression discontinue et flexible en tension continue
- La force et la résistance de l'ensemble dépasse celle de leurs composants
- Faible énergie consommée
- La charge appliquée est distribuée dans toute la structure
- **Principe universel**

Tenségrité : principe universel ?

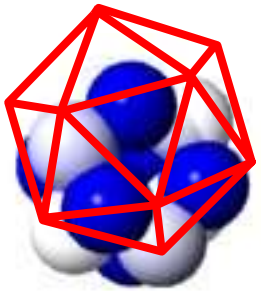
Carbone : 2 formes pures :



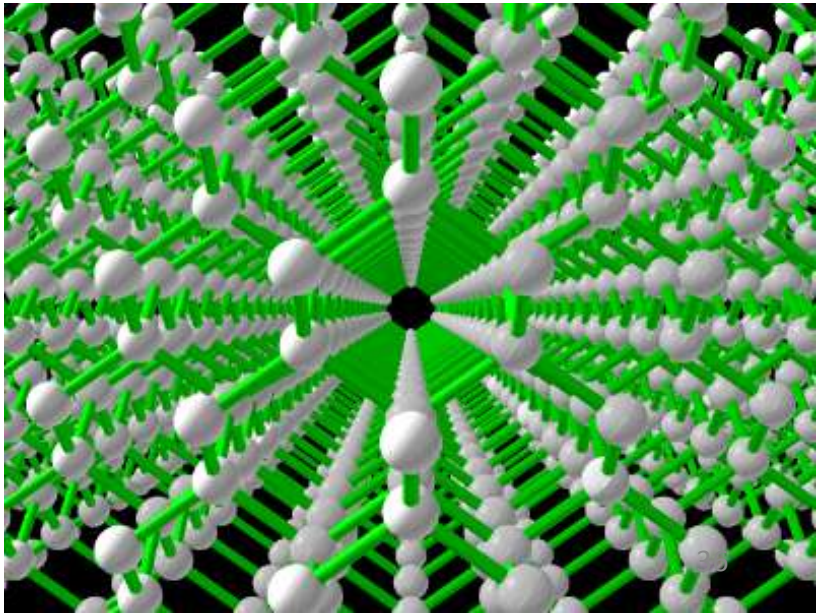
GRAPHITE



Atome de carbone C 6 12



DIAMANT



Noyau du carbone 12

Caractéristiques d'un système à intégrité de tension

- Système omnidirectionnel
- Structure de base le triangle
- Maximum de stabilité avec un minimum de matériau
- Invariance d'échelle : la taille est théoriquement illimitée
- Modèle non linéaire
- Structure rigide en compression discontinue et flexible en tension continue
- La force et la résistance de l'ensemble dépasse celle de leurs composants
- Faible énergie consommée
- La charge appliquée est distribuée dans toute la structure
- Principe universel
- **Les éléments doivent rester indépendants**

Les éléments doivent rester indépendants

- **La structure anatomique du corps vertébral avec ses apophyses épineuses et transverses évoque un système d'intégrité de tension.**

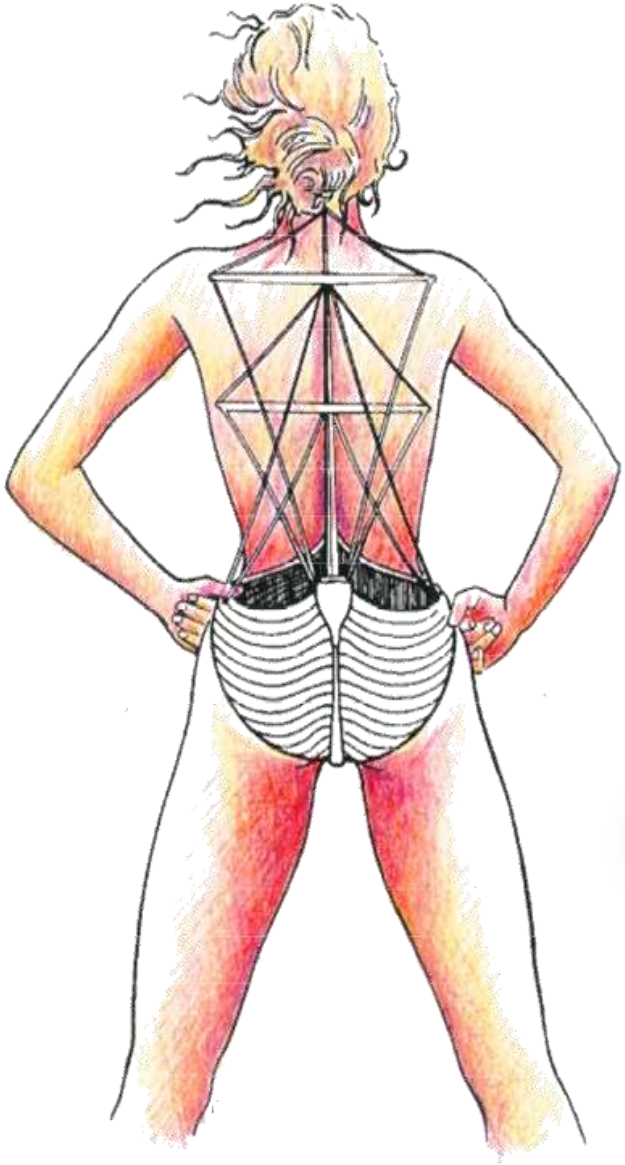
Nouvelle modélisation du rachis

Ce sont les tissus mous autour du rachis qui, sous une tension appropriée, maintiennent et peuvent soulever l'ensemble du rachis.

Le rachis n'est plus une colonne avec un empilement de vertèbres, mais une structure à intégrité de tension.

Les ligaments paravertébraux sont sous tension continue lorsque le rachis est au repos.
La longueur des muscles paravertébraux au repos est telle qu'ils sont en permanence sous tension.

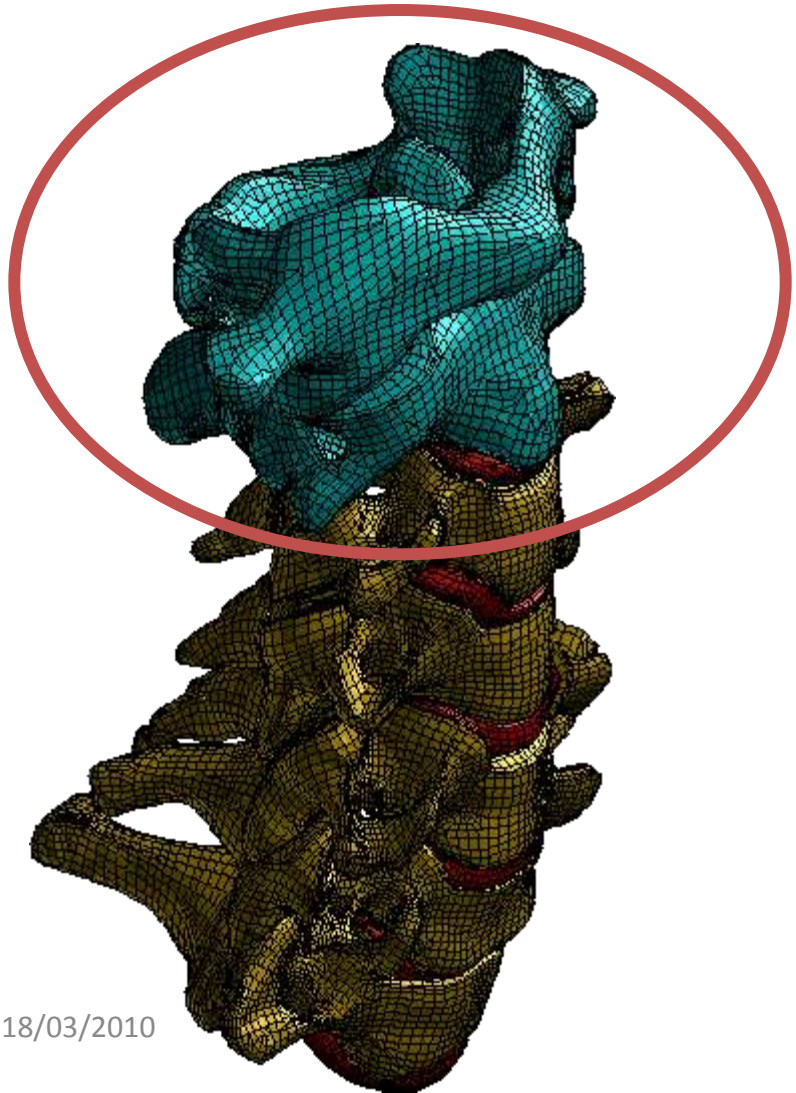
Les vertèbres et les disques sont en compression discontinue



Structure haubanée dans le champ gravitaire

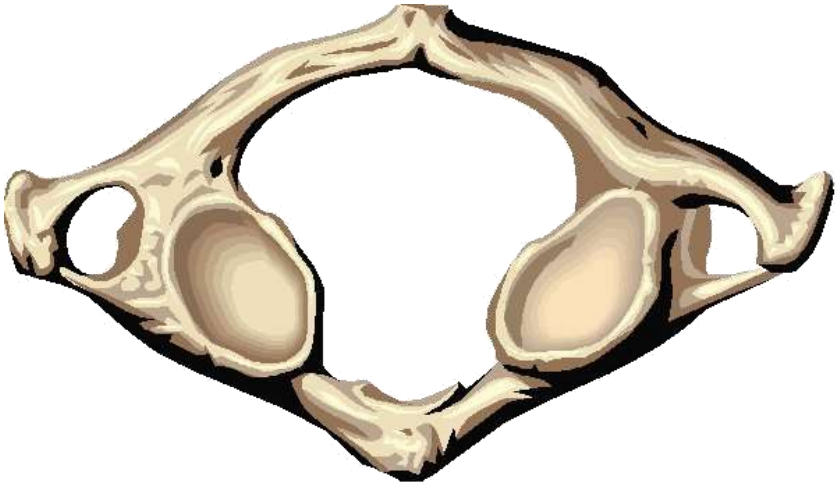
Structure en autocontrainte omnidirectionnelle

3 – Anatomo-Radiologie caractéristiques C0-C2



Charnière sous-occipitale

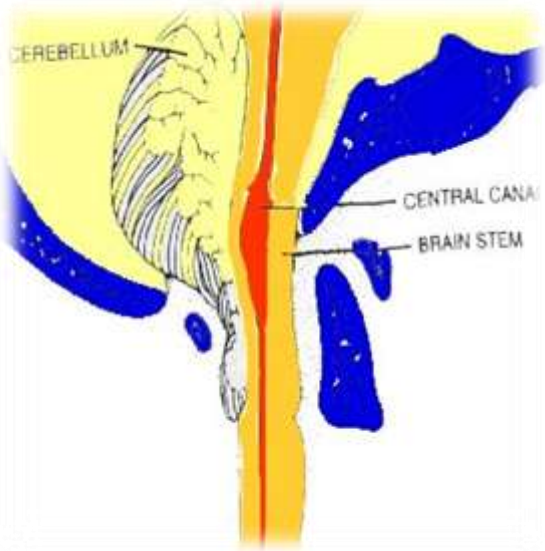
Articulation C0 – C1



A noter la forme des articulaires supérieures en «chasse-neige », stabilisant C0-C1 en rotation.

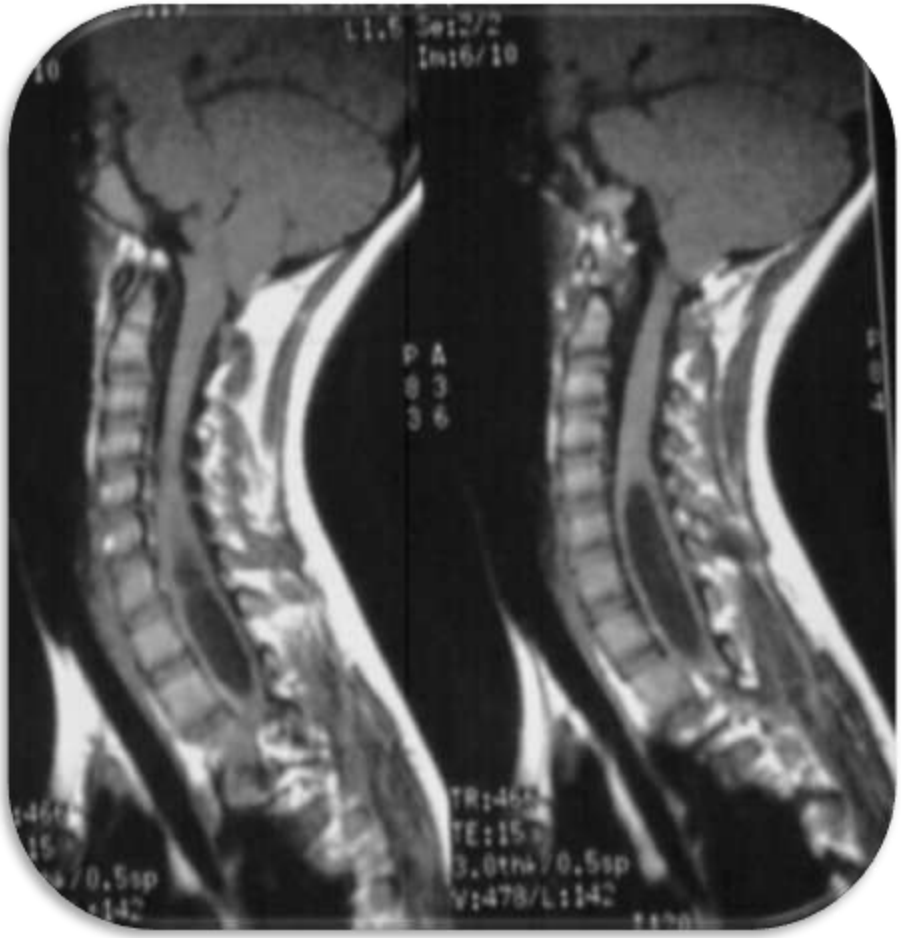
LE SYNDROME D'ARNOLD CHIARI

– correspond à une descente du tronc cérébral avec engagement des amygdales cérébelleuses dans le trou occipital et hydrocéphalie. Des adhérences à l'extrémité inférieure de la moelle dans un spina-bifida peuvent en effet empêcher la remontée de la moelle.

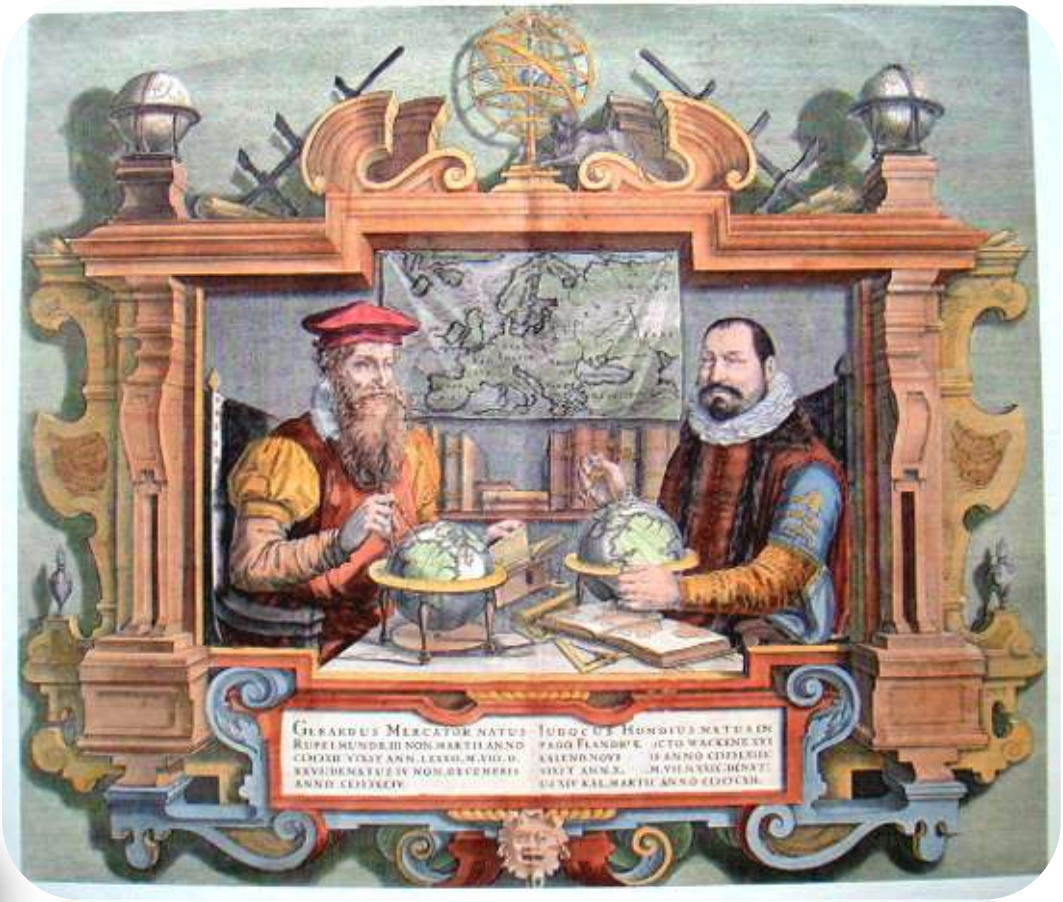


Syringomyélie

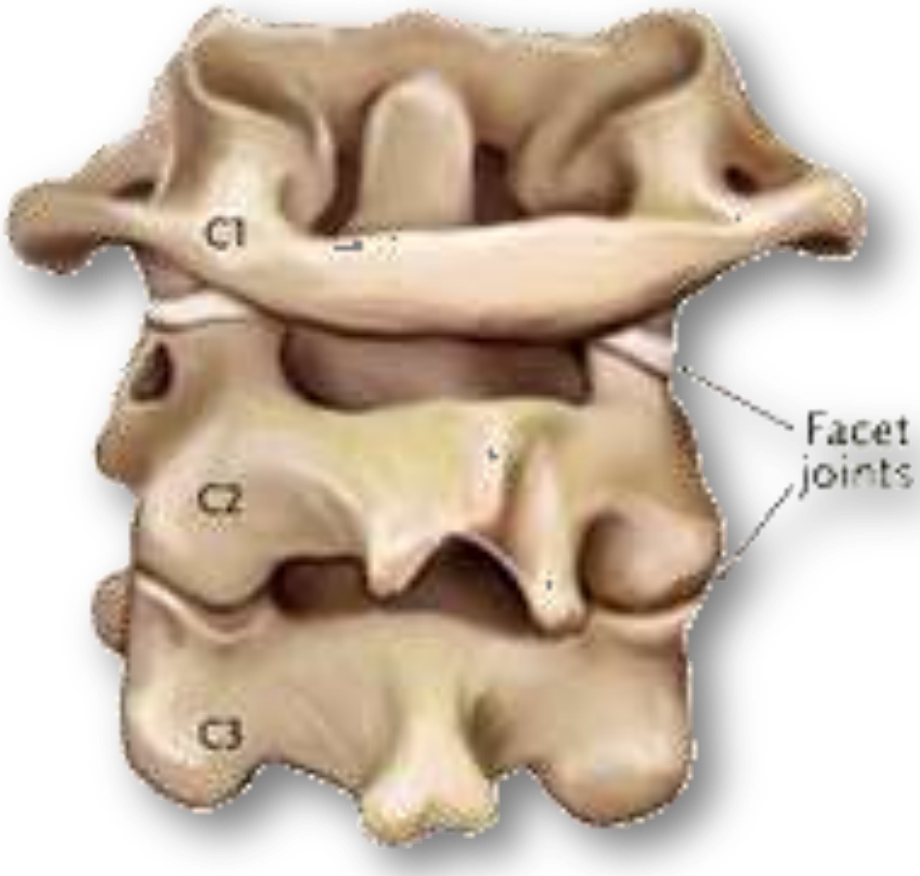
La syringomyélie avec perturbation de la circulation du liquide céphalo-rachidien se traduite par des troubles des membres supérieurs et une abolition des réflexes cutanés abdominaux.



Atlas et Mercator

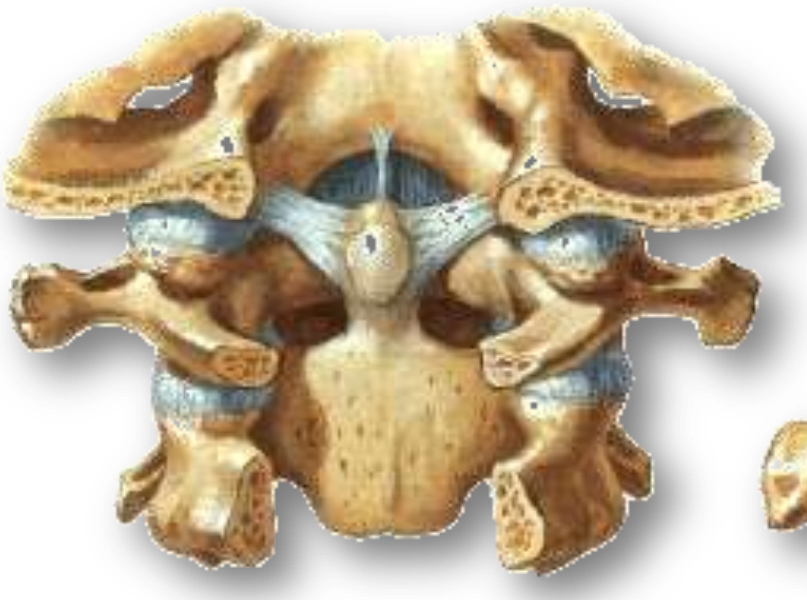


Articulation C1-C2



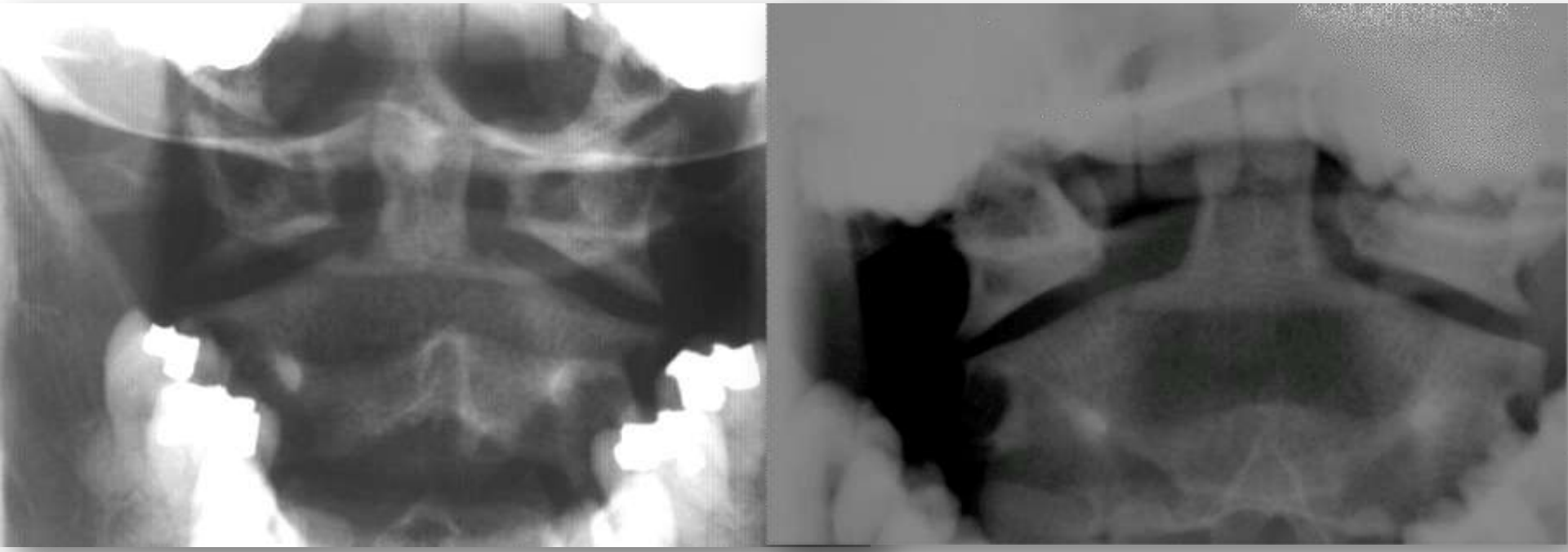
- Absence de disque inter-vertébral C1-C2
- Pivot osseux permettant un défilement panoramique du regard
- La rotation s'effectue selon un mouvement hélicoïdal protégeant la structure vasculaire

C1-C2 – vue postérieure



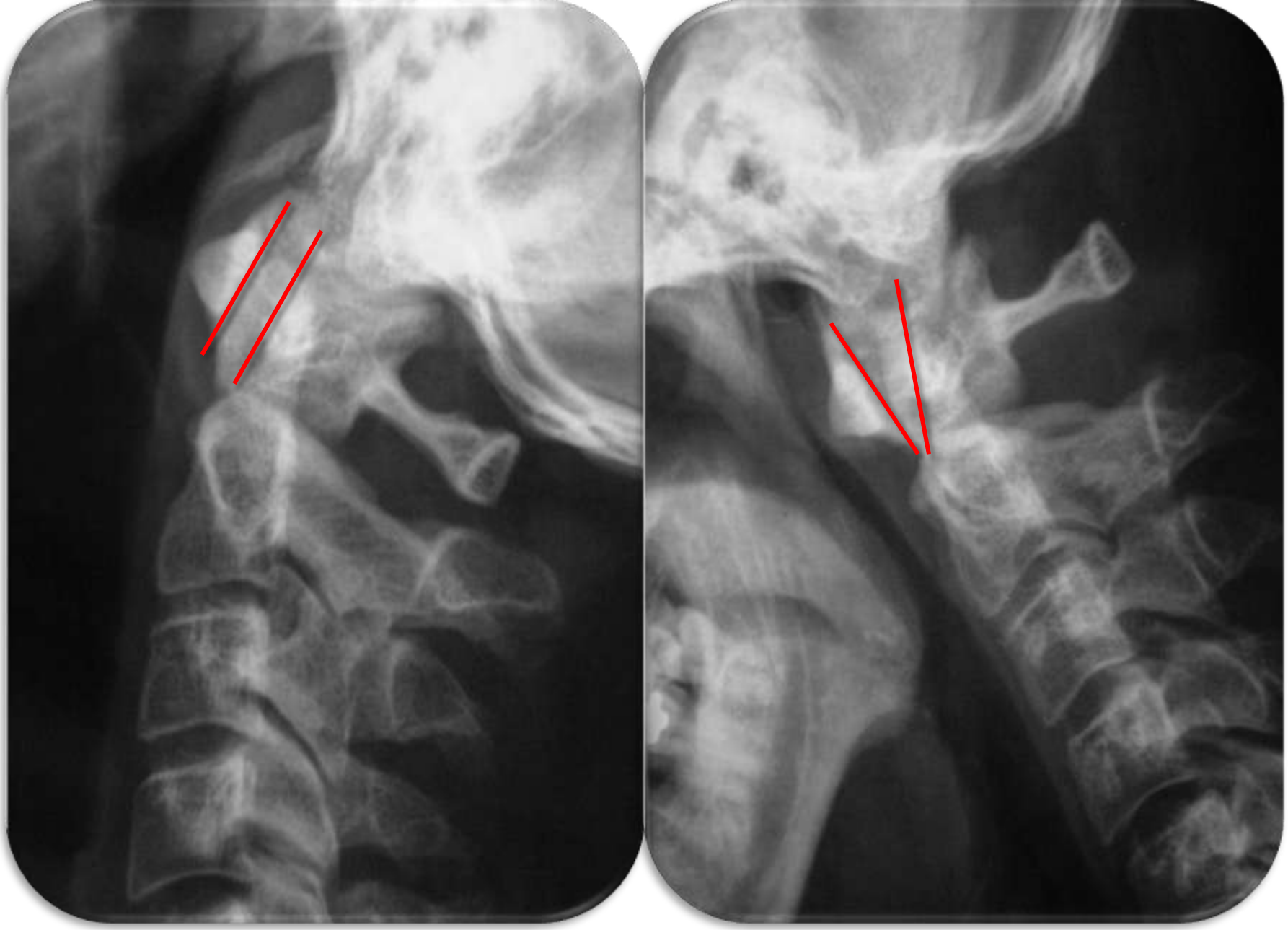
La rotation s'effectue autour du pivot de l'odontoïde, autour duquel tourne l'anneau ostéo-fibreux atlas-transverse

Subluxation C1-C2



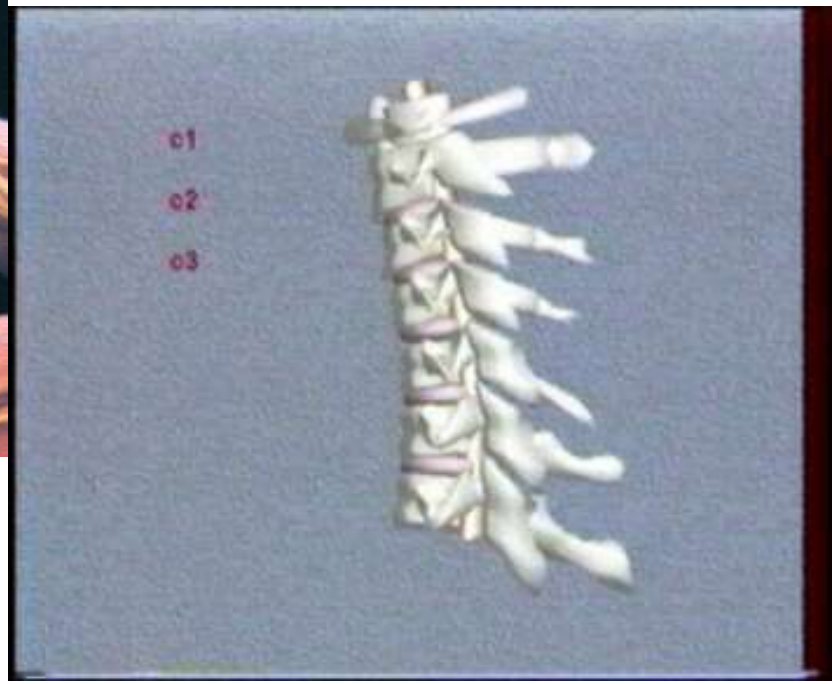
Le décalage atlas-axis sur une radiographie de face traduit la perturbation du mouvement hélicoïdal. Il n'y a pas d'inflexion latérale en C1-C2

10.00
Dr SYLVIE CHAZEL
49,Rue LEON BLUM
69100 VILLEURBANNE

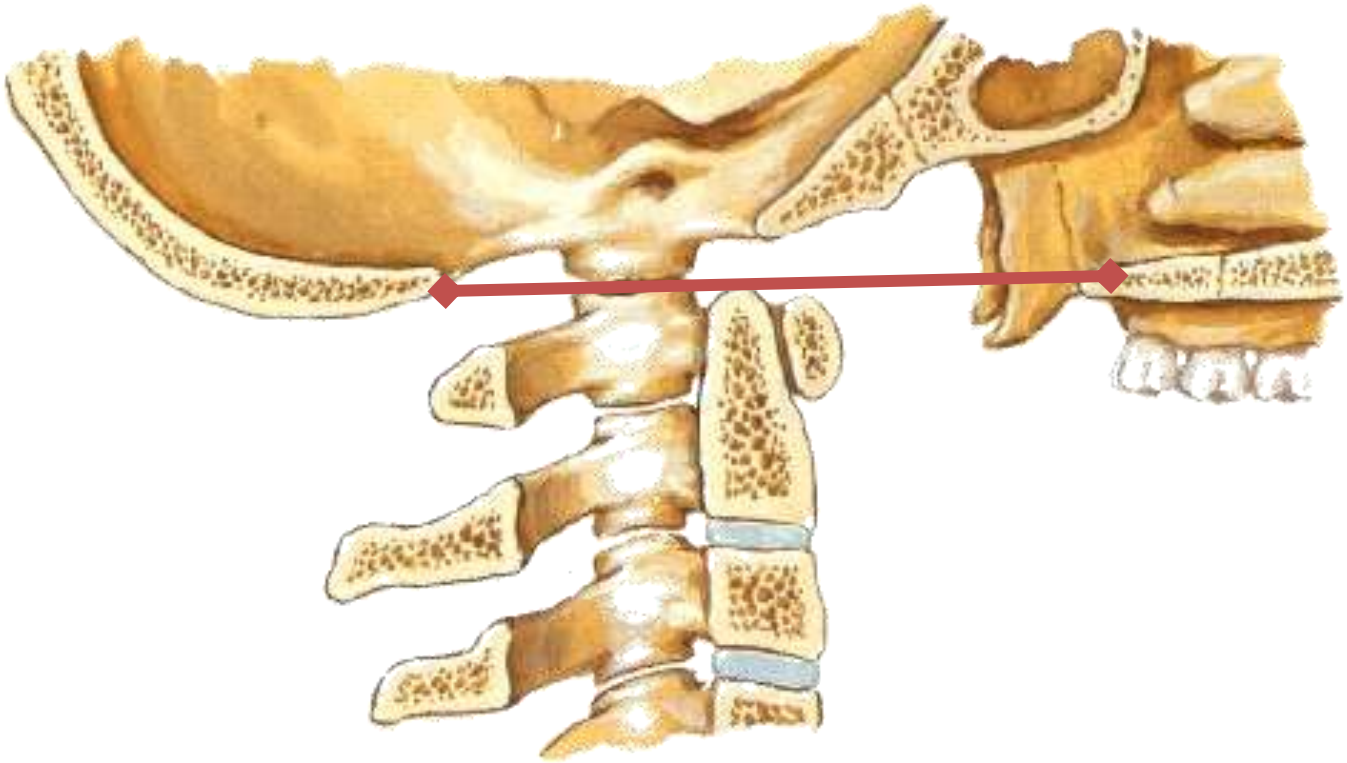


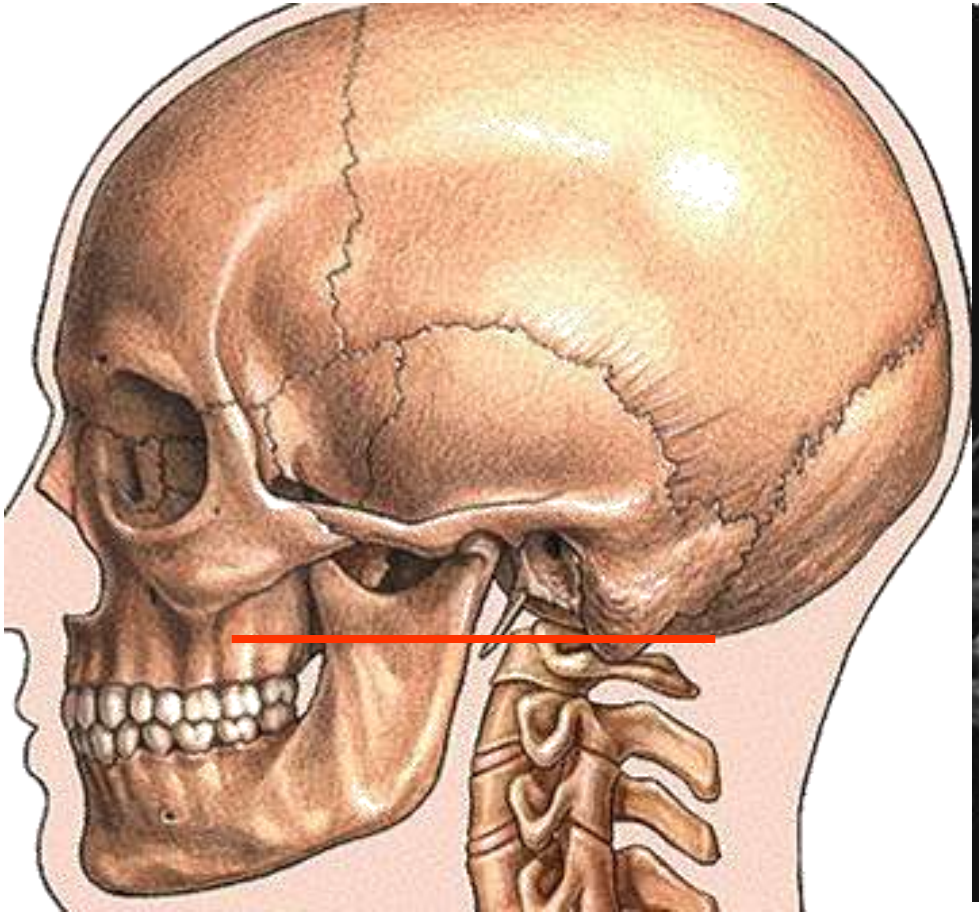
Elargissement excessif de l'espace pré-odontoïde sur les clichés dynamiques

Les névralgies d'Arnold

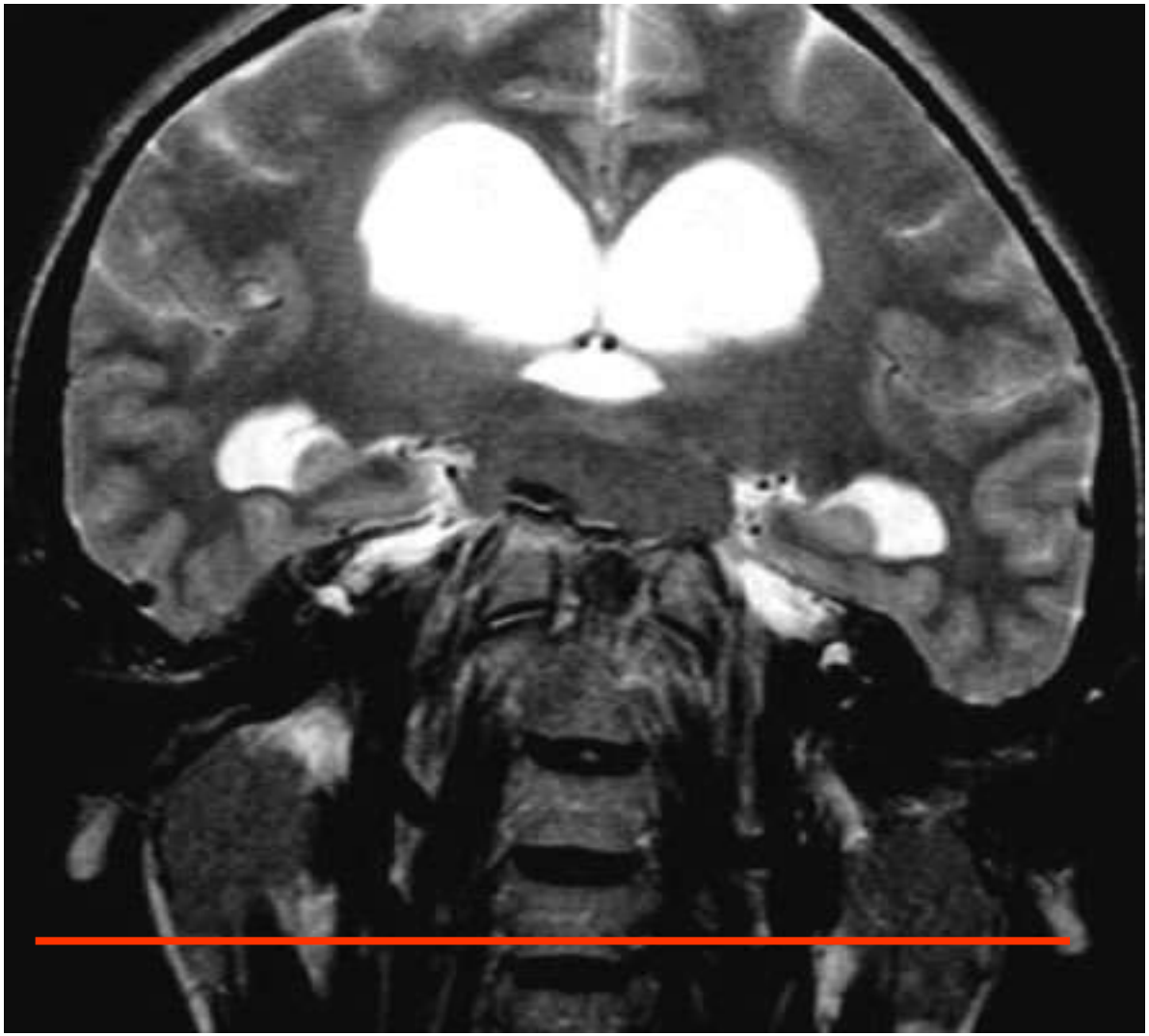


Impression basilaire : plan sagittal



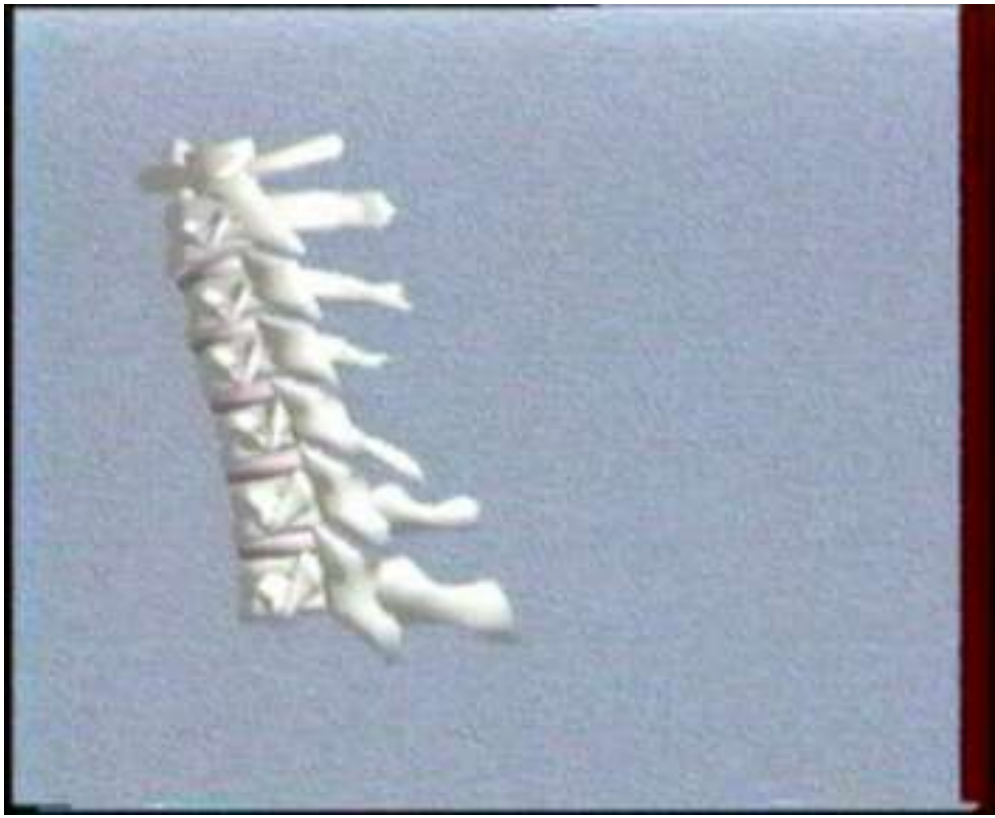


Impression basilaire

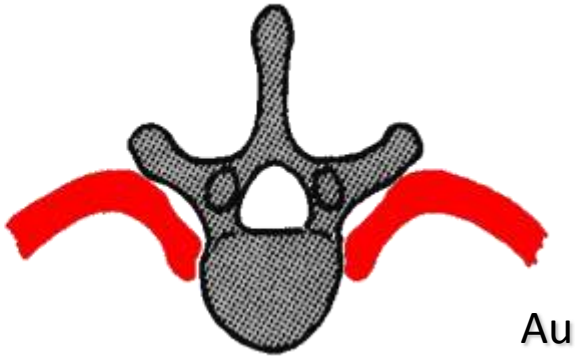


5 - Eléments anatomiques caractéristiques C3-C7

L'artère vertébrale

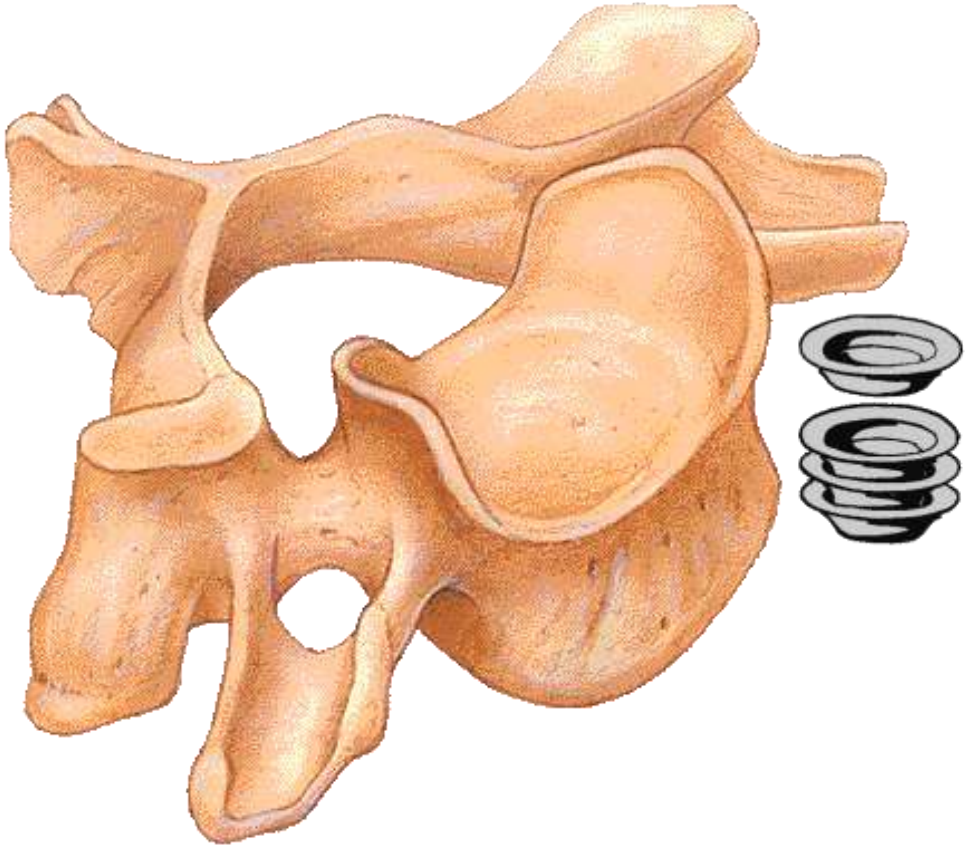


Ontogénèse – trou transversaire

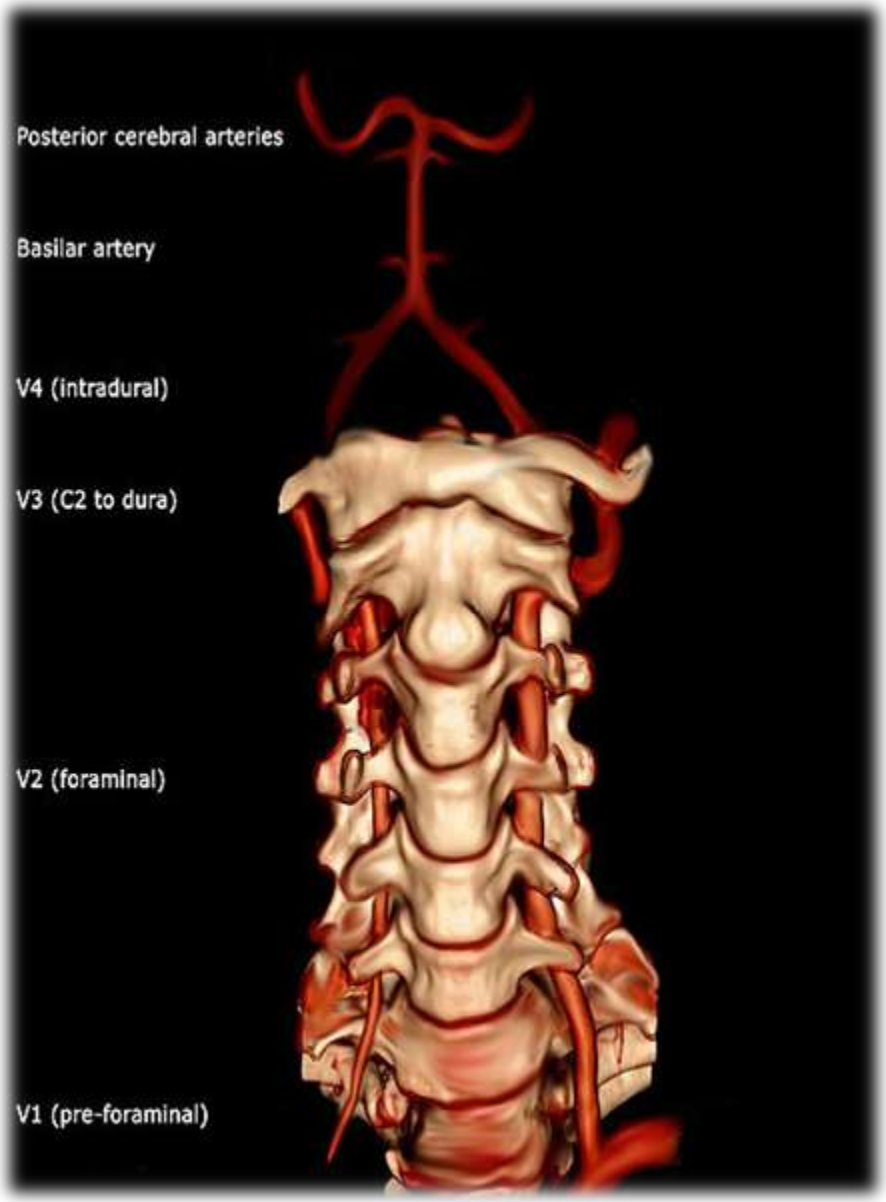


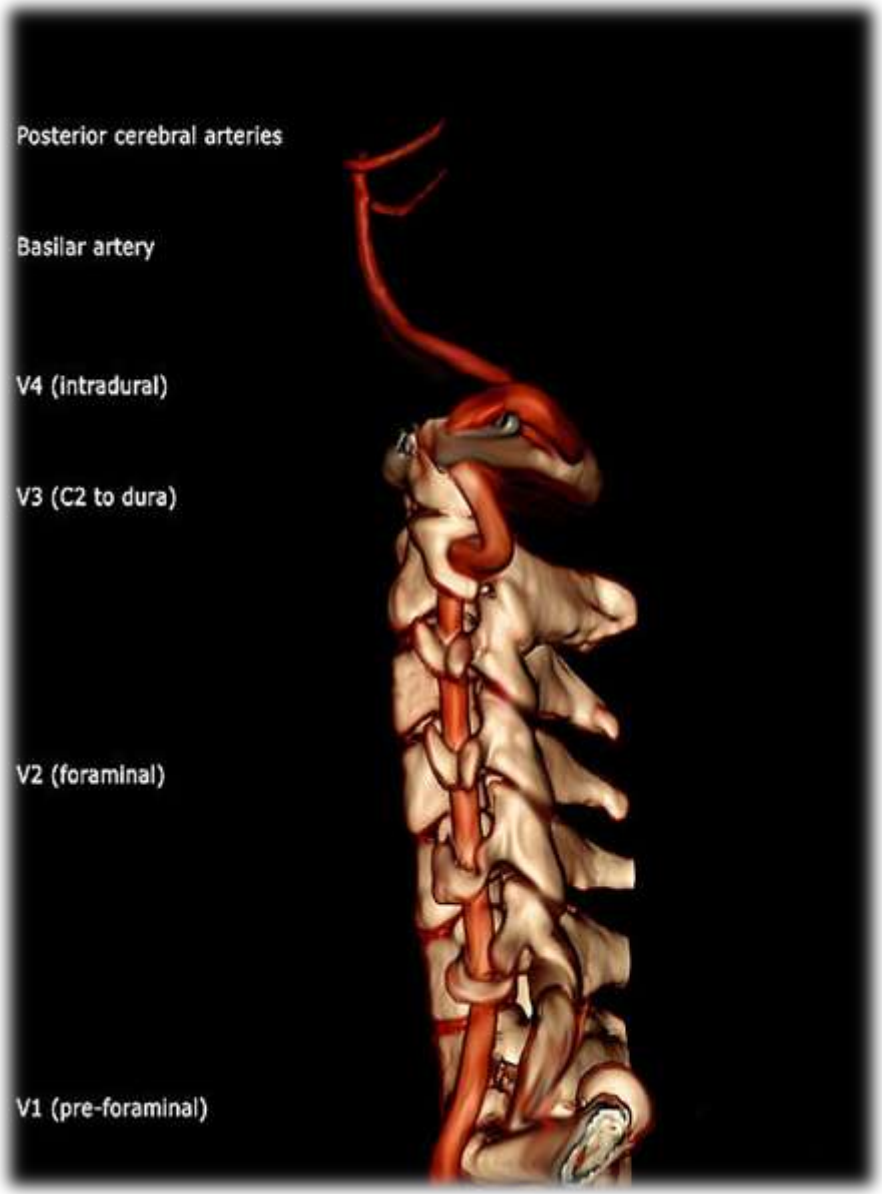
Au niveau cervical le reliquat costal forme la partie antérieure de l'apophyse transverse et du trou transversaire

Articulation unco-vertébrale

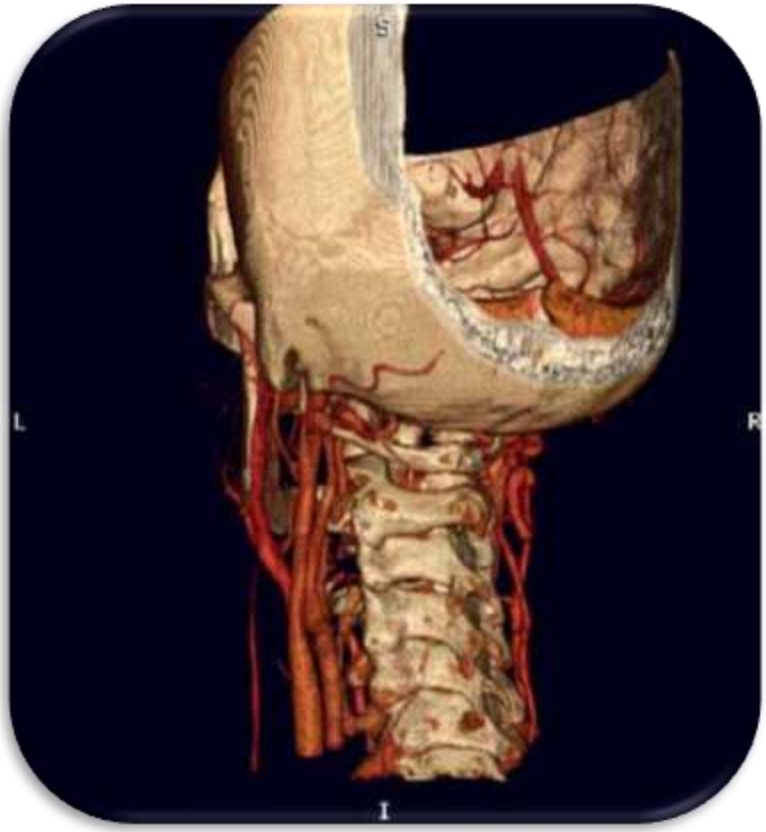


- L'articulation unco-vertébrale n'existe qu'au niveau cervical.
- Cette apophyse unciforme réalise une pile d'assiettes creuses beaucoup plus stable qu'une assiette plate.
- Elle protège l'artère vertébrale.
- Son vieillissement est précoce (18 ans)

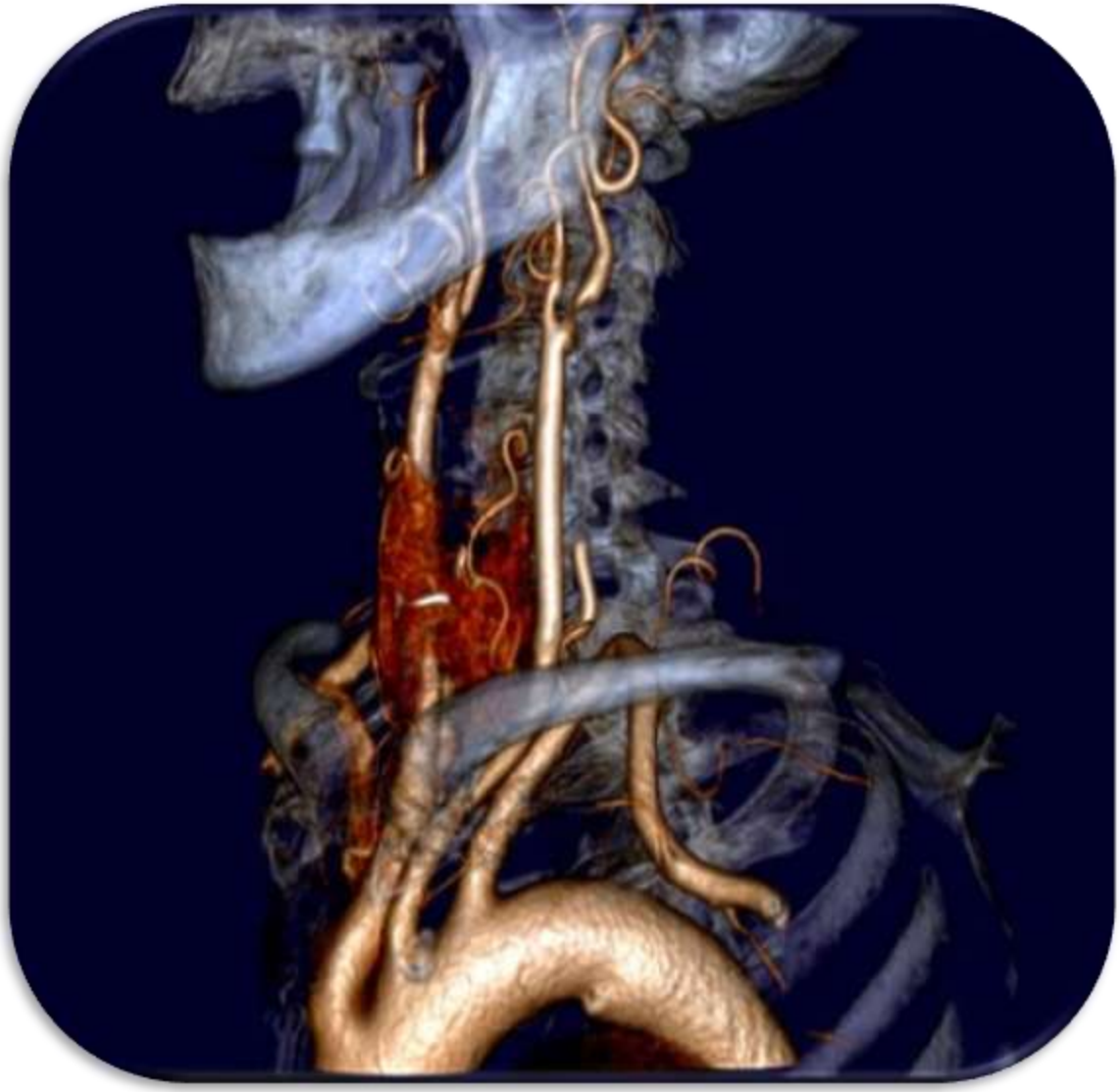

Posterior cerebral arteries
Basilar artery
V4 (intradural)
V3 (C2 to dura)
V2 (foraminal)
V1 (pre-foraminal)


Posterior cerebral arteries
Basilar artery
V4 (intradural)
V3 (C2 to dura)
V2 (foraminal)
V1 (pre-foraminal)

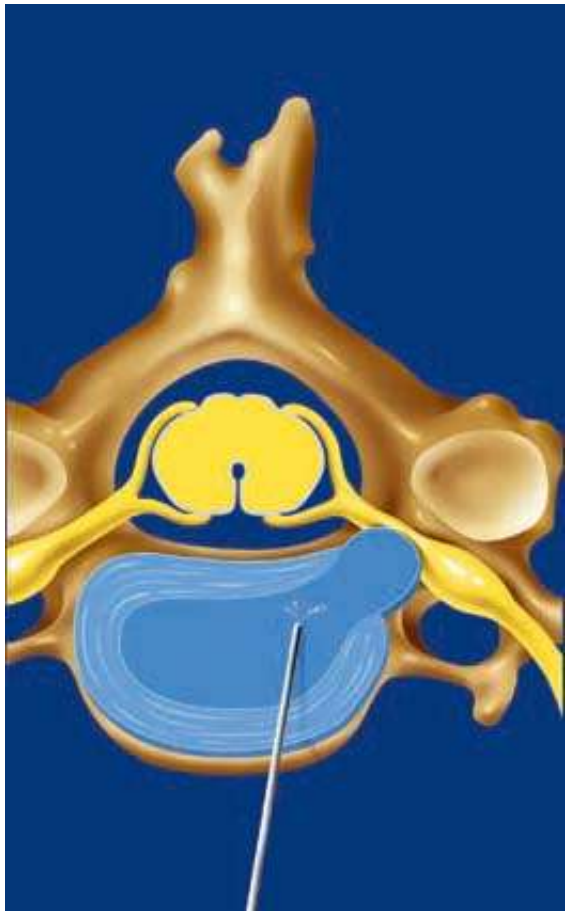
Angiographie base du crane

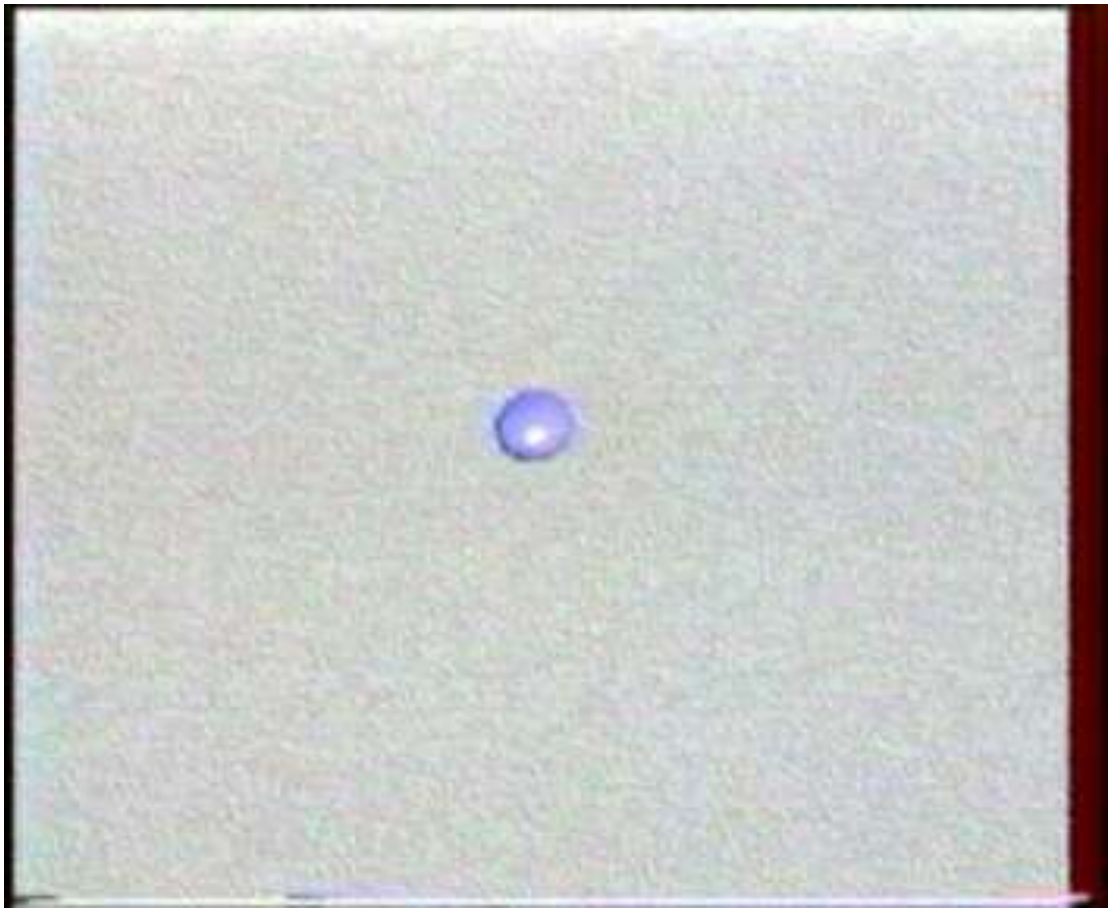


Anévrisme carotidien

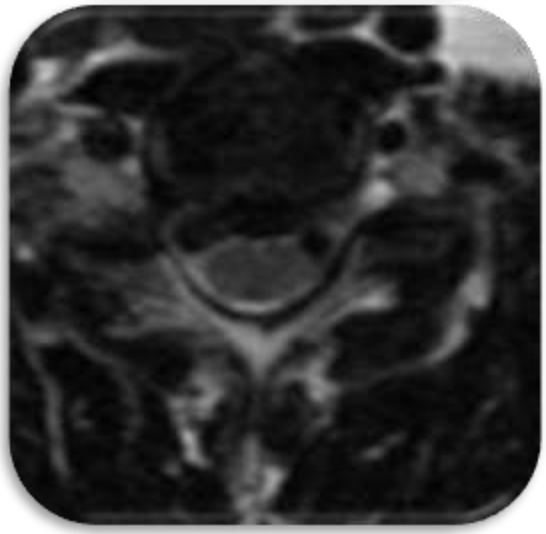


Disque intervertébral

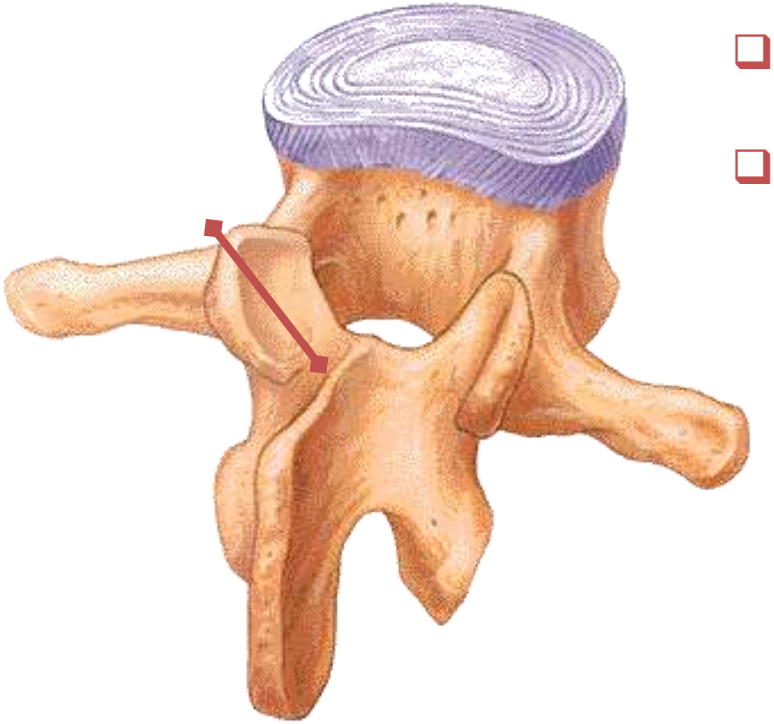




Pathologie protrusive « molle »

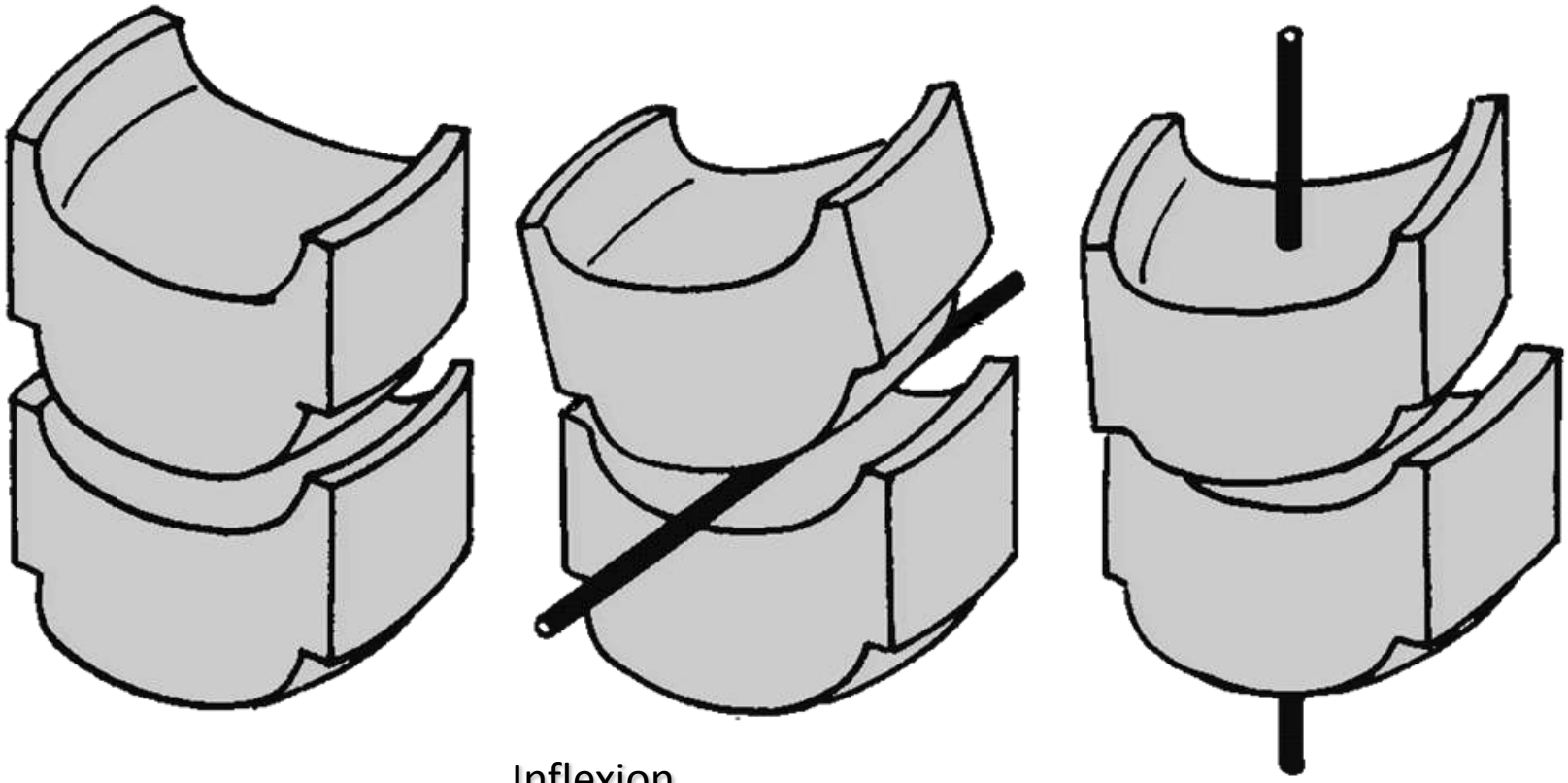


Les apophyses articulaires



- Elles regardent en haut et en arrière,
- sont inclinées à 45° sur l'horizontale
- des ménisques s'interposent entre les surfaces

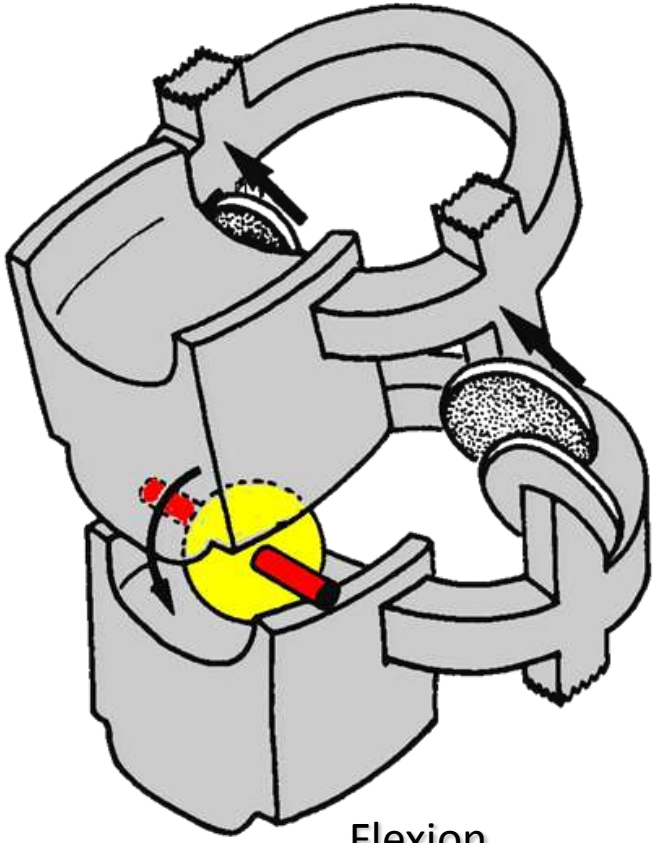
Inflexion latérale et rotation automatique



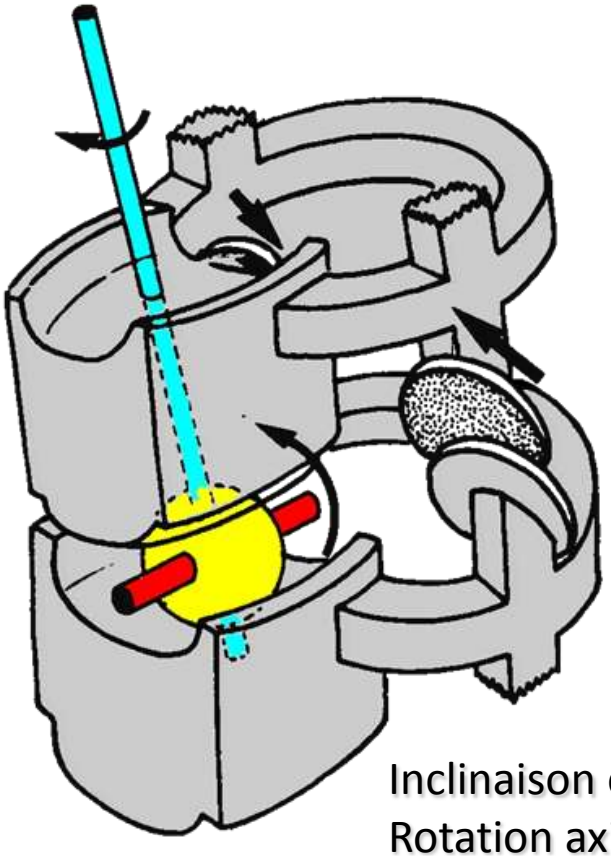
Inflexion

Rotation

Guide des vertèbres cervicales

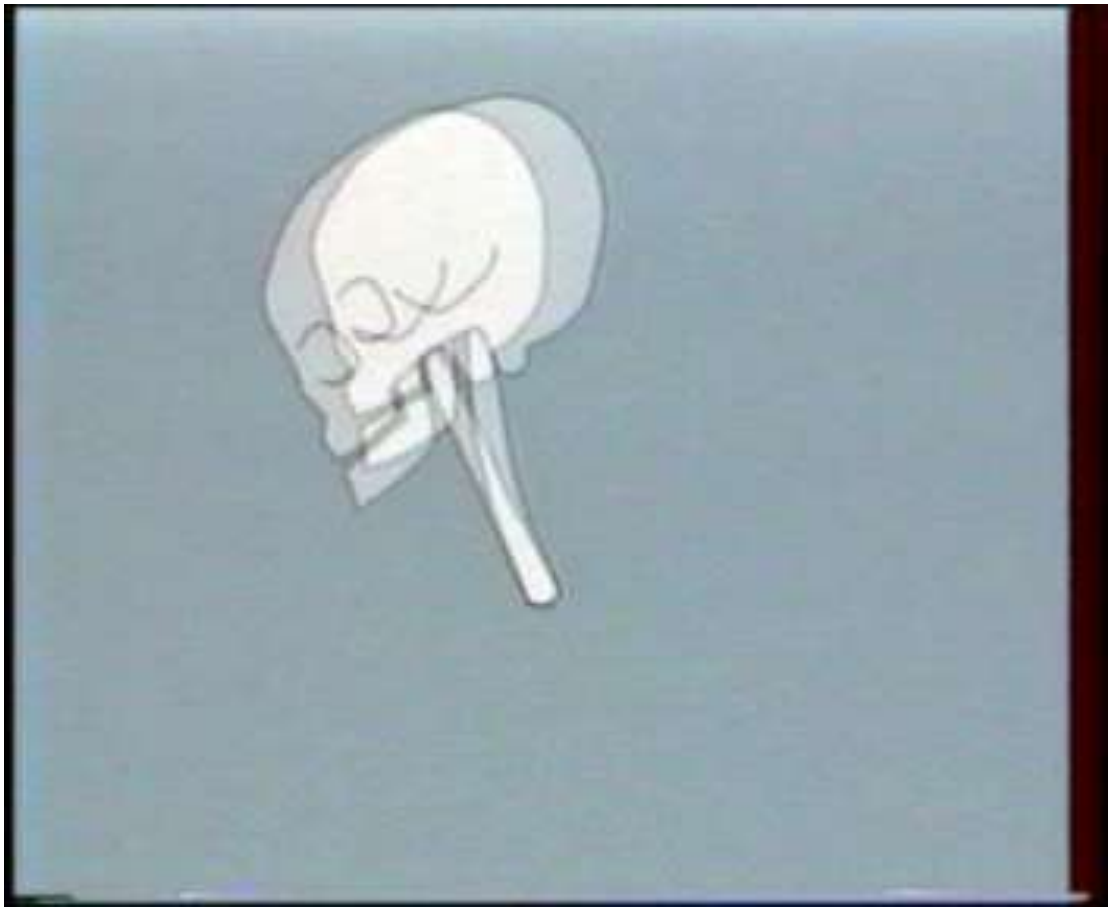


Flexion



Inclinaison et
Rotation axiale

Les mouvements
1 – Flexion et extension



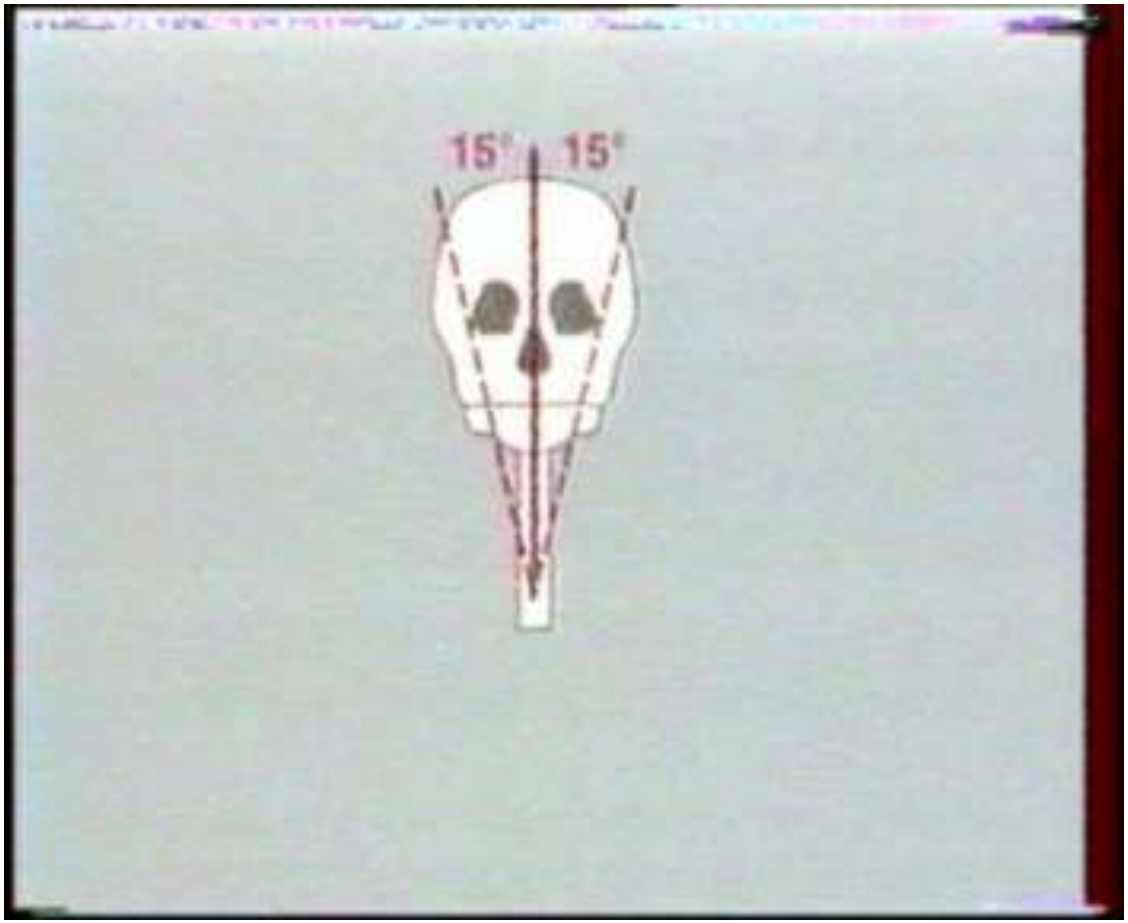
- **Global 70/80**

- **C0-C1 15/15**

- **C1-C2 15/15**

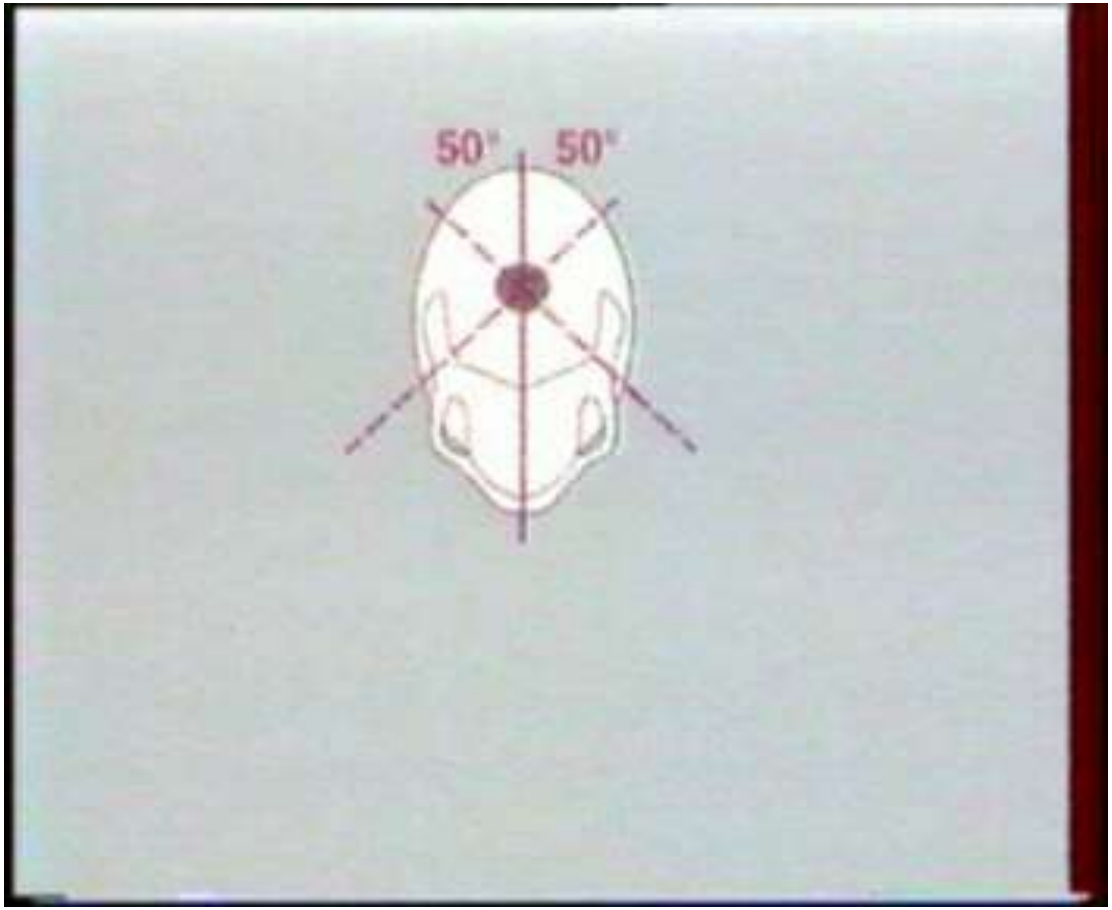
- **Les amplitudes diminuent avec l'âge**

Les mouvements
2 – Inflexion latérale



Uniquement rachis cervical inférieur

Les mouvements
3 – Rotation



- **50/50**

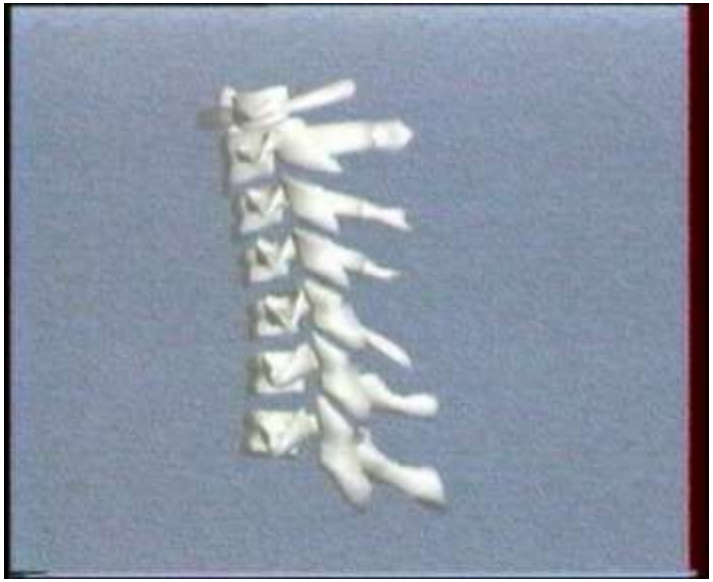
- **Moitié C1-C2**

- **Moitié C3-C7**

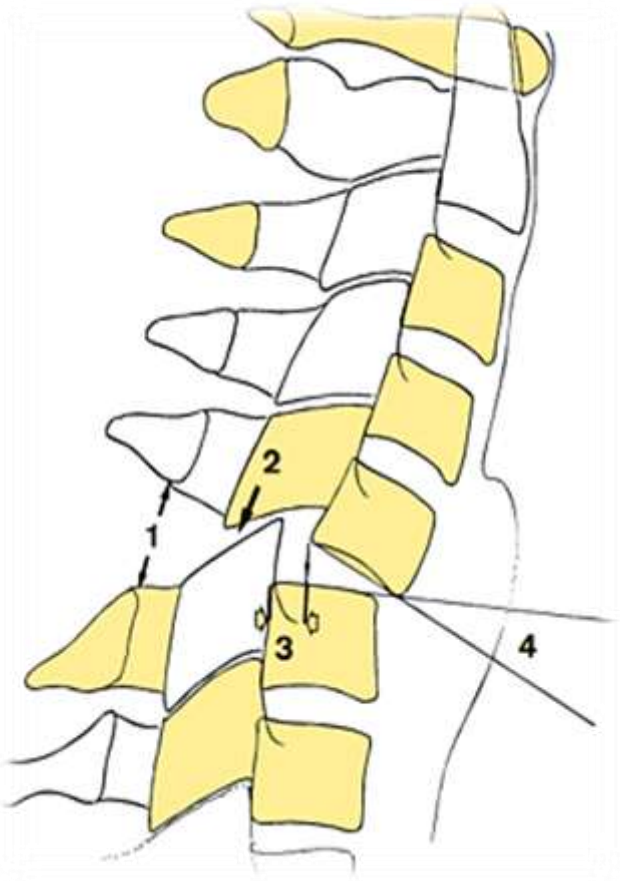
Les ligaments

Les ligaments inter-épineux ou ligament nucal postérieur réalisent une cloison sagittale très puissante

Pas de ligament inter-transversaire qui est remplacé au niveau cervical par des muscles



Entorse cervicale grave



Signes cardinaux

-Antélisthésis > 3 mm

-Bâillement inter épineux

-Perte de parallélisme des facettes articulaires

-Perte du contact des articulaires > 50 %

-Rupture angulaire de l'alignement corporéal > 15 °

Entorse cervicale grave

Suivi à 10 ans

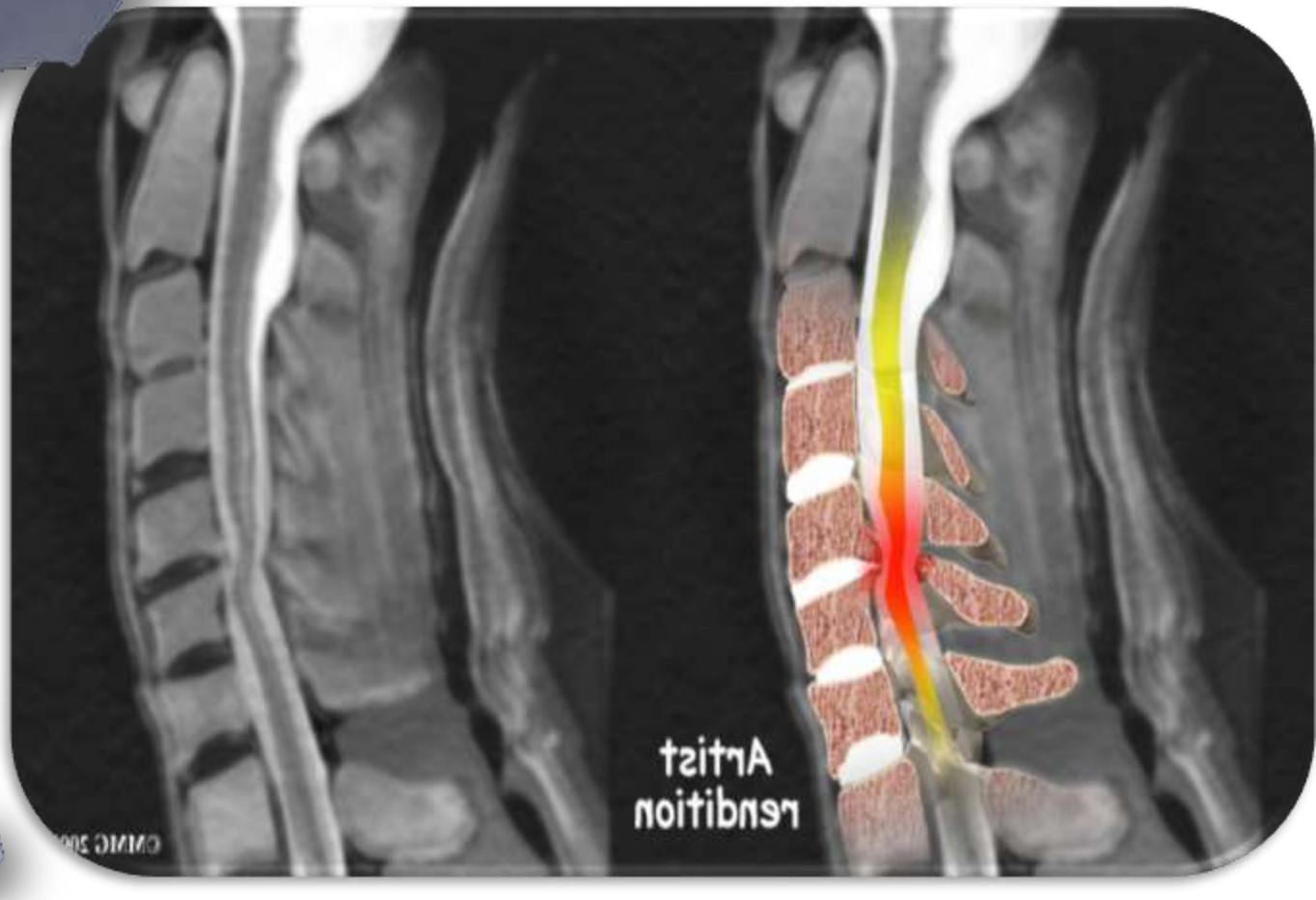
Entorse cervicale grave

Clichés dynamiques

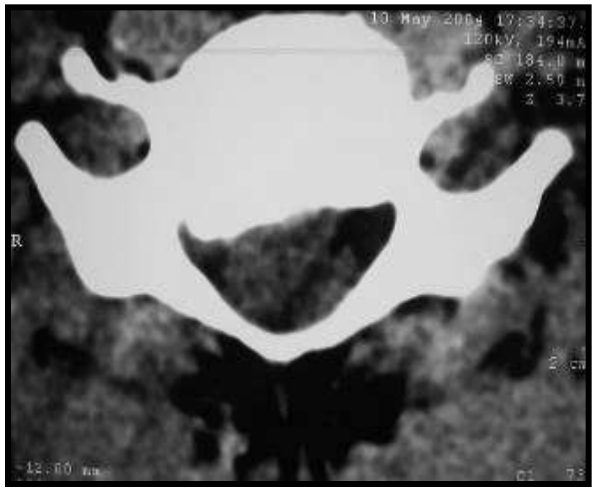
Post-opératoire

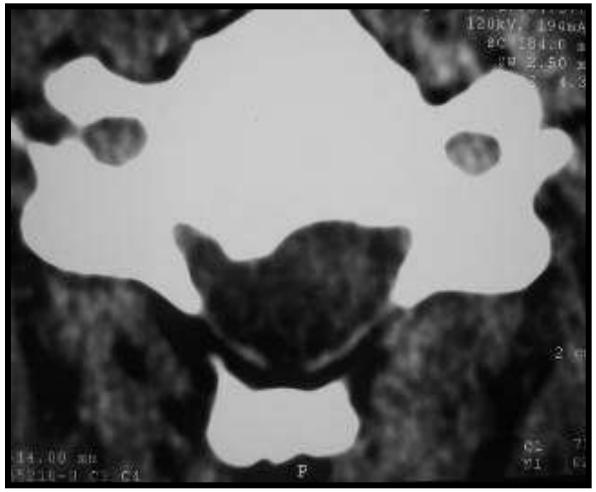
Entorses cervicales benignes

Arthrose cervicale

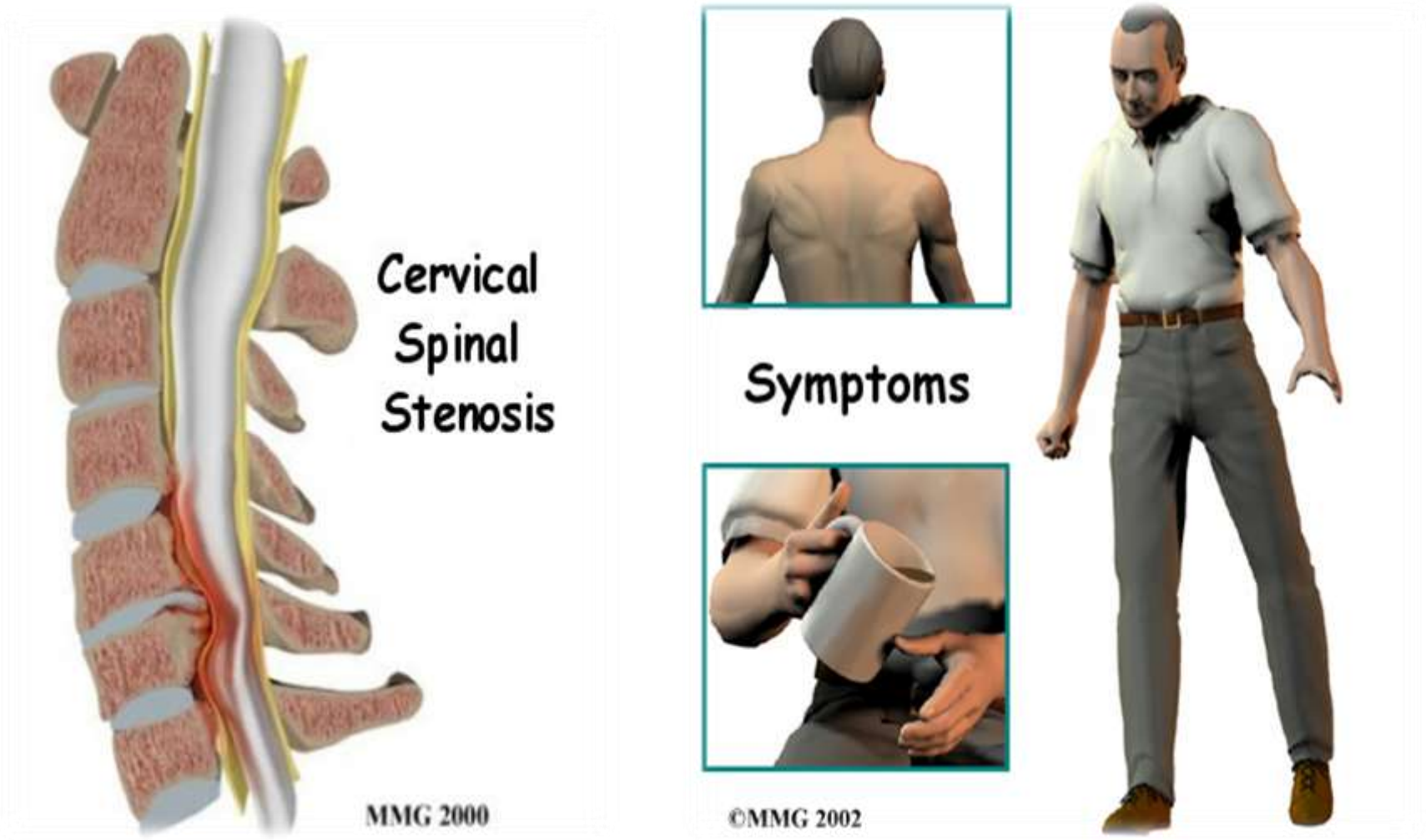


Débord disco-ostéophytique



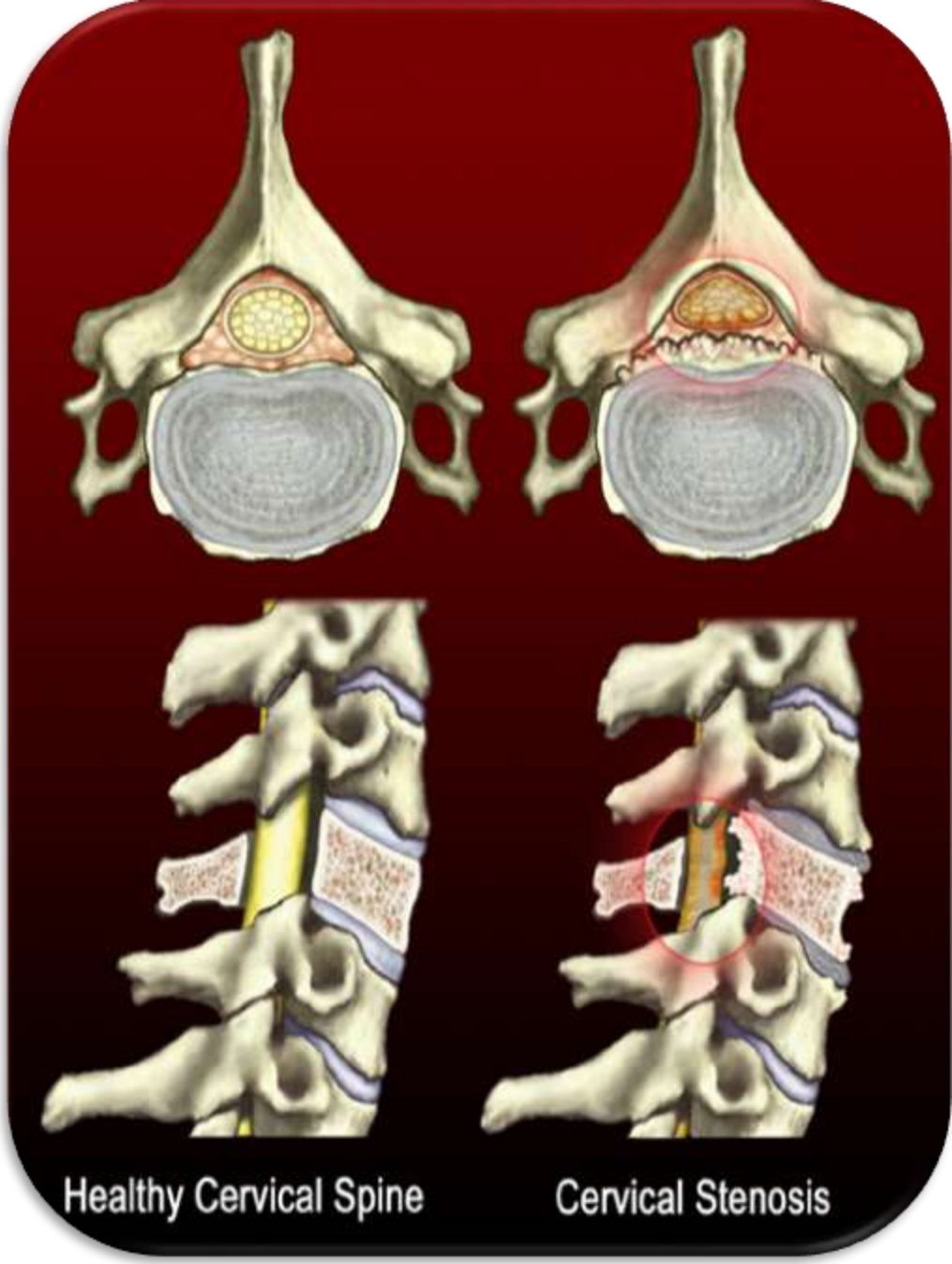


Le canal cervical étroit



Myélopathie cervicale avec signes pyramidaux diffus

Sténose cervicale



Canal cervical rétréci

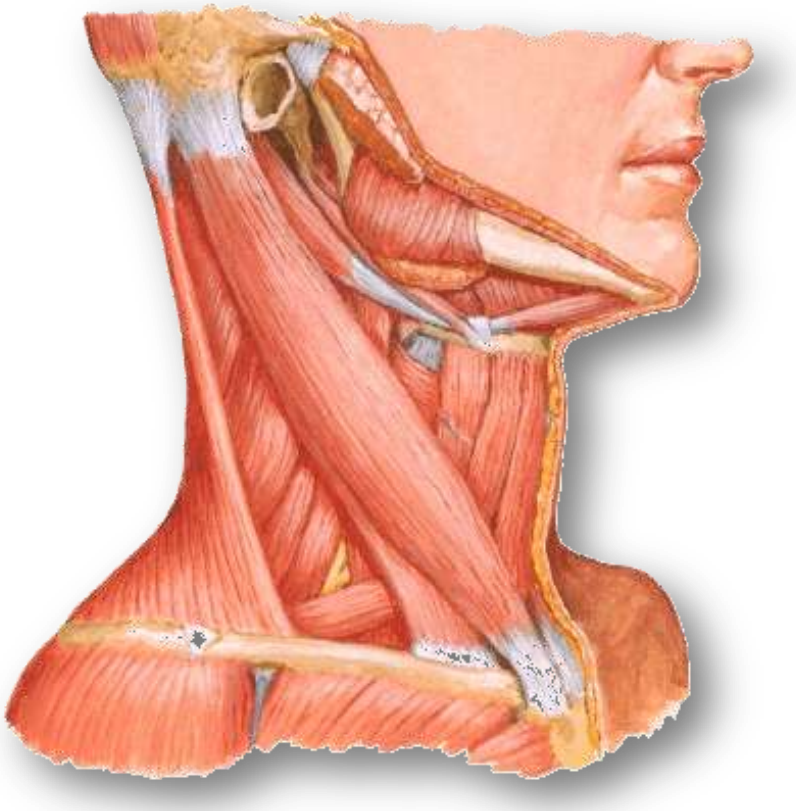
Le syndrome de Klippel-Feil

- ou syndrome de l'homme sans cou associe une brièveté du cou, les mouvements cervicaux sont limités, des troubles de l'audition sont notés dans 30 % des cas.

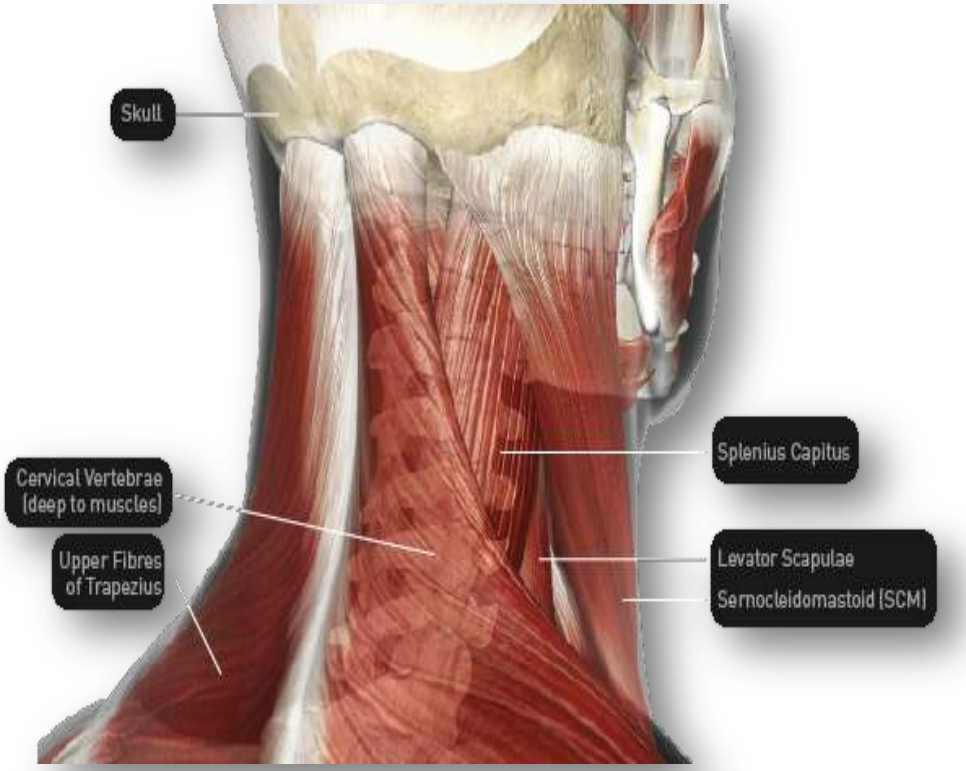
Torticolis congénital

DEFINITION

Inclinaison permanente de la tête du côté de la lésion et rotation de l'autre



Plagiocéphalie, cranioplastie



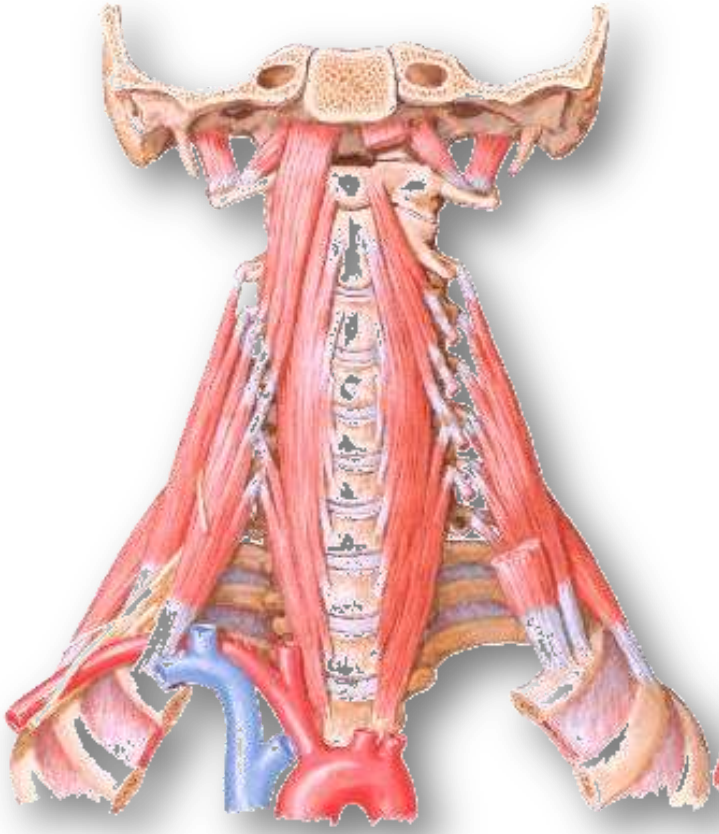
Etiologie

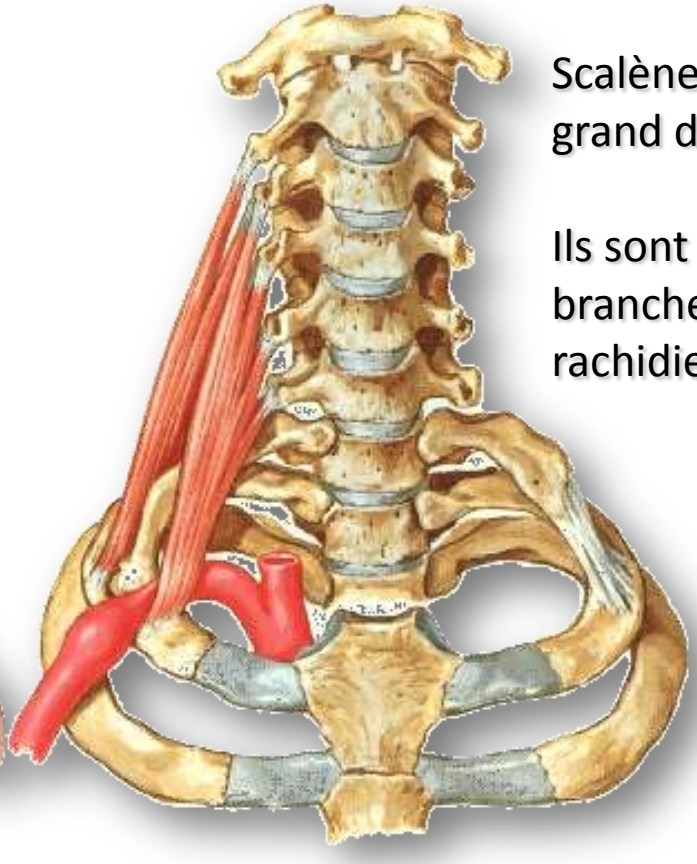
- Traumatisme obstétrical discuté
- Étiologie posturale in utero

- On élimine :
  - La malformation du rachis cervical
  - Le torticolis traumatique
  - Le torticolis infectieux
  - Le syndrome de Grisel
  - Le torticolis tumoral
  - Le torticolis visuel

Torticolis : syndrome de Grisel (1)

Le plan moyen des scalènes, Le plan profond antérieur





Scalènes, long du cou, et grand droit antérieur

Ils sont innervés par la branche antérieure des nerfs rachidiens

4 - Appareillage du Rachis Cervical du collier mousse à la minerve

Petit appareillage du rachis cervical

Les colliers serpentines

Kit de traction cervicale

Traction cervicale

Objectifs

- Soulager par une immobilisation relative du cou.
- Réduire les phénomènes inflammatoires.
- Diminuer les contractures musculaires.
- Limiter l'amplitude des faux mouvements.
- Apporter un effet thermique non négligeable.

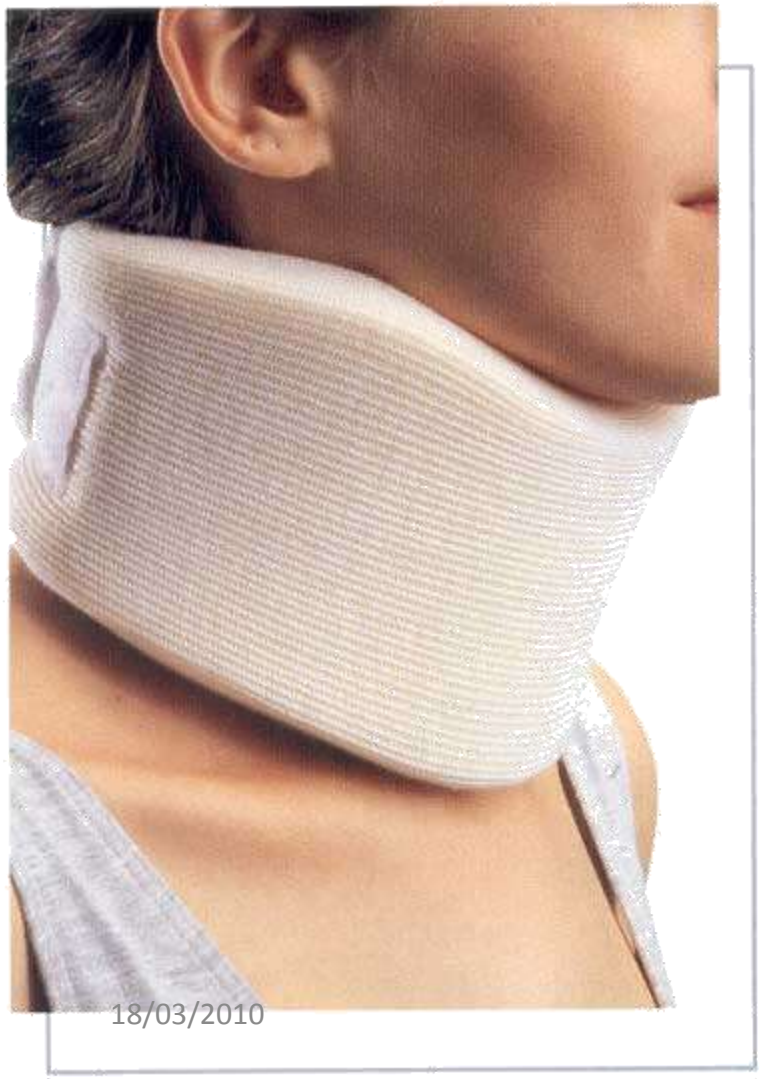
Indications

- Entorses bénignes du rachis cervical.
- Torticolis.
- Névralgies cervico-brachiales.
- Douleurs post-opératoires ou post-traumatiques.
- Atteintes dégénératives combinées du rachis cervical.
- Sevrage progressif après le port d'une minerve plus contraignante.

Collier souple C1

Colliers souples (C1) : en mousse expansée revêtue de tissu.
Soutien léger et temporaire.
Il permet une action antalgique et une limitation des mouvements sans immobiliser le cou.

Les colliers mousse profilés



Collier polyéthylène non réglable C2

Colliers semi-rigides (C2) : en polyéthylène de faible épaisseur avec bourrelet de confort non réglable en hauteur. Soutien moyen prolongé en hyperextension.

Les colliers à mentonnière et appui sterno-claviculaire non réglables

Collier polyéthylène réglable C3

Colliers semi-rigides (C3) : en polyéthylène de faible épaisseur avec ou sans appui mentonnier et réglables en hauteur.
Soutien moyen prolongé en hyperextension.
La mentonnière permet aux muscles d'être moins tendus.

Les colliers sous mentonnier réglables *(appui sterno-claviculaire)*

Mini-minerves C4

Mini-minerves (C4) : bivalves, en mousse dense thermoformée avec renforts. Prolongements thoraciques en adjonction. Soutien renforcé limitant la rotation de la tête avec un appui occipital, sternal et mentonnier. Il assure une excellente immobilisation dans le cadre de l'urgence.

Les colliers à charnière et verrouillage

Les Minerves: Objectifs

- Assurer une immobilisation stricte du rachis cervical ou cervico-thoracique.
- Maintenir ou redresser les déviations acquises ou évolutives.
- Autoriser une mobilisation précoce en cas de lésion instable ou très douloureuse.

Indications

- Entorses bénignes du rachis cervical.
- Torticolis.
- Névralgies cervico-brachiales.
- Douleurs post-opératoires ou post-traumatiques.
- Atteintes dégénératives combinées du rachis cervical.
- Sevrage progressif après le port d'une minerve plus contraignante.

Les minerves

Les colliers à appui thoracique (Philadelphie)

Minerve grand appareillage

Minerve giffle

- **Objectifs** :
  - Lutter contre les rétractions musculaires du torticolis congénital en maintenant la tête en inflexion du coté opposé à la déformation.
- **Indications** :
  - Minerve réalisée dans un matériau semi-souple (poly-isoprène ou polyéthylène basse densité).
  - Asymétrique, elle englobe la partie supérieure de la tête, la joue (laissant un orifice pour l'oreille) et l'épaule du côté du torticolis.
  - Du côté opposé elle prend appui sur le maxillaire inférieur et le cou laissant libre l'épaule.
  - Le moulage est effectué en hyper-correction :
    - Légère inflexion latérale du coté opposé au torticolis.
    - Rotation neutre de la tête.
-

Torticolis Congénital
Minerve Giffle

Le halo-Jacket

- Complications chirurgicales ou cutanées : une veste peut être réalisée sur moulage pour servir de support à un halo crânien (halo jacket).

Le casque

- **Objectif** : Protéger les parties du crâne et du visage, soumises à des chocs répétitifs, liés à certaines pathologies.
- **Indications** :
  - Epilepsies.
  - Troubles psychiatriques.
  - IMC ou encéphalopathie.
  - Déformations crâniennes.
  - Pertes de substance osseuse.

- **Classification et caractéristiques** :
  - Casque sur moulage : réalisé en matériaux plastiques, il peut être conçu avec des reliefs pour protéger plus électivement le front ou la nuque.
    Le capitonnage interne est en mousse épaisse.
    L'adjonction d'une mentonnière est parfois nécessaire et permet une protection quasi complète du visage.
    Les décors, découpes et ajourages sont personnalisés.
  - Casque de série : composé d’une épaisse mousse thermoformée et d’une mentonnière plastique.

Clinique du Parc 2007

FIN