

LE DIAPHRAGME

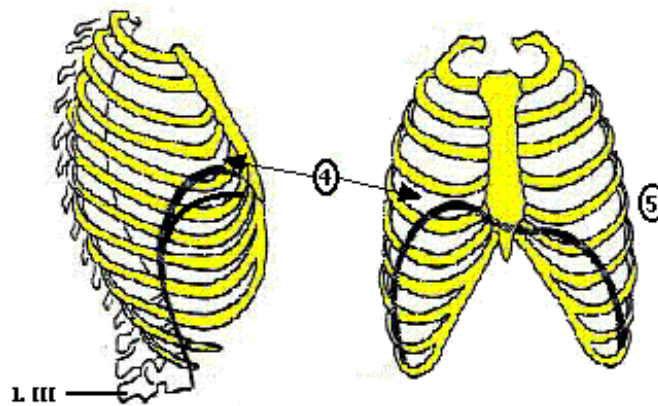
LE DIAPHRAGME

Le diaphragme est une cloison musculo-aponévrotique qui joue un double rôle :

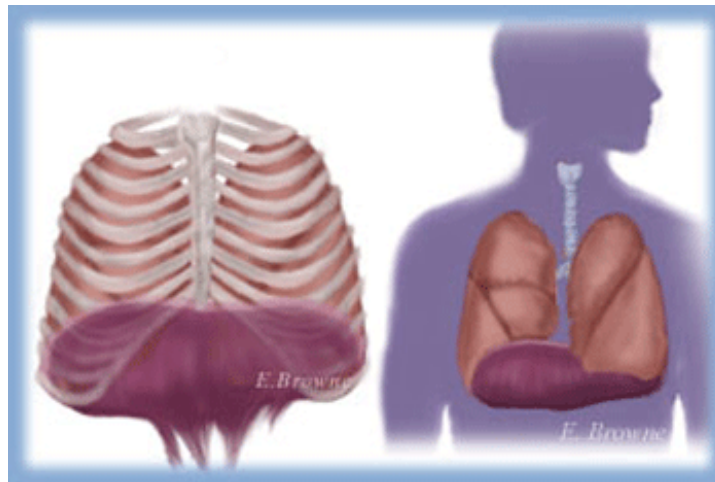
- o Il sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale.
- o Il est l'élément essentiel de la dynamique respiratoire.

Le diaphragme est un muscle large et mince formé :

- o d'une **portion verticale**, vertébro-lombaire, qui correspondra aux **piliers**
- o d'une **portion horizontale**, sterno-chondro-costale, globalement composée de **2 coupoles** dont la projection, en expiration forcée, est située au niveau du 4^e espace intercostal pour la coupole droite et au niveau du 5^e espace intercostal pour la coupole gauche.



Projection des coupoles diaphragmatiques (Face et Profil)



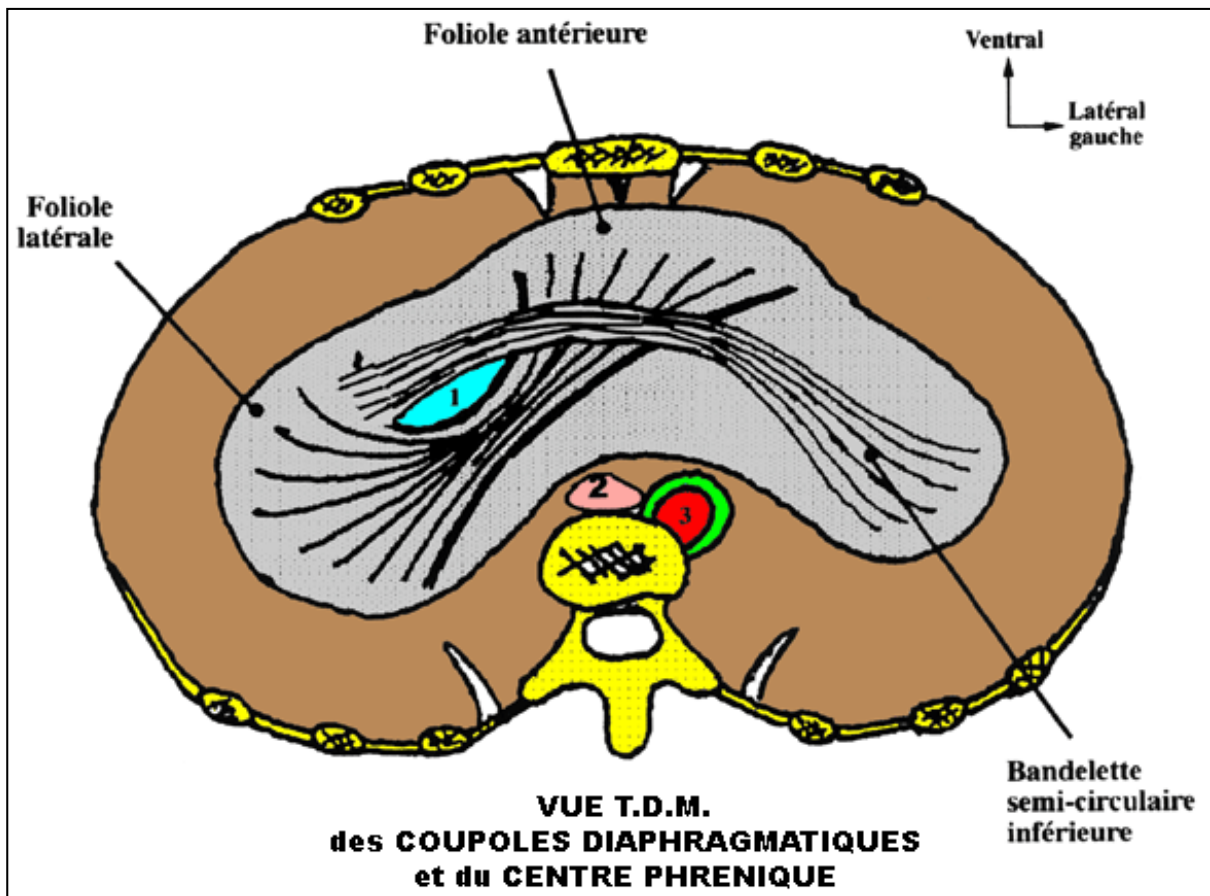
Le diaphragme est un ensemble de muscles digastriques dont les tendons intermédiaires sont réunis sur un centre tendineux unique que l'on appelle **le centre phrénique**. **La partie musculaire**, périphérique prend ses insertions sur le squelette de la cage thoracique, en ventral et latéral, et sur le rachis lombaire en dorsal. On distingue donc à cet ensemble musculaire, situé en périphérie, une partie **lombale** (lombaire), une partie **costale** et une partie **sternale**.

1. LE CENTRE PHRÉNIQUE

Le centre phrénique, **partie centrale** du diaphragme, est une nappe tendineuse blanc nacré, en forme de feuille de trèfle à trois folioles, constituée par la réunion de l'ensemble des tendons intermédiaires :

* **La foliole antérieure**, large et courte, est allongée transversalement et se rapproche en ventral du sternum.

* **Les folioles latérales**, réunies à la foliole antérieure par une portion rétrécie ou pédicule, sont obliques en dorsal et en latéral. Au niveau de la foliole latérale droite, les deux bandelettes semi-circulaires supérieure et inférieure délimitent l'orifice de la veine cave caudale (inférieure).



2. PORTION PÉRIPHÉRIQUE DU DIAPHRAGME

3 portions, lombale, costale, sternales.

2.1 - PORTION LOMBALE ou VERTÉBRALE

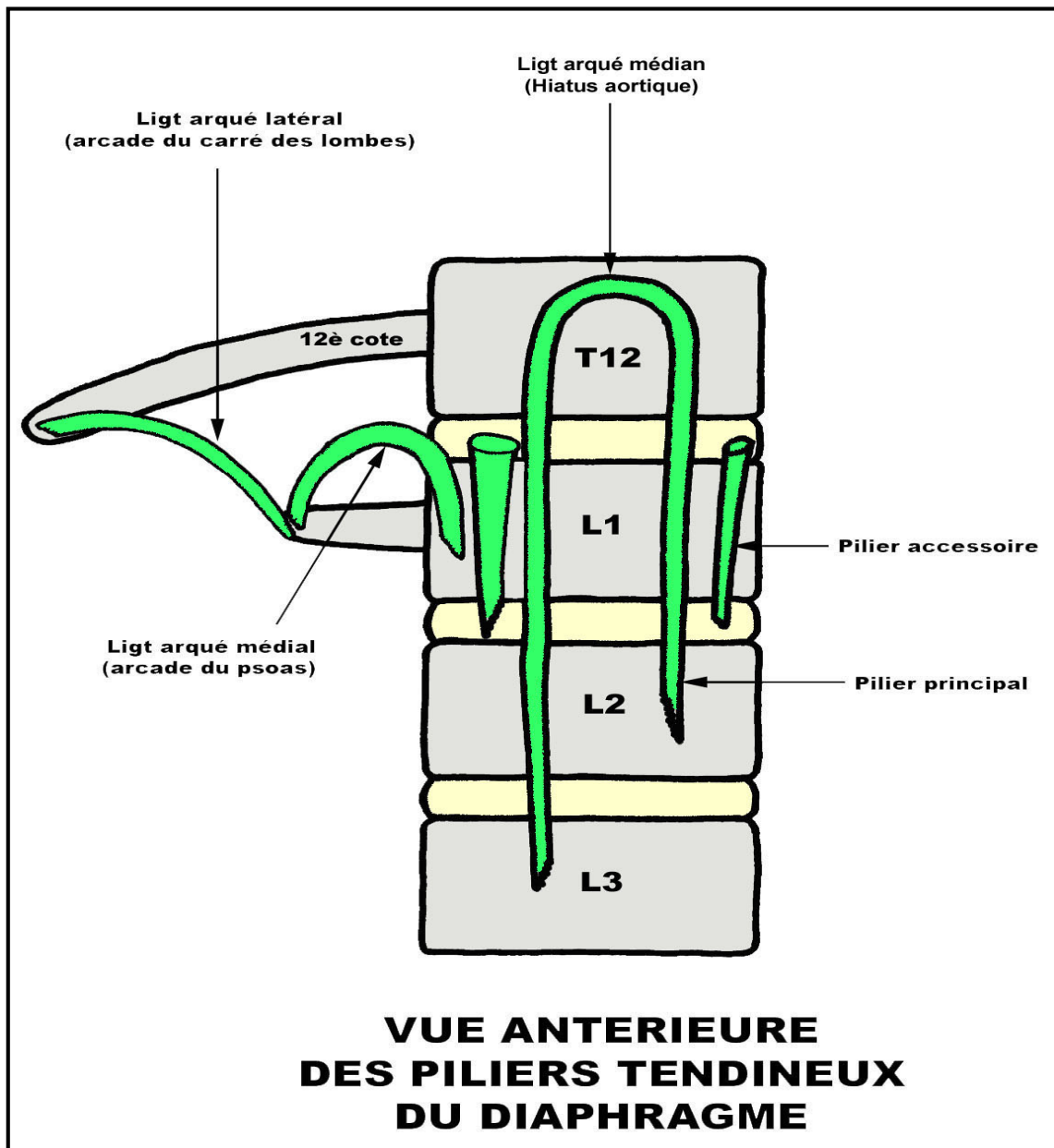
verticale, elle représente les piliers du diaphragme

2.1.1 - Piliers tendineux

Les piliers tendineux sont insérés sur la face ventrale du rachis lombaire. Le pilier droit, classiquement plus développé que le gauche, s'étend de la première à la 3e vertèbre lombale et sur les disques intermédiaires, le pilier gauche de la première à la 2e vertèbre lombale et sur le disque intermédiaire. Les deux piliers s'écartent du rachis, délimitant **l'espace infra-médiastinal postérieur**, et se réunissent pour délimiter, en avant de Th12, un arc tendineux solide et inextensible, **le ligament arqué médian**, que vient traverser l'aorte qui, de thoracique, devient abdominale. Elle va cheminer sur le flanc gauche du rachis lombaire accompagnée en arrière d'elle par le conduit (canal) thoracique qui transporte la lymphe de l'étage sous-diaphragmatique jusqu'à la veine sub-clavière gauche.

Il existe, de façon inconstante, des piliers accessoires insérés sur L1 et le disque L1-L2.

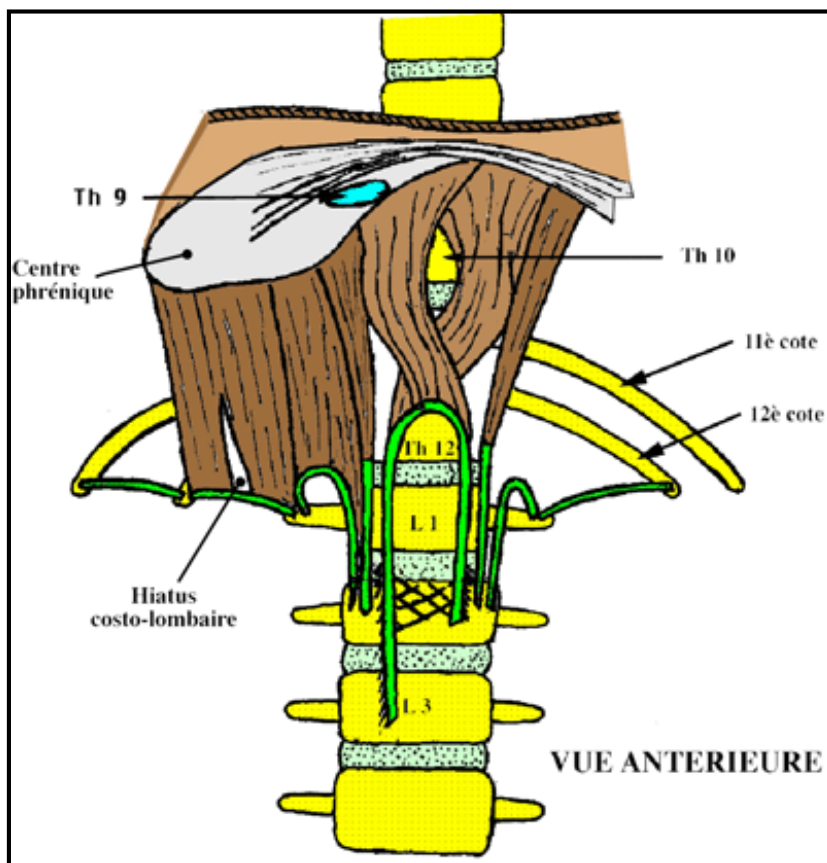
Latéralement ces piliers sont séparés du **ligament arqué médial** (arcade du psoas), tendu du corps de L1 jusqu'à son propre processus latéral par un discret hiatus qui livre passage aux nerfs splanchniques



2.1.2 - Piliers musculaires

Poursuivant les piliers tendineux en cranial et ventral, les fibres charnues des piliers musculaires prennent rapidement du volume pour venir délimiter, au niveau de Th10, le **hiatus œsophagien musculaire** dont le rôle "sphinctérien" est à souligner dans la pathologie des reflux gastro-œsophagiens et des hernies hiatales.

Dans le hiatus œsophagien passent l'œsophage et les nerfs vagues (nerfs pneumogastriques), Le nerf vague droit est en arrière de l'œsophage, les branches du nerf vague gauche sont situées en avant.



2.2 - PORTION COSTALE

2.2.1 - Faisceau dorsal

En dehors du **ligament arqué médial** (arcade du psoas) on trouve le **ligament arqué latéral** (ligament cintré du diaphragme ou arcade du carré des lombes) tendu entre le processus transverse de L1 et le sommet de la 12e côte.

Le ligament arqué latéral donne naissance à des fibres musculaires qui rejoignent la partie tendineuse du centre phrénique du diaphragme. Ces fibres charnues diaphragmatiques sont assez souvent clairsemées à leur partie moyenne, créant le **hiatus costo-lombaire**, véritable brèche où sont en contact les espaces sous-pleuraux et rétro-rénaux. Ce hiatus explique la possibilité de diffusion de processus pathologiques d'un espace vers l'autre.

2.2.2 - Faisceaux latéraux

Les origines latérales se font par des arcades tendineuses communes avec les insertions du muscle transverse de l'abdomen. Ces arcades sont d'abord tendues du sommet de la 12e côte au sommet de la 11e côte, puis du sommet de la 11e côte à la jonction ostéo-chondrale de la 10e côte (arcades de Sénac).

Les languettes tendineuses sont ensuite issues de la jonction ostéo-chondrale des 10e, 9e, 8e et 7e côtes. De ces languettes tendineuses, les fibres charnues convergent vers le centre phrénique.

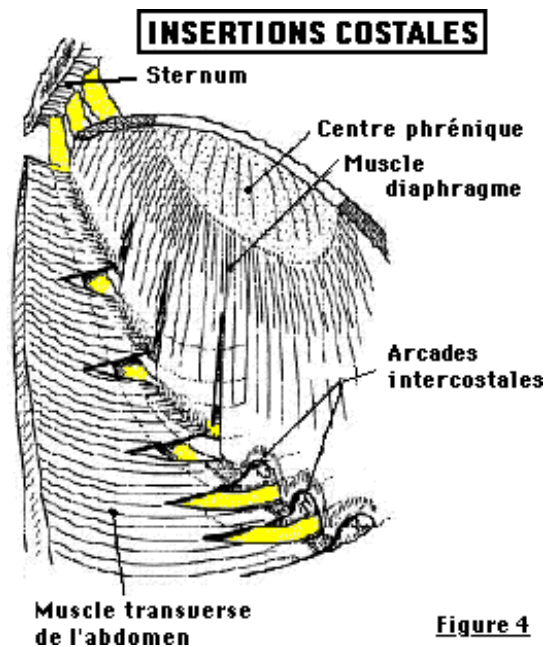


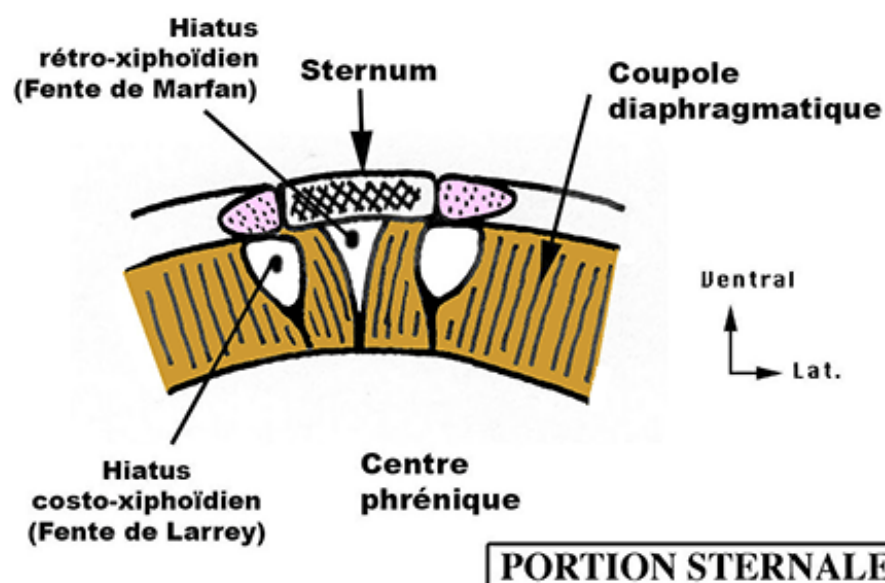
Figure 4

2.3 - PORTION STERNALE : FAISCEAUX VENTRAUX

Elle prend son origine depuis la face dorsale du sternum et de l'appendice xiphoïde par de fines languettes tendineuses. Les fibres charnues qui en partent s'étendent en deux faisceaux principaux qui convergent de ventral en caudal vers la foliole antérieure du centre tendineux, laissant ainsi libre deux interstices recouverts par la séreuse, péritonéale sur la face abdominale, et pleuro-péricardique sur la face thoracique.

Ces interstices latéraux par rapport au sternum sont le **hiatus costo-xiphoïdien** (fentes de Larrey). Immédiatement en arrière du sternum, on trouve un orifice médian avasculaire, le **hiatus rétro-xiphoïdien** (fente de Marfan).

C'est par ces interstices que peuvent se produire les hernies antérieures ou hernies rétro-costo-xiphoïdiennes.



3. ORIFICES DIAPHRAGMATIQUES

3.1. ORIFICES PRINCIPAUX ou HIATUS

3.1.1 - Orifice (hiatus) aortique

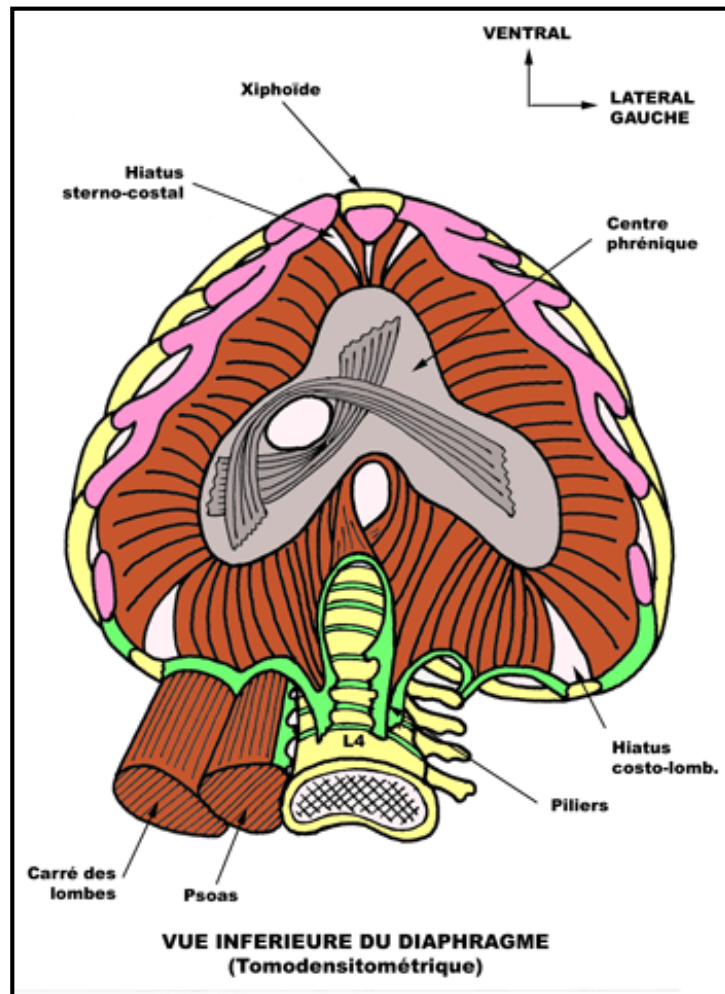
Projection : Th12 Fibreux et inextensible
Aorte accompagnée en arrière du **Conduit thoracique**

3.1.2 - Orifice (hiatus) œsophagien

Projection : Th10
Musculaire et extensible
Œsophage + Nerfs **vagues** (pneumogastriques)

3.1.3 - Orifice (hiatus) veine cave inférieure ou caudale

Projection : Th9.
Fibreux et inextensible
Branche abdominale du nerf phrénique droit.



3.2. ORIFICES ACCESSOIRES

3.2.1 - Ventraux

Hiatus rétro-xiphoïdien (Fente de Marfan) : avasculaire

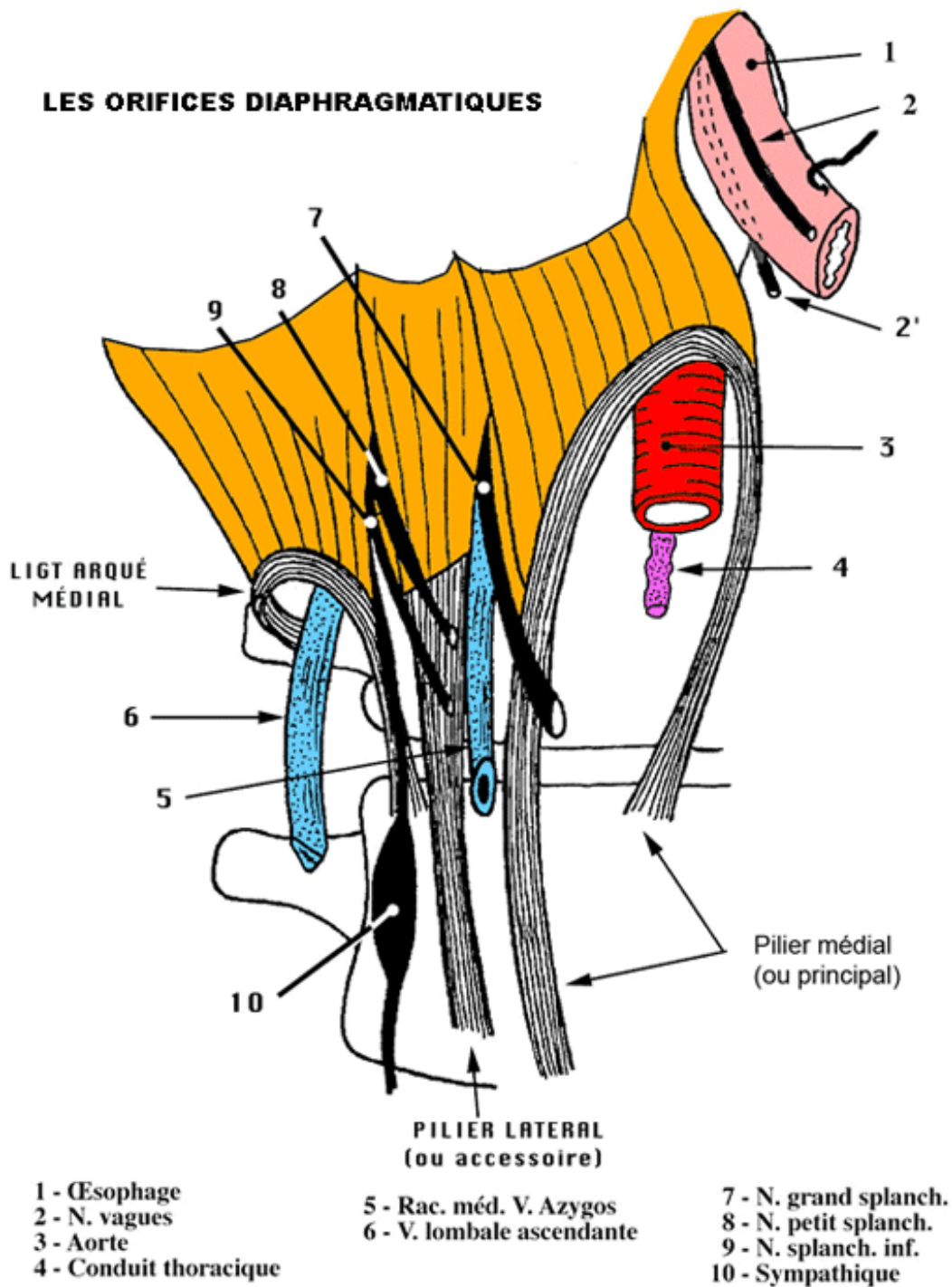
Hiatus costo-xiphoïdien (Fentes de Larrey) : branche abdominale de artère thoracique (mammaire) interne

3.2.2 - Latéraux

3.2.3 - Dorsaux

- **entre pilier principal et accessoire** (lorsque ce dernier est présent)
 - nerf **grand splanchnique**
 - à droite, racine médiale de la **veine azygos** qui naît de la face dorsale de la veine cave caudale, parfois de la veine rénale droite
 - à gauche, racine médiale de l'hémi-azygos (hémi-azygos inférieure) qui naît d'un canal réno-azygo-lombaire.
- **entre pilier accessoire et ligament arqué médial**
 - nerf **petit splanchnique**
 - nerf **splanchnique inférieur**
 - chaîne sympathique
- **sous le ligament arqué médial** : le psoas et la veine lombale (lombaire) ascendante qui va s'anastomoser à la 12ème veine intercostale pour former la racine latérale de la veine azygos
- **sous le ligament arqué latéral** : le muscle carré des lombes et le 12ème nerf intercostal

LES ORIFICES DIAPHRAGMATIQUES



4. VAISSEAUX et NERFS

4.1. ARTÈRES

* **artères phréniques inférieures**, paire, 1 droite et 1 gauche. Elles naissent de l'aorte abdominale à hauteur de T₁₂.

* **artères phréniques supérieures**, droite et gauche, sont moins importantes. Elles naissent de **l'artère thoracique interne**.

4.2. VEINES

sensiblement calquées sur le système artériel.

4.3. LYMPHATIQUES

se drainent vers les noeuds lymphatiques latéro-aortiques et vers les noeuds médiastinaux.

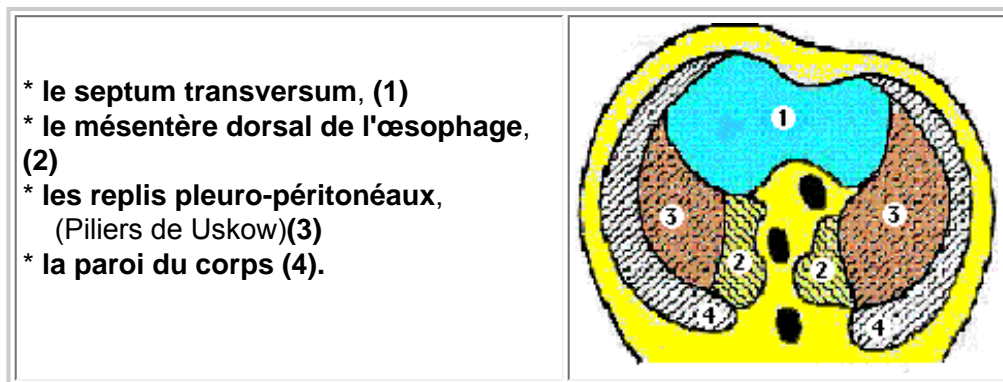
Nerfs phréniques, droit et gauche. Ils naissent essentiellement du 4ème nerf spinal. Ce sont les nerfs moteurs du diaphragme. La contusion ou la section de l'un de ces nerfs entraînent la paralysie de la coupole diaphragmatique correspondante et son éventration.

EMBRYOLOGIE DU DIAPHRAGME

Le diaphragme se forme à partir de quatre structures qui vont constituer le **diaphragme primitif**. Ce dernier va ensuite **se muscler** puis **migrer** pour atteindre sa position définitive.

I - LA FORMATION DU DIAPHRAGME PRIMITIF

Elle se fait entre la 4ème et la 7ème semaine de vie intra-utérine par fusion de quatre éléments



1) Le septum transversum

Cette structure forme le centre phrénique du diaphragme adulte. Le septum transversum est identifiable à la fin de la 3ème semaine sous forme d'une masse ventrale, non divisée de mésoblaste. Au cours de la quatrième semaine, cette masse s'étend en arrière et forme une cloison incomplète, ou **diaphragme partiel** qui sépare le coelome en deux cavités secondaires, l'une ventro-craniale ou **péricardique**, l'autre dorso-caudale ou **pleuro-péritonéale**, qui communiquent latéralement par les gouttières pleuro-péricardiques. Le septum transversum fusionne en arrière, sur la ligne médiane avec le méso-œsophage.

2) Le mésentère dorsal de l'œsophage :

Le mésentère dorsal de l'œsophage constitue la partie médiane du diaphragme. Il donne en arrière les deux piliers principaux du diaphragme.

3) Les membranes pleuro-péritonéales :

Elles naissent de la partie dorso-latérale de la paroi du corps et elles forment progressivement les canaux péricardo-péritonéaux entre la 5ème et la 6ème semaine. Elles vont se fixer, en avant, à la partie dorsale du septum transversum et en dedans, aux bords latéraux du mésentère dorsal de l'œsophage. Elles achèvent ainsi le cloisonnement entre la cavité thoracique et la cavité abdominale. C'est le **diaphragme primitif**. La dernière partie à se former est postéro-latérale et correspond au FORAMEN DE BOCHDALEK.

4) Les parois du corps :

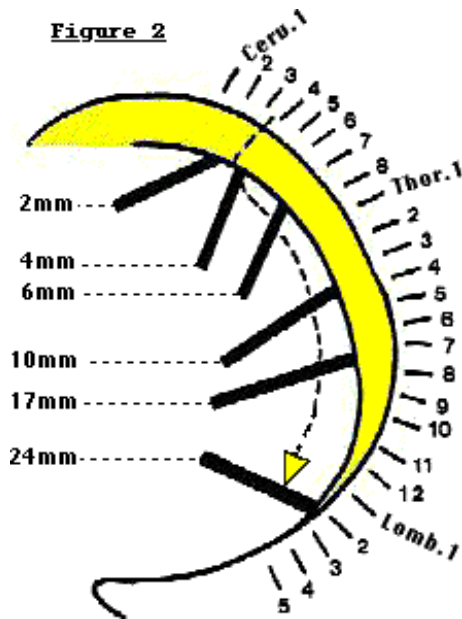
Le quatrième composant du diaphragme vient de la paroi du corps, plus tardivement, entre la 9ème et la 12ème semaine. Les cavités pleurales s'agrandissent et s'enfoncent dans les parois corporelles latérales. Les tissus de la paroi du corps laissés en dedans par la

pénétration pleurale vont constituer les parties périphériques externes du diaphragme et vont se développer aux dépens des membranes pleuro-péritonéales qui ne représentent plus que de toutes petites parties intermédiaires sur le diaphragme final. L'extension ultérieure des cavités pleurales dans la paroi du corps forme les culs-de-sac costo-diaphragmatiques et détermine la forme en dôme du diaphragme primitif.

II - MUSCULARISATION DU DIAPHRAGME

Les myoblastes, dérivés des myotomes cervicaux migrent et forment la musculature diaphragmatique. Cette colonisation musculaire postérieure est complétée à partir des cellules mésenchymateuses du septum transversum et à partir des myotomes thoraciques lors du creusement de la paroi du corps.

III - MIGRATION DU DIAPHRAGME :



Pendant la 4ème semaine, le septum transversum ou diaphragme partiel se situe en face des somites cervicaux supérieurs.

Pendant la 5ème semaine, le nerf venu du 4ème segment cervical pénètre dans le septum transversum et constitue, de chaque côté, le nerf phrénique.

La croissance rapide de la partie dorsale du corps de l'embryon par rapport à celle de la partie ventrale, produit une migration apparente, ou descente du diaphragme.

Vers la 6ème semaine, le diaphragme en développement est situé au niveau des somites thoraciques, et c'est au cours de la **8ème semaine** que la partie dorsale du diaphragme se retrouve au niveau de la première vertèbre lombale.