

Paroi du tronc et Rachis

Paroi du tronc

L'exploration de la **paroi abdominale** constitue une étape fondamentale en anatomie. Sa maîtrise est essentielle en raison de son implication dans de nombreuses pathologies.

Importance de la connaissance de la paroi abdominale

La paroi abdominale est le **siège de plusieurs affections spécifiques**, dont la plus fréquente est la **hernie de l'aîne**, qui touche environ **30 % de la population**.

Une autre pathologie fréquente est l'**éventration abdominale**, qui correspond à une **zone de faiblesse** apparaissant au niveau d'une **cicatrice chirurgicale**. Ce phénomène résulte d'une altération de l'intégrité de la paroi abdominale après une intervention. Par exemple, une **éventration sus-ombilicale** peut être observée chez des patients ayant déjà subi une chirurgie abdominale, entraînant une **déformation notable**.

Un rôle clé dans l'examen clinique

Outre son implication dans diverses pathologies, la paroi abdominale joue un rôle essentiel dans l'**interprétation clinique des affections intra-abdominales**. Lors d'un examen clinique, il est crucial d'**envisager les structures sous-jacentes** et d'identifier les manifestations symptomatiques à travers la paroi abdominale.

La connaissance de l'**anatomie fonctionnelle** de cette région, notamment son **innervation**, est primordiale. La paroi abdominale est principalement constituée de **structures musculaires**, dont le rôle sera approfondi ultérieurement.

Exemple clinique : le psoïtis et la défense abdominale

Un exemple illustratif de l'importance de cette connaissance est l'examen clinique d'un patient présentant une **péritonite appendiculaire**. Lors de la palpation abdominale, une **flexion brutale et involontaire de la cuisse** peut être observée, traduisant un réflexe de défense musculaire. Ce phénomène, désigné sous le terme de **psoïtis**, résulte d'une **irritation du muscle psoas** induite par un processus inflammatoire intra-abdominal. Il s'agit d'un signe clinique majeur en **sémiologie abdominale**, souvent associé à la **défense abdominale**, qui témoigne d'une réaction de protection musculaire en réponse à une atteinte péritonéale.

La compréhension de ces mécanismes physiopathologiques repose sur une **maîtrise rigoureuse de l'anatomie de la paroi abdominale**, condition indispensable à une **interprétation clinique pertinente** des pathologies abdominales.

Organisation générale de la cavité abdominale

L'étude de la **paroi abdominale** nécessite, en préambule, une révision de l'**anatomie de surface du tronc**. L'abdomen représente la **partie inférieure du tronc**, séparée du **thorax** et de la **cage thoracique** par le **diaphragme thoraco-abdominal (DTA)**.

Anatomie de surface

En vue antérieure, plusieurs repères anatomiques de surface peuvent être observés :

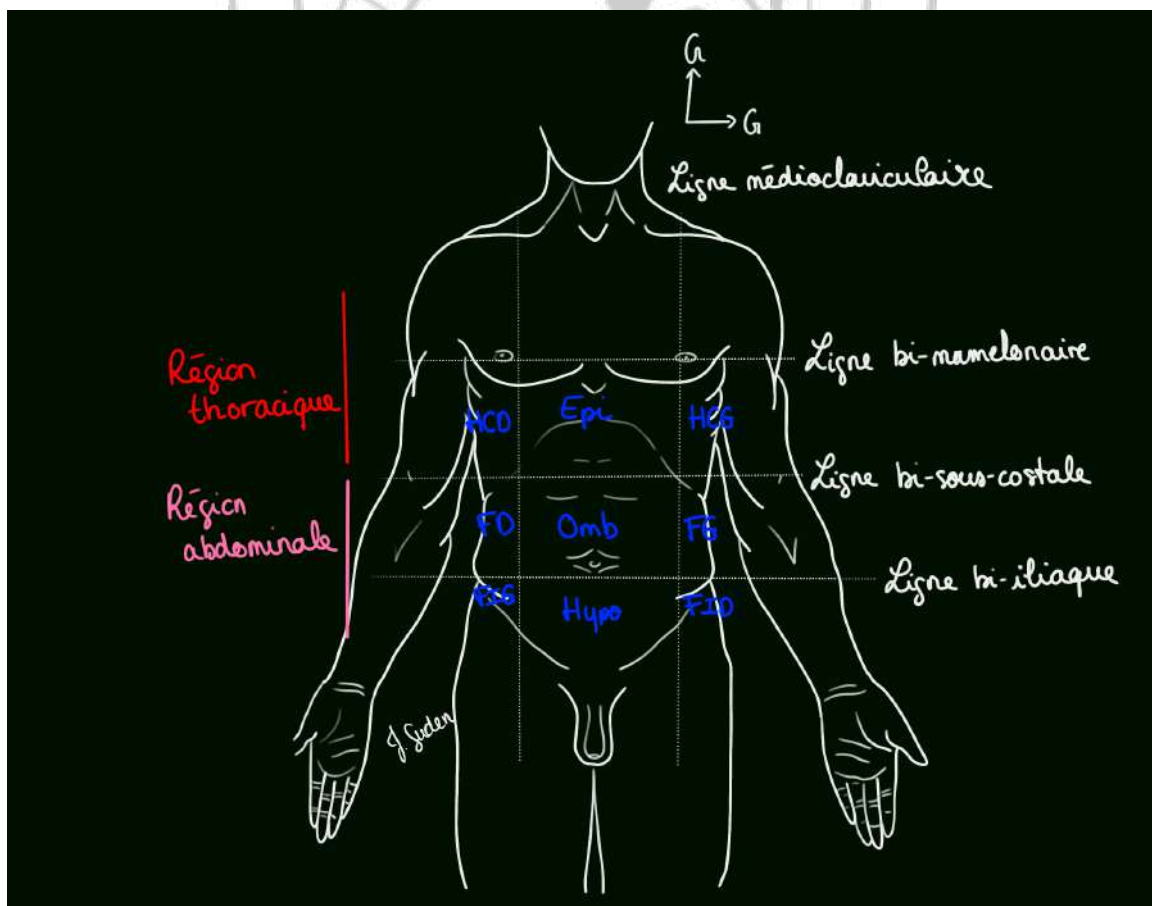
- Les muscles pectoraux,
- La base des membres supérieurs,
- Le relief de la clavicule et de l'épaule,
- Les muscles du cou,
- L'ombilic,
- La ligne médiane.

Ces repères servent de base pour décrire l'organisation des différentes **parois de l'abdomen**.

Chez un individu en position debout et de face, on peut distinguer et palper le bord inférieur de la cage thoracique (**rebord chondro-costal**), centré par le **processus xiphoïde du sternum**, ainsi que le relief antérieur des crêtes iliaques (**épinés iliaques antéro-supérieures**) et du pubis, situé au-dessus des organes génitaux externes. On observe également **l'ombilic**, ou nombril.

Sur la vue antérieure de l'abdomen, plusieurs lignes cutanées permettent de diviser la cavité abdominale en neuf quadrants distincts :

- Les deux **lignes verticales médio-claviculaires**, droite et gauche, qui passent par le milieu des clavicules et à l'intérieur des mamelons
- La **ligne bi-mamelonnaire**, passant par les deux mamelons horizontalement.
- La **ligne bi-sub-costale**, passant horizontalement par le bord inférieur des deux auvents costaux.
- La **ligne bi-iliaque**, horizontale passant par le sommet des deux crêtes iliaques.
- La **ligne ilio-pubienne, ou ligne de Malgaigne**, qui relie l'épine iliaque antéro-supérieure au pubis de chaque côté (elle ne délimite aucun cadran mais c'est une ligne imaginaire).



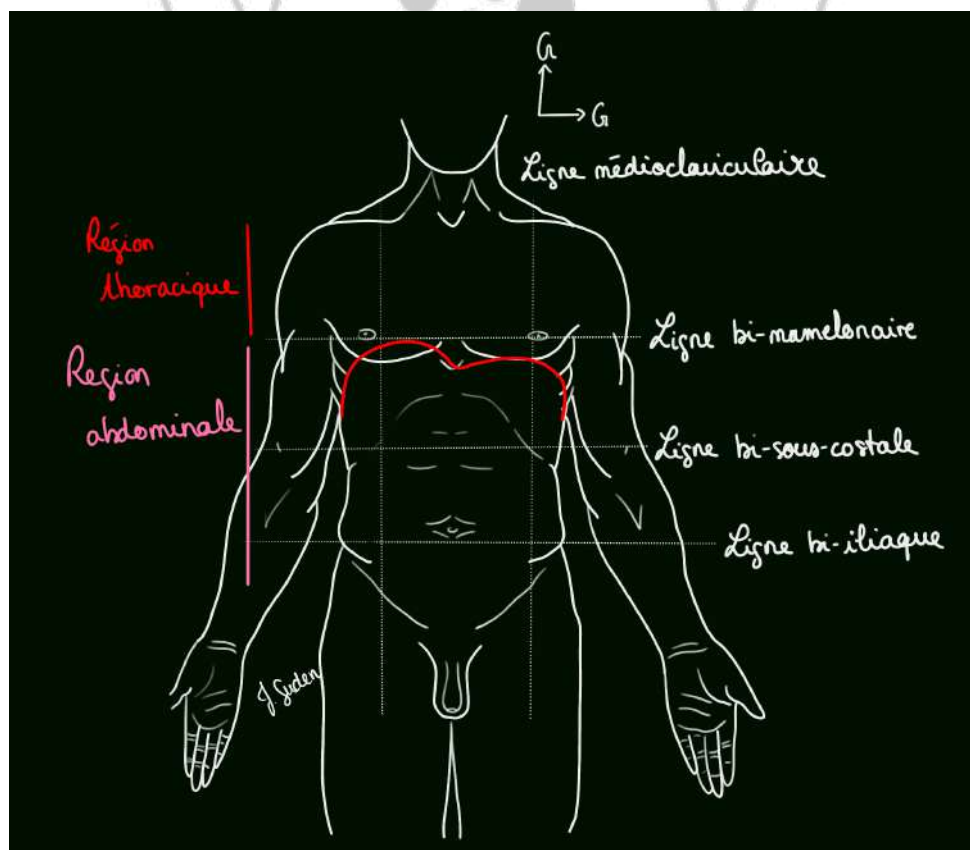
Anatomie topographique

En anatomie de surface, la limite entre le thorax et l'abdomen est indiquée par le **rebord chondro-costal**. Cependant, en anatomie topographique, cette frontière est définie **par la projection du muscle diaphragme thoraco-abdominal** : le sommet des coupoles diaphragmatiques se projette **au niveau du mamelon et de la ligne bi-mamelonnaire à droite**, et à environ **deux largeurs de doigts en dessous du mamelon à gauche**.

La séparation entre la cavité thoracique et la cavité abdominale se situe donc au niveau de **la ligne bi-mamelonnaire**. Cette superposition partielle des régions thoracique et abdominale explique pourquoi la **région thoraco-abdominale est particulièrement vulnérable** : des lésions dans cette zone peuvent affecter tant les organes thoraciques (cœur, poumons) que les organes abdominaux (foie, estomac, rate).

En utilisant les lignes cutanées de l'abdomen, on peut diviser cette région en neuf quadrants, comprenant trois quadrants impairs et médians, et trois paires de quadrants latéraux :

- **Les quadrants impairs et médians, de haut en bas :**
 - **Région épigastrique** : contenant l'estomac, le pancréas, et le lobe gauche du foie.
 - **Région ombilicale** : contenant le côlon transverse et l'intestin grêle.
 - **Région hypogastrique** : comprenant la vessie, l'intestin grêle, et la boucle sigmoïdienne.
- **Les quadrants pairs et latéraux :**
 - **Hypochondres droit (HCD)**, en position latérale et supérieure, abritant le foie, la vésicule biliaire et le rein droit, et **hypochondre gauche (HCG)**, contenant la rate, la queue du pancréas et l'angle colique gauche.
 - **Flancs droit (FD)**, en position latérale et médiane, où se situe le côlon droit et l'uretère droit, et **flanc gauche (FG)**, qui contient le côlon gauche et l'uretère gauche.
 - En position latérale et inférieure, les **fosses iliaques droite (FID)**, où se trouvent l'appendice et les annexes droites de l'appareil génital féminin, et **fosse iliaque gauche (FIG)**, contenant le côlon pelvien et les annexes gauches de l'appareil génital féminin.

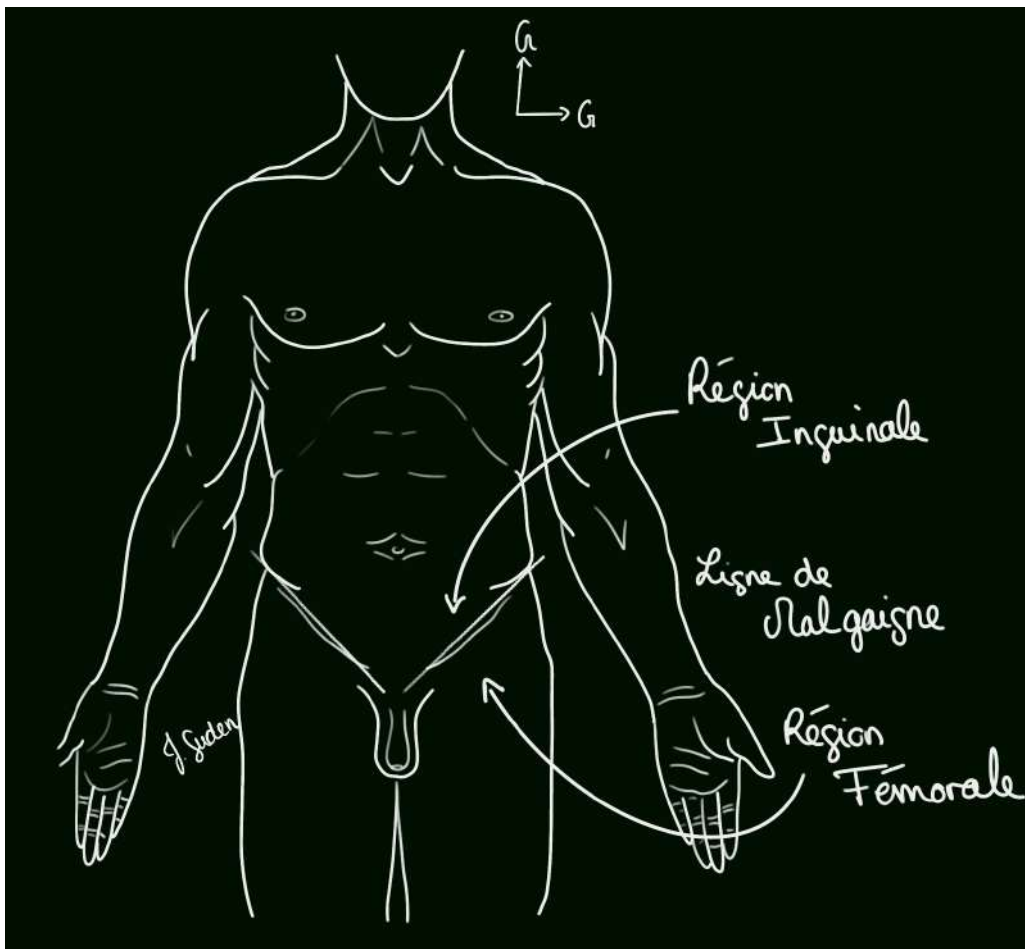


La région du pli de l'aîne, ou **région inguino-fémorale**, est centrée par la **ligne de Malgaigne**. Au-dessus de cette ligne se situe la **région inguinale**, et en dessous, la **région fémorale**, également appelée le **triangle de Scarpa**.

C'est dans ce trigone fémoral qu'arrive l'**artère fémorale** qui fait suite à l'**artère iliaque externe**. L'artère fémorale est la bissectrice du triangle. La base supérieure du triangle est la **ligne de Malgaigne**, le bord latéral correspond au **muscle Sartorius** et le bord médial correspond au **muscle moyen adducteur**.

Ce trigone fémoral de Scarpa accueille le **pédicule fémoral** : il y a l'**artère**, la **veine** en dedans et le **nerf fémoral** qui longe le muscle psoas.

À l'arrière, les lombes, ou région lombaire, abritent les reins et les glandes surrénales. Ces structures se projettent au niveau des hypocondres et des flancs, mais leur palpation est rendue difficile par la présence des côtes inférieures.



Organisation des parois de l'abdomen

1. La paroi supérieure : le diaphragme thoraco-abdominal

Le **diaphragme thoraco-abdominal** constitue la **paroi supérieure de l'abdomen**. Il s'agit du **principal muscle de la respiration**, dont l'étude fera l'objet d'un cours spécifique.

Ce diaphragme présente une **forme de double coupole asymétrique**, avec :

- **Une coupole droite plus haute que la coupole gauche**, en raison de la **présence du foie** qui exerce une pression ascendante.

2. La paroi inférieure : le diaphragme pelvien

La **paroi inférieure de la cavité abdominale** est formée par le **diaphragme pelvien**, une structure musculaire en **forme d'entonnoir** s'insérant sur le **bassin osseux**.

Ce diaphragme est perforé par plusieurs **orifices** permettant le passage des **voies excrétrices des viscères abdominaux** (système urinaire et digestif). Il assure également un **rôle de soutien des organes pelviens**, garantissant ainsi un **équilibre entre perméabilité des orifices et maintien des structures viscérales**.

3. La paroi postérieure : le rachis lombaire et ses muscles

La **paroi postérieure** de l'abdomen est constituée par le **rachis lombaire**, recouvert de **structures musculaires** qui participent au soutien et à la dynamique du tronc.

4. Paroi antéro-latérale

La paroi antéro-latérale, quant à elle, ferme la cavité abdominale à l'avant et en dehors.

Les muscles de la paroi abdominale

Les viscères abdominaux sont entourés, de la superficie à la profondeur, par plusieurs couches anatomiques : la **peau**, le fascia superficiel, le tissu sous-cutané, les **plans musculo-aponévrotiques**, le **fascia transversalis** et, en profondeur, le **péritoine pariétal**.

La paroi antéro-latérale

Elle présente une organisation particulière avec un système musculaire crânio-caudal, dont les deux muscles principaux sont les muscles droits de l'abdomen ou rectus abdominis. Il existe un muscle droit droit et un muscle droit gauche. Ce plan musculaire se situe dans l'axe du corps.

Ce système crânio-caudal est complété par un système plus complexe que l'on nomme muscles oblique (muscle oblique externe et muscle oblique interne) et d'une couche transversale (muscle transverse de l'abdomen). Les muscles oblique externe, oblique interne et transverse prennent naissance sur le cadre osseux du tronc et se terminent par une nappe aponévrotique au niveau de la paroi ventrale de l'abdomen. Le regroupement des nappes aponévrotiques terminales forme la gaine aponévrotiques des muscles droits de l'abdomen, c'est la gaine rectusienne.

Muscle droit de l'abdomen

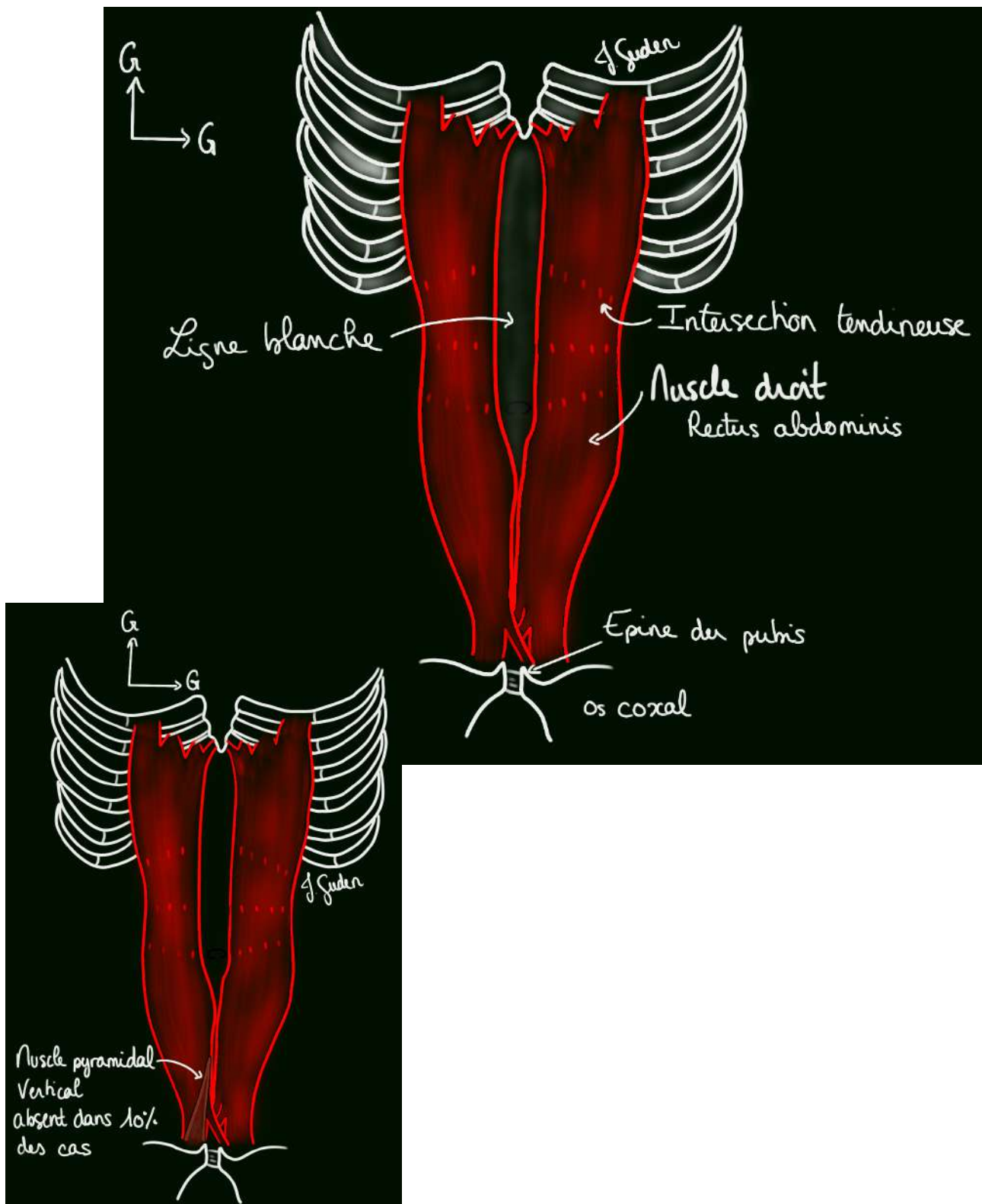
Le **muscle droit de l'abdomen** est un muscle **allongé et vertical**, de forme globalement **triangulaire** à base supérieure. Il appartient à la paroi abdominale antérieure et joue un rôle fondamental dans la statique et la dynamique du tronc.

- **Origine** : Face inféro-externe côtes 5 à 7.
- **Trajet** : Son orientation est **verticale**.
 - Le **croisement du bord droit du muscle droit avec le rebord chondro-costal droit** définit le **point vésiculaire de Murphy**, correspondant à la **projection anatomique de la vésicule biliaire**.
 - Son corps charnu présente **trois intersections tendineuses**, dont la dernière se situe au niveau du nombril, lui conférant une structure **polygastrique**. Il n'y a pas d'intersection tendineuse en dessous du nombril.
- **Terminaison** : Il s'insère sur la **branche crâniale du pubis**.

La portion entre les deux muscles droits porte le nom de **ligne blanche de l'abdomen** qui est une sorte de fermeture éclair pour les chirurgiens qui se poursuit par la ligne blanche du thorax et du cou. Nous verrons qu'elle est constituée de la partie toute terminale des muscles obliques et transverse

Muscle pyramidal de l'abdomen

Le **muscle pyramidal** est un petit muscle **accessoire** de la paroi abdominale antérieure. Il prend son insertion au niveau du **pubis**. Son orientation est **verticale**, en **avant des terminaisons des muscles droits de l'abdomen**. Il est **absent dans environ 10 % des cas** et est un muscle spécifique des mammifères.



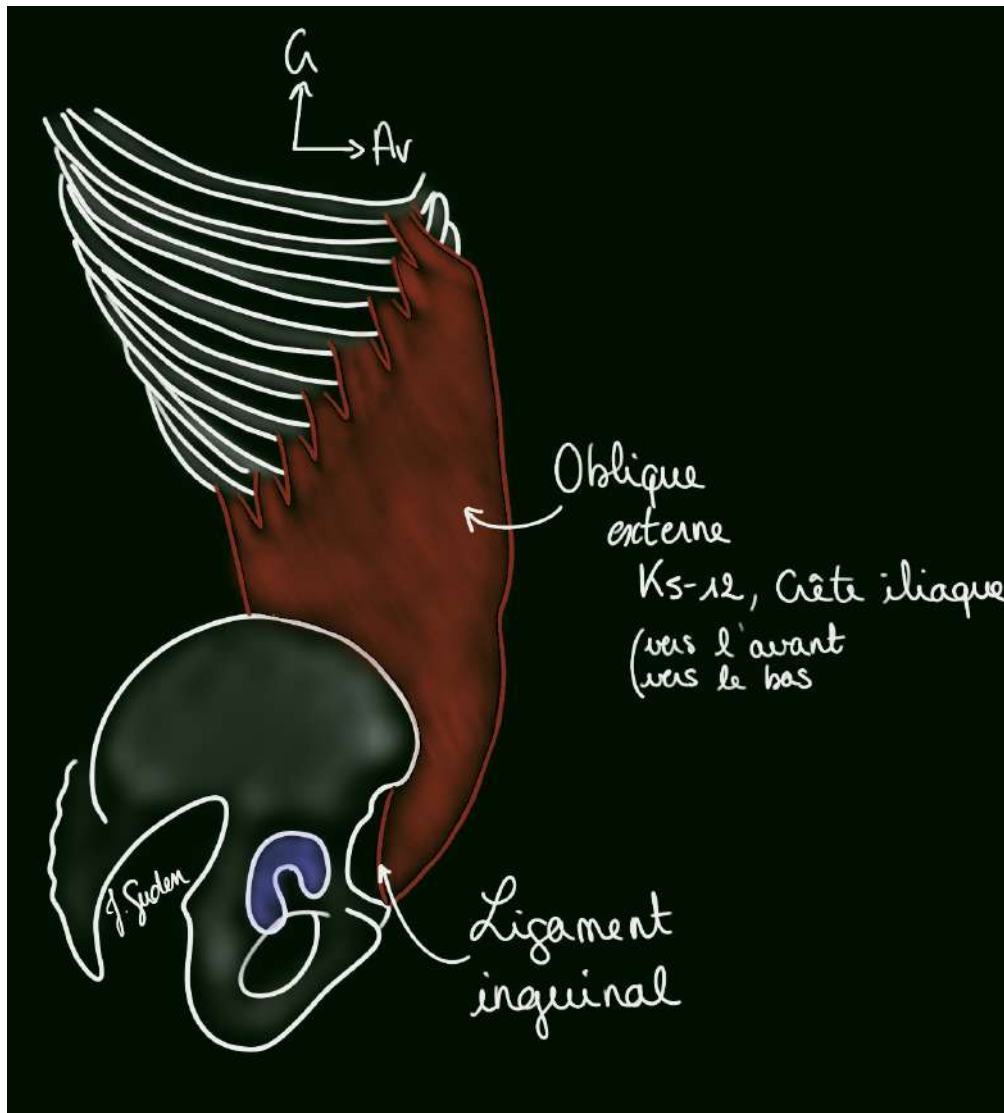
De la superficie à la profondeur on rencontre les muscles suivants :

Muscle oblique externe (OE)

Le **muscle oblique externe** est un muscle large et plat situé dans la paroi abdominale antérolatérale.

- **Origine** : Il s'insère sur les **côtes**, le **rachis lombaire** ainsi que la **crête iliaque**.
- **Trajet** : Ses fibres se dirigent **obliquement vers le bas et l'avant**.
- **Terminaison** : Le muscle oblique externe contribue à plusieurs structures anatomiques : Il participe à la formation du **feuillet antérieur de la gaine du muscle droit de l'abdomen** sur toute la hauteur de l'abdomen, ainsi qu'à la **ligne blanche**.

Il s'insère également sur le **ligament inguinal** dans sa partie inférieure.

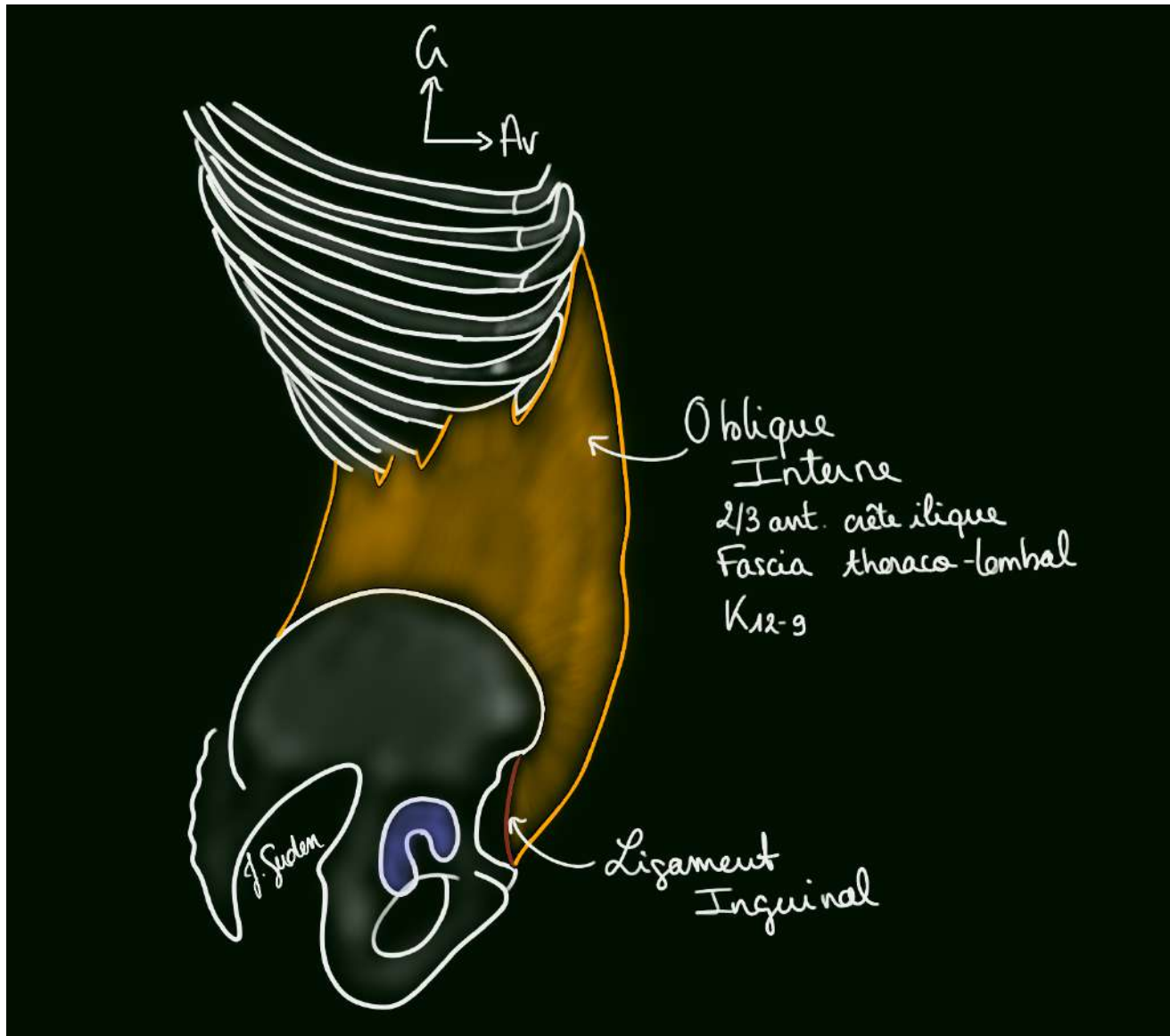


Muscle oblique interne (OI) :

Le **muscle oblique interne** est un muscle de la paroi abdominale antérolatérale, situé en profondeur par rapport au muscle oblique externe.

- **Origine** : Il s'insère sur le **rachis lombaire**, la **crête iliaque** et le **ligament inguinal**.
- **Trajet** : Ses fibres se dirigent **obliquement vers le haut et l'avant**.
- **Terminaison** :
 - En **haut**, il s'insère sur le **rebord chondro-costal**
 - En **bas**, il se **dédouble** pour former :
 - Le **feuillet antérieur** et le **feuillet postérieur** de la **gaine rectusienne**.

- Le **feuillet postérieur** n'existe que dans les **deux tiers supérieurs** de la gaine rectusienne, jusqu'à la **ligne arquée** (arcade de Douglas).
- À son extrémité **inférieure**, il s'attache sur le **tiers latéral du ligament inguinal**, puis ses fibres s'unissent à celles du **muscle transverse de l'abdomen** pour former la **faux inguinale** (tendon conjoint).

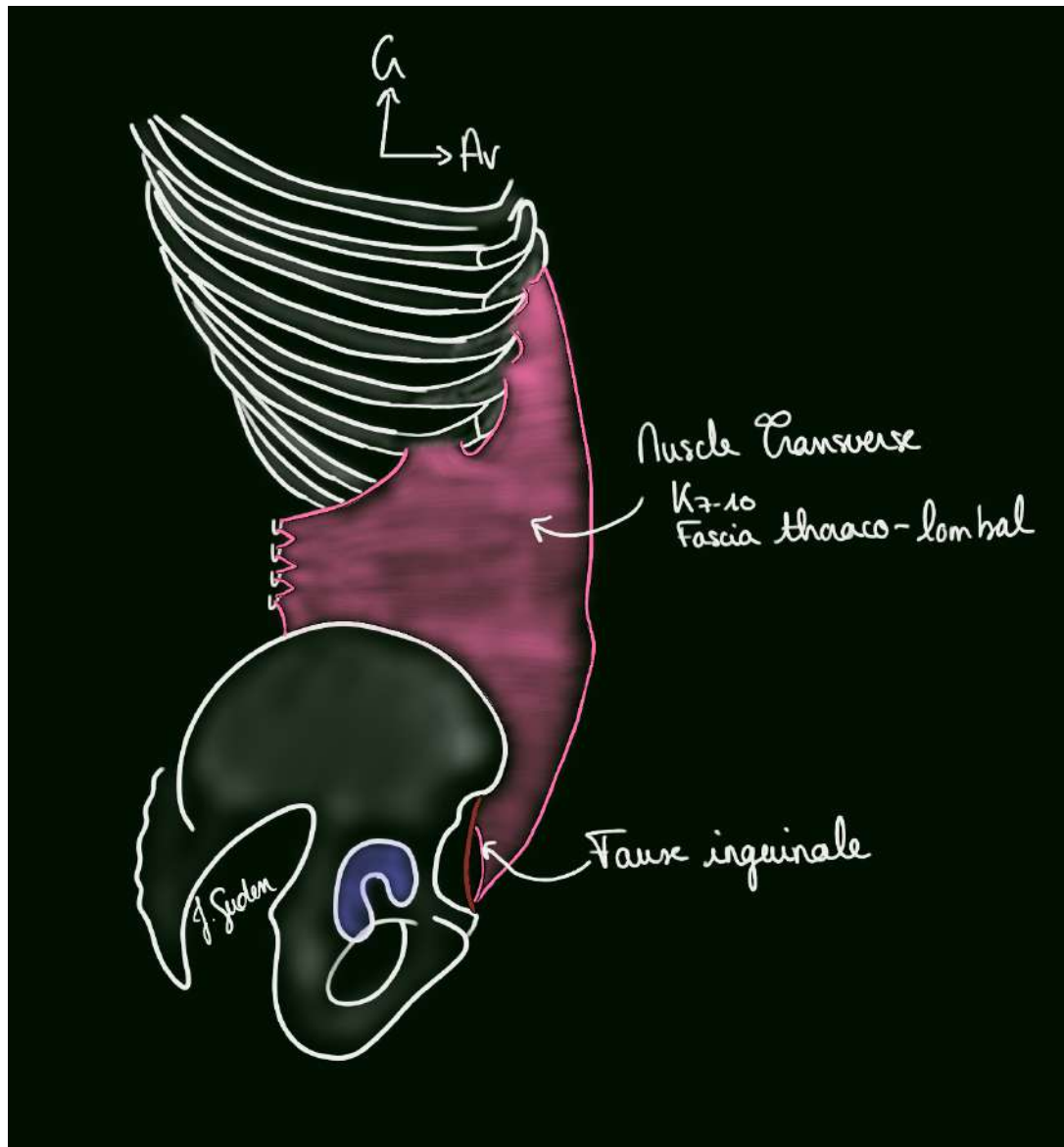


Muscle transverse de l'abdomen :

Le **muscle transverse de l'abdomen** constitue le **plan musculaire le plus profond** de la paroi abdominale antérolatérale. Il joue un rôle essentiel dans le **maintien des viscères abdominaux** et la **mécanique respiratoire**.

- **Origine** : Il s'insère sur le **rachis lombaire**, les **côtes flottantes** et la **crête iliaque**.
- **Trajet** : Les fibres sont orientées **horizontalement**.
- **Terminaison** :
 - Il participe à la **formation du feuillet postérieur de la gaine rectusienne** uniquement dans ses **deux tiers supérieurs**.

- Au niveau de la **ligne arquée**, ses fibres passent en avant pour constituer la **gaine antérieure du muscle droit de l'abdomen** et contribuer à la **ligne blanche**.
- Dans la **région inguinale**, il forme, avec le muscle oblique interne, la **faux inguinale** (tendon conjoint).



Gaine rectusienne (gaine des muscles droits) :

Les **muscles droits de l'abdomen** sont contenus chacun dans une **gaine rectusienne**, formée par l'entrecroisement des **aponévroses des trois muscles larges de l'abdomen** (oblique externe, oblique interne et transverse de l'abdomen).

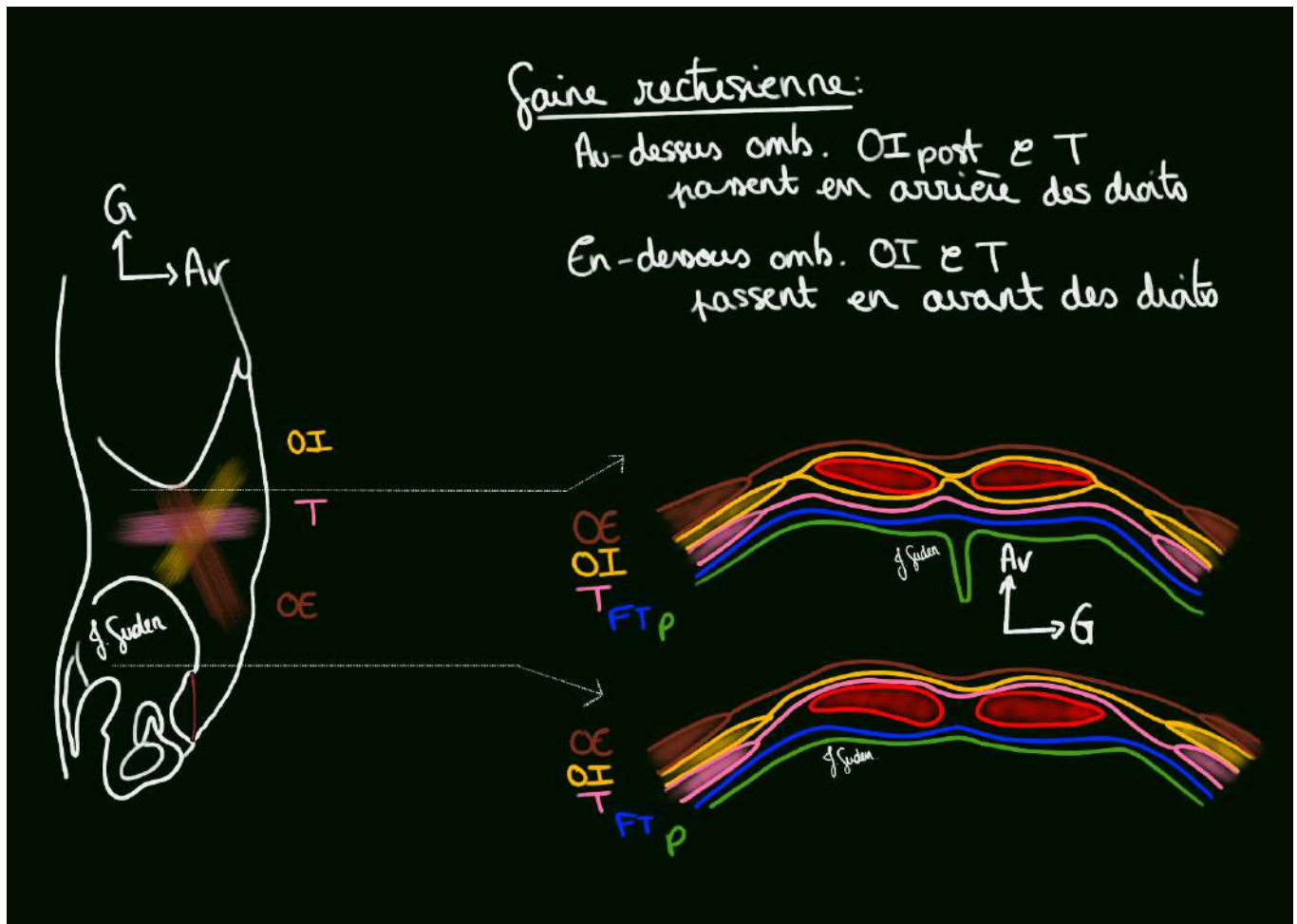
- **Constitution des feuillets :**

- **L'aponévrose du muscle oblique externe** contribue exclusivement au **feuillelet antérieur** de la gaine rectusienne sur toute la hauteur.
- **L'aponévrose du muscle oblique interne se divise en deux feuillets :**
 - Un **feuillelet antérieur**, qui recouvre le muscle droit sur toute sa hauteur.
 - Un **feuillelet postérieur**, qui s'interrompt environ **5 cm sous l'ombilic**, formant une arcade fibreuse appelée **ligne arquée** (arcade de Douglas).
- **L'aponévrose du muscle transverse de l'abdomen :**
 - **Au-dessus de la ligne arquée**, elle participe à la **formation du feuillelet postérieur** de la gaine rectusienne.

- En dessous de la ligne arquée, elle rejoint les autres aponévroses pour former **uniquement le feuillet antérieur** de la gaine rectusienne.

A partir de la ligne arquée, qui se situe au niveau du 1/3 supérieur du segment ombilic/pubis, toutes les aponévroses passent en avant des muscles droits de l'abdomen.

A partir de la ligne arquée, le feuillet postérieur de la gaine rectusienne, n'est formée de la superficie à la profondeur que du fascia transversalis et du péritoine pariétal.



La région inguino-fémorale – Le canal inguinal

La ligne de Malgaigne et la région inguino-fémorale

La **ligne de Malgaigne** est une ligne anatomique reliant l'**épine iliaque antéro-supérieure (EIAS)** au **pubis**. Elle marque la séparation entre le **tronc** et le **membre pelvien**. Cette ligne se **projette en regard du ligament inguinal**, une formation fibreuse tendue entre l'EIAS et le pubis.

Le ligament inguinal : une conceptualisation simplifiée

Traditionnellement, le **ligament inguinal** (ou arcade crurale) était décrit comme une entité fibreuse propre reliant l'épine iliaque antéro-supérieure au pubis. Toutefois, cette vision est aujourd'hui nuancée : il correspond en réalité à la **terminaison du muscle oblique externe**, dont les fibres tendineuses s'enroulent de dehors en dedans et d'avant en arrière pour s'insérer sur la **crête pectinéale du pubis**.

Néanmoins, pour faciliter la compréhension anatomique et éviter une description trop complexe, il reste utile de conserver la notion théorique de **ligament inguinal**, qui constitue la **paroi inférieure du canal inguinal**.

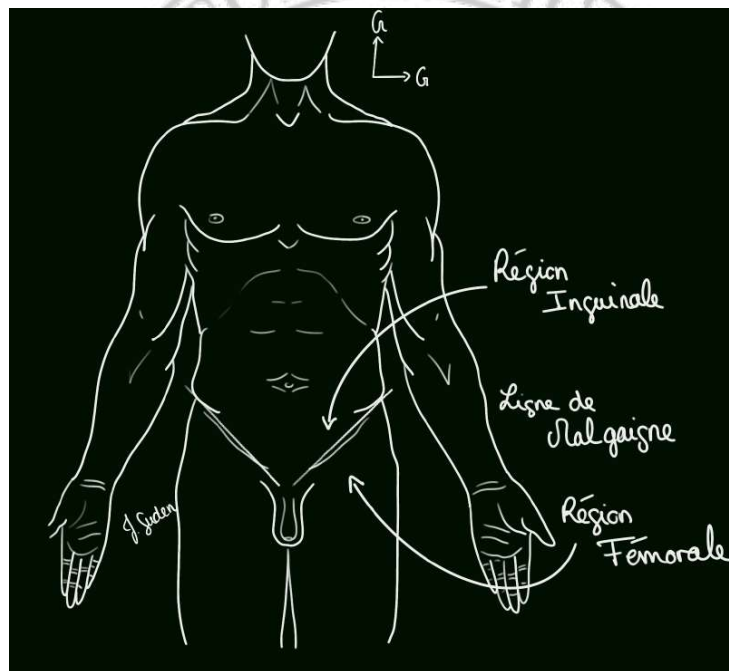
La région inguino-fémorale et ses structures associées

La **région inguino-fémorale** est une zone de transition entre le **tronc** et la **racine du membre inférieur**. Elle est centrée et divisée en deux par le **ligament inguinal** :

- **Au-dessus du ligament inguinal** se trouve le **canal inguinal**, qui appartient au tronc et sera étudié dans cette section.
- **En dessous du ligament inguinal** se situe le **canal fémoral**, qui appartient au membre pelvien. Son étude est approfondie dans le chapitre suivant, ainsi que dans celui consacré au **trigone fémoral** (ou **triangle de Scarpa**).

Pathologie de la région inguino-fémorale

La principale pathologie de cette région est représentée par les **hernies de l'aîne**, qui peuvent être classées en **hernies inguinales** ou **hernies fémorales**, selon leur localisation par rapport au ligament inguinal.



Le canal inguinal, siège des hernies inguinales

Le **canal inguinal** est un passage oblique situé dans la paroi abdominale antérieure. Il permet le passage du **cordons spermatique** chez l'homme et du **ligament rond** chez la femme.

Il est orienté **en bas et en dedans** et peut être décrit artificiellement selon **quatre parois et deux orifices**.

Les parois du canal inguinal

1. **Paroi antérieure** :
 - Constituée par la **partie aponévrotique du muscle oblique externe**.
2. **Paroi postérieure** :
 - Formée par le **fascia transversalis** et le **péritoine pariétal**
3. **Paroi supérieure** :

- Constituée par la **faux inguinale** (tendon conjoint), qui résulte de la fusion des bords inférieurs des muscles **oblique interne** et **transverse**.
4. **Paroi inférieure :**
- Correspond au **ligament inguinal**, qui correspond à un repli de l'aponévrose du muscle OE, tendu de l'EIAS jusqu'au pubis.

Les orifices du canal inguinal

1. Orifice superficiel : anneau inguinal superficiel

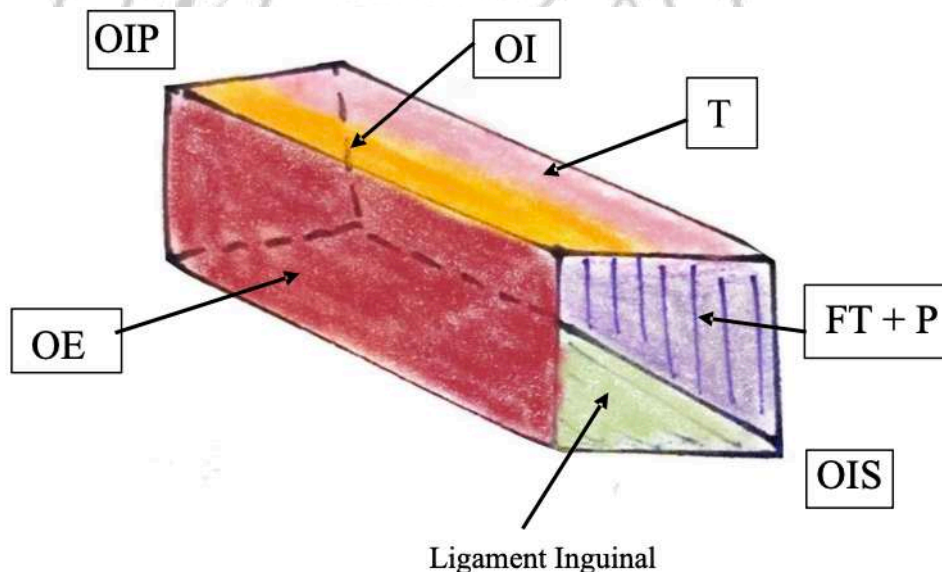
Cet orifice laisse passer le **cordons spermatique** pour rejoindre la bourse. Cet anneau est limité par les faisceaux renforcés de l'aponévroses du muscle oblique externe. Il est formé par :

- **Le pilier latéral**
- **Le pilier médial**
- **Le pilier postérieur** (ou **pilier réfléchi**, ligament de Colles, qui provient du muscle OE controlatéral)

2. Orifice profond : anneau inguinal profond

Cet orifice est visible sur une **vue postérieure de la paroi abdominale**. Il est limité par :

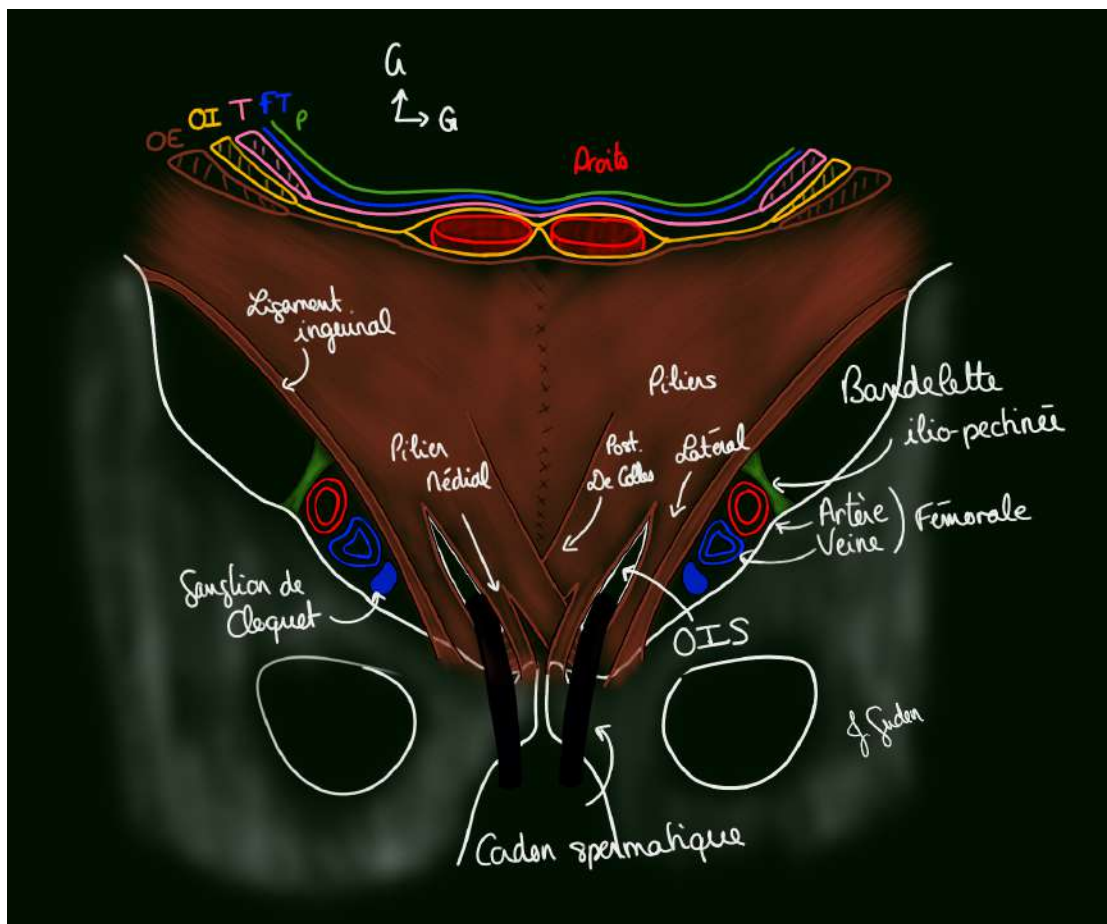
- **En bas :** le **ligament inguinal**
- **En haut et en dehors :** la partie musculaire et tendineuse de la **faux inguinale**
- **En dedans :** le **ligament inter-fovéolaire** (de Hesselbach), un épaissement du fascia transversalis, qui s'étend jusqu'à la **ligne arquée** (arcade de Douglas). Ce ligament sert de **lame porte-vaisseaux** pour l'artère épigastrique inférieure.



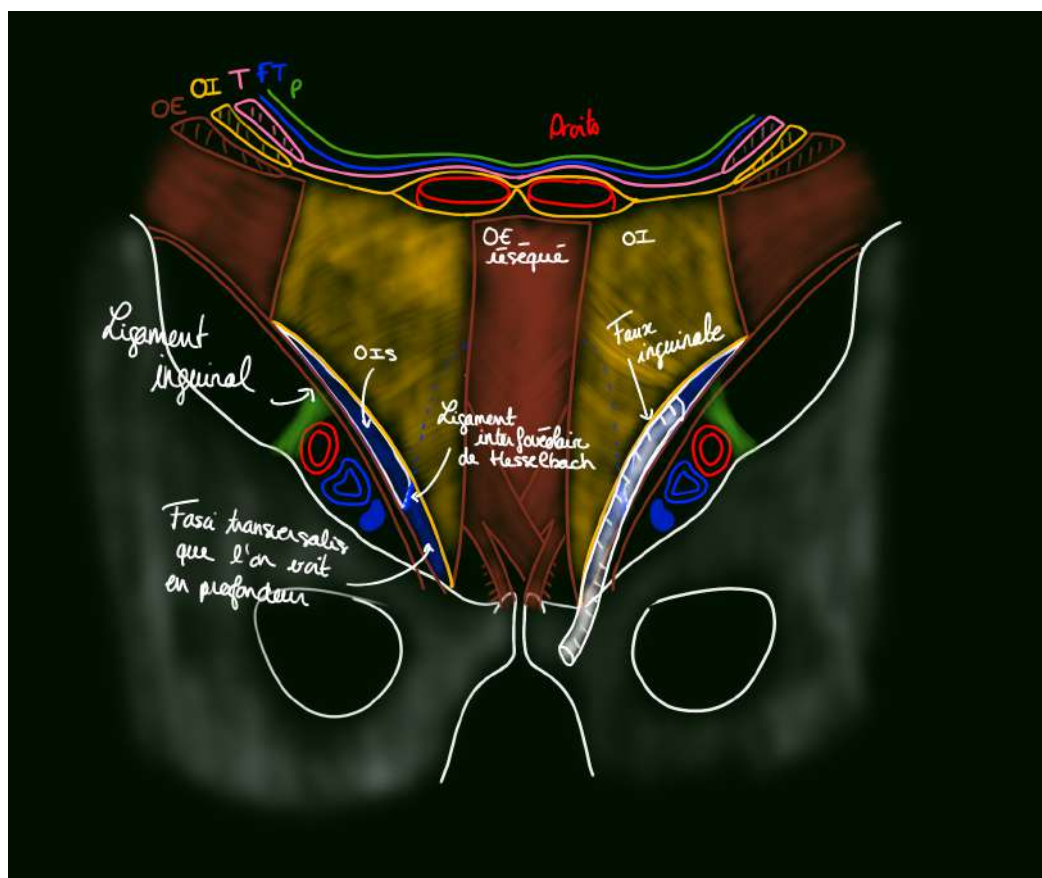
Hernies inguinales :

Le canal inguinal présente deux zones de faiblesse qui sont le siège de deux types principaux de hernies inguinales, spermatique :

- **Hernies inguinales de l'obliques interne**, par faiblesse du fascia transversalis, qui sont les hernies de l'homme vieillissant.
 - Localisation : en dedans de l'artère épigastrique caudale
- **Hernies inguinales de l'obliques externes**, qui empruntent le passage du cordon spermatique. Ce sont les hernies de l'homme jeune, voire de l'enfant qui peuvent être congénital. Elles se nomment aussi hernie inguino-scrotale.
 - Localisation : en dehors de l'artère épigastrique, dans le trajet du cordon inguinal



Vue antérieure de la paroi antéro-latérale de l'abdomen, laissant apparaître l'OIS



Vue antérieure de la paroi antéro-latérale de l'abdomen avec OE réséqué, laissant apparaître l'OIP.

Canal fémoral, siège des hernies fémorales

Canal fémoral

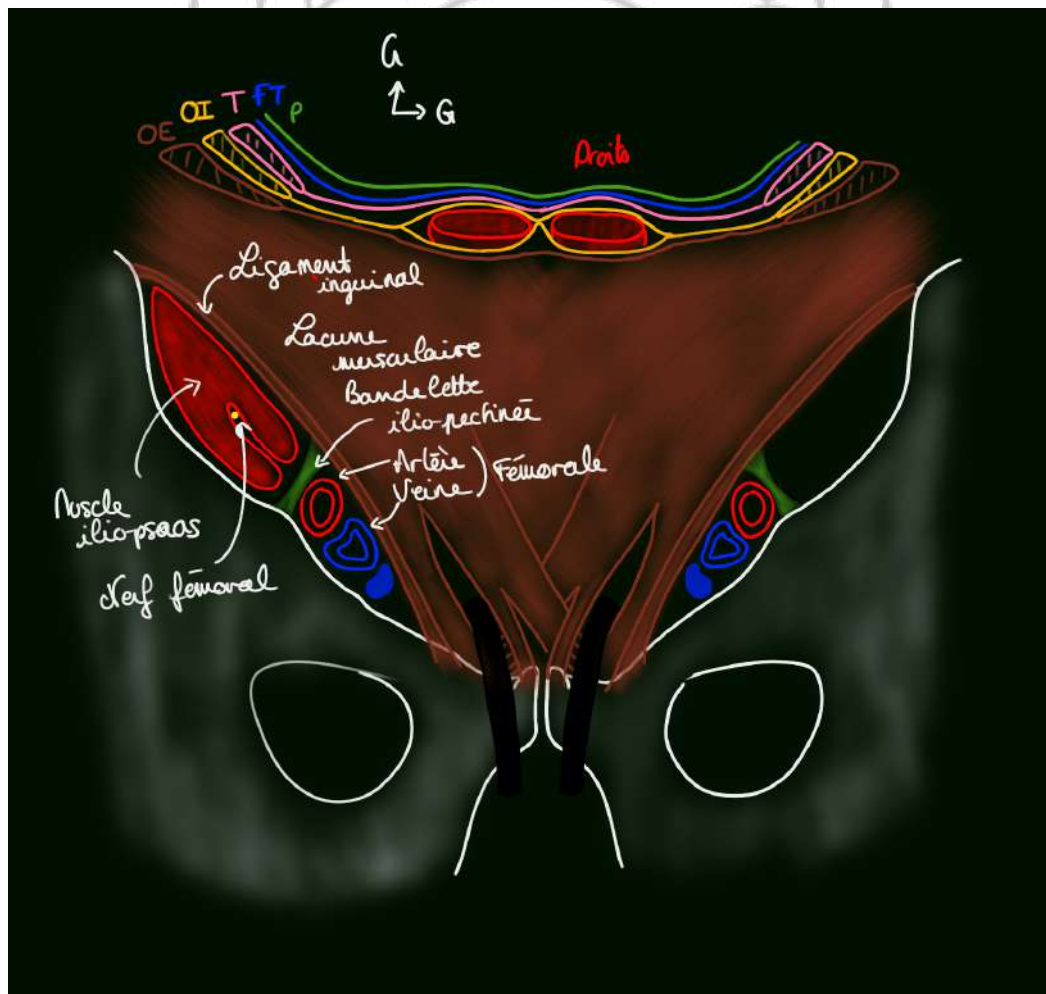
L'arc (ou bandelette) **ilio-pectiné(e)** s'étend du ligament inguinal à l'éminence ilio-pectinée. Il s'agit d'une bandelette fibreuse qui sépare l'espace situé entre le ligament inguinal et le bord antérieur de l'os coxal en 2 espaces dénommés « lacunes » :

- La **lacune musculaire**, en dehors, dans laquelle passent le muscle ilio-psoas et le nerf fémoral.
- La **lacune vasculaire**, en dedans, dans laquelle se trouvent 3 éléments qui sont de dehors en dedans :
 - L'**artère fémorale**, qui fait suite à l'iliaque externe,
 - La **veine fémorale**, qui se prolonge par la veine iliaque externe
 - Un lympho-nœud remarquable, le **ganglion de Cloquet**, lympho-noeud de relais entre le réseau lymphatique de la racine du membre inférieur et le réseau pelvien.

Hernies fémorales

Les hernies fémorales (crurales) s'extériorisent dans la lacune vasculaire, au-dessous du ligament inguinal, en dedans de la veine fémorale. Elles touchent plutôt les femmes que les hommes et « descendent » dans le trigone fémoral (de Scarpa), par distension du canal inguinal dû aux grossesses.

(Elles sont difficiles à diagnostiquer car souvent présente chez la femme obèse. Elles sont également plus difficiles à opérer (opération de Mac Vay) en abaissant le ligament inguinal sur le muscle pectiné, et dont le risque est de comprimer la veine fémorale.)



Le diaphragme thoraco-abdominal

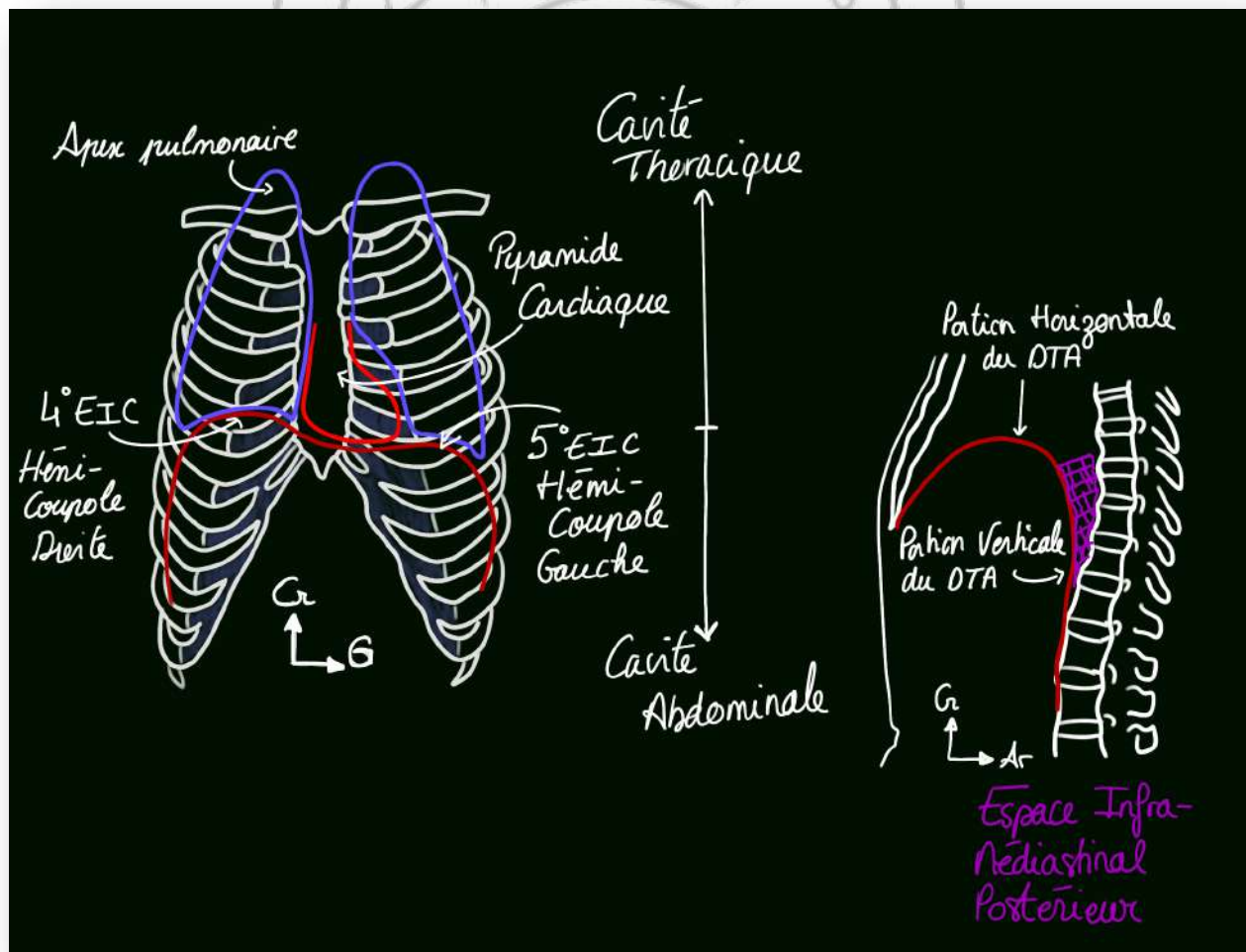
Le **diaphragme thoraco-abdominal (DTA)** est le principal muscle de la ventilation. La contraction du DTA entraîne son abaissement, provoquant un effet de piston. Ce mouvement crée une **dépression** dans la cage thoracique, permettant à l'air de rentrer dans les poumons. Il s'agit d'un muscle large, mince et strié squelettique de forme plate, qui segmente le tronc en deux cavités distinctes : la cavité thoracique située au-dessus et la cavité abdominale (ou abdomino-pelvienne) située en dessous. Par sa configuration, il est souvent comparé à un parachute doté de deux coupoles asymétriques.

Vue Anatomique du diaphragme :

En **projection ventrale**, la coupole droite est située plus haut que la coupole gauche en raison de la présence du foie. La coupole droite se projette approximativement **au niveau de la ligne bi-mamelonnaire**. C'est-à-dire en regard du 4^{ème} espace intercostal (EIC). La coupole gauche, quant à elle, est positionnée environ deux travers de doigts en dessous de cette même ligne bi-mamelonnaire et se projette en regard du 5^{ème} espace intercostal.

Sur une **vue latérale**, le diaphragme présente deux portions distinctes :

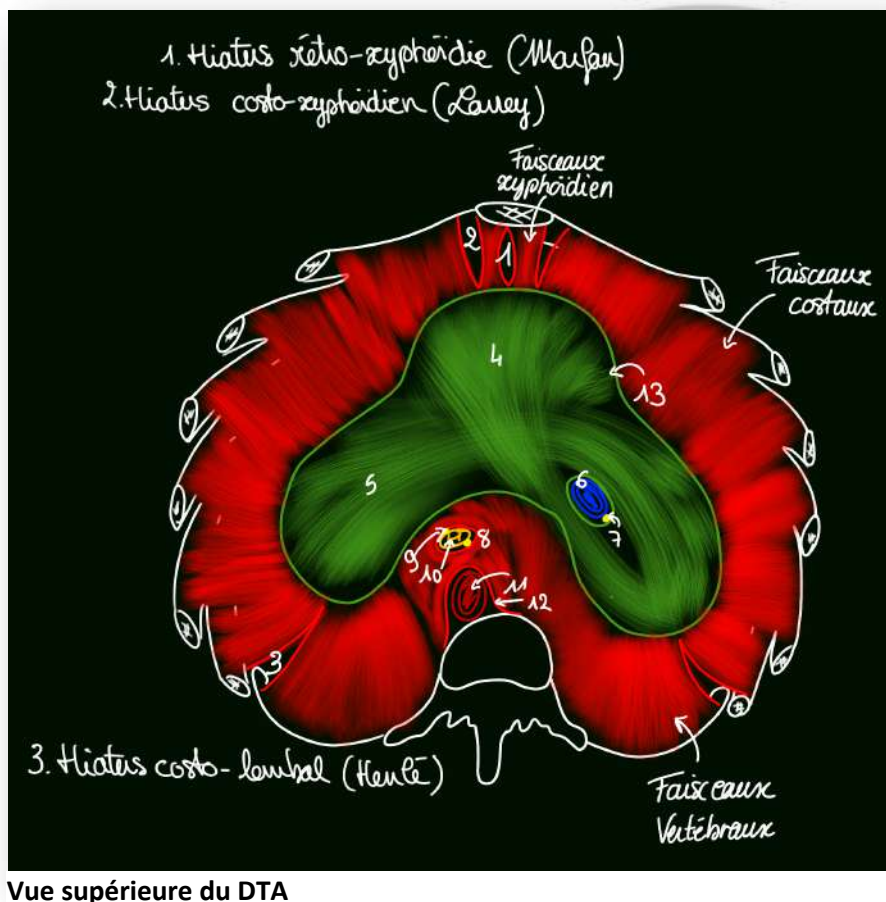
Une portion horizontale, dite sterno-chondrale, correspondant aux sommets des deux coupoles ainsi qu'au centre phrénique. Une portion verticale, appelée vertébro-lombale, qui comprend **les piliers et les ligaments arqués du diaphragme**. Cette portion verticale délimite en avant l'espace infra-médiastinal postérieur.



Sur une vue supérieure, le diaphragme est constitué de deux parties : une portion périphérique charnue, qui forme le pourtour du diaphragme ; et une portion centrale tendineuse, également appelée centre phrénique.

Région thoraco-abdominale et implications cliniques : La région thoraco-abdominale, où se situe le DTA, est délimitée en haut par la ligne bi-mamelonnaire et en bas par la ligne bi-subcostale reliant les deux arcs costaux inférieurs. Cette région abrite des organes appartenant à la fois au thorax (cœur, poumons) et à la cavité abdominale (foie, estomac, côlon). En conséquence, toute plaie ou lésion de la région thoraco-abdominale présente un risque élevé d'atteinte du DTA, ainsi que des organes thoraciques et abdominaux.

En anatomie de surface le thorax se trouve au-dessus de la ligne bi-sous-costale, tandis qu'en anatomie topographique le thorax se trouve au-dessus du DTA, qui se projette sur la ligne bi-mamelonnaire. On comprend alors qu'il y a une zone de « flou » : c'est la région thoraco-abdominale.



4. Bandelette semi-circulaire supérieure
5. Bandelette semi-circulaire inférieure
6. Orifice quadrilatère et VCI
7. Rameau phrénico-abdominal du nerf phrénique droit
8. Hiatus œsophagien
9. Nerfs pneumogastrique entourant l'œsophage
10. œsophage
11. Aorte descendante
12. Hiatus aortique

Portion périphérique charnue

Elle est constituée de 3 parties et ce sont ces parties qui se contractent lors de la ventilation :

- Une partie **sternale** qui s'insère sur la face postérieure du processus xyphoïde.
- Une partie **costale**, qui s'insère sur la face postérieure des côtes et cartilages costaux (du 7^{ème} au 12^{ème}) mais qui s'insère également sur des arcades fibreuses tendues entre les

extrémités distales des côtes flottantes, ce sont les **arcades de Sénac ou ligament arqué intercostaux**.

- Une partie **vertébrale**, qui s'insère sur la colonne lombale, au niveau de laquelle nous retrouvons différentes insertions fibreuses du DTA.

Arcades Intercostales de Sénac : Les arcades intercostales relient les dernières côtes flottantes (K11 et K12) à la 10^e côte. Elles sont formées par la portion aponévrotique de la partie costale du diaphragme.

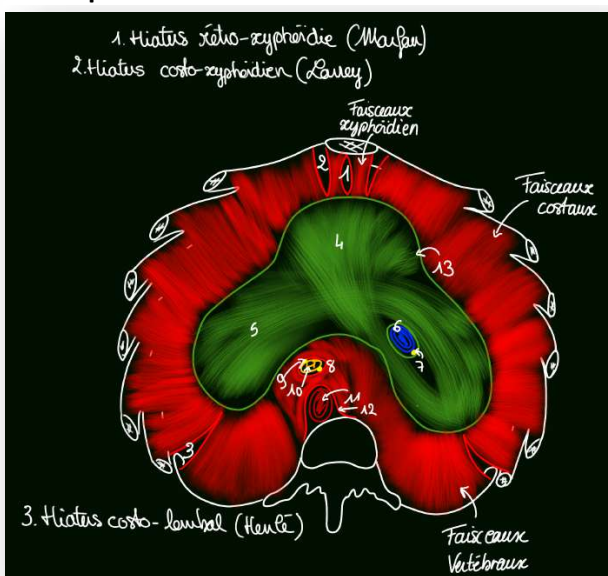
Les insertions fibreuses du DTA sont divisés en deux segments :

Un segment latéral, qui correspond au ligament arqué du diaphragme : Le **ligament arqué médial** (arcade du psoas), qui correspond à un renforcement du fascia iliaca et qui s'étend du corps de L2 jusqu'au processus costiforme de L1. Le **ligament arqué latéral** (arcade du carré des lombes, qui s'étend du processus costiforme de L1 à l'extrémité antérieure/distale de la 12^{ème} côte.

Un segment médial, qui correspond à l'union des piliers fibreux du diaphragme (crus diaphragmis). Les piliers fibreux du diaphragme naissent sur la face antérieure des vertèbres lombales **L1 & L2 pour le pilier gauche** et des vertèbres **L1, L2 & L3 pour le pilier droit**. Ces deux piliers vont se rejoindre en avant du corps de Th12 pour former le **ligament arqué médian ou hiatus aortique**. En arrière de ce ligament passeront l'aorte et le conduit lymphatique thoracique. Derrière ces éléments de passage, c'est-à-dire au contact de la face ventrale des corps des premières vertèbres lombales, l'entrecroisement des fibres de piliers fibreux droit & gauche forme **le lit fibreux de l'aorte**.

A partir du ligament arqué médian, **deux piliers musculaires** du diaphragme vont naître. Classiquement, en anatomie modale, on dit que le **pilier musculaire droit est plus volumineux que le pilier gauche** et que **ces deux piliers musculaires naissent en arrière du pilier fibreux droit du diaphragme**. La littérature décrit que les piliers musculaires s'entrecroisent sous la forme d'un 8 de chiffre et que le pilier gauche est **plus postérieur** par rapport au pilier droit. Enfin, leur réunion forme **le hiatus œsophagien en regard de Th10**, où passe l'œsophage accompagné des deux nerfs pneumogastriques (nerfs vagues) droit & gauche.

Vue supérieure du DTA



4. Bandelette semi-circulaire supérieure
5. Bandelette semi-circulaire inférieure
6. Orifice quadrilatère et VCI
7. Rameau phrénico-abdominal du nerf phrénique droit
8. Hiatus œsophagien
9. Nerfs pneumogastrique entourant l'œsophage
10. œsophage
11. Aorte descendante
12. Hiatus aortique

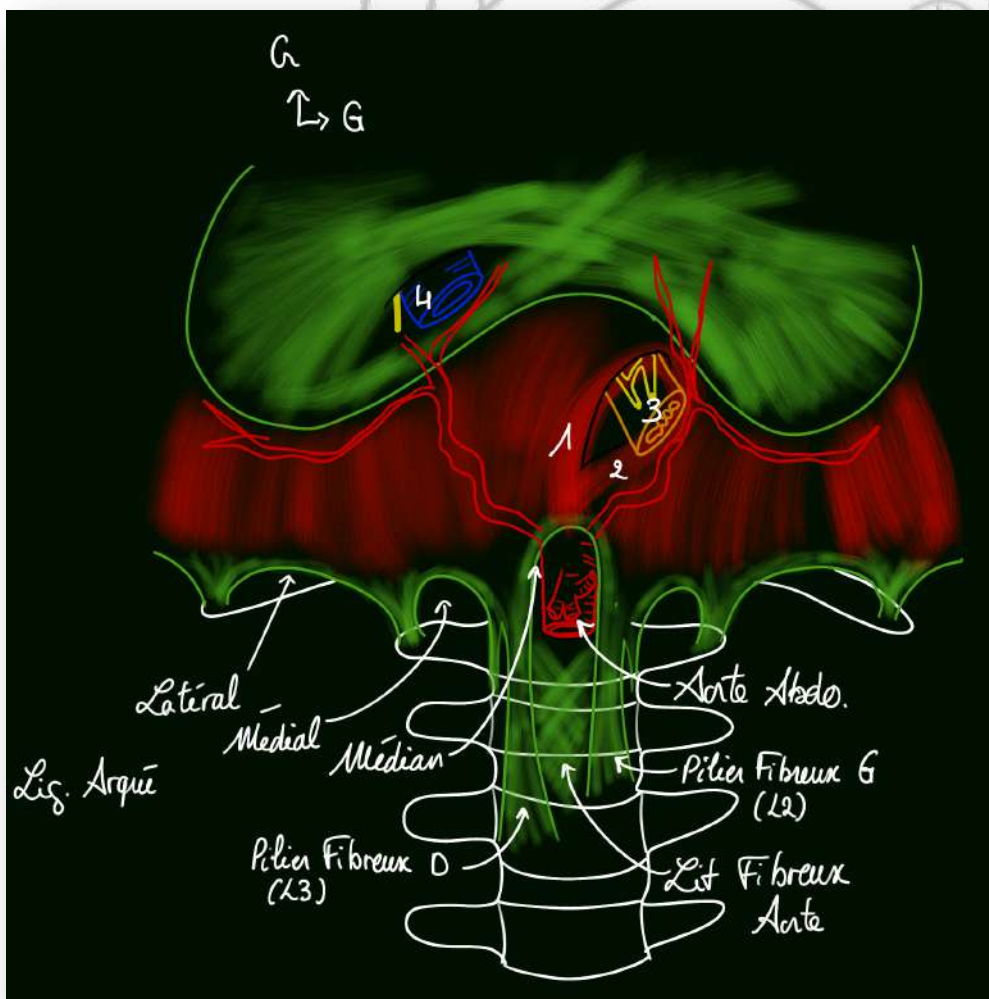
Foramens/Hiatus/Orifice diaphragmatique :

Les hiatus principaux sont ceux décrits plus haut :

- **Orifice quadrilatère en Th9**, délimité par deux bandelettes semi-circulaires.
- **Hiatus œsophagien en Th10**, délimité par les piliers musculaires du DTA.
- **Hiatus aortique** délimité par le ligament arqué médian et les piliers fibreux du DTA en regard de **Th12**.

On décrit également des hiatus accessoires qui sont :

- Le **hiatus rétro-xyphoïdien de Marfan**, qui est l'espace entre les faisceaux sternaux du diaphragme.
- Le **hiatus costo-xyphoïdien de Larrey**, qui voit le passage de la branche abdominale du pédicule thoracique interne qui provient de l'artère sub-clavière et descend le long de la face postérieure du sternum.
- Les **hiatus inter-chondro-costaux** qui permettent le passage du pédicule intercostal des 7^{ème} au 11^{ème} EIC.
- Le **hiatus costo-lombal de Henlé**, situé en les parties périphériques costale et vertébrale du DTA. Ce hiatus constitue une communication entre les panicules adipeux sous-pleural et rétro-rénal. Il est important pour la diffusion des épanchements d'origine abdominale vers la cavité thoracique, phénomène connu sous le nom d'**anasarque**.



1. Pilier musculaire droit
2. Pilier musculaire gauche
3. Œsophage accompagné des nerfs pneumogastriques
4. Veine cave inférieure accompagnée du rameau phrénico-abdominal du nerf phrénique droit

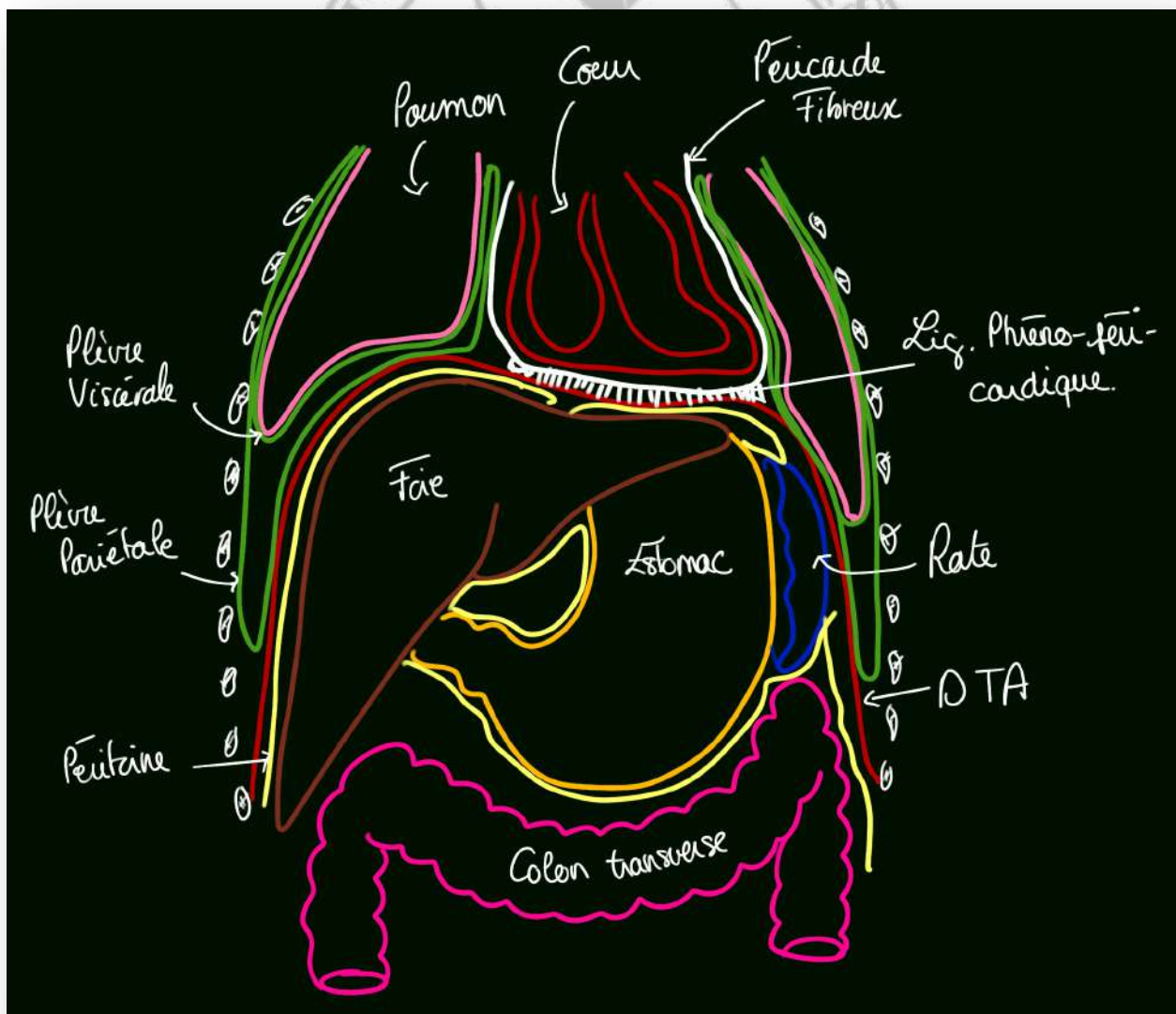
Rapports supérieur et inférieurs du diaphragme

Au niveau de sa face supérieure les rapports du diaphragme se font par l'intermédiaire du fascia endothoracique, qui tapisse toute la face supérieure du DTA.

Le centre tendineux répond au péricarde fibreux et à ses ligaments, ligaments phréno-péricardique, ainsi qu'à la face inférieure du cœur (foliole antérieure). Le centre tendineux est également en rapport avec la plèvre et notamment le récessus médiastino-diaphragmatique.

La portion périphérique plonge en arrière et latéralement. C'est ainsi qu'on retrouve le récessus costo-diaphragmatique, cul de sac pleural. En effet la plèvre pariétale suit le diaphragme jusqu'à ses insertions basses (Th12) tandis que la plèvre viscérale tapisse la face externe des poumons. Ce dernier même lors d'une inspiration complète ne dépassent pas la 9^{ème} côte en leur point le plus déclive. En arrière de cette portion périphérique, on retrouve l'espace infra-médiastinal postérieur où chemine : aorte descendante, œsophage, tronc sympathique).

Au niveau de sa face inférieure, les rapports du diaphragme se font par l'intermédiaire du péritoine. On retrouve le foie à droite, et à gauche : la face antérieure de l'œsophage, le fundus gastrique, la rate, l'angle colique gauche et la région cœliaque.



Vascularisation du diaphragme :

La vascularisation artérielle du diaphragme consiste en de nombreux pédicules artériels anastomosés entre eux. Classiquement on décrit 3 systèmes d'irrigation : **supra-diaphragmatique**, **infra-diaphragmatique** et périphérique (qui provient de rameaux issus des 6 dernières artères intercostales).

Vascularisation infra-diaphragmatique :

Elle provient des **artères phréniques inférieures, droite et gauche** qui sont issues de l'aorte abdominale et qui suivent les rameaux phrénico-abdominaux des nerfs phréniques.

L'artère phrénique inférieure droite se divise en 3 rameaux en arrière de la VCI :

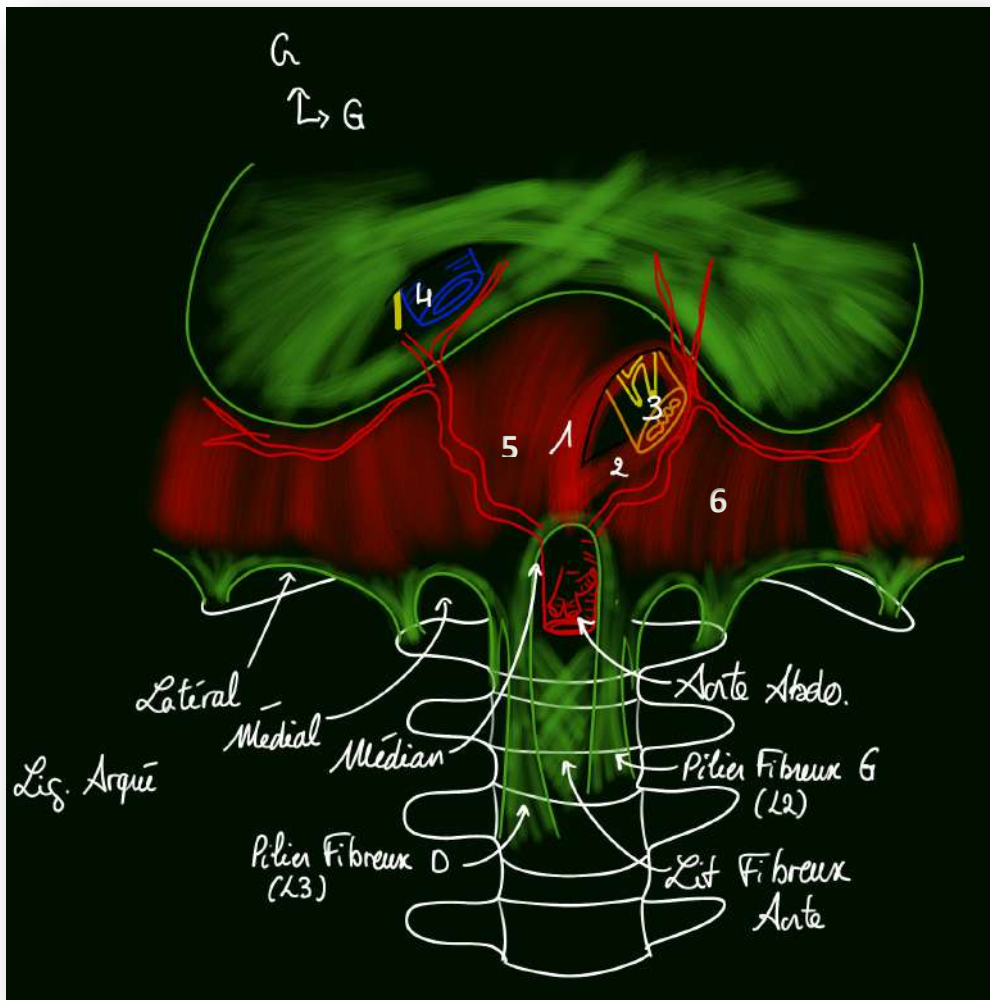
- Une branche **terminale dorsale** qui suit le **bord dorsal de la foliole droite** du centre phrénique et qui s'anastomose avec les 4 dernières artères intercostales.
- Une branche **terminale moyenne** qui longe le bord droit du foramen de la VCI en passant **au-dessus** de la bandelette semi-circulaire inférieure.
- Une branche **terminale ventrale** qui passe entre l'orifice quadrilatère et le hiatus œsophagien, elle vascularise le **pilier musculaire droit**.

A gauche, c'est le même principe. La branche terminale dorsale longe le **bord dorsal de la foliole gauche**, et la branche terminale ventrale passe à **2cm du pilier musculaire gauche** qu'elle vascularise.

Vascularisation supra-diaphragmatique :

Il s'agit de rameaux issus de **l'artère thoracique interne** (artère péricardiaco-phrénique, musculo-phrénique) et de l'aorte (artères phréniques supérieures) :

- **L'artère péricardiaco-phrénique** est issue précocement de l'artère thoracique interne au bord supérieur de la 1^{ère} côte. Cette artère **chemine dans le médiastin avec les nerfs phréniques**.
- **L'artère musculo-phrénique** est issue de l'artère thoracique interne **au niveau du 6^{ème} EIC**, juste avant qu'elle ne traverse la fente de Larrey et ne devienne l'artère épigastrique crâniale.
- **Les artères phréniques supérieures** sont de petites branches issues de l'aorte descendante.



1. Pilier musculaire droit
2. Pilier musculaire gauche
3. Œsophage accompagné des nerfs pneumogastriques
4. Veine cave inférieure accompagnée du rameau phrénico-abdominal du nerf phrénique droit
5. Artère phrénique inférieure droite, qui se divise en 3 branches
6. Artère phrénique inférieure gauche

Innervation du diaphragme : le nerf phrénique

Le diaphragme est essentiellement innervé par 2 nerfs phréniques, le droit et le gauche. Chaque nerf innerve les fibres charnues d'une coupole diaphragmatique. La racine du nerf phrénique est issue du **4ème nerf spinal cervical** (C4). Des fibres peuvent également provenir de la racine C3 ou de la racine C5. On décrit 2 portions au nerf phrénique : une portion cervicale, et une portion thoracique.

Portion cervicale du nerf phrénique

A droite comme à gauche, le nerf est plaqué contre le muscle scalène ventral, qu'il contourne de dehors en dedans. Il chemine dans un dédoublement du fascia profond de ce muscle. Il est ici vulnérable en cas de ponction de la région du plexus cervical pour anesthésie loco-régionale. Il s'engage alors dans le thorax **entre artère sub-clavière en arrière et veine sub-clavière en avant**. Il contracte, à l'orifice supérieur du thorax, des rapports intimes avec l'**artère thoracique interne**, branche de la sub-clavière.

Portion thoracique et terminaison du nerf phrénique

Après franchissement de l'orifice supérieur du thorax, le nerf phrénique est accompagné sur tout son trajet par l'**artère péricardiaco-phrénique**, issue de l'artère thoracique interne qui poursuit sa

descente en arrière du plastron sterno-costal. Les rapports du pédicule vasculo-nerveux phrénique sont différents à droite et à gauche.

À droite, il vient se placer entre la plèvre médiastinale et le **flanc droit de la veine cave supérieure**, puis contre la **paroi latérale de l'atrium droit** recouvert du péricarde. Sur une vue latérale, il croise **à distance** le nerf pneumogastrique qui rejoint le médiastin postérieur et l'œsophage.

Le nerf phrénique atteint enfin le diaphragme à 3 cm de la ligne médiane, sur le **flanc droit de la veine cave inférieure (VCI)**, et se divise en 3 branches :

- **La branche antérieure**, la plus grêle, est destinée aux parties sternale et costale antérieures : elle donne des filets récurrents à la VCI.
- La **branche latérale** est destinée à la partie costales latérale du diaphragme
- La **branche postérieure**, ou rameau phrénico-abdominal droit, **traverse la foliole droite du centre phrénique**, innerve le pilier droit jusqu'à le hiatus œsophagien, et s'anastomose avec le plexus cœliaque sous forme d'un **plexus diaphragmatique inférieur**.

A gauche, le nerf vient se placer **à gauche de l'arc aortique** (segment II), et croise là aussi à distance le pneumogastrique gauche qui va donner le nerf laryngé inférieur sous l'arc aortique. Il se place alors **contre le péricarde du ventricule gauche du cœur**.

Il atteint la coupole plus en avant et en dehors qu'à droite, à 7 cm de la ligne médiane, à proximité de la pointe du cœur. Il se divise également en 3 branches : La branche antérieure, la branche latérale souvent fusionnée avec la suivante et la branche postérieure, ou rameau phrénico-abdominal gauche, destinée au pilier G et à la portion correspondante du hiatus œsophagien.

Les 2 rameaux phrénico-abdominaux des nerfs phréniques expliquent les douleurs scapulaires (au niveau des épaules) déclenchées par irritation du péritoine : par exemple, en cas d'épanchement de sang dans la cavité péritonéale, les sujets présentent des douleurs au niveau des épaules (origine cervicale C4 du nerf phrénique) : c'est le signe de **Kehr**.

La paroi postérieure (paroi lombale) :

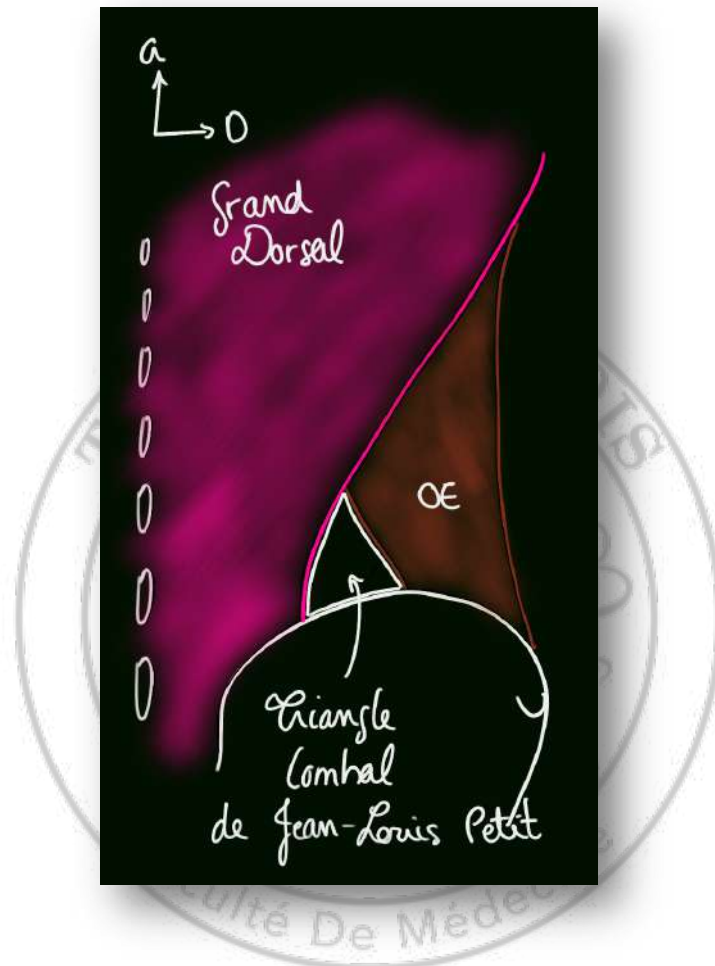
La paroi postérieure de l'abdomen ferme **la région lombaire**. Elle est constituée de plusieurs muscles qui recouvrent, à divers degrés, les muscles érecteurs du rachis, lesquels occupent **la gouttière formée par les processus épineux et transverses des vertèbres**. Cette paroi se compose de quatre plans musculo-aponévrotiques successifs :

1^{er} plan superficiel :

- **Le muscle grand dorsal** : Superficiel, il est fonctionnellement lié au **membre supérieur** et est le plus grand muscle du corps. Il s'insère sur les processus épineux des vertèbres lombaires par le biais du **fascia thoraco-lombal**, qui recouvre les muscles érecteurs du rachis. Ses fibres se dirigent vers la racine du membre supérieur et se fixent sur l'extrémité supérieure de l'humérus **à l'intérieur de la gouttière bicipitale**. Ce muscle constitue ainsi l'élément **médial** de la paroi lombaire superficielle.

- **Le muscle oblique externe** : Le plus superficiel des muscles de la paroi antéro-latérale de l'abdomen, il s'insère sur la face externe des huit dernières côtes. Ses fibres sont orientées vers l'avant, le bas et l'intérieur. Il recouvre également les muscles érecteurs du rachis, tout comme le grand dorsal.

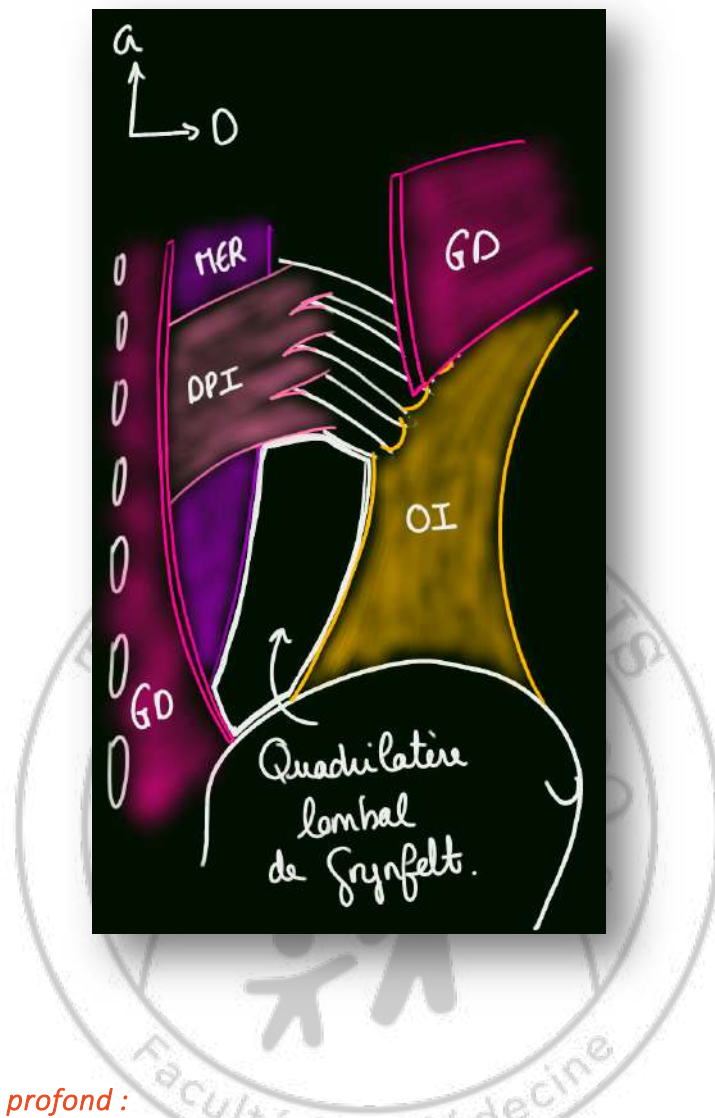
Note : Entre le grand dorsal, l'oblique externe et la crête iliaque se trouve un triangle appelé **triangle lombal de Jean-Louis Petit**, une zone potentiellement faible susceptible de présenter des hernies lombaires, bien que celles-ci soient rares.



2^{ème} plan plus profond :

- **Le muscle dentelé postérieur et inférieur (DPI)** : Situé à l'arrière, il s'étend de la face externe des quatre dernières côtes aux processus épineux des deux dernières vertèbres thoraciques (Th11 et Th12) et des trois premières vertèbres lombaires (L1, L2, et L3). Il est composé de **quatre à cinq digitations charnues** et recouvre les muscles érecteurs du rachis, situés dans un plan intermédiaire.
- **Le muscle oblique interne** : Plus profond que l'oblique externe, ses fibres sont orientées dans le sens inverse de celles de l'oblique externe. Il s'insère sur la **crête iliaque** et les processus transverses des vertèbres lombaires via une **aponévrose**.

Entre les muscles érecteurs du rachis, le DPI, l'oblique interne et la crête iliaque se trouve le **quadrilatère lombal de Grynfeltt**, un autre point de faiblesse susceptible de contenir des hernies lombaires.

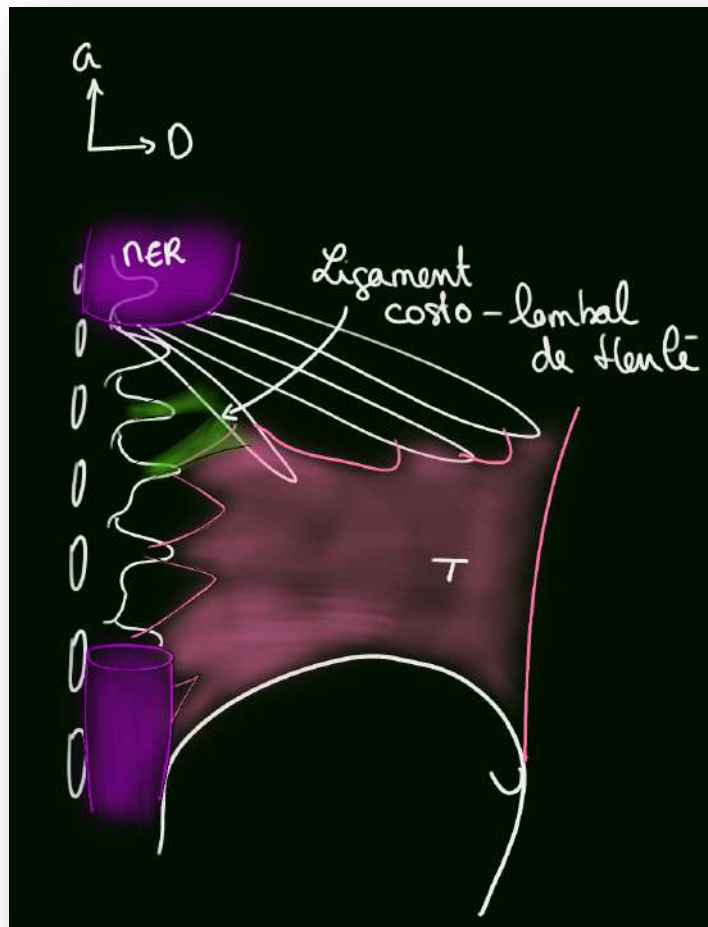


3^{ème} plan encore plus profond :

- **Le muscle transverse** : Le plus important de la paroi antéro-latérale de l'abdomen, situé **derrière les muscles érecteurs de la colonne**, il s'insère sur les **processus transverses** des vertèbres lombaires. Il constitue la ceinture abdominale avec des fibres horizontales renforcées en partie haute par des ligaments, notamment le **ligament costo-lombal de Henlé**. Ce ligament s'étend des processus transverses de L1, L2 et L3 jusqu'à la dernière côte, **contribuant à la solidité** du plan entre le rachis et la dernière côte.

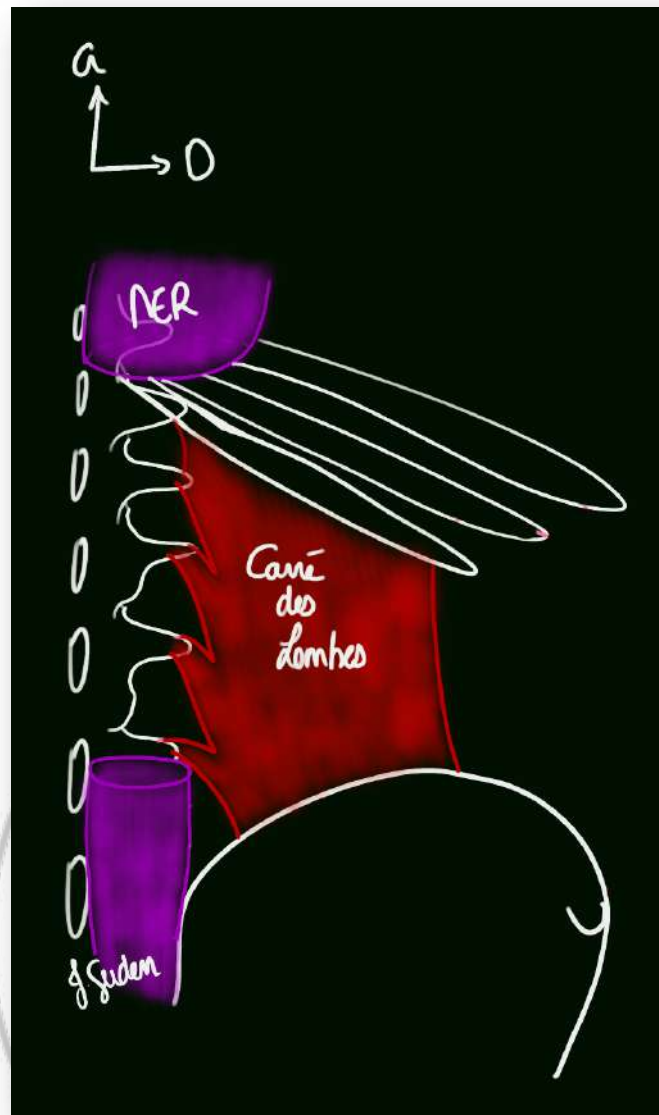
Bien que le **ligament costo-lombal de Henlé** soit dans le même plan que le muscle transverse, il renforce ce plan. En dessous de ce niveau, on trouve un espace avec uniquement les insertions du muscle transverse sans soutien ligamentaire, ce qui en fait une zone de faiblesse potentielle pour les hernies.

Les hernies lombaires à ce niveau peuvent provoquer un affaiblissement des insertions sur les processus transverses du muscle transverse, puis passer à travers le quadrilatère lombal et atteindre le triangle lombal de Jean-Louis Petit. Ces hernies restent relativement rares, car le plan du **ligament costo-lombal de Henlé** est relativement solide.



Dernier plan le plus profond :

- **Le muscle carré des lombes** : Situé au fond, il s'insère du bord inférieur de la 12^{ème} côte à la crête iliaque et est **recouvert par le psoas en avant**.
- **Le muscle psoas** : Composé de deux faisceaux entre lesquels passent les nerfs destinés aux membres inférieurs :
 - Le **faisceau postérieur** s'insère sur les processus transverses des vertèbres lombaires.
 - Le **faisceau antérieur** s'insère sur les disques intervertébraux (DIV), formant des arcades par lesquelles passent les 4 artères lombaires, qui sont issues directement de l'aorte. Ces artères irriguent la paroi abdominale et la moelle épinière, notamment via l'artère lombaire ou médullaire d'Adamkiewicz, responsable de la vascularisation de la moelle.



Il existe des paraplégies d'origine ischémique par compression de ces artères lombaires. Lors de position décline prolongée.

La colonne vertébrale : généralités & vertèbres types

La colonne vertébrale humaine est constituée d'une superposition de vertèbres comprenant **7 vertèbres cervicales**, **12 vertèbres thoraciques** et **5 vertèbres lombaires**, constituant ainsi la partie mobile de la colonne. Cette partie est suivie du sacrum et du coccyx, qui forment la **section fixe** de la colonne. Le sacrum résulte de la fusion de **5 vertèbres sacrées**, tandis que le coccyx est composé de **4 à 5 segments coccygiens**.

Rachis = 32 vertèbres :
7 cervicales, 12 thoraciques, 5 lombaires, 5 sacrées, 4 coccygiennes

Sur le **plan frontal**, la colonne vertébrale est centrée et s'étend verticalement.

Sur le **plan sagittal**, elle présente des **courbures** distinctes successives :

- Une **courbure cervicale en lordose**, avec une concavité orientée vers l'arrière ;
- Une **courbure thoracique en cyphose**, avec une concavité vers l'avant ;

- Une **courbure lombaire en lordose**, de nouveau orientée vers l'arrière ;
- Et une **courbure en cyphose au niveau du sacrum**, qui soutient la colonne lombaire.

N° des vertèbres : 16 32

En position anatomique de référence, l'**axe de gravité** traverse les vertèbres C1, C6 et L3, puis se situe à environ 3 cm en avant de la deuxième vertèbre sacrée (S2).

La colonne vertébrale remplit deux fonctions essentielles : elle assure le **soutien structurel** du tronc et **protège le système nerveux radiculo-médullaire**. L'étude comparative de l'anatomie vertébrale au cours de l'évolution humaine (ontogénèse) et de l'embryogenèse permet de retracer les étapes successives d'adaptation et de perfectionnement de la colonne vertébrale :

1. La colonne vertébrale des animaux aquatiques, comparable à celle de l'embryon humain, présente **une courbure unique en cyphose**.
2. Chez les quadrupèdes, la colonne vertébrale rappelle celle de l'enfant en bas âge, avec l'apparition **d'une courbure cervicale en lordose**, qui permet une plus grande mobilité de la tête.
3. Chez les bipèdes et l'enfant apprenant à marcher, la colonne vertébrale développe **une courbure lombo-sacrée en lordose**, permettant l'équilibre du tronc au-dessus des membres inférieurs.

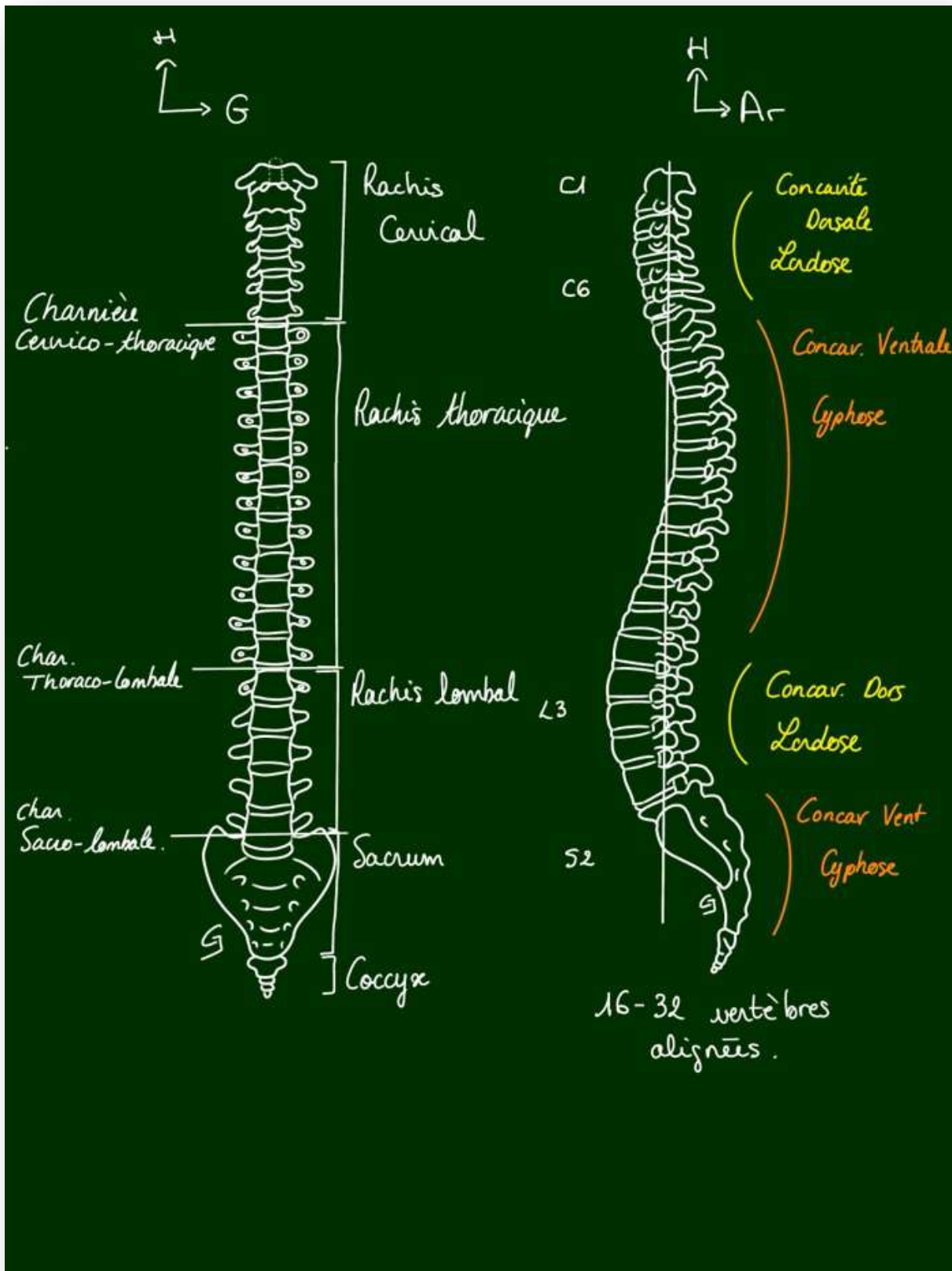
Toute altération d'une de ces courbures entraîne des compensations dans les courbures adjacentes, modifiant les **contraintes** au niveau des articulations et des structures musculo-ligamentaires du rachis. Ces déséquilibres peuvent entraîner des déformations observables :

- dans le plan sagittal (par exemple, dos plat ou creux, hypercyphose ou hyperlordose)
- dans le plan frontal et horizontal, sous forme de scolioses.

On a plusieurs régions / étages dans la colonne vertébrale, séparées par des charnières :

- **Une charnière crânio-cervicale** entre le crâne (C0 = condyles occipitaux) et l'atlas (C1).
- Le rachis cervical
- **La charnière cervico-thoracique** sépare le rachis cervical du rachis thoracique.
- Le rachis thoracique
- **La charnière thoraco-lombaire** sépare le rachis thoracique du rachis lombaire.
- Le rachis lombaire
- **La charnière lombo-sacrée** sépare le rachis lombaire du sacrum.
- Le sacrum

Ces charnières sont importantes sur le plan mécanique. En effet toutes les pathologies traumatiques s'expriment principalement au niveau des charnières. On peut avoir des fractures de la région C7-T1, les plus fréquentes se trouvent entre T12 et L1, la charnière lombo-sacrée sera plus sujette à l'usure dégénérative en particulier.



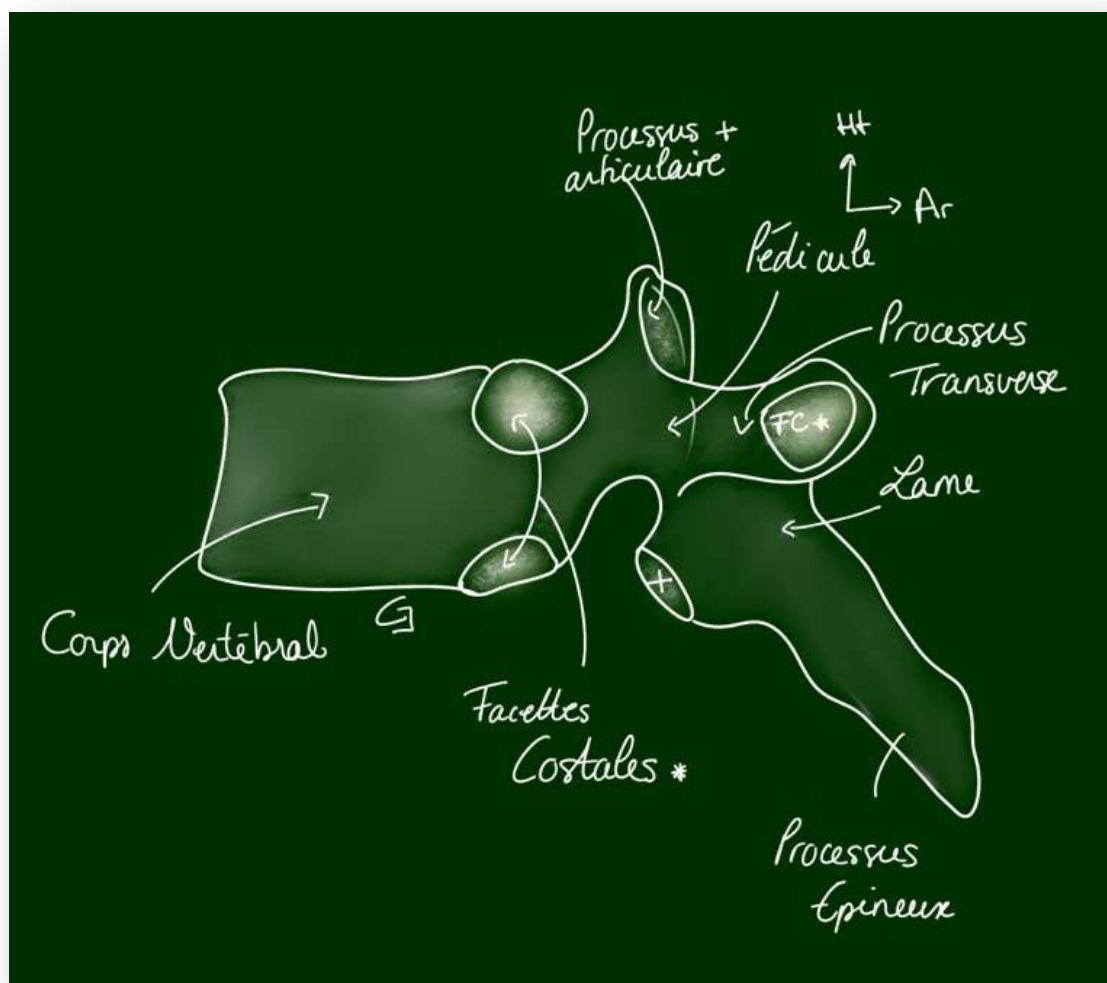
La vertèbre type : la vertèbre thoracique

Chaque vertèbre thoracique est constituée de **deux parties** principales : **un corps vertébral en position antérieure** et **un arc neural en position postérieure**. Le corps vertébral, constitué d'os compact, présente un diamètre frontal équivalent à son diamètre sagittal. Les faces latérales et

postérieures des corps vertébraux portent **quatre facettes costales** recouvertes de **cartilage**, qui permettent l'articulation **avec la tête** des côtes (deux facettes supérieures et deux facettes inférieures).

L'arc neural, qui émerge de la face postérieure du corps vertébral, forme avec celui-ci **le foramen vertébral**, dans lequel se loge **la moelle spinale entourée de ses méninges**. L'arc neural se compose de **deux parties** : **les pédicules vertébraux** de chaque côté et **les lames vertébrales** situées en arrière. Ces deux lames se rejoignent pour former **le processus épineux**.

Les processus épineux des vertèbres thoraciques, situés en **position médiane et postérieure**, sont fortement inclinés vers le bas et s'imbriquent comme des tuiles. Cependant, les deux premiers processus épineux thoraciques tendent à être plus horizontaux.



À la **jonction** entre le pédicule et la lame, de chaque côté, **émergent les processus articulaires** recouverts de cartilage : deux supérieurs et deux inférieurs. Les facettes des **processus articulaires supérieurs** sont orientées **vers le haut et l'arrière**, tandis que celles des **processus inférieurs** sont dirigées **vers le bas et l'avant**. Cette superposition crée un massif vertical stable formé par l'empilement des processus articulaires.

Les processus transverses, qui partent de l'arc neural **juste en arrière** des processus articulaires, s'orientent **obliquement vers l'extérieur et l'arrière**. Les dix premières vertèbres thoraciques possèdent, sur la face latérale de leurs processus transverses, une facette costale qui s'articule avec le tubercule des côtes. Les vertèbres T11 et T12 diffèrent : elles ne possèdent pas de facettes costales

sur leurs processus transverses, mais un tubercule transversaire, et les côtes correspondantes (11e et 12e) sont dépourvues de tubérosité.

Les articulations intervertébrales et costo-vertébrales

Les vertèbres s'articulent entre elles via leurs **corps** vertébraux, **par l'intermédiaire des disques intervertébraux**, et par leurs processus articulaires (articulations zygapophysiales). **Les forams intervertébraux**, formés entre les pédicules des vertèbres adjacentes, permettent le passage des nerfs spinaux.

Les côtes s'articulent avec les vertèbres thoraciques à deux niveaux : (1) au niveau du corps vertébral avec **la tête de la côte** (articulation costo-vertébrale proprement dite) et (2) **au niveau du processus transverse** (articulation costo-transversaire).

Ces

Vertèbres thoraciques : 1 corps & 1 arc neural
2 pédicules latéraux puis 2 lames postérieures qui forment le processus épineux.
2 processus transverses (T1 à T10), 2 tubercules latéraux (T11 à T12)
4 facettes articulaires : 2 supérieures & 2 inférieures

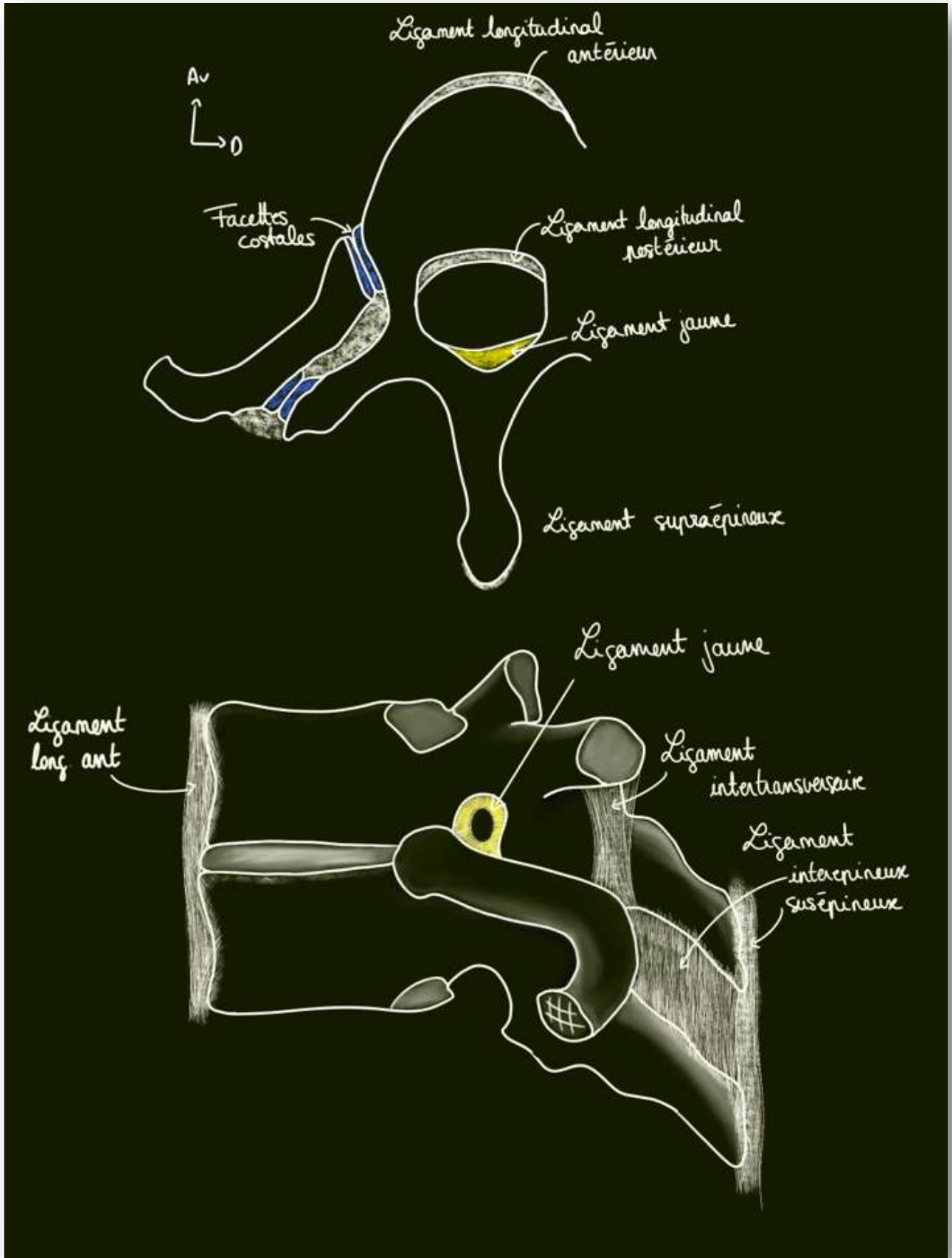
articulations costo-vertébrales concernent les dix premières vertèbres thoraciques et les dix premières côtes, avec des particularités pour T11 et T12, mentionnées précédemment.

LES LIGAMENTS INTERVERTÉBRAUX

Les vertèbres sont reliées entre elles par plusieurs ligaments, qui assurent la stabilité et la flexibilité de la colonne :

- Le **ligament longitudinal ventral** (ou antérieur) s'étend le long des **faces antérieures des corps vertébraux**, depuis l'os occipital jusqu'au sacrum, auquel il adhère fermement. Il est nettement plus large que son homologue postérieur.
- Le **ligament longitudinal dorsal**, situé à la **face postérieure des corps vertébraux**, s'étend de l'axis jusqu'au canal sacral. Ce ligament, bien que moins adhérent aux vertèbres, adhère davantage aux disques intervertébraux, formant ainsi une limite antérieure du canal rachidien. De par sa finesse, le DIV peut parfois s'extérioriser et former une **hernie discale**.
- Les **ligaments jaunes** relient les arcs neuraux des vertèbres. Leur teinte jaune est due aux fibres élastiques, qui maintiennent une tension constante, stabilisant la colonne lors de la flexion.
- Les **ligaments intertransversaires** unissent les processus transverses entre eux.
- Les **ligaments interépineux** s'étendent entre les processus épineux,
- Et le **ligament supra-épineux** s'étend sur les extrémités des processus épineux.

En ce qui concerne les ligaments costo-vertébraux, la capsule articulaire de l'articulation costo-vertébrale est renforcée par un ligament radié qui recouvre la tête de la côte. Les articulations costo-transversaires et zygapophysiales sont également renforcées par plusieurs ligaments supplémentaires.



Le rachis cervical

Les deux premières vertèbres cervicales (atlas et axis) présentent des caractéristiques distinctes des cinq vertèbres cervicales inférieures (C3 à C7). Voici une description détaillée de la vertèbre cervicale "type", représentée ici par C4 ou C5.

La vertèbre cervicale type (c4 ou c5)

Le corps vertébral est plus large dans le plan frontal que dans le plan sagittal et ne présente pas de facettes articulaires costales. Le plateau supérieur est bordé latéralement par deux processus semi-lunaires, également appelés crochets. Ces structures forment, avec le plateau inférieur du corps vertébral sus-jacent via le disque intervertébral, une articulation spécifique : **l'articulation unco-vertébrale**.

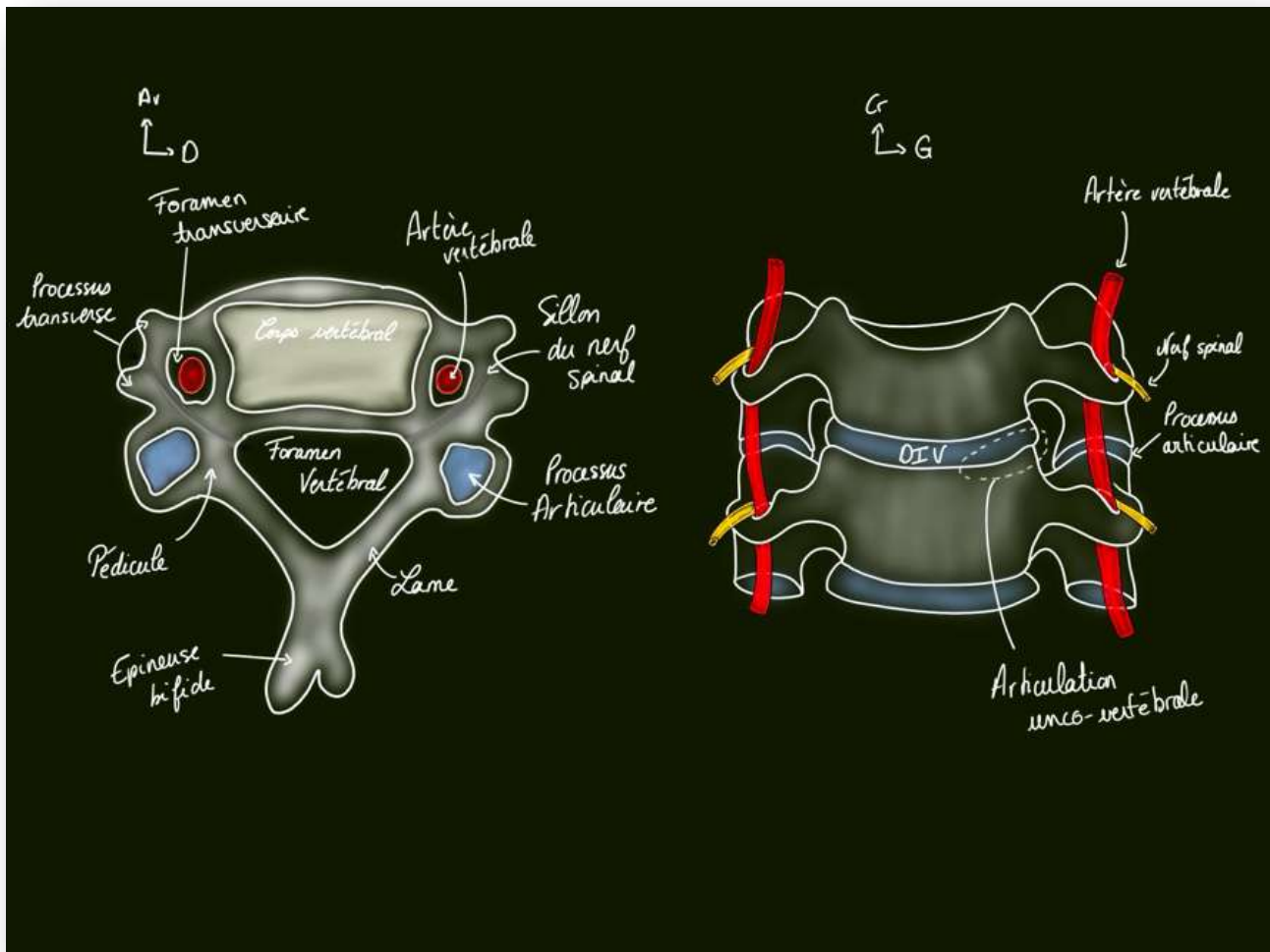
L'arc neural est constitué des pédicules et des lames. Il délimite un foramen médullaire de forme triangulaire.

Le processus épineux, qui termine l'arc neural en arrière, est **bifide et orienté horizontalement**. Notamment, le processus épineux de C7 est plus saillant que ceux des vertèbres cervicales sus-jacentes, constituant un **repère palpable** essentiel en clinique. Il sert de point de départ pour compter les processus épineux des vertèbres sous-jacentes.

Les processus articulaires et transverses se situent à l'union entre les pédicules et les lames :

- **Les processus articulaires** : les processus supérieurs regardent vers le haut & l'arrière, tandis que les processus inférieurs regardent vers le bas & l'avant
- **Les processus transverses** : sont dirigés latéralement et vers l'avant, présentent un **foramen transversaire**. La superposition de ces foramens forme le **canal transversaire**, qui contient **l'artère vertébrale au-dessus de C7**.

Particularité de C7 : Le corps vertébral de C7 se distingue par la **présence de facettes costales**, destinées à l'articulation avec la tête de la première côte.



La première vertèbre cervicale : l'atlas (c1)

L'atlas, première vertèbre cervicale, se distingue par l'absence de corps vertébral. Sa structure est adaptée à son rôle de support pour la tête et d'articulation avec le crâne et l'axis (d'où son nom : Atlas titan grec qui doit porter le ciel sur épaules comme punition... regardez une représentation de ce gars vous comprendrez pourquoi).

L'atlas est constitué de deux arcs vertébraux :

- **L'arc ventral** : situé à l'avant, il présente, sur sa ligne médiane, un tubercule ventral. À sa face postérieure, une dépression recouverte de cartilage, appelée **fossette de la dent de l'axis**, s'articule avec la dent de l'axis (C2).
- **L'arc dorsal** : situé à l'arrière, il comporte un tubercule dorsal sur la ligne médiane.

Ces deux arcs limitent un large **foramen vertébral**, où se trouve la moelle épinière.

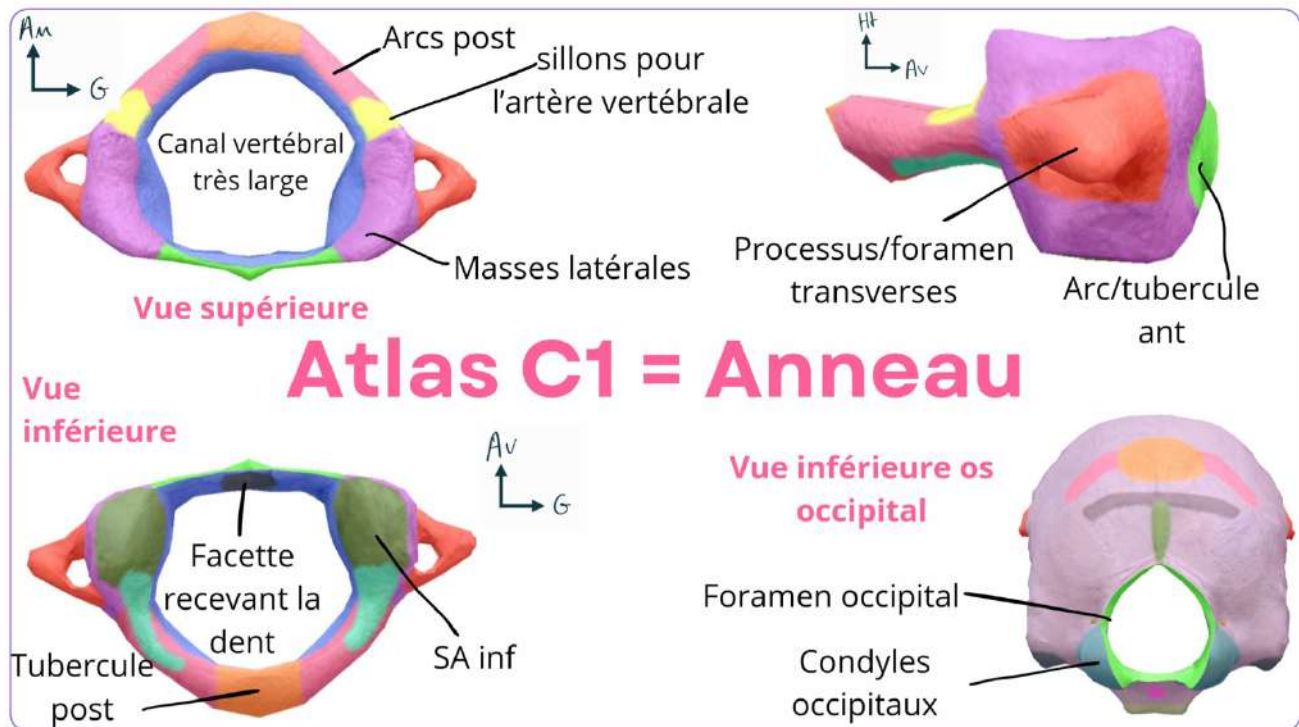
De chaque côté des arcs se trouvent des masses latérales, qui supportent les surfaces articulaires :

- **La fossette articulaire crâniale** : située sur la face supérieure de la masse latérale, elle est concave vers le haut et s'articule avec le condyle occipital (convexe vers le bas) de l'os occipital.

- **La fossette articulaire caudale** : située sur la face inférieure de la masse latérale, elle est plane et presque circulaire, s'articulant avec les surfaces articulaires de l'axis (C2).

Le processus transverse s'étend latéralement à partir de chaque masse latérale. Il est perforé par un **foramen transversaire**, qui permet le passage de l'artère vertébrale. À la face supérieure du processus transverse, un **sillon de l'artère vertébrale** est visible, marquant son trajet après son passage dans le foramen.

Ce design anatomique unique confère à l'atlas sa capacité à soutenir le crâne tout en permettant une grande mobilité dans les articulations atlanto-occipitale et atlanto-axiale.



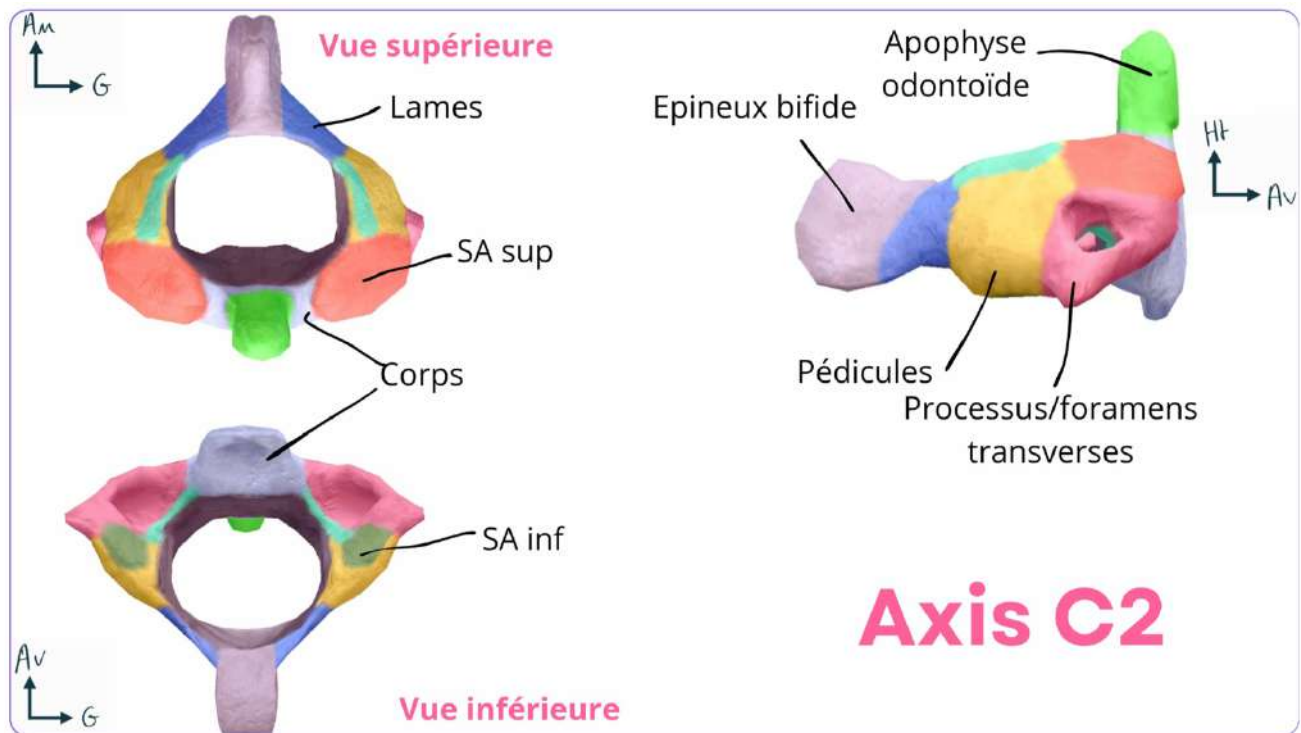
La deuxième vertèbre cervicale : l'axis (c2)

L'**axis**, ou deuxième vertèbre cervicale, se distingue par la présence d'un **processus odontoïde** (ou dent de l'axis), situé au-dessus de son corps vertébral.

La dent de l'axis, processus en forme de pyramide à sommet arrondi, présente deux facettes articulaires :

- La **facette articulaire antérieure**, plus grande, s'articule avec l'arc ventral de l'atlas.
- La **facette articulaire postérieure** est en rapport avec le ligament transverse de l'atlas.

Le corps vertébral soutient la dent de l'axis et présente une morphologie similaire aux autres vertèbres cervicales à sa face inférieure. **Le foramen vertébral**, délimité à l'avant par le corps vertébral et à l'arrière par l'arc neural, protège la moelle épinière. **Le processus épineux**, volumineux et bifide, marque la jonction des deux parties de l'arc neural. **Les processus transverses**, situés latéralement, possèdent un **foramen transversaire** permettant le passage de l'artère vertébrale.



Articulations entre les vertèbres cervicales

Les vertèbres cervicales s'articulent différemment selon leur position. Les articulations de la charnière cranio-vertébrale (occipito-atloïdienne et atloïdo-axoïdienne) diffèrent des articulations intervertébrales typiques (C3 à C7).

L'articulations entre deux vertèbres cervicales (C3 à C7) se fait **entre les corps vertébraux** et **processus articulaires**. Les processus semi-lunaires des bords latéraux du corps de la vertèbre inférieure accueillent un disque intervertébral, supportant le corps vertébral sus-jacent.

Articulation occipito-atloïdienne, c'est l'articulation condylienne qui relie le crâne à l'atlas :

- Les condyles droit et gauche de l'os occipital s'articulent avec les fossettes articulaires supérieures de l'atlas.
- Cette configuration permet des mouvements de **flexion et d'extension** (baisser ou lever la tête).

Articulation atloïdo-axoïdienne, c'est l'articulation qui unit l'atlas à l'axis par trois zones :

- **Latéralement** : les surfaces articulaires inférieures des masses latérales de l'atlas s'articulent avec les processus articulaires supérieurs de l'axis.
- **Sur la ligne médiane** : la **facette antérieure de la dent** de l'axis s'articule avec la **face postérieure de l'arc antérieur de l'atlas**, tandis qu'une autre **surface à l'arrière de la dent** entre en contact avec le **ligament transverse de l'atlas**. Le ligament transverse de l'atlas **bloque l'axe de rotation** de l'odontoïde

Des structures telles que les franges synoviales et le revêtement cartilagineux corrigent l'incongruence des surfaces articulaires.

Le rachis lombal et le sacro-coccyx

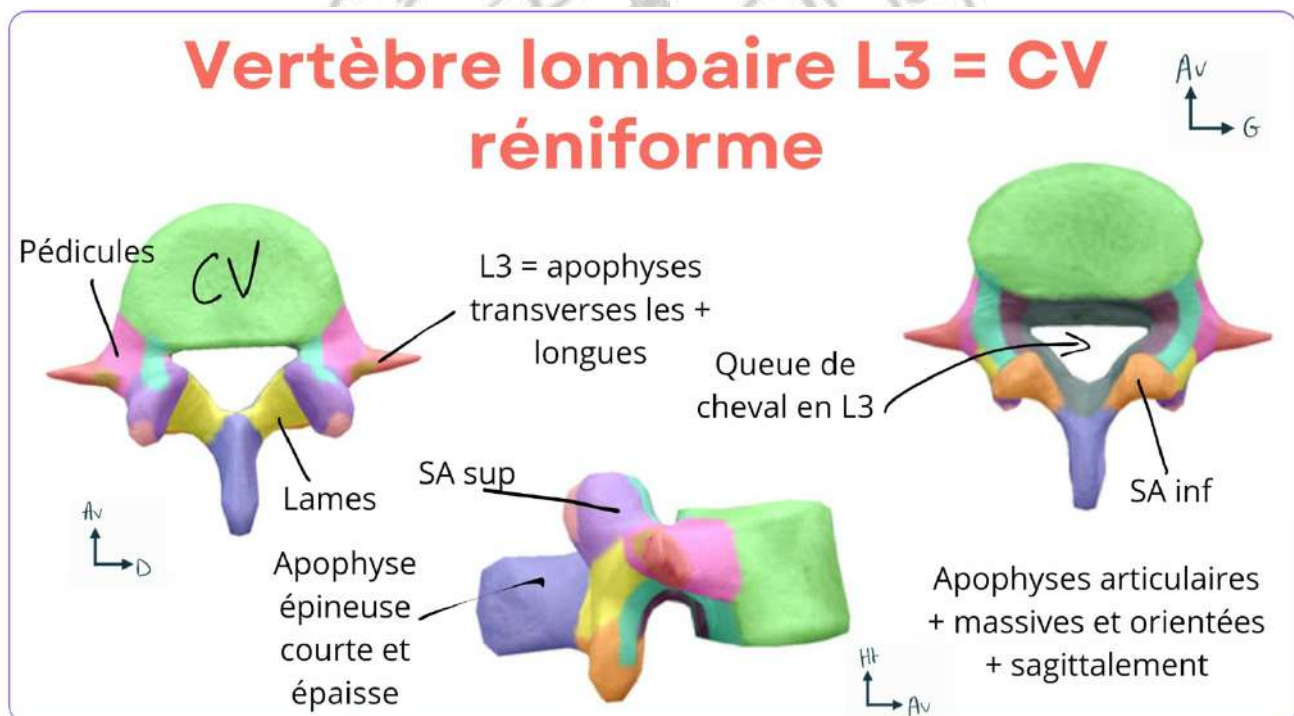
La vertèbre lombale

Les vertèbres lombales se distinguent par leur **corps vertébral, beaucoup plus volumineux** que celui des autres régions rachidiennes. Ce corps est étendu dans le plan frontal et présente, en coupe horizontale ou en vue supérieure, une forme **rénaire**.

L'**arc neural**, situé à l'arrière du corps vertébral, délimite le foramen vertébral, de petite taille et de forme triangulaire. Cet arc est constitué d'un **pédicule épais** et d'une **lame courte et massive**. Le canal vertébral est large et en L3 ne contient que la queue de cheval (on ne parle plus de moelle spinale).

Le **processus épineux**, résultant de la jonction des deux lames à l'arrière, est **court et épais** et orienté horizontalement. Les **processus transverses**, également appelés **processus costiformes**, sont disposés dans un plan frontal et évoquent des ébauches de côtes fusionnées aux vertèbres.

Les processus articulaires, situés à la jonction des pédicules et des lames, présentent des surfaces articulaires orientées différemment : les **processus articulaires supérieurs** regardent **vers la ligne médiane**, tandis que les **processus inférieurs** sont **orientés latéralement**.



Superposition des vertèbres lombales

La superposition des vertèbres lombales implique deux types principaux d'articulations :

- **Entre les corps vertébraux**, séparés par des disques intervertébraux particulièrement volumineux à ce niveau, représentant environ 1/5 de la hauteur d'un corps vertébral.
- **Entre les processus articulaires**, dont les surfaces articulaires présentent une conformation inverse et sont orientées dans un plan quasi sagittal.

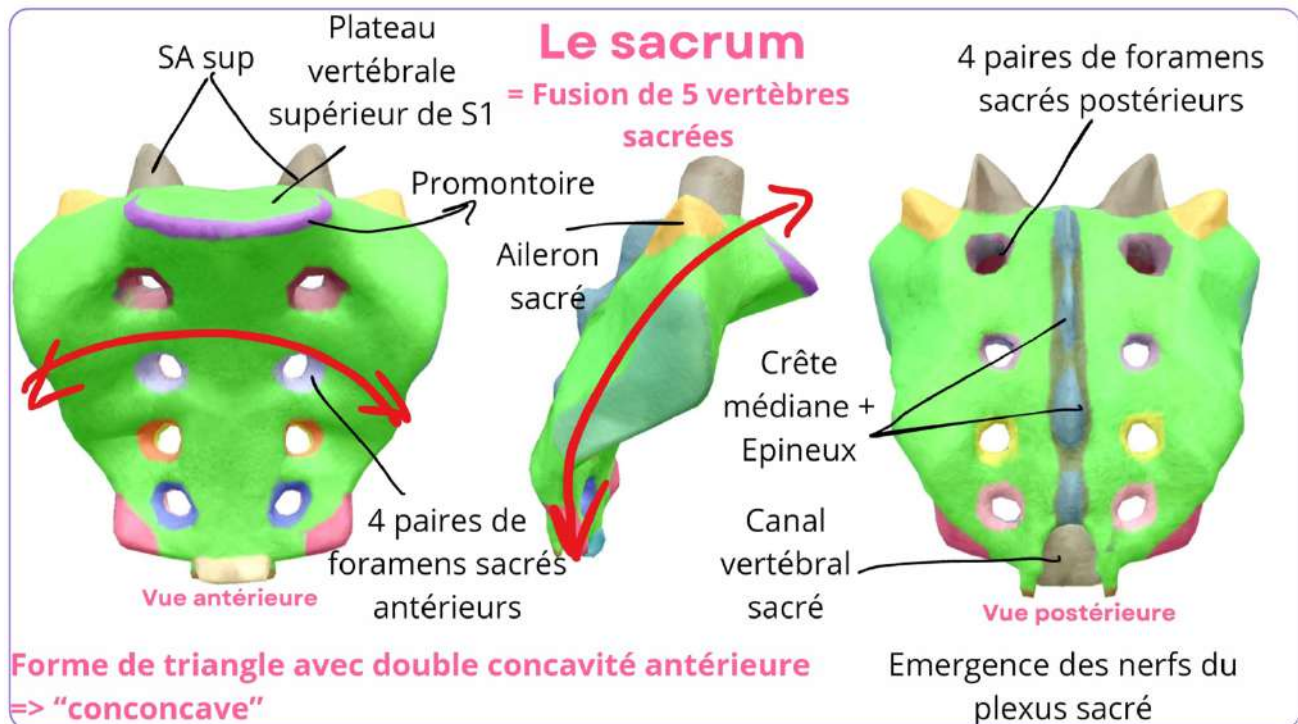
Le **foramen intervertébral**, ou trou de conjugaison, est de grande taille dans la région lombale.

Le sacrum

Le sacrum est un os épais en forme de **pyramide quadrangulaire**, dont la **base est supérieure** qui va permettre de répartir le poids du haut du corps vers les 2 hanches. Il résulte de la fusion des cinq vertèbres sacrales et des quatre disques intervertébraux qui les séparaient. Il possède une **double concavité antérieure** : dans un plan **sagittal** et dans un plan **horizontal**. On distingue sur cet os une **face antérieure ou pelvienne**, une face dorsale, une face supérieure et deux faces latérales.

- **Face antérieure** : concave vers l'avant, elle est percée de **quatre paires de foramens sacrés pelviens** permettant le passage des **rameaux antérieurs des nerfs sacrés**. Les deux premières pièces sacrées, presque horizontales, forment avec la face supérieure un **angle saillant nommé promontoire**.
- **Face dorsale** : convexe, elle comporte sur la ligne médiane une **crête sacrale médiane**, issue de la fusion des processus épineux. Les foramens sacrés dorsaux, situés latéralement, sont bordés par une **crête sacrale intermédiaire**, formée par la fusion des processus articulaires. Entre les crêtes médiane et intermédiaire se trouve la gouttière sacrale postérieure, résultant de la soudure des lames vertébrales.
- **Face supérieure** : elle présente, sur la ligne médiane, une surface articulaire réniforme accueillant le disque L5-S1. En arrière, l'entrée du canal sacral est visible, tandis que latéralement, les ailes du sacrum servent d'insertion aux muscles iliaques et sont en rapport avec le tronc nerveux lombo-sacral.

Ce sont les lieux de sortie des nerfs sacrés pour former les plexus sacrés, qui vont rejoindre les plexus lombaires



Le coccyx

Le coccyx, situé sous la peau au niveau du sillon inter-fessier, est constitué de 4 à 5 vertèbres fusionnées. Cet **os triangulaire** présente :

- Une base supérieure avec des processus transverses, une surface articulaire pour le sacrum, et deux cornes coccygiennes verticales.
- Un apex, mousse, qui donne insertion au ligament ano-coccygien.

Sa face pelvienne, concave, donne insertion aux **muscles coccygien et élévateur de l'anus**, tandis que sa face dorsale, convexe, sert de point d'attache au muscle grand fessier et aux ligaments sacro-tubéral et sacro-épineux.

L'articulation sacro-coccygienne

Cette articulation symphysaire unit l'apex du sacrum à la base du coccyx. Ses surfaces articulaires, elliptiques et à grand axe transversal, sont reliées par un fibro-cartilage dans 30 % des cas. Elle est stabilisée par plusieurs ligaments :

- Le ligament sacro-coccygien ventral, à fibres directes et croisées.
- Le ligament sacro-coccygien dorsal, divisé en un faisceau profond et deux faisceaux superficiels.
- Les ligaments sacro-coccygiens latéraux, comprenant un faisceau médial et un faisceau latéral.

Le 5^e nerf sacré et le nerf coccygien sont en rapport étroit avec ces structures ligamentaires.

Description du disque intervertébral et des pathologies associées

Structure et rôle du disque intervertébral

Le disque intervertébral (**DIV**) est une structure fibrocartilagineuse de couleur blanchâtre, composée de deux parties principales :

- Une **partie périphérique fibreuse** robuste, appelée **annulus fibrosus**, qui confère solidité et résistance mécanique.
- Une **partie centrale gélatineuse**, appelée **nucleus pulposus**, riche en eau, qui joue un rôle clé dans l'**amortissement des charges axiales** générées par la gravité et les mouvements verticaux.

Avec l'âge, le disque intervertébral subit des **modifications dégénératives** liées au vieillissement, entraînant une altération de ses propriétés mécaniques.

Vieillesse et dégénérescence discale

Le processus de dégénérescence discale s'accompagne de plusieurs modifications :

1. **Affaissement du disque** : Une réduction de la hauteur du disque entraîne un **rapprochement des vertèbres**, ce qui peut provoquer une mise en contact directe des plateaux vertébraux.

2. **Formation d'ostéophytes** : Les pressions accrues entre les vertèbres favorisent le développement de formations osseuses, caractéristiques de l'arthrose.
3. **Rétrécissement du foramen intervertébral** : Cet espace, permettant **la sortie des nerfs rachidiens**, diminue en taille, ce qui peut entraîner une **compression nerveuse**.
4. **Rétrécissement du canal rachidien** : L'affaissement discal peut également réduire l'espace disponible pour les structures neurologiques, augmentant le risque de symptômes compressifs.

Les patients présentant ces altérations dégénératives peuvent ressentir des douleurs difficiles à localiser précisément, qu'elles soient **discovertébrales, foraminales ou articulaires postérieures**.

Fractures et tassements vertébraux

La **structure interne spongieuse des corps vertébraux**, bien qu'essentielle pour l'amortissement, les rend vulnérables aux traumatismes :

- **Chez les sujets âgés**, notamment les femmes ostéoporotiques, des **fractures par tassement** surviennent fréquemment, même après des traumatismes mineurs.
- **Chez les sujets jeunes**, des traumatismes violents, tels que des **accidents**, provoquent des tassements avec des modifications de la forme vertébrale, souvent trapézoïdale.

Ces fractures affectent principalement la partie **antérieure** du corps vertébral, fragilisée par un tissu spongieux moins dense à l'avant. Dans tous les cas, l'intégrité des structures neurologiques sous-jacentes doit être évaluée en priorité.

Pathologies dégénératives associées

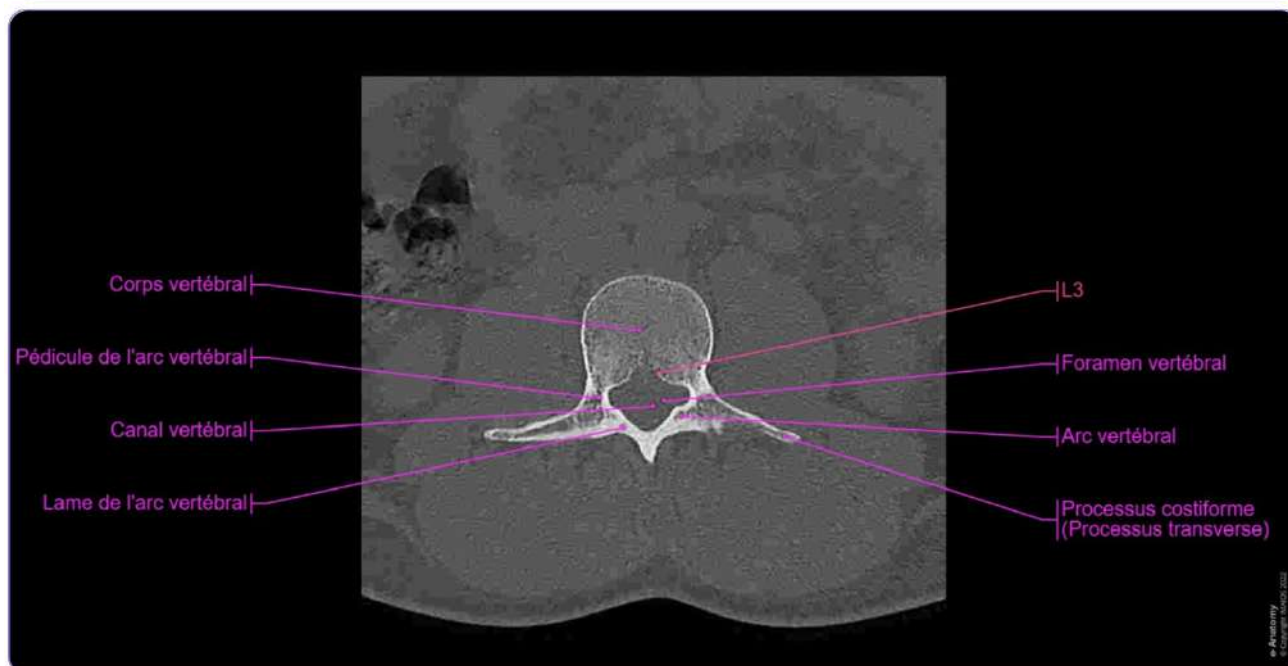
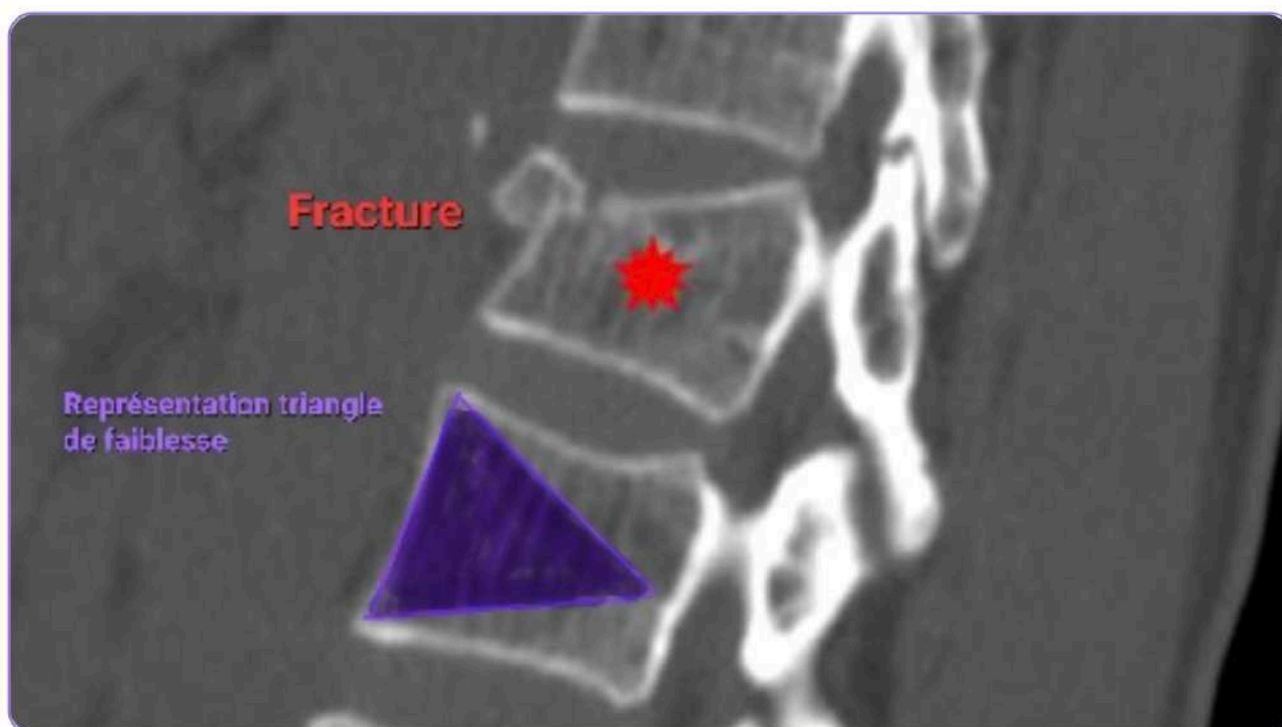
- **Ostéoporose** : Cette pathologie, caractérisée par une diminution de la densité osseuse, favorise les tassements vertébraux et accentue l'usure.
- **Spondylolisthésis** : Cette condition implique un glissement d'une vertèbre par rapport à une autre. Par exemple, dans le cas de **L5/S1**, un glissement antérieur est qualifié d'**antélisthésis**. Ce glissement peut résulter d'une **lyse isthmique bilatérale**, correspondant à une fracture de l'isthme vertébral entre l'articulaire supérieure de S1 et l'articulaire inférieure de L5.

Visualisation au scanner

Un scanner avec injection de produit de contraste permet de mettre en évidence les structures rachidiennes et leurs pathologies :

- Le canal rachidien, avec la **queue de cheval** dans l'espace dural.
- L'espace épidural, composé de veines et de graisse.
- Les articulations et apophyses vertébrales, permettant d'évaluer l'état de l'usure ou des tassements.

Ces examens sont essentiels pour établir un diagnostic précis et guider la prise en charge thérapeutique.



Mobilité de la colonne vertébrale

Position debout statique : équilibre et économie énergétique

En position debout, un fil à plomb suspendu depuis le méat acoustique externe tomberait verticalement pour traverser le centre de la tête fémorale. Cette posture repose sur une **alternance harmonieuse des courbures rachidiennes** (lordoses et cyphoses), qui assurent une **stabilité optimale** tout en minimisant les dépenses énergétiques.

Mobilité du rachis selon les segments vertébraux

Chaque segment du rachis présente des caractéristiques de mobilité spécifiques :

1. Rachis cervical : grande amplitude et souplesse

Le rachis cervical se distingue par une **mobilité élevée**, essentielle à l'orientation de la tête dans les trois plans de l'espace.

- **Flexion/extension** : 130° au total, répartis ainsi :
 - 45° par le **rachis cervical supérieur** (articulations **C0-C1** et **C1-C2**).
 - 80° par le **rachis cervical inférieur**.
- **Rotation axiale** (droite/gauche) : 70°, dont **50 %** assurés exclusivement par le rachis cervical supérieur.
- **Inflexion latérale** (inclinaison à droite ou à gauche) :
 - 13° par le rachis cervical supérieur.
 - 40° par le rachis cervical inférieur.

Mouvement cervical

45° rachis cervical supérieur 45

80° C1-C2 C3-C7 rachis cervical inférieur 80

Extension + Flexion = 130°

Mouvement cervical

13° rachis cervical supérieur 24,0%

40° C1-C2 C3-C7 rachis cervical inférieur 75,0%

Inflexion latérale 53°

71°

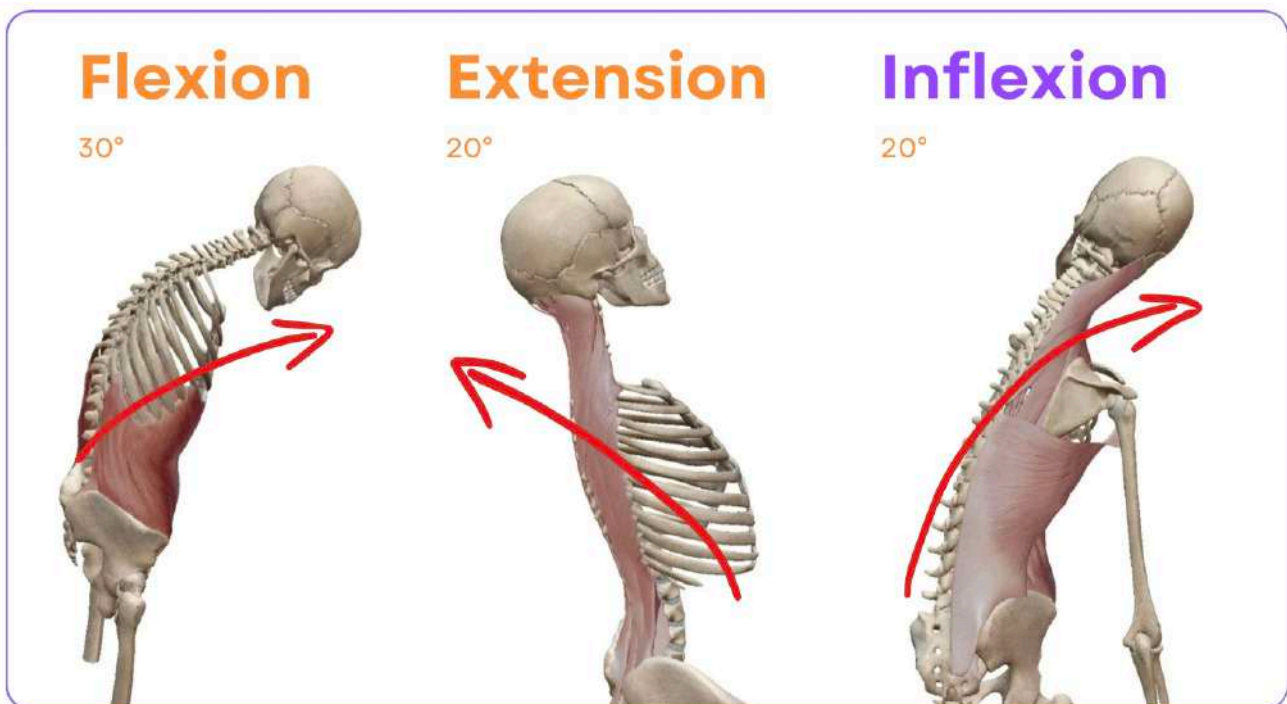
Rotation

50% C3 C1-C2 C7 C2 rachis cervical inférieur 50% rachis cervical supérieur 50%

2. Rachis thoracique : mobilité limitée

Le rachis thoracique, intégré à la **cage thoracique**, offre une mobilité restreinte en raison de sa fonction protectrice.

- **Flexion/extension** :
 - Flexion : 30°.
 - Extension : 20°.
- **Rotation axiale** : 40° au total, principalement permise par les vertèbres **T6 à T12**, où les côtes flottantes favorisent la mobilité.
- **Inflexion latérale** : 20°.



3. Rachis lombaire : mobilité fonctionnelle et pathologies dégénératives

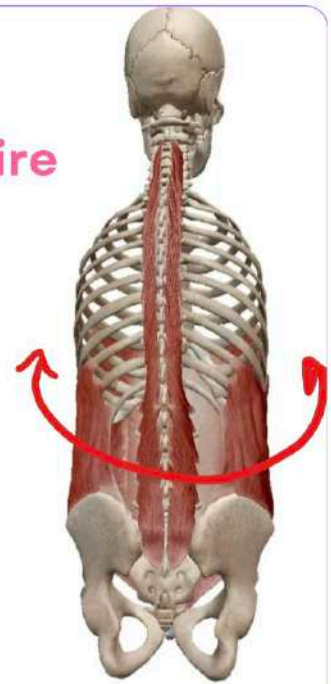
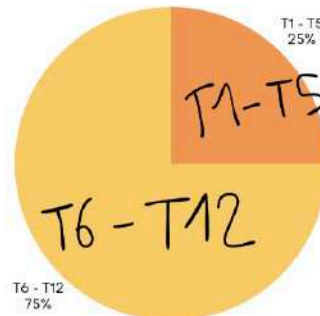
Le rachis lombaire est mobile mais constitue une **zone fréquente de pathologies dégénératives** en raison des contraintes mécaniques qu'il subit.

- **Flexion/extension** :
 - Flexion : 53°.
 - Extension : 30°.
- **Rotation axiale** : 8°, limitée par la masse musculaire environnante (notamment l'iliopsoas et l'érecteur du rachis).
- **Inflexion latérale** : 20°, mais difficile à dissocier de celle du rachis thoracique. L'inflexion latérale globale **thoraco-lombaire** est évaluée à 40°.

Niveau thoraco-lombaire

- Flexion lombaire = 53°
- Extension lombaire = 30°
- Inflexion latérale lombaire = 20°

Rotation Thoracique = 40° VS Lombaire = 8°



Importance clinique des mobilités rachidiennes

La compréhension des capacités de mobilité du rachis est essentielle, notamment dans le contexte de **chirurgies d'arthrodèse**. Lors de telles interventions, les patients doivent être informés des **pertes potentielles de mobilité** engendrées par la fusion des vertèbres, afin d'anticiper les impacts fonctionnels post-opératoires.

	Rachis cervical		Rachis thoracique	Rachis lombale
	Global	Supérieur		
Flexion/extension	130°	45°	30°/20°	53°/30°
Rotation	70°	35°	40°	8°
Inflexion latérale	53°	13°	20°	20°

Anatomie fonctionnelle de la statique

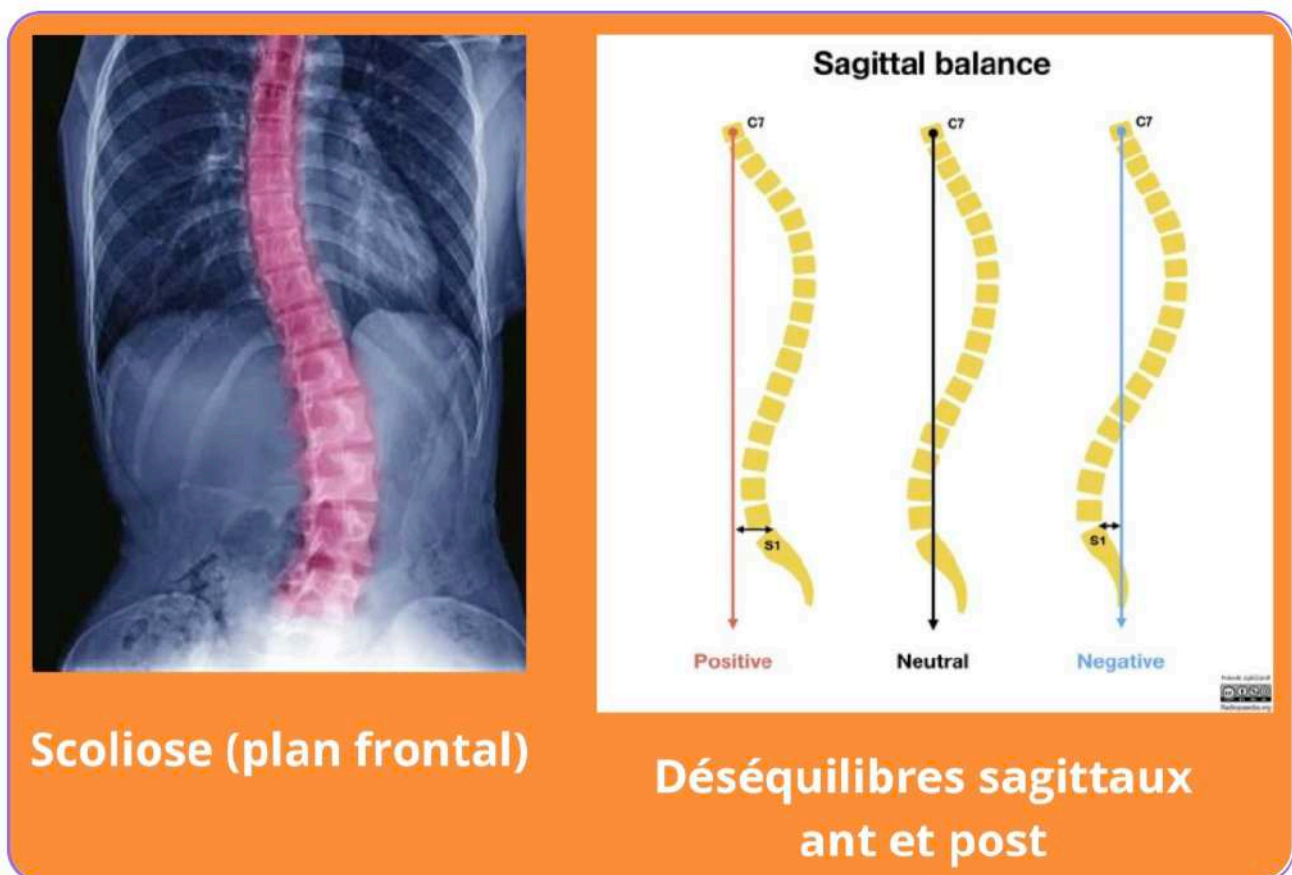
L'axe de gravité et les courbures physiologiques

L'axe de gravité du corps humain suit une trajectoire verticale, allant du **méat acoustique externe** jusqu'au **centre de la tête fémorale**. Cette configuration repose sur les **courbures physiologiques** de la colonne vertébrale, visibles en profil. D'un point de vue frontal, il ne doit pas y avoir de courbures, la colonne devant être perçue comme droite, assurant ainsi un **équilibre frontal optimal**.

Les déséquilibres frontaux : la scoliose

En cas de déséquilibre de l'axe frontal, des déformations peuvent apparaître, telles que la **scoliose**, qui touche principalement les **jeunes filles** en phase de croissance. La scoliose se manifeste par une **rotation vertébrale** accompagnée de déformations des côtes. Cette pathologie est suivie par radiographie, permettant de mesurer l'évolution de la déformation. Dans certains cas, un **traitement chirurgical** peut être nécessaire pour corriger l'alignement. La déformation s'accroît lorsqu'un patient se penche en avant, provoquant une **gibbosité** observable. Cette dernière est un élément clé dans le **diagnostic clinique** de la scoliose.

Gibbosité : Une **gibbosité** est une **bosse** ou une **protubérance** visible sur le dos, généralement causée par une déformation de la colonne vertébrale, comme dans le cas de la scoliose. Elle résulte de la rotation des vertèbres qui déforme les côtes, créant une **saillie** visible surtout lorsque le patient se penche en avant.



Les déséquilibres sagittaux

Il existe également des **déséquilibres sagittaux**. Ainsi, la tête peut être placée en avant de l'axe de gravité, ce qui crée un **déséquilibre sagittal antérieur**, ou en arrière, entraînant un **déséquilibre sagittal postérieur**. La **colonne vertébrale** peut adopter différentes formes selon que les courbures sont fortes (dynamiques) ou faibles (statiques), mais dans les deux cas, l'**équilibre sagittal** reste harmonieux et physiologique.

Par exemple, un patient peut présenter une **cyphose dorsale isolée**, sans lordose lombaire, créant un **déséquilibre sagittal**. Cette condition peut entraîner un **blocage du regard** vers le sol en raison du

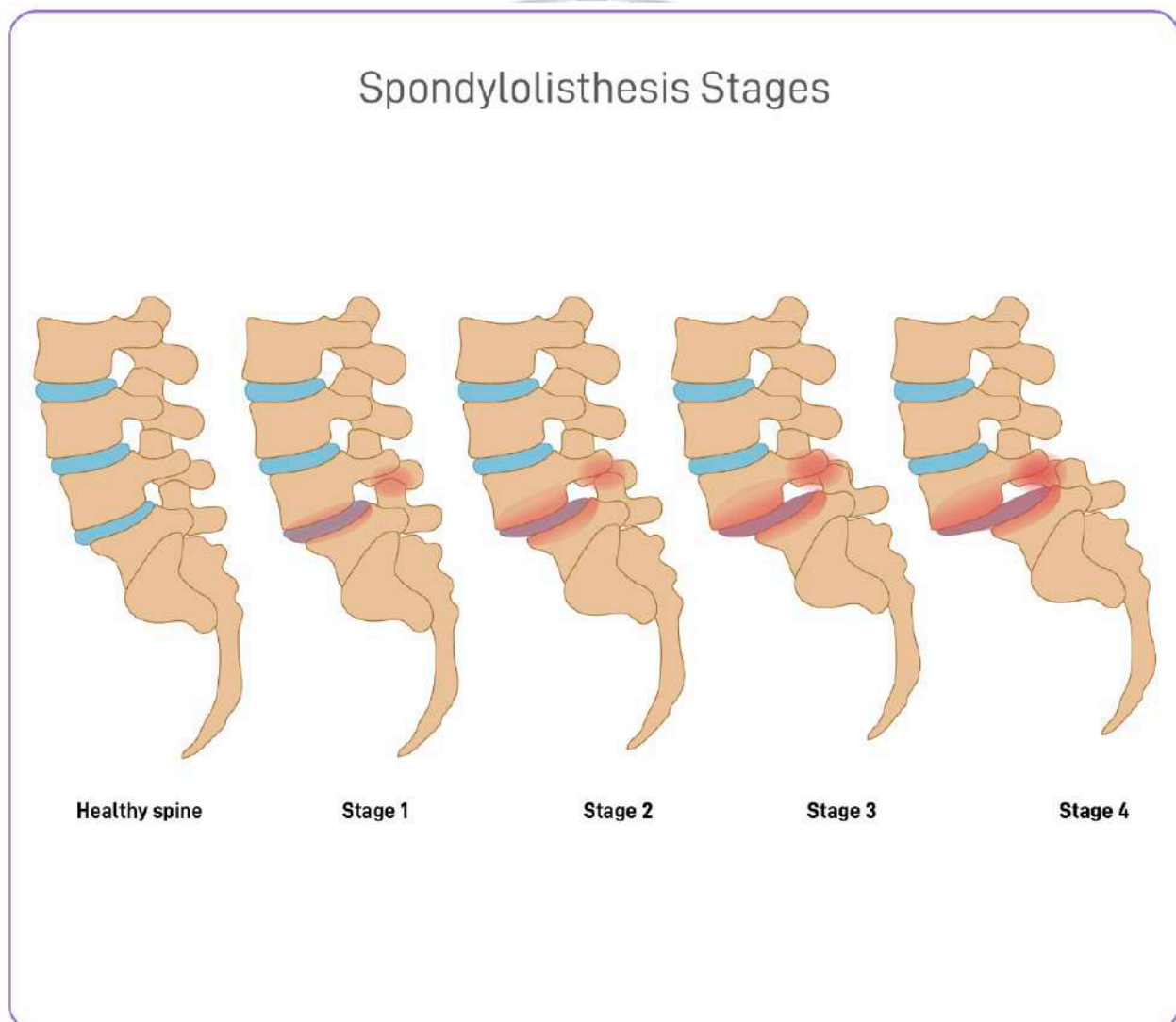
désalignement de l'axe de gravité. Ce n'est pas nécessairement pathologique tant que les courbures se compensent pour maintenir l'axe de gravité physiologique, préservant ainsi l'équilibre du corps.

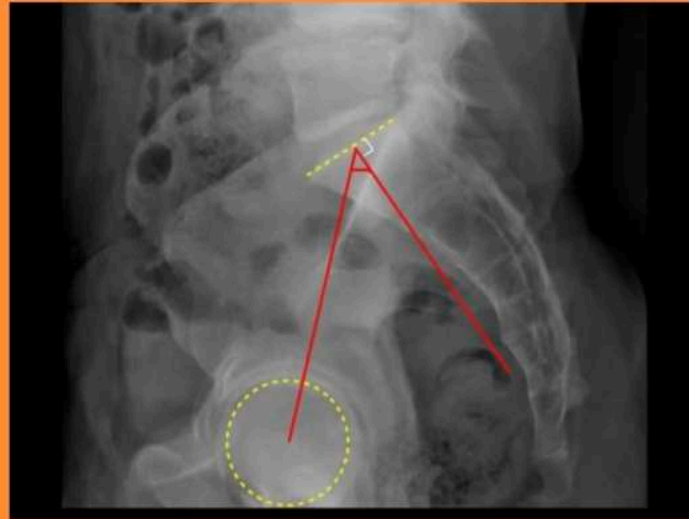
L'angle d'incidence pelvienne et son impact sur la lordose lombaire

Un facteur clé dans l'évaluation de la posture et des courbures de la colonne est l'**angle d'incidence pelvienne**. Cet angle se définit comme celui formé entre :

1. La ligne allant du centre de la tête fémorale au centre du plateau vertébral supérieur de **S1**.
2. Une ligne perpendiculaire à ce plateau vertébral supérieur de **S1**.

Lorsque cet angle d'incidence augmente, le **sacrum** s'horizontalise, ce qui **accentue la lordose lombaire**. Cet angle, propre à chaque individu, constitue un paramètre fixe et essentiel pour évaluer la lordose lombaire **normale**. En cas de pathologie, il permet de suivre l'évolution de la perte de lordose en fonction des altérations pelviennes.





**Angle d'incidence pelvienne
à surveiller, paramètre fixe
et propre à chaque individu**

Les muscles abdominaux et l'équilibre du rachis

La colonne vertébrale joue un rôle essentiel, comparable à celui du « mât » d'un bateau. L'équilibre corporel repose également sur l'action des **muscles abdominaux**, tels que les **grands droits, obliques externes et internes**, ainsi que le **transverse**. Ces muscles génèrent une **pression intra-abdominale** qui contribue au **redressement du tronc**. Par exemple, lors d'une inspiration profonde, cette pression entraîne un redressement naturel du corps, avec les **épaules** qui se soulèvent et se déplacent vers l'arrière.

Il est important de noter que la **position érigée** est en grande partie dépendante de la **fonction abdominale**. Ainsi, chez les individus ayant une **masse abdominale volumineuse** et une perte de force musculaire, une **cyphose** réactionnelle peut survenir, liée à la dégradation de ce « caisson abdominal ».

Les adaptations posturales avec l'âge

Avec l'âge, des **modifications posturales** se produisent souvent, liées à la **raideur des hanches** et à l'**usure des disques intervertébraux**. Lorsque les disques se compriment, la **lordose lombaire** disparaît, et les patients peuvent adopter des **positions compensatoires**. Par exemple, l'utilisation d'une canne peut aider à soulager la pression vertébrale. Au fur et à mesure que la situation se détériore, les patients tendent à **plier les genoux et les hanches**, et peuvent poser une main sur le dos ou en arrière pour **stabiliser leur posture**. Ces ajustements sont une réponse adaptative à la perte de mobilité vertébrale et au **déséquilibre postural**.

