

**Université Pierre et Marie Curie**

**Anatomie fonctionnelle**

**Psychomotricité deuxième année**

**2006 - 2007**

**Agnès Servant-Laval**

**Mise à jour : 11 avril 2007**



# Sommaire

3	<b>Sommaire</b>
7	<b>Chapitre 1 : Introduction et généralités</b>
7	1.1 Présentation du cours
7	1.1.1 Objectifs
7	1.1.2 Contenus de cours
8	1.1.3 Thèmes de travail
9	1.1.4 Contrôle de connaissances
9	1.2 Contexte du cours
10	1.3 Conseils de documentation
11	<b>Chapitre 2 : Fonction musculaire et mouvement</b>
11	2.1 Rappels de références anatomo-physiologiques
12	2.2 Constitution du système locomoteur
12	2.2.1 Squelette osseux
13	2.2.2 Fascias
14	2.2.3 Muscles
16	2.3 Organisations de la musculature
16	2.3.1 Musculatures « posturale » / « dynamique »
17	2.3.2 Musculatures « centrale » / « périphérique »
17	2.3.3 Groupes « de fermeture » / « d'ouverture »
18	2.3.4 Chaînes musculaires
24	2.4 Mouvement et coordination
24	2.4.1 Structures de base du mouvement
26	2.4.2 Développement du mouvement
31	<b>Chapitre 3 : Tonus et posture</b>
31	3.1 Tonus
33	3.2 Posture
33	3.2.1 Activité posturale
34	3.2.2 Gravité et équilibre
34	3.2.3 Dynamiques de la posture
36	3.2.4 Contrôle de la posture
37	3.3 Tendances posturales individuelles

39	<b>Chapitre 4 : Axe vertébral et verticalité</b>
39	4.1 Rappels d'anatomie
39	4.1.1 Ossature
40	4.1.2 Articulations
40	4.1.3 Musculature
41	4.2 Fonctions de la colonne
43	4.3 Mobilités de la colonne
43	4.3.1 Flexion / extension
43	4.3.2 Inclinaisons
43	4.3.3 Rotations
44	4.4 Physiologie générale
44	4.4.1 Fonctionnalité de la colonne vertébrale
45	4.4.2 Disfonctionnements du rachis
49	<b>Chapitre 5 : Membre inférieur - Appuis</b>
49	5.1 Pied et cheville
49	5.1.1 Cheville
50	5.1.2 Pied
52	5.2 Genou
54	5.3 Bassin - Hanche
54	5.3.1 Hanche
55	5.3.2 Bassin
58	5.3.3 Dynamique globale du membre inférieur
61	<b>Chapitre 6 : Ceinture scapulaire - Membre supérieur</b>
61	6.1 Main - Poignet
61	6.1.1 Poignet
61	6.1.2 Main
62	6.2 Coude
63	6.3 Ceinture scapulaire
64	6.3.1 Scapulo-humérale
65	6.3.2 Scapulo-thoracique
67	<b>Chapitre 7 : Thorax</b>
67	7.1 Aspect osseux
67	7.1.1 Dorsales (thoraciques)
67	7.1.2 Sternum
68	7.1.3 Côtes
68	7.2 Mécanique articulaire
69	7.3 Plan musculaire

69	7.3.1	Inspirateurs
71	7.3.2	Expirateurs

75     **Chapitre 8 :   Physiologie de la respiration**

75	8.1	Inspiration
76	8.1.1	Mode « de repos »
77	8.1.2	Mode « amplifié »
77	8.2	Expiration
77	8.2.1	Expiration passive
78	8.2.2	Expiration active ou profonde

81     **Bibliographie**



# Chapitre 1

## Introduction et généralités

**Le contenu de cours proposé ici**, sous forme condensée (représentant un « minimum d'information », et restant à compléter... - et dans lequel manqueraient encore un peu humour et poésie... en plus de quelques schémas !! -), **ne prend sens qu'en lien avec les développements théoriques et les applications pratiques qui lui sont associés en atelier.**

### 1.1 Présentation du cours

#### 1.1.1 Objectifs

- Comprendre et expérimenter les grands principes de la posture et du mouvement, sur la base des connaissances d'anatomie descriptive de 1<sup>ère</sup> année.
- Faire les liens nécessaires entre les différentes physiologies articulaires et le fonctionnement musculaire, afin de concevoir la mobilité dans ses rapports avec posture et tonus ainsi que dans sa dimension d'unité corporelle.
- Envisager le mouvement selon ses principales lois organiques interpersonnelles aussi bien que dans ses aspects variés d'organisations et « interprétations » individuelle
- Mettre en évidence les grands schémas de coordination et souligner la fonction des différentes zones corporelles, les « replacer dans leur sens »...
- Apprendre à observer et analyser une posture ou un mouvement, à y décrypter l'organisation spécifique des tensions musculaires, des zones de fermeture ou de perte de mobilité ; évoquer, en lien avec des exemples cliniques, certaines modalités de restitution de cette mobilité selon le contexte thérapeutique.

Au sein du cours, une ouverture est laissée aux différentes « articulations » en question avec d'autres champs d'investigation (développement psychomoteur - somatisation - tonus et affectivité - expressivité - relaxation -... etc..., etc...).

#### 1.1.2 Contenus de cours

##### Théorie

- brefs rappels des données essentielles d'anatomie descriptive indispensables à la com-

préhension de la physiologie de la zone étudiée (selon nécessité...).

- présentation des connaissances à acquérir dans le domaine de la physiologie du mouvement, selon thème du cours.

*Les « rappels » d'anatomie descriptive qui seront proposés dans ce cours permettront moins de se « rafraîchir la mémoire », pourtant si souvent faillible..., que d'envisager un autre éclairage des connaissances, d'autres modalités d'approche ; ces rappels ne seront donc que partiels ; à charge pour l'étudiant de vérifier ses connaissances...*

L'adoption récente de la nouvelle nomenclature anatomique nécessitant une période de transition, la double terminologie, pour les termes concernés, sera conservée dans ce texte (nouveau terme entre parenthèses et en italiques à la suite de l'ancien nom...).

## **Pratique**

- repérage morpho-anatomique
- observation, analyse (par deux ou en sous-groupes) des caractéristiques globales interpersonnelles de la région étudiée, des différentes postures ou situations propres à mettre en évidence ces structures physiologiques, des différentes mobilités et de leurs amplitudes (tests de souplesse, tonicité), des différentes organisations personnelles reproductibles (analyse posturale).
- mise en application et repérage, sur soi, des principes de mouvement considérés, dans leurs aspects analytiques aussi bien que globaux.

## **1.1.3 Thèmes de travail**

L'approche topographique du programme (ensemble du système locomoteur) y est respectée mais réorganisée afin de faciliter la synthèse envisagée et de souligner, au-delà de la « mécanique corporelle », les liens avec la fonction même du mouvement.

Têtes de chapitres ou thèmes donnant lieu à un ou plusieurs cours :

### **FONCTION MUSCULAIRE ET MOUVEMENT**

spatialité et paramètres de mouvement  
rôle des différentes structures du système locomoteur  
principes mécaniques de l'activité musculaire  
grandes organisations de l'ensemble de la musculature  
présentation de la notion de « chaînes musculaires »

### **TONUS ET POSTURE**

tonicités et activité posturale  
dynamiques de la posture et gravité  
tendances posturales

### **AXE VERTEBRAL ET VERTICALITE**

courbures, sphères et mobilités  
auto grandissement et dynamique vertébrale

### **CEINTURE PELVIENNE - MEMBRE INFÉRIEUR**

appuis et influences sur la posture  
marche et démarches



## **CEINTURE SCAPULAIRE - MEMBRE SUPERIEUR**

gestuelle et « préhensions »

axe « horizontal » par rapport à l'axe vertical

## **THORAX ET FONCTION RESPIRATOIRE**

cage thoracique : mobilités et attitudes

physiologie des mouvements respiratoires

dynamiques de la respiration en lien avec tonus et posture

### **1.1.4 Contrôle de connaissances**

Les connaissances de ce cours seront évaluées à l'occasion de :

- Un partiel en Février sur 10 points
- Un contrôle continu sur 10 points
- Un partiel en Juin sur 20 points

(Anatomie Fonctionnelle et Physiologie constituent le Module 1, noté sur 120 pts., coeff. 3)

Le contrôle de connaissance portera autant sur les informations délivrées pendant les pratiques elles-mêmes que sur le « contenu de cours théorique » et visera plus à évaluer, dans la mesure du possible, la compréhension synthétique et l'intégration des données de base.

Pour des raisons d'ordre pratique, et même si cette formule n'est pas la plus adaptée, ce contrôle prendra la forme d'un QCM...

## **1.2 Contexte du cours**

Le « Corps » est d'une telle évidence qu'il est toujours périlleux de tenter d'en donner une définition ou une description se voulant exhaustives..., autant en anatomie qu'ailleurs...

Des éclairages variés sont nécessaires pour appréhender sa multiplicité, mais ces différents « corps » - physique, psychologique, ethnologique, philosophique, etc... - doivent être re-articulés les uns aux autres afin qu'un sens, une cohérence, y soient reconnus.

Le corps va être ici considéré dans sa dimension « physique », en n'oubliant pas qu'il ne s'y résume pas ; dans sa dimension « matière », en gardant en mémoire que celle-ci est empreinte d'affect ; dans sa dimension de « corps réel », en sachant que ce dernier n'existe qu'en interaction constante avec les dimensions imaginaire et symbolique...

Ce corps physique est lui-même envisageable sous différents angles, entre autres et par exemple :

- aspect tissulaire → suivant les différenciations embryologiques...  
[ *il conviendrait plutôt d'envisager le corps non comme des parties juxtaposées mais comme une même matière continue, prenant des aspects différenciés...* ]
- aspect morphologique → selon les zones corporelles et les « formes »  
[ *différences homme / femme ; types morphologiques divers ; variations avec l'état de santé : « garder la forme »...* ]

- aspect fonctionnel → d'après les différents grands systèmes  
[ *respiratoire, cardio-vasculaire, digestif, nerveux...* ]

C'est dans ce dernier domaine que se situe le cours d'anatomie fonctionnelle (ou « analyse du mouvement »), avec l'étude de l'une de ces grandes fonctions : système locomoteur, dans son aspect dynamique de « physiologie du mouvement ».

## 1.3 Conseils de documentation

- « *Anatomie pour le mouvement* » ; Blandine Calais-Germain (Ed° Désiris)
  - tome 1 : anatomie descriptive (ossature / musculature) et actions musculaires détaillées
  - tome 2 : bases d'exercices, mise en mouvement
- « *La tête aux pieds / les pieds à la tête* » ; Odile Rouquet (kinésiologue)
  - synthèse de connaissances physiologiques et d'expériences sensibles (en danse...) sur le mouvement et son sens  
(diffusion : « Recherche en mouvement »)
- « *Economie du geste* » ; Patrick Germain
  - notions générales sur le mouvement et son économie au quotidien, analyse des principaux processus de rétraction tissulaires et des pertes de mobilité correspondantes.
- « *Les chaînes musculaires et articulaires* » ; Godelieve Struyf-Denys
  - description et systématisation des chaînes en lien avec une étude crâniométrique, la description des morphotypes et des tendances psycho-comportementales correspondantes.
- « *Les chaînes musculaires* » ; Léopold Busquet (tomes 1 et 2) (Ed° Frison Roche)
  - description et systématisation des chaînes selon une analyse précise des continuités de circuits ; mise en évidence de leur rôle dans le mouvement et des adaptations posturales induites par les problèmes viscéraux.  
(Ed° Frison Roche)
- « *Corporellement* » ; collectif de psychomotriciens de Bordeaux
  - réflexion sur la place du corps et ses liens organiques avec le Vivant.

# Chapitre 2

## Fonction musculaire et mouvement

### 2.1 Rappels de références anatomo-physiologiques

#### Positions de base

Les positions de base sont celles à partir desquelles sont décrites les positions relatives des différentes parties du corps ainsi que leurs modifications dans le mouvement :

- position « de référence anatomique » : debout, pieds joints et parallèles, paumes de mains orientées vers l'avant.
- position « de référence physiologique » : debout, talons joints, pieds en légère rotation externe (*rotation latérale*), paumes de mains orientées vers l'axe du corps.

#### Axes de référence et de mouvement (sur la base de notre espace tridimensionnel...)

vertical : haut / bas

transversal : horizontal droite / gauche

antéro-postérieur : horizontal avant / arrière

#### Plans de mouvement (formés chacun par deux axes)

sagittal - frontal - transversal

#### Mouvements de base

flexion / extension (dans plan sagittal et autour de l'axe transversal)

[ *la flexion porte le segment vers l'avant ; l'extension vers l'arrière ...* ]

abduction / adduction (dans plan frontal et autour de l'axe antéro-postérieur)

[ *éloignement ou rapprochement de l'axe corporel ...* ]

rotations externe (*latérale*) / interne (*médiale*) (dans plan transversal et autour de l'axe vertical)

[ *en fait, autour de l'axe du segment ...* ]

#### Spécificités du vocabulaire anatomique... (code de langage)

[ Cf. mise en pratique :

*flex / ext épaule : antépulsion / rétropulsion*

*flex / ext pied : flexions dorsale ou plantaire*

*flex genou vers arrière..., ext nulle...*  
*add / abd colonne : inclinaisons D et G*  
*add / abd bassin : inclinaisons D / G (ou int / ext % appui...)*  
*axe add / abd doigts (variable : axe main ou corps)*  
*RE / RI colonne : rotations D ou G*  
*RE / RI avant bras : supination et pronation...]*

## 2.2 Constitution du système locomoteur

Le système locomoteur est l'ensemble des structures permettant la mobilité du corps :

- le squelette osseux, ses articulations et les structures péri articulaires (ligaments, capsule...)
- les muscles « squelettiques » (à la différence des muscles viscéraux), dont le rôle est la mobilisation des os les uns par rapport aux autres.
- les fascias, ou trame tissulaire d'enveloppement, de relation et de soutien.

### 2.2.1 Squelette osseux

Il constitue la structure, permettant le maintien de la forme et le soutien postural dans la fonction statique. C'est une véritable « charpente » pour le corps, autant qu'une « armature intérieure » sur laquelle s'étaye aussi la structure psychologique.

#### Les os

Cette ossature assure la solidité et la résistance corporelle, mais elle n'en a pas moins une certaine « plasticité » minimale, dépendant de la proportion d'eau dans le tissu osseux, elle même variable selon l'âge...

*[ dans la représentation de la matière osseuse, et pour se servir d'une comparaison, il serait plus juste de visualiser l'os vivant comme du « bois vert » que comme du bois mort... ]*

*Cette plasticité osseuse, amoindrie par la déperdition progressive d'eau, fait que, entre autres raisons, les fractures sont plus fréquentes chez la personne âgée... ]*

La croissance de l'os est contrôlée par des facteurs génétiques et physiologiques ;

*[ ce qui n'exclut pas le constat, par observations cliniques, que des conditions socio-affectives défavorables peuvent compromettre cette croissance... ]*

mais la modélisation de l'os est donnée par le mouvement lui même :

- de façon globale dans les formes spiralées ou hélicoïdales de la majorité des os,
- de façon locale :
  - les tractions tendineuses ou ligamentaires, au niveau des insertions, créent les diverses tubérosités et apophyses (ou « processus »...).
  - les forces de compression (gravité surtout) construisent la croissance de l'os spongieux en travées osseuses, véritables renforts internes de l'os.

Outre la déperdition en eau, évoquée plus haut, de l'os, avec l'âge se développe un phénomène de déminéralisation diffuse, l'ostéoporose, particulièrement fréquente chez la femme

après la ménopause. Elle se manifeste par des douleurs essentiellement vertébro-pelviennes dues aux micro fractures ou à des tassements de l'os fragilisé.

Par ailleurs et pour ce qui concerne la dimension de schéma corporel, le squelette est un facteur de « spatialisation » du corps, dans des géométries de lignes, d'axes et de points de flexion de ces axes.

### Les articulations

Dans le squelette, les os sont en relation entre eux par l'intermédiaire des articulations, système de jonction mobile dont la conformation conditionne le type de mobilité des os en présence. Dans l'analyse du mouvement, l'intérêt se porte non pas tant sur les segments de membres que sur ces jonctions, ces « espaces intermédiaires » où tout le mouvement se joue...

Et pour chacune des articulations, l'enjeu est à la fois la liberté de mouvement et la stabilité (participations dynamique et posturale), faisant de ces lieux de liaison des passages complexes et sensibles, où s'expriment la plupart des dysfonctionnements ostéo articulaires. Ces dysfonctionnements peuvent être fonctionnels (atteinte seulement de la fonction, sans lésion décelable) ou structurels (atteinte lésionnelle de la structure, objectivable).

Les principales pathologies susceptibles d'atteindre presque toutes les articulations sont :

- les arthrites, dues à une inflammation de la synoviale (d'origines et de symptomatologies multiples), responsables de douleurs, même au repos, nocturnes et surtout matinales, ainsi que de raideurs, voire d'une perte importante de la mobilité.
- les arthroses où une altération / usure du cartilage articulaire (avec pincement de l'interligne et densifications osseuses en périphérie) est à l'origine de douleurs au mouvement (calmées par le repos). Les facteurs aggravants en sont le vieillissement, le surmenage articulaire, l'obésité ou encore des troubles de la mécanique articulaire.

## 2.2.2 Fascias

Les fascias sont constitués de tissu conjonctif fibro-élastique formant les enveloppes des différentes structures de l'organisme.

La totale continuité de ces membranes dans l'ensemble du corps (de par leurs prolongements, replis et extensions...) fait que, plus que d'enveloppes isolantes, elles servent de maintien et surtout de lien entre les différents systèmes :

- pour les muscles entre eux, générant une véritable conduction du tonus et du mouvement, de façon réflexe, et une harmonisation des fonctionnements musculaires en chaînes.
- entre les structures osseuses et les viscères, établissant une influence réciproque (même, et surtout, en cas de dysfonctionnement, par traction viscérale ou déformation posturale...)

Ce lien ne doit toutefois pas être trop étroit et il existe une possibilité de glissement des différents plans des fascias les uns par rapport aux autres au cours des mouvements (et donc aussi de possibles restrictions de mobilité en cas d'adhérences / cicatrices...).

Le tissu fascial est susceptible de perdre, plus ou moins partiellement, son élasticité et sa souplesse, voire de se rétracter (en association à un manque de sollicitation en allongement, à des tensions musculaires chroniques qui finissent souvent, en retour, par être fixées dans leur position courte à

cause de la rétraction fasciale associée...)

La trame fasciale prend différentes formes selon sa localisation, différents noms selon qu'elle enveloppe :

- les organes : plèvre, péricarde, péritoine etc...  
[ *qui possèdent des accollements et des ligaments de suspension aux parois ostéo-musculaires...* ]
- les muscles : aponévroses (formant, en se prolongeant, le tendon vers l'insertion)
- les articulations : capsules et ligaments
- le système nerveux : méninges

Sa disposition met en évidence trois structures singulières :

- le « fascia superficiel » qui enveloppe l'ensemble du corps, sous la peau (et dont la rétraction donnerait la sensation d'être serré dans un vêtement trop petit).
- le « fascia profond » : composé d'une suite de fascias reliés à la base du crâne, aux cervicales, au sternum, au diaphragme et jusqu'aux lombaires ; ces fascias participent aux enveloppes du cœur et des gros vaisseaux du médiastin ainsi qu'aux aponévroses des muscles profonds du cou, en avant des cervicales. Cette structure réalise un lien mécanique direct entre la base du crâne et le diaphragme (et ensuite vers le sacrum), pouvant, en cas de raccourcissement, limiter la mobilité (et l'efficacité...) de ce dernier et entraîner une posture d'enroulement des dorsales hautes et d'extension compensatrice des cervicales.
- le « fascia postérieur »

[ *constitué par : ligament cervical post. ; aponévroses trapèze / gd dorsal, apon. lombaire ; ligaments vertébraux communs, apon. postéro-lat. du mb inf ; apon. post mollet /, mbne inter osseuse, tendon d'achille et apon. plantaire.* ]

ayant un rôle postural essentiel dans le maintien de la verticalité en debout.

## 2.2.3 Muscles

Ce sont les éléments actifs du système locomoteur, de par leur capacité à changer de tonicité et de longueur.

Le rôle de la musculature est de deux ordres :

- postural... pour assurer la posture...(aspects antigravitaire et d'autograndissement ; et plus précisément la ré équilibration permanente de la posture sur ses appuis)
- dynamique pour le mouvement et le déplacement, avec mobilisation :
  - des segments les uns par rapport aux autres
  - du corps dans l'espace et par rapport à l'appui

La fonction musculaire constitue la fonction tonique, sans pour autant qu'elles soient tout à fait superposables ; le tonus peut prendre les trois formes de tonus de fond, tonus postural, ou tonus d'action (cf chapitre 3, « Tonus et posture »). Le jeu musculaire évolue entre trois principales situations du muscle :

- le relâchement ou la détente / relaxation, qui autorise un relatif abaissement du tonus de fond

- en dessous de son niveau habituel,
- l'étirement, correspondant à un allongement du muscle et qui suppose une force extérieure opposée à son action propre ainsi qu'une relative détente du muscle lui-même.  
[ *il peut s'agir d'« étirement passif » si il y a détente du muscle, ce qui suppose une inhibition relative du réflexe myotatique ;  
ou d'« étirement / résistance » si le muscle continue à se contracter en même temps...*]
  - la contraction, qui équivaut à une augmentation de tonus vers un tonus d'action, selon plusieurs modalités :
    - isotonique concentrique (avec raccourcissement, appelée aussi « contraction - ou tension - concentrique »)
    - isométrique (sans changement de longueur)
    - isotonique excentrique (avec allongement...), appelée aussi « contraction - ou tension - excentrique »

[ *et apparentée à l'« étirement / résistance »*]

Les contractions isométrique et isotonique excentrique nécessitent une force / résistance extérieure au muscle.

[ *soit une force externe au corps (inertie d'un objet imposant un effort de traction ou de poussée, partenaire, gravité etc...)*

[ *soit une force « interne » avec les antagonistes...*]

L'action de base, isotonique concentrique, fait qu'un muscle contracté / raccourci se trouve toujours dans « l'angle de fermeture » du mouvement ou de la position.

[ *zone de rapprochement des segments...*]

Les conditions dans lesquelles le muscle travaille sont celles de la construction du système : dynamique de groupe et contraintes structurelles...

- le muscle ne travaille jamais seul mais en synergie (collaboration)
  - avec ses agonistes, de même paramètre d'action,  
[ *pour effectuer le même mouvement...*]
  - avec ses antagonistes...aussi...  
les antagonistes du muscle travaillent en effet toujours à minima, pour stabiliser un segment en point d'appui du mouvement d'un autre ; pour réguler la force et la vitesse du mouvement (grâce au réflexe myotatique) et « doser », équilibrer l'action de l'agoniste. Le rôle proprioceptif des muscles et de leurs tendons est ici particulièrement important ; ce sont les antagonistes du mouvement qui, mis en tension excentrique, sont à l'origine des principales informations proprioceptives et des perceptions fines de la mobilité.
  - avec les muscles de la même « chaîne », pour un même mouvement global (coordinations, schèmes de mouvement...)  
[ *la transmission de l'activité tonique se faisant par voie nerveuse et par les mises en tension fasciales...*]
- le muscle travaille toujours contre un minimum de résistance :
  - le poids du segment déplacé ou d'un objet
  - une éventuelle force extérieure opposée
  - la tension des antagonistes...

Le mouvement résulte alors d'un équilibre subtil entre contraction / étirement / relâchement / résistance... d'un ensemble de muscles, pour permettre toutes les nuances de jeu et la précision des différentes coordinations.

Il nécessite la stabilisation de certains segments devant servir de points d'appui au déplacement d'autres segments (cf. rôles postural et dynamique)

[ *la musculature profonde doit assurer l'équilibre et le soutien...* ]

## 2.3 Organisations de la musculature

Les quatre classifications de groupes musculaires proposées ici se recoupent entre elles... ; elles constituent quatre « points de vue » nuancés quant à la façon dont les fonctions musculaires peuvent être appréhendées et peuvent aider à l'observation et la compréhension dans l'analyse tonique, posturale et dynamique du corps.

### 2.3.1 Musculatures « posturale » / « dynamique »

La différenciation entre musculatures posturale et dynamique tient à leurs fonctions respectives définies, dans le maintien et surtout les adaptations permanentes de la posture d'une part, dans la mobilité de l'action d'autre part.

Mais elles sont par ailleurs aussi caractérisées par le type de fibres musculaires qui les composent (de deux sortes et en proportions variables pour chaque muscle) ainsi que par le type d'innervation. Elles peuvent être également distinguées d'après certains aspects de leur localisation.

#### Musculature posturale

[ *fibres I ou B...* ]

- fibres consommant peu d'énergie, peu fatigables, à action de type lente et prolongée
- muscles le plus souvent sous commande réflexe
- muscles plutôt profonds, courts et monoarticulaires avec généralement un paramètre de mouvement dominant.
- rôle : le maintien / équilibration de la posture, l'appui / stabilité et le « pré-mouvement »

#### Musculature dynamique

[ *fibres II ou A...* ]

- fibres consommant beaucoup d'énergie, fatigables, à action rapide mais plutôt brève
- muscles généralement sous commande volontaire
- muscles plutôt superficiels, longs et polyarticulaires avec le plus souvent une combinaison des 3 paramètres de mouvement.
- rôle : le mouvement, dans la dynamique et l'amplitude

Cependant, cette différenciation n'est pas stricte ; certains muscles peuvent participer de ces deux



catégories ou « changer » de catégorie selon l'utilisation (prolongée...) qui en est faite... Quant à la musculature dite posturale, elle doit travailler, en fait, en « stabilisation dynamique », c'est à dire en assurant la rééquilibration permanente des structures plus ou moins locales sur lesquelles viennent s'appuyer le mouvement (et qui ne doivent pas être fixées dans l'immobilité) et en ajustant mutuellement à chaque instant les contraintes d'appui d'une part et le déroulement du mouvement de l'autre.

## 2.3.2 Musculatures « centrale » / « périphérique »

Cette distinction s'appuie sur la notion d'une « hiérarchie musculaire », dans le sens proximo-distal, avec une organisation de l'ensemble de la musculature en « rayonnement » à partir d'un centre : région 3<sup>ème</sup> lombaire / ombilic, dans laquelle convergent - ou divergent... - et se croisent tous les muscles principaux du tronc et des ceintures.

### Musculature centrale

Constituée des musculatures abdominale et lombaire (« ceinture abdomino-lombaire » : **transverse, obliques** (*interne et externe*) et **carré des lombes**) et participe de la musculature posturale. Elle établit une zone de soutien, d'appui pour la posture et le mouvement (« avoir les reins solides »...)

[ on retrouve un rayonnement en étoile des fibres musculaires sur les musculatures elles mêmes des parois ant. et post de la ceinture abdominale = centre ... ]

Elle sert de carrefour de liaison entre les différents trajets musculaires, les différentes parties du corps et permet d'unifier leurs mobilités, en coopération avec les carrefours essentiels que sont les diaphragmes.

### Musculature périphérique

Elle est plus proche de la musculature dynamique, située au niveau des membres surtout. Elle doit permettre l'amplitude du mouvement autour d'un centre « stable ».

[ la périphérie corporelle (et surtout le haut du corps) ne peut être disponible au mouvement que si elle trouve un appui / stabilité sur le « centre » (associé aux membres inférieurs)... ]

## 2.3.3 Groupes « de fermeture » / « d'ouverture »

Ces groupes sont déterminés selon leur fonction spécifique dans les deux mouvements fondamentaux de fermeture et d'ouverture du corps (enroulement / déroulement).

Ces musculatures sont également apparentées aux « posturale / dynamique ».

### Groupe de fermeture

constitués principalement des musculatures de flexion et de rotation interne (*médiale*), qui sont situées plutôt antérieurement.

### Groupes d'ouverture

constitués surtout des musculatures d'extension et de rotation externe (*latérale*), qui sont situées plutôt postérieurement.

### La posture fermée

est en relation avec l'enroulement foetal.

En position debout, elle correspond à une tendance naturelle, par action de la gravité (détente, passivité), mais aussi au « ré-enroulement » de l'âge avancé..., à des actions / tensions plus ou moins chroniques exprimant des impulsions de « regroupement » autour du centre (recentrage sur soi), ou à des réflexes de protection... Les muscles concernés sont peu systématisés, moins nombreux et organisés que ceux de l'ouverture, mais peuvent être très dynamiques et précis dans leur action de flexion..

### La posture ouverte

permet l'ouverture de la face antérieure, « relationnelle », du corps. Elle correspond, en position debout, à une énergie de redressement, de relative « résistance dynamique » (ou élan opposé) à la gravité.

Les muscles concernés sont plus organisés que ceux de la fermeture, plus structurés dans leur action qui, bien que plus lente, est souvent plus puissante.

Cette « lecture » dynamique peut être faite par la seule observation de la disposition et du nombre de muscles de ces différents groupes, par exemple :

- Flex / Ext de la CV. : il n'y a que peu de muscles de flexion sur la face ant. de la CV. alors qu'il existe un groupe important, les **paravertébraux**, en face post.
- RI / RE (RM / RL) au niveau de la hanche : il y a assez peu de muscles de rotation interne (*médiale*) par rapport au grand groupe structuré des **pelvitrochantériens**, rotateurs externes (*latéraux*).

## 2.3.4 Chaînes musculaires

Un muscle ne travaille jamais seul : outre son association locale avec d'autres muscles ayant un même paramètre de mouvement (ses agonistes) ou avec ses antagonistes, il participe d'un « enchaînement », d'une communauté d'action dans la mise en place de grands schémas d'action et de coordinations essentielles.

[ La mise en évidence de ce principe de chaînes musculaires vient essentiellement

- des travaux de Mr Kabat (qui utilise en rééducation fonctionnelle l'interdépendance des muscles)
- des travaux de Piret et Béziers (notamment sur les mouvements spiroïdes)
- et de ceux de Mme Mézières (étirement du plan postérieur en kinésithérapie).]

Ces recherches ont été développées ensuite dans la systématisation de ces chaînes musculaires, notamment par Godelieve Struyf Denys et Léopold Busquet, dont les principes respectifs, d'orientations différentes, sont présentés ici dans leurs grandes lignes (pour plus de précisions, se référer à leurs ouvrages mentionnés en bibliographie du cours ; la description donnée ici reste succincte et incomplète, ne reprenant que les muscles principaux et les données générales).

### 2.3.4.1 Principe de chaînes de Godelieve Stuyf-Denys (dit « GDS »)

#### 1. Intérêts :

- décrit de façon précise et à partir d'observations cliniques, les différentes chaînes mus-

culaires et articulaires du corps ;

- insiste sur les rapports entre tonicités et « formes » corporelles (attitudes), et propose une étude associée de craniométrie ;
- fait le lien entre les « dominances » de chaîne et les pulsions psycho-comportementales ;
- élabore une démarche pédagogique préventive ainsi que thérapeutique à partir de ces données

[ *Toutefois, la pertinence de ces mises en lien entre posture et comportement ne doit pas faire considérer cette lecture en « chaînes musculaires » comme une grille définitive d'interprétation, mais plutôt comme une orientation de l'observation...* ]

## 2. Principe :

5 chaînes musculaires (« et articulaires », par voie d'influence...) réparties dans l'ensemble du corps (en fait, 5 D et 5 G) et unifiant, de la tête aux mains et aux pieds, toutes les parties du corps, avec des relais importants au niveau du bassin.

[ *Les premières descriptions de GDS se basent sur ces 5 chaînes dont l'une d'elles est décrite comme double... les travaux actuels font plutôt d'emblée à 6 chaînes, en désolidarisant les deux parties de la chaîne double...* ]

Ces 5 chaînes se répartissent en :

- 3 chaînes fondamentales, verticales (dont une double), concernant surtout le tronc comme axe corporel, et faisant référence à la structure personnelle
- 2 chaînes complémentaires, horizontales (ou « latérales ») concernant surtout les membres et faisant référence à l'axe relationnel, dynamique, expression de la structure.

Chez une même personne, l'activité de ces 5 chaînes est rarement tout à fait harmonieuse et il existe le plus souvent une « dominance » de l'une d'entre elles (sur totalité ou partie), caractérisée par une activité plus importante. Le tonus de cette chaîne devient alors plus élevé, avec une tendance au raccourcissement et induisant, en cas d'excès, des « déformations » dans la morphologie, la posture et le mouvement, par perte progressive de souplesse et de liberté.

Ces dominances représentent la marque spécifique de l'expression, au niveau du corps, de la structure psychique de l'individu et à ses tendances comportementales. Si elles deviennent excessives, elles manifestent alors la rigidification de ces mêmes caractères.

## 3. Description :

### Chaînes verticales

#### Antéro-Médiane (« AM »)

- située sur le plan antérieur et médian du tronc pour sa portion principale :
  - muscles du plancher pelvien
  - grands droits de l'abdomen (*droit de l'abdomen*)
  - grand pectoral inf. et moyen
  - triangulaire du sternum (*transverse du thorax*) et intercostaux moyens
  - scalène ant., sterno-cléido-mastoïdien et hyoïdiens ant
  - muscles de la structure buccale
- trajet : du coccyx à la mâchoire inférieure

- se prolonge dans les membres sup. et inf. ...
- si dominance : posture d'enroulement, de type « statique » (cf. atelier)
- correspondance à une sensibilité végétative et affective, à des caractères de stabilité, d'intériorisation, de réceptivité...

#### **Postéro-Médiane (« PM »)**

- située sur le plan postérieur et médian du tronc pour portion principale :
  - para-vertébraux « longs »  
[ *long dorsal (longissimus)*, *sacro-lombaire (partie caudale des muscles érecteurs du rachis)*, *épi-épineux (épineux)*]
  - grand et petit complexe (semi-épineux et longissimus de la tête)
  - muscles peauciers de la voûte crânienne
- trajet : du sacrum au frontal (région orbitaire)
- se prolonge dans les membres sup. et inf. ...
- si dominance : posture de redressement, de type « dynamique » (cf. pratique)
- correspondance à une sensibilité intellectuelle, à des attitudes exploratoires et volontaires, à des caractères d'extériorisation, de curiosité...

#### **Postéro-Antérieure / Antéro-Postérieure (« PA-AP »)**

- située en profondeur du tronc pour portion principale ;
- se décompose en deux groupes selon leurs fonctions :
  - PA pour l'allongement vertical de la colonne :  
para-vertébraux « courts » (transversaire-épineux (*épineux*) etc...)  
long du cou et muscles sous-occipitaux  
diaphragme, transverse et carré des lombes  
si dominance : effacement des courbures de la colonne, rectitude (voire rigidité...),
  - AP pour la rythmicité et la coordination des autres chaînes  
scalènes et petit pectoral  
psoas / iliaque et quadriceps (le diaphragme y donnant une participation dynamique)  
si dominance : accentuation des courbures de la CV, mobilité, adaptabilité.
- Correspondance de typologie globale dite « émotive / impulsive ».

#### **Chaînes latérales**

Elles sont dites « de relation », d'expression vers l'extérieur de la structure verticale, dans les dynamiques de refermeture vers soi ou d'ouverture vers l'extérieur

#### **Antéro-Latérale (« AL »)**

- située en partie antérieure et plutôt latérale des membres (plus prolongement au niveau du tronc)

- constituée de muscles surtout adducteurs et/ou rotateurs internes (*médiaux*)
- si dominance : fermeture au niveau des ceintures en RI (*RM*)
- correspondance à une attitude de repli, de retour vers soi, d'« introversion ».

#### **Postéro-Latérale (« PL »)**

- située en partie postérieure et plutôt latérale des membres (plus prolongement au niveau du tronc)
- constituée de muscles surtout abducteurs et/ou rotateurs externes (*latéraux*)
- si dominance : ouverture au niveau des ceintures en RE (*RL*)
- correspondance à attitude d'« aller vers », de sociabilité, d'extraversion.

La « dominance » de chaîne ne donne jamais une typologie « pure » ; ces dominances, dans leurs rapports entre axe vertical et axe horizontal et dans la façon dont elles occupent les différentes zones du corps, peuvent se renforcer mutuellement mais peuvent aussi se « compenser » et s'équilibrer pour donner toutes les nuances et variétés d'organisations toniques de la musculature, de morphologies, de postures et de typologies de mouvement, autant qu'il peut y avoir d'orientations psychiques susceptibles de déterminer ces mêmes dominances.

### **2.3.4.2 Principe de chaînes de Léopold Busquet**

#### 1. *Intérêts :*

- conception basée sur la dynamique (posture, équilibre, mouvement) du fonctionnement des chaînes musculaires
- mise en évidence de l'organisation précise et lisible des « enchaînements » de muscles, selon leur continuité d'orientation. Cette systématisation s'avère plus claire et plus facile d'application dans une analyse stricte du mouvement et du rapport des différents segments.
- observation et analyse de leur interdépendance avec le viscéral... (et si les aspects psycho-comportementaux n'y sont pas développés, les liens que l'on connaît entre viscéralité et affectivité pourraient permettre, en psychomotricité, la réintroduction de cette dernière dimension dans les rapports décrits ici entre contenant et contenu).

Cette systématisation des chaînes s'avère plus claire et plus facile d'application dans une analyse stricte du mouvement mais peut rester relativement instrumentale.

#### 2. *Principe :*

Le fonctionnement corporel doit pouvoir répondre aux trois lois fondamentales qui le régissent : équilibre, économie et confort. Tout désordre, même et surtout d'origine interne viscérale, engendrera des compensations au niveau musculaire afin de permettre le rétablissement de l'équilibre, du confort, puis de l'économie.

Dans cette perspective générale, la statique posturale est assurée par une chaîne postérieure, fasciale (ainsi que par le jeu des pressions intra abdominales et intra thoraciques) ; l'équili-

bration, elle, est assurée par les muscles des plans profonds (para vertébraux) et la fonction dynamique par lesdites chaînes musculaires.

Ces chaînes, dites, donc, « de mouvement », et au nombre de 4 (en fait, 4 à D. et 4 à G.), sont envisagées ici au niveau du tronc, avec des muscles-relais vers les ceintures, les membres, les cervicales et la tête (le prolongement de ces chaînes dans les membres réaliseront des chaînes « de flexion » ou « d'extension », à trajet sinusoïde).

Elles se composent de

2 chaînes droites (en fait, 2 ant. et 2 post.)

2 chaînes croisées (en fait, 2 ant. et 2 post.)

3. *Description* :

- Chaînes droites, qui ont un trajet vertical et médian :

**Chaînes droites antérieures**

**au niveau du tronc**

intercostaux moyens (*internes*)

grands droits de l'abdomen (*droits de l'abdomen*)

muscles du périnée

**relais**

ceinture scapulaire : petit pectoral / triangulaire sternum (*transverse du thorax*)

membre sup. : grand pectoral / grand rond

cervicales / tête : scalènes et sterno-cleïdo-mastoiïdien

membre inf. : psoas-iliaque

**rôles**

enroulement (flexion globale de la CV) en dynamique

participation à la stabilité du tronc en association avec les postérieures

**Chaînes droites postérieures**

**au niveau du tronc**

para-vertébraux

petits dentelés postéro-sup. et postéro-inf. (*dentelés post-sup. et post-inf.*)

**relais**

ceinture scapulaire : trapèze

membre sup. : grand dorsal et grand rond

cervicales / tête : splénius et trapèze sup.

membre inf. : grand fessier

**rôles**

déroulement (extension globale CV) en dynamique

participation à stabilité du tronc en association avec les antérieures.

[ *l'action coordonnée des chaînes ant. et post. permet l'équilibre entre flexion et extension, avec redressement des courbures et autograndissement (l'excès de tonus dans les deux ensemble donne un tassement des courbures) ...* ]

- Chaînes croisées, qui ont un trajet oblique sur le tronc, de l'iliaque à l'épaule opposée, et nommées « droite » ou « gauche » selon qu'elles partent de l'iliaque droit ou gauche...

### Chaînes croisées antérieures

sur la face antérieure du tronc ;

exemple / description ici de la « croisée antérieure gauche » :

trajet : de l'iliaque (*os coxal*) gauche à l'épaule droite.

#### au niveau du tronc

petit oblique G (*oblique interne G*)

grand oblique D (*oblique externe D*)

intercostaux int. G et ext. D (*intercostaux intime G et ext. D*)

#### relais

ceinture scapulaire : petit pectoral D / grand dentelé D. (*dentelé antérieur*)

membre supérieur : grand pectoral D

cervicales / tête : scalènes D / SCM D.

membre inférieur : pyramidal de l'abdomen G (*pyramidal G*)

#### rôles

torsion antérieure du tronc en dynamique avec rapprochement de l'épaule D et de la hanche G vers l'ombilic (détermine une attitude de fermeture avec flexion et RI (*RM*) si elle est utilisée en statique).

### Chaînes croisées postérieures

sur la face postérieure du tronc ;

exemple / description ici de la « croisée postérieure gauche » :

trajet : de l'iliaque (*os coxal*) gauche à l'épaule droite.

#### au niveau du tronc

carrés des lombes D et G, fibres ilio-lomb.G et costo-lomb.D

petit dentelé postéro-inf. D (*dentelé post-inf. D*)

(intercostaux ext. G et int. D) (*intercostaux ext. G et intimes D*)

#### relais

ceinture scapulaire : trapèze inf. D

membre sup. : grand dorsal D

cervicales et tête : splénius du cou et de la tête D

membre inf. : grand fessier G

#### rôles

torsion postérieure du tronc en dynamique avec rapprochement de l'épaule D et de la hanche G vers L3 (donne une attitude d'ouverture avec extension et RE (*RL*) si elle est utilisée en statique).

[ remarque : les muscles relais sont presque les mêmes :

*droites et croisées ant. : ceinture scap : petit pectoral, membre sup : grand pectoral, cervicales / tête : scalènes et SCM, membre inf : psoas*



*droites et croisées post. : ceinture scap : trapèze, membre sup : grand dorsal, cervicales / tête : splénius, membre inf : grand fessier...]*

L'activité des différentes chaînes musculaires permet de réaliser tous les mouvements du corps, dans les infinies variations des composantes de base (flexion, extension, torsion), à condition que ces chaînes soient libres de toute influence viscérale.

La distance entre ces deux principes de base, GDS et Busquet, des chaînes musculaires a pour intérêt de mettre en relief des aspects nuancés d'une même réalité.

En dehors de la grande similitude entre les chaînes « droites » de L. Busquet et les chaînes « médianes » de G. Struyf-Denys, il est à noter que toutes les chaînes musculaires sont décrites comme reliées au diaphragme... qui devient carrefour essentiel de la posture et du mouvement...

Cependant, il est à noter que toutes les chaînes musculaires sont décrites comme reliées au diaphragme..... qui devient carrefour essentiel de la posture et du mouvement.....

## 2.4 Mouvement et coordination

Le mouvement, mobilisation des segments corporels les uns par rapport aux autres, a pour fonctions d'assurer :

- le déplacement et l'orientation du corps dans l'espace
- les différentes actions sur l'environnement
- la recherche d'informations vers l'extérieur
- la satisfaction des besoins et l'évitement de la douleur (protection de l'intégrité)
- la communication et l'expression...

Les fondamentaux de la mobilité humaine sont la marche, la préhension et la parole, mais au-delà du seul aspect instrumental, le mouvement est aussi « organe de perception »..., perception de l'espace, du temps, de soi et de l'autre... et la motivation ultime du mouvement se retrouve en permanence dans ces aspects de relation, d'expression, d'intention et d'émotion.

### 2.4.1 Structures de base du mouvement

La première condition du mouvement est l'inéluctable gravité, cette force extérieure orientée et constante ; le support du mouvement est la nécessaire tonicité musculaire et toutes les variations de cette activité ; et le point de départ du mouvement est la posture...

Le mouvement vient toujours comme une transformation de l'équilibre et implique des perpétuelles adaptations / évolutions de la posture de base. L'activité posturale devient une condition du mouvement (le tout petit ne peut, par exemple, disposer d'une vraie liberté gestuelle des bras que s'il est capable de soutenir la position de son dos...). Mais en deçà de cette nécessaire coordination des fonctions posturale et dynamique (axiale et périphérique), le mouvement commence à s'organiser au sein même de chacune de ces « unités fonctionnelles » (colonne vertébrale et membres),



selon des schémas organiques spécifiques.

### 2.4.1.1 Aspects mécaniques

Sur le plan physiologique, cette organisation du mouvement suppose, bien sûr, l'intégrité des systèmes locomoteur et nerveux.

La mobilité corporelle, selon les travaux de S. Piret et MM. Béziers, est basée sur cette existence d'« unités motrices fonctionnelles » que sont les membres et le tronc, et dont la coordination globale se fait progressivement, à partir des mobilités spécifiques développées à l'intérieur de ces différentes unités.

Dans chacune de ces unités, la mise en tension de la structure, nécessaire pour la mise en mouvement, est soutenue par le principe d'opposition des rotations inverses de deux segments (torsion) d'une unité fonctionnelle ; cette double rotation se résolvant en une flexion de l'articulation intermédiaire (exemple : par l'action du biceps, les légères RM du bras et RL de l'avant-bras se résolvent en flexion du coude).

Pour la coordination des différentes unités entre elles, le point d'appui du mouvement peut se faire soit au tronc (avec mouvement de base d'enroulement / déroulement), soit aux extrémités (pieds avec appui au sol, ou mains avec « appui » sur l'objet...).

### 2.4.1.2 Principe du « mouvement spiralé »

Le mouvement « organique » (respectant au mieux la physiologie qui le sous-tend) s'inscrit dans un espace courbe, suit une trajectoire de spirale combinant les trois dimensions de l'espace, et se traduit par un mouvement de torsion, en enroulement ou en déroulement, selon que la rotation est associée à une flexion ou une extension.

Cette torsion (ou « mouvement spiralé ») :

- est inscrite dans la structure même du système locomoteur, lisible à plusieurs niveaux :
  - la forme des os, « tordus » sur eux mêmes,
  - la conformation des différentes articulations,
  - la localisation des insertions musculaires (et parfois la torsion des tendons ...),
  - le trajet même des muscles dans une orientation oblique leur permettant de combiner, le plus souvent, plusieurs paramètres de mouvement (donnant plus de liberté dans les trois plans de l'espace et une coordination plus fine) et induisant une composante rotatoire dans le mouvement de l'os...
- est soutenue par le fonctionnement musculaire en « chaînes » : les muscles pluri-articulaires (ainsi que les fascias) font la transmission du tonus et de l'action en « chaînes cinétiques » permettant de développer des schémas de mouvement et des coordinations adéquats et permettant également de restituer un maximum d'énergie cinétique avec un minimum d'effort musculaire.

Ces différentes coordinations, intégrées au cours de l'évolution psychomotrice, vont être d'autant plus efficaces, économiques et harmonieuses, qu'elles respecteront ce principe organique du mouvement qu'est la spirale. Dans le principe G.D.S., le mouvement spiroïde est utilisé pour unifier les

chaînes musculaires autour de la chaîne articulaire dans une action synchrone, au service de la précision et de l'équilibre du geste.

Notons que ce principe du mouvement spiralé n'est pas propre à l'organisation humaine mais concerne aussi les autres ordres de la nature, et inscrit notre corps dans une trame universelle...

## 2.4.2 Développement du mouvement

Le mouvement coordonné, adapté et efficace n'est pas une donnée (totalement) innée et doit suivre une certaine évolution, durant les premières années de la vie, avant d'atteindre son niveau d'adéquation optimal. Cependant, la motilité, elle, est inhérente à « l'animal humain » (qui fait partie des êtres « animés »...) et commence à se manifester dès le tout début de la vie, in-utéro encore ; et même s'il semble illusoire de déterminer quel serait ce premier moment du mouvement, une reconsidération du développement fœtal ne peut qu'apporter un certain éclairage sur la compréhension de la dynamique corporelle....

### 2.4.2.1 Embryologie

*sous forme de rappel des seuls grands stades embryonnaires qui mettraient en lumière les « premiers mouvements » décelables chez l'individu...*

La première organisation cellulaire prend la forme, par accolement des deux couches cellulaires primaires, du « disque didermique » devenant ensuite tridermique et dont la destination des feuillettes peut orienter partiellement certains liens ultérieurs entre les différentes structures de l'organisme :

- l'ectoderme qui donnera la peau et le tissu nerveux
- le mésoderme qui donnera les os, la musculature et les viscères
- l'endoderme qui donnera les muqueuses digestives et respiratoires

Cette formation primitive va évoluer, avec prolifération et différenciation cellulaire, et va être l'objet de plusieurs remaniements de formes :

- Mouvements de « plicature » de l'embryon :  
Le disque embryonnaire va passer (4<sup>ème</sup> semaine de gestation) de sa forme plate à celle d'un volume, avec un « mouvement » de double enroulement :
  - enroulement transversal :  
les parties latérales s'incurvent et se rejoignent sur la ligne médio-ventrale, ce qui a pour effet la refermeture, en profondeur, de l'entoblaste en tube intestinal (sauf au niveau de l'ombilic), transformant un espace initialement externe en espace interne, ouvert au transit d'objets externes... (les muqueuses sont de véritables « peaux internes »...)  
[ ce tube intestinal est d'abord fermé aux deux extrémités puis s'ouvre, en fin de 4<sup>ème</sup> semaine pour l'extrémité céphalique, fin de 7<sup>ème</sup> semaine pour l'extrémité caudale, et devient fonctionnel en 8<sup>ème</sup> semaine avec la déglutition... ]
  - enroulement longitudinal :  
les extrémités céphalique et caudale se replient vers la face ventrale et se rapprochent

l'une de l'autre, donnant la forme enroulée caractéristique qui sera conservée pendant tout le reste de la gestation (et laissera son empreinte jusque bien plus tard encore...).

- **Mouvements de rotation des membres**

Les bourgeons des membres supérieur et inférieur poussent d'abord latéralement (dans un plan frontal) puis modifient leur positionnement, (environ 7<sup>ème</sup> semaine) avec :

- un déplacement, vers l'avant, de ce plan frontal vers le plan sagittal
- une rotation sur leur axe long :
  - rotation médiale pour l'ensemble du membre inférieur (90°)
  - rotation latérale du bras (90°) et rotation médiale de l'avant-bras (180°)

entraînant une dynamique en spirale dans l'ensemble de la structure (os, muscles, dermatomes...)

- **Mouvements globaux**

A partir de la 8<sup>ème</sup> semaine, le fœtus va être animé de certains mouvements, encore peu amples, tels que des ondulations de l'axe vertébral (enroulements / déroulements), des déglutitions (accompagnées de flexions de la tête) ; mouvements qui vont ensuite diffuser vers les membres et devenir perceptibles vers la 16<sup>ème</sup> semaine.

Dès in-utéro, le mouvement axial d'enroulement sera au service de la relation main / tête (et plus spécifiquement main / bouche), alors que le mouvement axial de déroulement sera au service de la relation pied / tête (action de repousser, réflexe tonique postural engageant la CV.)

Dans la suite du développement ex-utéro, l'enroulement de l'axe vertébral sera encore initié / soutenu par la fonction digestive elle-même (enroulement de la tête par la déglutition, enroulement du bassin par la retenue anale) ; le déroulement sera, quant à lui, initié / soutenu par la fonction posturale / dynamique (redressement et marche) et l'activité sensorielle... ; progressivement, ces différentes fonctions viscérales et motrices trouveront leur autonomie (relative..., puisqu'il restera trace de ces étroites relations). Se retrouvent ici deux des « structurants de base » du développement individuel, soutenus par le tonus et le mouvement, et que sont

- le tube digestif (axe d'espace / volume, affectif)
- la colonne vertébrale (axe spatial d'orientation et d'autonomie)
- la peau (surface d'unification, relation dedans / dehors)

*[ in-utéro, la sensation de contact est intimement associée à la celle du mouvement ; sera liée ultérieurement au tonus... ]*

## 2.4.2.2 Evolution du mouvement ex-utéro

Ce cheminement se fait à partir des réflexes de base, vers une motricité volontaire, consciente et coordonnée, en passant par les divers automatismes et mouvements involontaires. Les schèmes de mouvements / réflexes sont nombreux, des plus simples aux plus complexes ; certains d'entre eux, archaïques, s'effacent plus ou moins tôt, d'autres persistent comme toile de fond de toute la motricité ultérieure tels que, par exemple, le réflexe tonique postural, le réflexe labyrinthique de redressement de la tête etc...etc...

La progression de la motricité n'est possible que grâce aux différents contrôles sensoriels et sensitifs (extéroception, proprioception, intéroception).

Le parcours global de cette évolution se fait, en suivant la maturation neurologique, dans les orientations :

- céphalique / caudale :

bouche	succion	axe digestif / satisfaction
yeux	regard	axe CV. / relation
main	contact	préhension / objet
ped	appui	redressement / environnement

- proximo / distale :  
avec la diffusion des premières mobilités axiales vers la périphérie et à la faveur du processus d'équilibration de la bipolarité hypotonie / hypertonie.

Les schèmes de base du mouvement « réflexe / coordonné » sont donc d'abord des « schèmes spinaux », avec les mouvements d'enroulement / déroulement puis de torsion de la colonne vertébrale ; ils se développent ensuite au niveau des membres,

- selon les trois grands stades :  
 stade « homologue » : mouvements associés / symétriques du haut ou du bas du corps (deux bras ensemble / deux jambes ensemble)  
 [ âge nourrisson à préhension main - bouche ... ]  
 stade « homolatéral » : mouvements associés / symétriques côtés droit ou gauche (bras droit et jambe droite ou id. à gauche)  
 [ jusqu'à début retournement / ramper ... ]  
 stade « controlatéral » : mouvements associés / symétriques haut du corps (bras) d'un côté avec bas du corps (jambe) côté opposé (fonctionnement croisé)  
 [ période ramper / 4 pattes ... ]
- pour chacun de ces stades le mouvement peut être soit
  - de se repousser, favorisé, chez le tout petit, par le couché ventral pour la mobilité du tronc par rapport au support et le début du déplacement...
  - d'aller vers, favorisé par le coucher dorsal pour la libération des membres supérieurs et des mains vers la préhension et la manipulation...

L'empreinte de ces trois stades d'évolution pourra, plus tard, rester plus ou moins marquée dans la typologie du mouvement, quant à son déploiement dans les différents plans de l'espace.

[ *homologue : mvts. prédominants en plan sagittal*

*homolatéral : mvts. prédominants en plan frontal*

*controlatéral : mvts prédominants dans le plan transversal*

*de torsion ; ce dernier stade d'élaboration amenant aux mouvements organiques « spiralés » ... ]*

Par ailleurs, un travail de « ré information sensorielle » et de prise de conscience des différentes mobilités corporelles (actives par le patient lui-même ou passives dans les mobilisations par le thérapeute), pourra être d'autant plus structurant et organisateur qu'il respectera l'évolution selon ces différents stades. Il pourrait donc être judicieux de proposer d'abord les mouvements de flexion / extension, qui renvoient au mouvement fondamental d'enroulement / déroulement (et permettent de conserver une perception de l'axe), puis les mouvements d'inclinaisons / abd.-add. (perception

de la symétrie droite / gauche), puis enfin les rotations et torsions, mouvements « latéralisés » et plus complexes dans les coordinations (et faisant entrer dans un espace tridimensionnel).

Ces différents types de mouvement « semi-coordonnés » ainsi que les divers réflexes persistants se combinent à l'infini pour la construction de schèmes plus complexes, vers les réactions de redressement et d'équilibration, au service de la posture et du mouvement et autorisant l'accomplissement des fondamentaux du mouvement : marche, préhension et parole.

Bien évidemment, le thème « d'analyse physiologique et fonctionnelle » du mouvement oriente le propos de façon sélective, mais il n'est sans doute pas superflu de rappeler que le système locomoteur considéré ici est indissociable de l'ensemble du système viscéral, les organes ayant une motilité propre qui peut, mécaniquement, influencer sur leur contenant ostéo-articulaire. Cette influence de la viscéralité, par ailleurs, se fait aussi par d'autres voies qui sont celles, plus générales, des représentations mentales, des affects, de l'imaginaire et de la parole, liés à la globalité ou aux différentes parties du corps et qui sous-tendent tout son fonctionnement.



# Chapitre 3

## Tonus et posture

Tonus et posture sont intimement liés..., ont comme substrat commun les émotions et l'activité relationnelle... et fondent le mouvement...

### 3.1 Tonus

Le tonus est l'état de tonicité de la musculature, ou niveau de tension, de « contraction » musculaire.

#### Rôles du tonus

Le tonus a pour fonction d'assurer :

- le maintien des positions antigravitaires et de la posture (par le jeu des contractions toniques),
- la préparation à la contraction phasique (mise en tension de l'élasticité musculaire).
- la base de la motricité (volontaire ou non), du langage, de la communication non verbale et de l'expressivité ;
- le soutien (et l'expression) de l'éveil, de la vigilance, de la motivation et de l'intention (en lien avec les facteurs psycho-émotionnels et affectifs).

[ *et il est, accessoirement, facteur de régulation thermique ...* ]

#### Différents niveaux toniques

- le tonus de fond (ou de base) :
  - est constitué de l'état de légère tension, isométrique, des muscles, involontaire et permanente, même au repos (ne disparaît pas non plus au moment du sommeil où il y a persistance aussi des tensions chroniques profondes).
  - maintient la cohésion des différentes parties du corps (et soutient le sentiment d'unité corporelle / de soi)
  - représente le substrat de l'affectivité et des émotions (muscles striés aussi bien que viscéraux) et porte la charge expressive du mouvement.
  - est géré par le tronc cérébral (substance réticulée) et grâce au réflexe myotatique ; il est lié à la vigilance et à l'éveil, dans une influence réciproque

[ *l'endormissement entraîne un avachissement du corps ;  
à l'inverse, le redressement de la posture stimule l'éveil...* ]

et il intervient donc dans la régulation de l'activité perceptive.

ses excès sont dans le sens de l'hypotonie ou de l'hypertonie.

- le tonus postural :
  - représente l'activité tonique minimale permettant la station debout et le maintien des équilibres statiques, en différentes positions, ainsi que dynamiques.
  - garantit un niveau de contraction optimum pour l'action (état de « conductibilité » de la tension) ;  
[ *l'hypotonie ou l'hypertonie engendrent un manque d'efficacité...* ]
  - est sous commande réflexe mais peut aussi être contrôlé volontairement.
- le tonus d'action :
  - se définit par la contraction musculaire permettant l'action et le mouvement ;
  - est en principe intentionnel, sous commande volontaire.

La différenciation entre ces trois niveaux de tonus est, à l'origine, « quantitative » mais peut devenir plus qualitative dans la mesure où il existe une certaine interdépendance entre eux ainsi que des grandes variations et modulations chez chacun... ; dans cet exemple où le fait de penser un mouvement provoque une élévation (très légère...) du tonus dans les muscles effecteurs de ce mouvement, il reste difficile d'attribuer ce nouveau niveau tonique local à l'une des catégories considérées...

### **Mise en place et évolution du tonus**

Le processus de développement du tonus, dans ses aspects fondamentaux, est fonction, avant tout, de l'élaboration de la commande nerveuse (la maturation évoluant dans les sens céphalique-caudal et proximo-distal comme déjà indiqué...).

L'évolution globale se fait de l'hypertonie en flexion des membres et l'hypotonie de l'axe vers une augmentation du tonus d'extension au niveau du tronc avec son redressement (globalement en place vers 6 mois...) et le relâchement des fléchisseurs au niveau des membres.

Elle se déroule en rapport avec l'expérience de la pesanteur,

[ *chez le nouveau-né, il y a augmentation de tonus des parties du corps en appui, puis, un peu plus tard, cette réaction s'inverse, donnant une augmentation de tonus des muscles opposés à l'appui, par l'intervention du réflexe tonique labyrinthique de redressement de la tête et de repousser du sol...* ]

avec une importance décisive des réactions tonico-émotionnelles, dans la diminution ou l'augmentation de tonus selon la satisfaction ou l'insatisfaction (en relation étroite avec la viscéralité... et l'affectivité...)

### **Régulation tonique et organisation du mouvement**

à partir de la bipolarité de base (extrêmes d'hyper. et hypotonie...), il y aura, outre l'équilibration du tonus entre l'axe et la périphérie, affinement des nuances toniques dans les différentes musculatures, au service des coordinations de plus en plus fines et complexes. Cette évolution est liée aux expériences et apprentissages moteurs, à la sensorialité ainsi qu'au contexte psychoaffectif.

Elle se développe selon les différents axes mis en évidence au chapitre précédent.



## 3.2 Posture

« façon de se tenir, façon d'être »... aussi bien corporelle que psychique...

Le terme de « posture », que nous allons retenir dans ce cours car appartenant plus spécifiquement au vocabulaire de la physiologie générale, serait à nuancer avec celui « d'attitude »...

L'attitude représente une organisation tonique relativement constante (mais pas pour autant définitive...), une sorte de structure de base, et se rapproche ainsi de la morphologie en ce sens qu'elle donne une certaine « forme » au corps, propre à chaque individu ; l'attitude corporelle constituerait par ailleurs l'autre versant de l'attitude psychique engagée dans les perceptions, la pensée et les comportements.

La posture, quant à elle, reste plus modulable et, se rapprochant de la « position », dépend plus directement de l'activité en cours, des habitudes gestuelles et de l'état du moment. Une définition de la posture serait : « la disposition relative des différents segments corporels dans l'espace formant une position d'ensemble stable ». Il existe donc une infinité de postures possibles, cependant, les termes de « posture » ou « postural », font référence le plus souvent et tacitement à la position debout.

La posture fait le lien (influences réciproques / carrefour...) entre la morphologie / attitude et la façon de bouger (« style moteur »).

Le rôle de la fonction posturale est de maintenir la station debout malgré la gravité et de maintenir l'équilibre lors du mouvement. Elle sert de base au mouvement (position de base sur laquelle se développe celui-ci) et il y aura alors « ajustement postural préparatoire » (« pré-mouvement »), afin d'assurer les appuis, l'orientation et la coordination du geste et du déplacement.

Dans le développement de l'enfant, il n'y aura pas de mouvement finalisé possible sans acquisition de la fonction posturale.

La posture va être essentiellement déterminée par les points d'appui qu'elle met en jeu avec son support (le sol...), ainsi que par sa « dynamique ». Les zones corporelles préférentiellement « bases d'appui postural » sont celles en contact / support avec le sol (pieds / membres inférieurs en debout), ainsi que le bassin et l'axe vertébral (auxquels s'ajoutent des « appuis intermédiaires » si le mouvement concerne les extrémités).

[ L. Busquet synthétise l'activité posturale comme devant permettre le respect des trois grandes lois de fonctionnement du corps : « équilibre, confort et économie »... en cas de problème, l'adaptation se fait pour conserver d'abord l'équilibre, puis le confort mais au détriment de l'économie ...]

L'activité posturale s'appuie sur le tonus musculaire dont les variations vont influencer sur la qualité de la posture : énergie engagée, optimisation par rapport à l'objectif, charge expressive...

### 3.2.1 Activité posturale

Elle représente, en terme d'activité et non de structure, le travail musculaire en vue d'assurer :

- le maintien de la posture (et particulièrement la station debout) avec les positionnements :
  - antigravitaires (soutien et équilibre) :
    - prises d'appuis « au sol »,
    - résistances aux forces extérieures,

[ *et internes de mouvement...* ]

- de lutte contre la tendance au tassement (enroulement / fermeture).
- directionnels (orientation spatiale du corps et des segments à mobiliser),
- segmentaires (stabilisation de certaines articulations).
- le maintien de l'équilibre avec les réactions :
  - d'élargissement des appuis et d'abaissement du centre de gravité,
  - d'égalisation de la pression sur les surfaces d'appui,
  - de redressement et de retournement pour stabiliser tête et regard.

L'activité posturale peut donc être soit anticipative pour préparer le mouvement, soit rétroactive pour récupérer l'équilibre.

### 3.2.2 Gravité et équilibre

L'activité posturale est organisée par rapport à cette donnée de base qu'est l'attraction terrestre et a pour but d'établir un certain équilibre avec cette force, dans une énergie et un mouvement de direction opposée (vers le haut), permettant de « décoller » du sol et de trouver la mobilité et la liberté de mouvement. Le « réflexe tonique postural » (toute pression sur la plante des pieds déclenche une augmentation du tonus des extenseurs) y joue un rôle majeur.

La position du centre de gravité (point virtuel, non matérialisé) dépend de la répartition des masses et donc de la position corporelle ; en position debout, ce centre se situe juste en avant de la 3<sup>ème</sup> lombaire.

[ *un peu plus haut c/o l'homme que c/o la femme...* ]

L'équilibre correspond à la projection du centre de gravité dans le « polygone de sustentation » (avec un équilibre moins stable et demandant plus d'efforts si cette projection, dans le cas d'une posture mal centrée..., se situe plus en périphérie...).

L'équilibre est indissociable de la posture et la fonction d'équilibration doit permettre, dans son aspect statique, le maintien de la posture en dépit de forces contraires, ainsi que, dans son aspect dynamique, l'adaptation permanente du rapport aux appuis afin d'assurer la poursuite du mouvement ou du déplacement.

En réalité, la construction du corps humain, avec un centre de gravité plutôt haut placé, favorise bien plus le mouvement que la stabilité (la capacité à se maintenir en équilibre stable se développe plus tardivement que celle à se mobiliser...)

### 3.2.3 Dynamiques de la posture

La posture est sous tendue par deux systèmes de fonctionnement :

- le « système antigravitaire » qui permet d'assurer le repousser du sol, dans toutes les positions intermédiaires entre allongé au sol et debout.
- le « système d'auto grandissement » qui concerne la dynamique même de la posture « debout » (et plus particulièrement de la CV).

[ être réellement « debout », c'est être verticalisé sur ses deux pieds... mais surtout aussi en dynamique d'auto-grandissement, d'ouverture ...]

### 3.2.3.1 Système antigravitaire

Cette « négociation » avec la gravité, afin que le corps ne reste pas collé au sol, est assurée essentiellement par :

- le squelette osseux, permettant le maintien de la forme / position.
- les fascias, et surtout le plan postérieur, mis en tension par la tendance au déséquilibre antérieur du corps  
[ en position debout, il existe un déséquilibre ant. du corps, dans l'organisation squelettique (niveau tête et chevilles), la posture devient instable mais plus dynamique ...]  
*Les fascias permettent le soutien de cette posture, les muscles servent à la re-équilibration permanente ...]*
- la musculature « antigravitaire », composée essentiellement des extenseurs / rotateurs externes qui permettent le repousser du sol dans l'allongement des membres inférieurs ainsi que le déploiement vers la verticale dans le déroulement de la colonne et l'ouverture des ceintures. Les paravertébraux les plus profonds (transversaires-épineux surtout) travaillant « par bouffées » (ou « en rafales ») assurent, de façon plus précise, la re-équilibration permanente des oscillations antéro-postérieures et giratoires du corps sur ses appuis.

Son bon fonctionnement implique :

- une proprioception fine, particulièrement celle de la plante des pieds et du rachis, (les tendons et ligaments servent d'« avertisseurs proprioceptifs »...)
- une vigilance tonique suffisante,  
[ les muscles posturaux sont très « proprioceptifs » ; les informations proprioceptives ayant un effet d'activation de la SR et d'augmentation de la vigilance (et inversement) ...]
- une disponibilité aux mouvements fins de l'axe et des appuis.

### 3.2.3.2 Système d'auto grandissement

C'est la véritable « dynamique » de la posture debout..., permettant l'allongement de la colonne vertébrale (atténuation des courbures et délassement vertébral), grâce :

- aux chaînes musculaires :  
PAAP du « principe GDS » ou bien  
Droite Postérieure et Droite Antérieure du « principe Busquet » (post. pour redressement des cyphoses, ant. pour redressement des lordoses),
- à la ceinture abdomino-lombaire...

La musculature posturale dans son ensemble sera donc essentiellement constituée des muscles

- extenseurs profonds des membres inférieurs
- rotateurs externes des ceintures
- extenseurs de l'axe vertébral ou **paravertébraux**

(**long dorsal** et **sacro lombaire** pour les étages lombaire et thoracique, complexus et splénius pour la portion cervicale ainsi que, pour l'ensemble de la colonne, le **transversaire épineux**... L'action de ces extenseurs est complétée, pour l'autograndissement de l'axe, par celle de deux muscles antérieurs : le **long du cou** et le **psaos**).

- ceinture abdomino-lombaire avec les muscles : **transverse de l'abdomen, grands et petits obliques** de l'abdomen (obliques internes et externes), **carrés des lombes** (obliques et carrés ayant aussi une fonction dynamique)

Etre « debout » (en humain...) suppose, en plus d'être verticalisé sur ses deux pieds, d'être :

- stable sur ses appuis et solide dans son axe,
- disponible vers la mobilité,
- et ouvert sur sa face relationnelle...

L'enfant construit sa tonicité axiale, dans les six premiers mois de la vie, pour passer de l'hypotonie primaire de sa CV et de sa posture préférentielle d'enroulement, à une activité et un tonus des extenseurs lui permettant de dérouler son axe, de se redresser, de se soutenir par lui-même dans la verticalité.

Cette verticalisation dépend des premiers rapports avec l'appui, la façon dont le portage a été donné / reçu, la sécurité qui a pu y être trouvée pour permettre l'autonomie...

### 3.2.4 Contrôle de la posture

L'activité posturale est au carrefour des fonctions motrices, sensibles et sensorielles et est, dans l'activité quotidienne, gérée de façon automatique, même si un contrôle volontaire peut également intervenir.

Elle est donc gouvernée :

- par le système extra-pyramidal (qui s'adresse, au niveau musculaire, principalement aux extenseurs)  
[ *les influx pyramidaux (motricité volontaire) ont un effet activateur sur les fléchisseurs, inhibiteur sur les extens...* ]
- au niveau de voies réflexes, avec le réflexe myotatique essentiellement (à finalité surtout posturale et concernant plutôt les muscles anti-gravitaires).  
[ *appelé aussi « réflexe d'étirement » et déclenché lors d'étirements brusques ou importants du muscle, par le fuseau neuro-musculaire. (interne au muscle) et par l'organe tendineux de Golgi...*  
*Ce réflexe est inhibé par la voie pyramidale, renforcé par la voie extra-pyramidale...* ]

L'activité posturale est en connexions nerveuses avec les centres de l'éveil et des émotions et est coordonnée, par le cervelet, à la motricité volontaire.

Elle se trouve, en fait, au carrefour des voies nerveuses

- motrices
- intéroceptives / proprioceptives :
  - dans leur aspect de perception de la configuration plastique du corps ;

- avec la proprioception dans son ensemble et plus spécifiquement aux niveaux de la voûte plantaire et du cou, le contrôle postural se faisant alors, ici, dans le sens ascendant, des pieds vers la tête.

*[ pour la voûte plantaire, avec le réflexe « tonique postural » dans lequel une pression sur la plante des pieds provoque une élévation du tonus des extenseurs ;*

*pour le cou avec l'importance du regard dans l'équilibre.*

*L'activité des extenseurs est liée de façon importante à la gravité (cette tonicité diminue chez les cosmonautes)...*

- labyrinthiques (oreille interne) avec le « réflexe tonique labyrinthique » (ou « vestibulo-spinal »), réflexe de redressement de la tête sur le cou et le reste du tronc, grâce, surtout, à la perception des modifications de la posture par rapport à la gravité.
- sensorielles (extéroception) :
  - le tact, dans la perception des pressions cutanées par les « gravicepteurs ».
  - l'audition, servant au repérage du champ spatial.
  - la vision, aidant, entre autres, à déterminer la verticale... et constituant un véritable « point d'appui », un référentiel important dans l'équilibration et le maintien de la posture.

*[ en cas de chute ou perte d'équilibre, la posture est retrouvée par la tête d'abord pour rétablir le champ visuel en premier... (l'extension de la tête, d'ailleurs, stimule le réflexe d'extension des membres inférieurs.)...]*

Cette référence visuelle de la posture est prédominante chez l'enfant jusque vers 4 ans, avec contrôle de la posture dans le sens descendant, de la tête vers les pieds et stratégie de fixation tête/tronc si l'équilibre devient précaire. Cette référence visuelle constitue un « référentiel exocentré », la référence proprioceptive, dite « référentiel égocentré », deviendra ensuite prédominante avec l'affinement des coordinations de la musculature posturale.

Par la convergence de toutes ces informations perceptives, l'activité posturale est directement articulée à l'intégration du schéma corporel,

- dans son aspect de modèle spatial du corps avec la perception de la géométrie corporelle, de la masse des différents segments, de la verticalité / gravité...
- dans son aspect de sens kinesthésique avec la proprioception mais aussi bien l'extéroception et la viscéroception,
- dans son aspect de représentation, avec un ensemble d'images, en stock, de postures variées et de multiples potentialités de mouvement.

### 3.3 Tendances posturales individuelles

Elles racontent l'histoire de l'individu...

et se traduisent dans et par « l'équilibre », très personnel, des tonicités des différents muscles, et déterminant l'attitude de base spécifique à chacun.

Elles sont étroitement liées :

- à la morphologie (elle même jamais définitive...),
- à l'« héritage » corporel (au sens de l'intégration gestuelle et posturale par mimétisme / dialogue tonique...),
- aux activités sportives, professionnelles ou autres,
- à l'histoire psychoaffective, à l'imaginaire et aux tendances comportementales...

Elles s'organisent progressivement, selon le jeu subtil d'action / relâchement des muscles et groupes musculaires, de leur hyper- ou hypoactivité, selon la répartition spécifique de ces tensions sur l'ensemble du corps (diffusions en chaînes, asymétries, systèmes de « compensation »... etc...).

[ une dissymétrie de la répartition des tensions très accentuée risquera de compromettre plus rapidement les fonctions posturales et dynamique... ]

Elles peuvent dépendre, par exemple... :

- d'habitudes gestuelles ou comportementales : la contraction musculaire répétée se transforme en tension (de raccourcissement ou concentrique - à différencier d'une tension en étirement ou excentrique...),  
[ une tension d'étirement, se trouvant au niveau de l'« ouverture » de la posture, vient toujours en compensation d'une tension de raccourcissement... ]  
puis s'installe une perte d'élasticité (difficulté d'allongement / perte de souplesse) et une chronicisation en véritable rétraction (le muscle garde sa position courte, son aponévrose se fibrose...).
- de gestuelles ou de réactions motrices, à charges affectives, régulièrement engagées mais retenues, non résolues, et dont l'énergie de tension, réprimée, resterait engrammée dans la musculature concernée ;
- de mouvements au sens d'émotions (des « é-mouvirs »...) dont les pôles de représentation ou de symbolisation feraient défaut et qui ne pourraient circuler que dans la mise en acte, en geste... (« somatisation »).

Dans une posture où les raccourcissements musculaires constituent une entrave importante au mouvement et une perte de liberté, il peut convenir de travailler la détente non plus de façon globale uniquement mais en s'adressant de manière spécifique aux musculatures contractées.

Il est alors nécessaire, pour retrouver une vraie disponibilité au mouvement, de viser la détente des muscles raccourcis afin de permettre la réouverture des zones corporelles en état de fermeture, et non pas de renforcer les muscles des régions « trop ouvertes », (dites souvent abusivement « faibles »...) ce qui n'aurait pour résultat que d'ajouter une autre fermeture à la première et d'obtenir une position corrigée, certes, mais au prix d'un surcroît de tensions et d'une perte de disponibilité...

Ce travail de « re-ouverture » concerne ici le plan musculaire, dans ce sens évoqué de détente, de restitution d'une mobilité / souplesse perdue, mais ne peut que concerner aussi les dimensions affectives / émotionnelle / psychique spécifiquement liées aux tensions évoquées, leur « remise en mouvement » et la dialectique entre ces deux plans (somato-psy...).

# Chapitre 4

## Axe vertébral et verticalité

### 4.1 Rappels d'anatomie

#### 4.1.1 Ossature

Elle est constituée des éléments de base que sont les vertèbres, au nombre de

- 24 mobiles : 5 lombaires - 12 dorsales (*thoraciques*) - 7 cervicales
- 5 soudées formant le sacrum (plus 3 à 4 coccygiennes...)  
[ chez l'embryon, il y a formation initiale de 43 « somites », les 5 à 6 dernières constituant un appendice caudal qui régresse ensuite... ; cette segmentation médullaire et radiculaire déterminera une innervation en territoires « horizontaux » au niveau des dermatomes ou myotomes... ]

L'ossification de la colonne vertébrale ne se termine pas avant l'âge de 18/20 ans (âge où commence aussi sa dégénérescence...).

Les vertèbres sont plus volumineuses au niveau lombaire (support du poids), les corps vertébraux plus réduits au niveau cervical, laissant place à plus de mobilité.

La présence des courbures vertébrales, dans le plan sagittal (cyphose thoracique, lordoses lombaire et cervicale), constitue un indispensable système d'amortissement ; elles sont initiées par l'inclinaison du plateau sacré (orienté vers le haut et l'avant, à 40° environ par rapport à l'horizontale).

La position de la colonne dans le volume du tronc est centrale pour ce qui est du plan frontal (et détermine l'axe de symétrie droite / gauche) mais varie, pour ce qui est du plan sagittal, selon les étages et en rapport avec les courbures elles-mêmes :

- niveau lombaire : la CV occupe la moitié post. de l'épaisseur de l'abdomen.
- niveau thoracique : la CV occupe le quart post. de l'épaisseur du thorax.
- niveau cervical : la CV occupe le tiers postérieur du volume du cou.

Le système axial est considéré comme une « double colonne » fonctionnelle :

- la colonne antérieure, constituée  
des corps vertébraux → piliers pour support du poids  
des disques intervertébraux → répartiteurs de pressions
- la colonne postérieure, avec

les arcs et apophyses → protection de l'axe nerveux  
les apophyses articulaires → guidage du mouvement

## 4.1.2 Articulations

La relation articulaire entre les vertèbres, à chaque étage et pour chaque « unité de mouvement », se fait en deux zones différenciées :

- le joint discal en avant (présence du disque fibro-cartilagineux entre les corps vertébraux), avec possibilité de compressions et de glissements ;
- les apophyses articulaires en arrière, avec des conformations différentes selon les étages (incluant des mobilités spécifiques, notamment en C0 / C1 / C2).

## 4.1.3 Musculature

D'un point de vue descriptif, il est plus facile de distinguer les groupes postérieurs et antérieurs, cependant, la classification suivante, en musculatures profonde et superficielle, correspond davantage à la physiologie elle-même et s'appuie sur leurs rôles préférentiels de musculatures posturale ou dynamique.

### 4.1.3.1 Profonde

#### Postérieure

avec les « paravertébraux » qui sont des muscles toniques, de posture, tout autant stabilisateurs qu'extenseurs :

- muscles courts, de vertèbre à vertèbre à chaque étage et sur toute la hauteur de la CV :
  - **transversaires-épineux**  
[ *transverse à 4 épineuses sus-jacentes...* ]
  - inter-épineux et inter-transversaires
- muscles longs, de vertèbres à vertèbres ou vers les côtes, réunis en partie inférieure sous le nom de « masse commune sacro-lombaire » :
  - **ilio-costal**  
[ *de sacrum / os coxal, aux côtes...* ]
  - **long dorsal** (*longissimus*)  
[ *de sacrum / os coxal, aux transverses des dorsales et aux côtes...* ]
  - **épi-épineux** (*épineux*)  
[ *des épineuses de T11 / L2 aux épineuses de T1 / T10...* ]
- muscles sous-occipitaux (C0 / C1 / C2) et muscles cervicaux  
[ *droits et obliques, entre C0 / C1 / C2 ; splénius et complexus, des dorsales hautes et cervicales basses à l'occiput...* ]



### Antérieure

avec des muscles insérés sur certaines portions seulement de la colonne :

- sous occipitaux et scalènes...
- **long du cou**  
[ *des cervicales vers les dorsales (thoraciques) hautes : délordosant des cervicales...* ]
- **psoas**  
[ *des lombaires vers le fémur, avec double action : lordose principalement, délordose dans certaines conditions...* ]
- **diaphragme** (par ses piliers sur les lombaires)
- **transverse de l'abdomen** (son insertion est plus latérale sur les transverses lombaires mais sa situation est antérieure de par son trajet)

### 4.1.3.2 Superficielle

#### Postérieure

des vertèbres vers les structures osseuses voisines (ceintures scapulaire et pelvienne)

- **trapèze** (sup., moyen et inf.)  
[ *C0 / Cervic. / Dors. → clavicule / scapula...* ]
- angulaire de l'omoplate (*élevateur scapula*)  
[ *cervicales → scapula...* ]
- rhomboïde  
[ *Dors. (thoraciques) → scapula...* ]
- petits dentelés (*dentelés*)  
[ *Dors. (thoraciques) → côtes...* ]
- **grand-dorsal**  
[ *sacrum / crêtes iliaques → humérus...* ]
- **carré des lombes**  
[ *lombaires → Iliaque, lomb. → côtes ; iliaque → côtes...* ]
- **grand fessier / pyramidal**  
[ *sacrum → fémur...* ]

#### Antérieure

sans insertion directe sur les vertèbres, mais ayant une influence de mouvement sur la colonne :

- **pectoraux**
- **grands et petits obliques** (*obliques int. et ext.*), grands droits de l'abdomen

## 4.2 Fonctions de la colonne

L'axe vertébral, de par sa position, sa conformation et sa complexité, assure plusieurs rôles fonda-

mentaux dans la structuration de la mobilité corporelle :

- fonction statique en tant que soutien, « pilier » central de la posture ; structure d'appui (tant psychique que physique...).

Dans ce rôle postural, la colonne ne doit pas rester rigide mais doit assurer les adaptations à tout changement de position des éléments périphériques (importance des micro mouvements et de la disponibilité dans tout l'axe)

Sur le plan mécanique, ce mât central est stabilisé par la musculature et sa verticalisation optimale est référée à une ligne de gravité passant, en sagittal, par le CAE (conduit auditif externe), la coxo-fémorale, le centre du genou et un peu en avant de la tibio-astragaliennne (*talocrurale*), ce positionnement correspondant à un travail musculaire minimum et équilibré pour le maintien de la posture debout.

- fonction d'amortisseur où la présence des courbures permet d'absorber les chocs et les pressions (et multiplie par dix la résistance à ces contraintes...).

Ces « amortisseurs » que sont aussi les disques intervertébraux assurent leur rôle grâce à leur teneur en eau qui les rend relativement élastiques et compressibles.

[ dans l'activité quotidienne, l'effet de la pression provoque une perte de l'hydratation avec léger aplatissement discal et peut entraîner jusqu'à 2cm de perte de taille globale...]

Les pressions auxquelles sont soumis les disques ne sont pas dues à la seule pesanteur, mais persistent également en position allongée (environ 20 kg.) comme conséquence de la tonicité musculaire elle-même qui a pour tendance générale à créer une compression entre les deux os d'une articulation. Cependant, cette même dynamique musculaire, dans une sorte d'autocontrôle, peut se transformer en système d'amortisseur actif, grâce aux extenseurs plus spécifiquement, qui, en « refermant » la colonne sur sa partie postérieure, soulagent en partie la compression sur le pilier antérieur des corps vertébraux.

Cette pression sur les disques, au niveau lombaire, est plus élevée en position assise (environ 150 kg...) qu'en posture debout, de par la rétroversion de bassin et la flexion lombaire qui l'accompagne ; afin de soulager cette contrainte, il est indispensable, dans la position assise, de veiller à redresser la position du bassin vers l'antéversion et à décyphoser les lombaires.

- protection de la moelle épinière et des racines nerveuses.
- fonction dynamique et auto-grandissement, développés aux paragraphes « mobilités de la colonne » et « physiologie générale »...

Cette fonction dynamique d'auto grandissement place la colonne au cœur de la fonction posturale étudiée précédemment. L'attitude de l'axe vertébral traduit l'équilibre relatif établi entre les forces de gravité et les processus et stratégies personnelles de redressement / déroulement. Ces deux forces opposées n'étant pas exprimées avec la même qualité à chacun des étages de l'axe, il existe une très grande variété d'organisation des différentes courbures et mobilités.

Cependant, dans cette variété, il est possible de situer deux tendances typiques dont la description a pour intérêt de servir de support / trame et d'orienter une analyse plus fine et plus complète. En effet, cette fonction d'auto grandissement, selon la place qui lui est laissée chez la personne, sera plus ou moins exprimée et lisible dans l'aspect morphologique et le maintien de la colonne, au travers des morphotypes dits « dynamiques » quand les courbures vertébrales sont plutôt accentuées vers l'extension ; « statiques » quand ces mêmes courbures sont plutôt atténuées ou orientées vers la flexion.

- communication entre bas et haut du corps, avec nécessité d'ajustements constants entre :

- les influences montantes des prises d'appui au sol,
- les influences descendantes des mouvements de la tête et du regard ;

(au centre, le diaphragme, carrefour entre l'axe vertébral et les axes horizontaux des ceintures)  
[ avec l'importance particulière de la charnière T12/L1, jonction entre haut / bas et axes horizontaux ; zone d'insertions des psoas et du diaphragme ... ]

- axe référentiel spatial... par rapport auquel s'organisent la géométrie corporelle et la perception même de cette organisation, principalement dans les directions céphalique / caudal et dans les orientations droite / gauche.

## 4.3 Mobilités de la colonne

### 4.3.1 Flexion / extension

Il s'agit des mouvements d'enroulement et de déroulement ; dynamique de base de la colonne vertébrale, et qui participent aussi à la régulation de l'auto grandissement et au respect des courbures. Les amplitudes de mouvement de la flexion et de l'extension sont plus importantes au niveau du segment cervical, puis lombaire et enfin dorsal (*thoracique*) ; cependant, de par la présence des courbures vertébrales qui prédisposent les différents segments dans les cyphoses ou lordoses, une flexion complète et globale de la colonne vertébrale donnera une « ouverture » postérieure plus importante au niveau dorsal (*thoracique*), moindre aux niveaux cervical et lombaire, et inversement pour l'extension.

### 4.3.2 Inclinaisons

ou « flexions latérales », droites ou gauches ; un peu plus amples aux niveaux dorsal (*thoracique*) et cervical que pour les lombaires.

En statique, l'équilibre du travail des muscles responsables de ces mouvements permet l'alignement des vertèbres dans le plan frontal (la scoliose en signe le déséquilibre).

En réalité, la physiologie de la CV fait que ce mouvement d'inclinaison n'est isolé et « pur » qu'avec un contrôle de réajustement, le mouvement organique associant de façon automatique ce paramètre avec une composante de rotation opposée.

### 4.3.3 Rotations

Elles sont assez limitées au niveau lombaire de par la conformation des articulaires ; un peu restreintes au niveau dorsal (*thoracique*) par la présence des côtes et sont finalement plus amples pour les cervicales, ainsi qu'au niveau des thoraciques basses.

Les rotations, ou « torsions » de la colonne constituent un mouvement relativement élaboré, faisant

intervenir un changement d'orientation dans l'espace (généralement guidé par la sensorialité) et des coordinations posturales plus élaborées que pour les autres paramètres.

Les différentes mobilités de la colonne vertébrale sont directement influencées, parfois même engagées, par les mouvements du bassin et il conviendrait d'inclure à ce chapitre-ci l'étude de la mobilité pelvienne. Cependant, participant aussi bien du tronc que du membre inférieur, la ceinture pelvienne sera étudiée avec ce dernier, comme il est fait de façon classique.

## 4.4 Physiologie générale

### 4.4.1 Fonctionnalité de la colonne vertébrale

Cette fonctionnalité de la colonne ne se résume pas aux divers mouvements possibles tels qu'évoqués précédemment mais suppose la prise en compte de la notion plus large d'« axe vertébral » pour lequel sont considérés, outre la colonne dite mobile (lombaires, thoraciques et cervicales), le sacrum (5 soudées) et le coccyx d'une part, ainsi que l'occiput d'autre part, faisant partie du crâne mais constituant, mécaniquement, un « prolongement » aux cervicales

[ *et, à ce titre, appelé « vertèbre crânienne »* ].

Cet axe soutient 3 « sphères » (ou « boîtes ») que sont le bassin, le thorax et le crâne

[ *contenant les organes correspondants ; liées aux 3 diaphragmes - pelvien, thoracique et buccal - et représentant des axes horizontaux par rapport à l'axe vertical...* ].

Les courbures de cet axe peuvent alors être envisagées comme étant de deux sortes :

- courbures « primaires » pour l'occiput, les dorsales (*thoraciques*) et le sacrum, qui subsistent de la grande courbe fœtale en flexion...  
Elles participent à la constitution des sphères et ont un rôle de protection pour les organes qui y sont contenus.  
Elles sont peu mobiles (voire rigides...).
- courbures « secondaires » pour les lombaires et les cervicales, et qui se forment secondairement, par le mouvement lui-même, à l'occasion
  - du redressement de la tête pour les cervicales,
  - de la station debout et de la marche pour les lombaires.
 Elles sont plus mobiles et servent de liaison dynamique entre les sphères.  
[ *avec importance des charnières, entre les courbures...* ]

Ce point de vue d'un axe vertébral incluant le sacrum a le mérite d'introduire une nuance (pour ne pas dire un degré de liberté...) supplémentaire dans le rapport tronc / membre inférieur. En effet, cette jonction est classiquement située au niveau de la coxo-fémorale, le fémur étant alors mobilisé par rapport à l'ensemble du (bloc...) bassin. Si le sacrum est réintégré à l'axe même et si l'iliaque est, par suite, considéré comme étant le « prolongement » du membre inférieur, la jonction tronc / membre est alors reportée au niveau de l'articulation sacro-iliaque à laquelle une part de mobilité va être restituée, si tant est que l'on accepte que la représentation mentale et la conscience du mouvement ont un réel effet sur ce mouvement, son déroulement et sa liberté...

De la même façon, l'association de l'occiput à l'axe vertébral permet d'envisager (et de « mettre en acte »...) une mobilité des cervicales et de la tête totalement intégrée (réintégrée, en accord avec la physiologie) à la mobilité globale de la colonne, là où une véritable « perte de lien » se manifeste habituellement, de par la quasi constante « surcharge tonique » des musculatures du cou et des épaules (et surcharge symbolique du pôle céphalique dans sa place relative au reste du corps...). Il a été souligné par ailleurs, au chapitre 3 « tonus et posture », que l'axe vertébral représente l'élément essentiel de l'activité posturale. L'autonomie de soutien de l'axe vertébral dans la verticalité nécessite un processus de construction par la maturation autant que par l'expérimentation / apprentissage, à partir de cette donnée de base qu'est l'hypotonie axiale. Ce rapport à la verticalité et à la gravité, dans le redressement, reste, quand bien même il est acquis, relativement malléable et évolutif. La dynamique rachidienne est partie prenante des expériences ultérieures, à leurs différents niveaux ; il suffit, par exemple, d'observer la « tenue » axiale des adolescents (qui manque justement ... de tenue...), caractéristique de cette étape d'évolution. Cette évolutivité du rachis s'inscrit entre enroulement originel et « ré-enroulement », dans le processus physiologique qui sous-tend les âges de la vie, avec toute l'ouverture intermédiaire, dans la jeunesse et la maturité, du déroulement... Mais tout au long de ce processus, la dynamique axiale est en permanence sollicitée entre tassement / redressement, entre fermeture et ouverture et dans des variations toniques, plus ou moins locales, qui débordent parfois, souvent..., du côté de la pathologie, que celle-ci soit fonctionnelle ou structurelle. Et avant même d'évoquer la pathologie, les dysfonctionnements toniques sont presque toujours responsables, à minima, de pertes de mobilité et pertes de liberté, mais également de diminutions d'efficacité de la colonne dans l'une ou l'autre de ses fonctions.

## 4.4.2 Dysfonctionnements du rachis

Les souffrances au niveau du rachis sont les plus fréquentes dans les consultations pour problèmes ostéo-articulaires et ont, comme évoqué plus haut, et dans la majorité des cas, une signification, trop rarement prise en compte, psycho-somatique.

Ces dysfonctionnements peuvent se traduire par une modification des courbures physiologiques, accessibles à la simple observation, et dont la description, du moins pour les plus fréquentes, a donc toute sa place dans ce cours. Les autres types de pathologies seront ensuite plus rapidement évoqués.

### 4.4.2.1 Anomalies de courbure

Elles résultent, pour la plupart, d'une augmentation ou d'une diminution du rayon de courbure de la cyphose ou de la lordose, avec toujours une conséquence d'hyper pression soit au niveau des corps vertébraux, soit au niveau des apophyses articulaires...

Leur cause est le plus souvent à rechercher à distance, même si elles sont entretenues par des tensions chroniques locales...

- au niveau lombaire :
  - hyper lordose,
    - [ par tension des para-vertébraux et/ou des quadriceps/psoas ; elle est associée plutôt à un bassin étroit et en antéversion... ]

- « délordose » (perte de la courbure en lordose) ;  
[ *par tension des abdominaux, des ischio-jambiers et/ou des muscles du périnée ; elle entraîne un tassement des disques intervertébraux, elle est associée plutôt à un bassin large et en rétroversion...* ]

Le maintien des lombaires est lié à l'équilibre du rapport bassin / thorax et est assuré par la ceinture abdomino-lombaire (abdominaux / carré des lombes) ; la dynamique des lombaires, elle, dépend plus directement de la position du bassin.

[ *cet ensemble bassin / lombaires constitue la base d'appui pour l'ensemble de l'axe vertébral, le support (suffisant ou insuffisant...) de la verticalité...* ]

- au niveau dorsal (*thoracique*) :
  - hyper cyphose dont la réouverture se ferait par l'action des muscles postérieurs à condition que les tensions antérieures aient été relâchées...  
[ *par tension des pectoraux et/ ou du fascia profond ;  
par perte de tonus des extenseurs (manque de lutte contre la gravité)...* ]

Les dorsales, liées à la cage thoracique, soutiennent l'ouverture du carrefour sternum / épaules, carrefour « relationnel / affectif »...

- au niveau cervical :
  - hyper lordose,  
[ *par tension du trapèze supérieur... ou mauvaise position des dorsales...* ]
  - rectitude cervicale (perte de la lordose physiologique, souvent après un traumatisme),  
[ *par contraction des muscles antérieurs du cou...* ]
  - perte de mobilité de la charnière C0 / C1 (dont la liberté est de toute importance ...).  
[ *par tension des sous-occipitaux...* ]

Les cervicales, passage entre le « corps » et la tête..., elle-même investie du contrôle mental (sur ce corps...), ne sont souvent plus en mesure, de par les tensions musculaires de cette région, de faire ce lien entre les deux pôles céphalique / caudal ; la mobilité du cou est alors souvent « dissociée » de celle du reste de la colonne et le relâchement (de la tête et donc du mental) devient difficile...

- pour la globalité : les scolioses, pour lesquelles les modifications de courbure se font dans le plan frontal et qui donnent donc une déviation en concavités / convexités droites et gauches.  
[ *à cette déviation dans le plan frontal peut être associée une rotation - en sens opposé - des vertèbres, entraînant les côtes, et éventuellement visible sous la forme d'une gibbosité unilatérale lorsque la colonne est portée en flexion...* ]  
Elles existent, sous forme légère, chez une grande majorité de personnes (non perçues ou non décelées) mais peuvent aussi prendre des formes plus sévères, voire invalidantes. Elles apparaissent le plus souvent lors de la poussée de croissance pré-pubertaire, sans que la cause en soit à chercher sur cette seule période... (mais, par exemple, dans les dissymétries crâniennes, par exemple, dues ou présentes à la naissance, et compromettant plus tard l'équilibre axial par les influences descendantes des divers jeux fasciaux et musculaires ; dans les problèmes viscéraux...).

#### 4.4.2.2 Autres affections du rachis

Elles sont représentées par les dégénérescences des structures de la colonne, favorisées par l'âge, la surcharge pondérale, les troubles statiques du rachis, les traumatismes ou encore l'activité spor-

tive trop intense ou mal conduite...

- atteintes discales :
  - les pincements ou tassements, avec réduction de l'épaisseur du disque.
  - les hernies discales, où une fissure de l'anneau fibreux peut laisser migrer la substance nucléaire vers la périphérie du disque ; situées parfois au niveau cervical mais le plus fréquemment au niveau lombaire, avec, alors, deux degrés de perturbation :
    - lumbago s'il y a contrainte ligamentaire seule et hernie diffuse, modérée ou incomplète ;
    - sciatique s'il y a compression de la racine rachidienne correspondante (en L4/L5 ou L5/S1).
- lésions arthrosiques :

processus général d'usure des cartilages et de condensation de la couche osseuse sous-chondrale avec éventuelle formation d'ostéophytes (petites excroissances osseuses résultant de calcifications partielles de tendons ou ligaments, au niveau de leurs insertions). L'arthrose provoque des douleurs au mouvement et un enraidissement de l'articulation ; elle augmente en fréquence avec l'âge (bien qu'elle puisse atteindre le sujet jeune) et peut concerner aussi bien les lombaires que les dorsales ou les cervicales.

Elle est en principe associée à l'atteinte discale.





# Chapitre 5

## Membre inférieur - Appuis

Les membres inférieurs, comme beaucoup d'autres parties du corps, doivent assurer plusieurs fonctions différentes, parfois même apparemment contradictoires :

- un rôle antigravitaire et d'appui (comme deux racines) pour la stabilité et la solidité de la posture ;
- une tâche plus subtile, intermédiaire entre posturale et dynamique, dans le redressement et le déroulement du corps en verticalité, avec la pression active des pieds au sol en repousser induisant, par le réflexe tonique postural, un allongement de la colonne vertébrale et la soutenant dans son auto grandissement ;
- la mission dynamique de la locomotion, de la mobilité dans l'espace.

De nouveau, afin de faciliter la description de cette partie du corps, les différents segments ou points articulaires en seront abordés séparément avant d'être ensuite, dans le souci de toujours reconstruire une vision dynamique et globalisante du corps, considérés dans leur unité fonctionnelle.

### 5.1 Pied et cheville

Ils assurent le rapport direct avec le sol, de façon plus ou moins subtile et... « intelligente »..., en fonction de la valorisation de leurs richesses proprioceptives et motrices.

#### 5.1.1 Cheville

Elle établit le carrefour entre l'axe vertical du corps et l'axe horizontal pied / sol.

Les rapports osseux en sont l'ensemble tibia / péroné (*fibula*), au niveau des malléoles (la « pince malléolaire »), avec l'astragale (*talus*) : la tibio-tarsienne (*talo-crurale*).

De par cette conformation articulaire, il est classiquement considéré un seul paramètre de mouvement en flexion / extension (les autres paramètres sont tout à fait minimes en ce qui concerne leur amplitude mais vont permettre la participation non négligeable de la cheville à la mobilité globale du pied) :

- flexion (appelée encore « flexion dorsale ») par le jambier ant. (*tibial ant.*) - l'extenseur des orteils (*long ext. des orteils*)
- extension (ou « flexion plantaire ») par le jambier post. (*tibial post.*) - le triceps sural - le flé-

chisseur des orteils (*long flech. des orteils*) - les péroniers (*fibulaires*)

[ les termes de « flexion dorsale ou plantaire » devraient, en toute rigueur, être réservés à la dénomination des mouvements du tarse afin de les distinguer de ceux de la cheville... on admet leur usage pour la cheville également...]

Les fléchisseurs plantaires sont en plus grand nombre, de par la nécessité de déployer davantage de force dans la phase de propulsion de la marche, par rapport à la phase de réception ; propulsion pendant laquelle la cheville effectue un mouvement d'extension.

Ce surnombre des fléchisseurs plantaires permet également la compensation du léger déséquilibre antérieur du corps en position debout ainsi que, par ailleurs, une stabilisation active de la cheville elle-même (avec resserrement de la pince malléolaire) comparativement plus instable en extension.

[ Attention à la terminologie : de par l'usage admis du double vocabulaire évoqué plus haut, muscles « extenseurs » et « fléchisseurs plantaires » deviennent alors similaires !...]

Les dysfonctionnements de la cheville sont, le plus fréquemment, d'origine :

- fonctionnelle simple, avec de fréquentes raideurs dues au raccourcissement du triceps.
- traumatique dans l'entorse, souvent externe (étirement, voire déchirure du ligament lat.ext.)

## 5.1.2 Pied

Le pied garantit le contact au sol, sert de base de construction du corps et de « prise d'appui » (fonction plus active que passive...), avec une plus ou moins grande sécurité, une plus ou moins grande... « garantie »...

[ même les nourrissons, ne pratiquant pas la station debout ni la marche encore, peuvent se sentir sécurisés par un contact sur la plante des pieds...]

Au niveau du pied, les fonctions sensitives tant qu'actives sont essentielles, pour la posture autant que pour le déplacement, dans l'adaptation des appuis du corps au sol en vue de l'équilibration globale et des ajustements fins de la posture permettant de conserver la disponibilité de mouvement.

### 5.1.2.1 Rappels anatomiques

#### plan osseux

tarse, métatarse, phalanges..., le tarse postérieur étant formé du calcanéum (*calcanéus*) et de l'astragale (*talus*) en position superposée / verticale, le tarse antérieur s'ordonnant plus horizontalement pour se prolonger ensuite dans le « rayonnement » des métatarsiens puis des phalanges ; le passage verticale / horizontale, se fait entre la jambe et le pied mais se retrouve donc aussi dans la structure interne du pied.

#### niveau articulaire

- sous-astagalienne (*subtalaire*), entre astragale (*talus*) et calcanéum (*calcanéus*)
- médio-tarsienne (*transverse du tarse*), entre tarse post. et tarse antérieur

#### plan musculaire

en envisageant les principaux muscles seulement, pour les mouvements globaux pied / cheville étudiés plus loin :

- jambiers (*tibiaux*) ant. et post., long fléchisseur des orteils ⇒ « inversion »

- péroniers (*fibulaires*) ant. et latéraux, long extenseur des orteils  $\Rightarrow$  « éversion »

### 5.1.2.2 Physiologie / mobilités

Le contact du pied au sol se fait selon une surface dont l'aspect varie en fonction de la morphologie ou de la dynamique du pied (plus ou moins étalé) ; les zones d'appui, quant à elles, représentent les zones de plus grande pression et correspondent à trois points principaux : calcaneus (talon), tête du 1<sup>er</sup> métatarsien et tête du 5<sup>ème</sup> méta., entre lesquels 3 arches se dessinent :

- l'arche interne entre le talon et le 1<sup>er</sup> méta. (la plus marquée et dotée d'un rôle dynamique)
- l'arche externe entre le talon et le 5<sup>ème</sup> méta. (à rôle plus statique)
- l'arche antérieure entre le 1<sup>er</sup> et le 5<sup>ème</sup> métas

Ces arches font un véritable travail de ressort et permettent d'amortir les impacts du poids du corps sur le sol, lors de la marche notamment (des arches fixées en affaissement ou en position creuse, avec perte d'élasticité, n'assurent plus cette charge...)

La répartition du poids du corps sur ces trois points d'appui varie avec le type de posture :

- position neutre (poids légèrement plus en arrière)  
[ 60 % du poids sur arrière-pied, 40 % sur avant-pied...]
- position installée / de repos (poids nettement plus en arrière)  
[ 70 % en arrière, 30 % en avant...]
- position dynamique (poids égal entre avant et arrière) autorisant une mobilisation (vers l'avant...) plus « accessible » et donc plus facile ou rapide ; cette position correspond à un certain degré d'« éveil musculaire » préparatoire au mouvement...

La chaîne cinétique principale du pied concerne les articulations talo-crurale, sub-talaire et transverse, ainsi que l'ensemble du « 1<sup>er</sup> rayon » ou arche interne.

Les différents mouvements de flexion-extension, abd.-add., rotations int. et ext. (*médiales et latérales*), possibles au niveau du tarse, se combinent de façon particulière pour donner les deux mouvements globaux du pied, associés à ceux de la cheville :

- Inversion  $\Rightarrow$  flexion plantaire + adduction + rotation externe (*latérale*) ou « supination » ; par l'action des muscles situés en postéro-interne (*postéro-médial*) ; elle correspond à un « pied creux » avec une arche interne (*médiale*) haute.
- éversion  $\Rightarrow$  flexion dorsale + abduction + rotation interne (*médiale*) ou « pronation » ; par l'action des muscles situés en antéro-externe (*antéro-latéral*) ; elle correspond à un « pied plat » avec une arche interne (*médiale*) affaissée.

Ces deux mouvements d'inversion et d'éversion réalisent en fait un mouvement de torsion entre l'arrière-pied et l'avant-pied, permettant l'ajustement subtil des 3 points d'appui du pied au sol et la fonction de ressort.

Le problème le plus fréquemment rencontré est celui du pied plat, arche interne (*médiale*) affaissée (et cheville en « valgus ») ; le « vrai » pied plat étant dû à un manque de tonicité et d'activité de la musculature plantaire, à ne pas confondre avec un « faux pied plat », dû à une mauvaise gestion de la gravité sur l'appui et correspondant souvent à une activité posturale globale adynamique.

Une autre affection fréquente du pied est représentée par l'hallux valgus dans lequel le gros orteil subit de façon progressive une déviation vers l'axe du pied, avec proéminence (plus ou moins douloureuse...) de la jonction tête du 1<sup>er</sup> méta./ base de la 1<sup>ère</sup> phalange.

## 5.2 Genou

Cette articulation intermédiaire du membre inférieur assure les variations de la distance entre le corps et le pied, ou le sol...

Ce rapport articulaire se fait par la jonction fémoro-tibiale essentiellement, dont la congruence, plutôt faible, est un peu augmentée par la présence des ménisques ; la fémoro-patellaire vient compléter cet ensemble mécanique (sert de poulie de réflexion pour le tendon rotulien / quadriceps). La construction de cette articulation en deux compartiments va avoir une incidence singulière sur sa mobilité ainsi que sur sa stabilité. Il existe en effet une différence entre les compartiments interne (*médial*) et externe (*latéral*) de la cavité articulaire du genou et portant sur :

- la concavité des plateaux tibiaux,  
[ l'interne (*médial*) est plus concave ce qui donne une stabilité un peu plus importante au niveau du compartiment interne (*médial*)]
- le rayon de courbure des condyles,  
[ l'externe (*latéral*) est plus grand et les mouvements se font alors en « spirale » ...]

Les mouvements du genou se développent en flexion / extension pour le paramètre principal, en petites rotations pour le paramètre secondaire :

- flexion / extension se font dans des mobilités de roulement / glissement des condyles fémoraux sur les plateaux tibiaux, avec une amplitude de mouvement légèrement plus importante sur le compartiment externe, induisant, pour partie, une légère rotation entre fémur et tibia.  
flexion : ischio-jambiers - jumeaux int et ext. (*gastrocnémiens méd./lat.*)  
extension : quadriceps (puissant...)
- rotations : elles sont inexistantes dans de grande amplitude, cependant, des petites rotations du tibia sous le fémur sont possibles :
  - en position de flexion seulement pour une mobilisation volontaire,
  - en accompagnement, de façon automatique, des flexion / extension et en conséquence des conformations articulaires évoquées plus haut, tout comme des jeux musculaires :  
rotation interne liée à la flexion (par les muscles de la patte d'oie)  
rotation externe associée à l'extension (par le biceps)

(ces rotations associées déterminent certains positionnements particuliers des jambes et des pieds dans les positions accroupi ou à genoux par exemple...)  
[ à genoux : les talons se positionnent vers l'extérieur, les orteils vers l'intérieur...  
accroupi : l'axe des pieds est orienté plus en dedans que celui des genoux... si la position est correcte...  
en décubitus dorsal, les pieds sont orientés un peu plus vers le dehors que les genoux...]

En posture debout, les forces de gravité (pressions transmises depuis l'axe vertébral vers les pieds

via le bassin et les membres inférieurs) ainsi que les forces musculaires d'extension doivent respecter les axes de construction (architecturaux...) des ossatures afin que les articulations ne soient pas contraintes de travailler en « porte à faux ». L'équilibre du genou et sa bonne dynamique sont donc liés aux axes de référence du membre inférieur et aux alignements correspondants :

- en plan frontal (observation de face) : l'alignement coxo-fémorale / cheville est vertical si les pieds sont un peu écartés, est légèrement oblique en bas et dedans si les pieds sont joints. Les lignes du corps fémoral et du tibia forment, elles, un léger angle fermé latéralement, de par l'obliquité en bas/ds du fémur ; il s'agit du « valgus physiologique » (normal). Ce positionnement peut subir des modifications, transitoires ou non, dans le sens :
  - de l'augmentation (passage en excès) constituant un « genu-valgum » (genoux portés « en dedans » et qui peuvent se toucher même si les pieds sont écartés, à ne pas confondre avec des genoux orientés vers l'intérieur par rotation interne (RM) des hanches...)
    - [ *le genu-valgum provoque une mise en tension du ligament lat. int. (ou « lig. collatéral tibial du genou ») et une augmentation de compression sur le compartiment externe de l'articulation...* ]
  - de la diminution, voire de l'inversion de cet angle, formant un « genu-varum » (attitude du cow-boy ou du footballeur...)
- en plan sagittal (observation de profil) : la coxo-fémorale, le genou et la cheville doivent être alignés dans la verticale (pour un positionnement de repos plutôt statique... mais dans une position debout plus dynamique, il est admis que l'axe joignant la coxo-fémorale et le genou passe très légèrement en avant de la cheville ; cf. plus loin : répartition du poids sur le pied...). Le non alignement du genou par rapport à cet axe peut se faire en deux sens :
  - genou trop en avant, par perte de l'extension complète ; c'est un « flexum » (souvent maintenu par des tensions du plan postérieur)
  - genou trop en arrière, par excès d'extension ; c'est un « récurvatum » (souvent signe d'une laxité ligamentaire)

La stabilité du genou, du fait du très faible emboîtement osseux, est assurée par la présence de la capsule et des ligaments (latéraux et croisés) ainsi que, en actif, par la musculature. Le « verrouillage » de genou, en extension complète (action du quadriceps), évite toute instabilité mais limite la capacité d'adaptation des appuis en dynamique.

De par sa position intermédiaire, le genou doit en fait absorber et équilibrer des forces descendantes venant de la hanche et des forces montantes venant du pied ; il peut être souvent excessivement contraint par cette rencontre si ces influences sont trop contradictoires...

Outre les problèmes d'arthrite et d'arthrose, les atteintes du genou peuvent concerner les différentes structures articulaires telles que la rotule (arthrose, malpositions...), les ménisques (lésion entraînant le blocage de l'articulation...), les ligaments (internes ou externes, avec distension ou rupture dans les entorses...). Mais les douleurs de genou peuvent être le signe d'une atteinte fonctionnelle seule quand l'articulation est obligée de trouver les compromis de fonctionnement évoqués plus haut, en désaccord avec sa conformation et sa physiologie propres, et susceptibles d'entraîner les malpositions décrites.

## 5.3 Bassin - Hanche

La ceinture pelvienne fait le lien, vertical, entre le tronc et le membre inférieur ; le bassin et les coxo-fémorales, dans un axe horizontal, règlent l'équilibre, la balance droite / gauche des appuis...

[Le terme de « hanche » utilisé ici, moins rigoureux mais toléré, désigne la coxo-fémorale]

La plus ou moins grande liberté des hanches permettra, de façon plus ou moins aisée, la mise en mouvement du corps dans la marche, dans le déplacement.

[ la bipédie humaine a entraîné des modifications morphologiques telles que l'élargissement du bassin, le creusement de la lordose lombaire et le développement des fessiers... et le report de tout le poids du corps sur ces deux seuls appuis des membres inférieurs engendre un travail musculaire important dans les hanches...]

### 5.3.1 Hanche

La conformation sphérique de l'articulation coxo-fémorale, où la tête fémorale est emboîtée dans le cotyle de l'os coxal, donne des possibilités de mouvement dans les trois directions de l'espace avec des amplitudes importantes dans un champ antéro-supéro-externe, beaucoup moindres vers l'arrière dans l'extension, et ce grâce à la présence du col fémoral (d'autant plus qu'il est verticalisé...).

Les mouvements du fémur sur le bassin sont les flexion / extension, les abduction / adduction et les rotations int. / ext. (*médiales et latérales*).

Cependant, dans la mobilité usuelle, la « fixité » du bassin reste relativement théorique et les mouvements de hanche font plutôt partie de chaînes cinétiques (coordinations plus globales, à différencier des mobilités de bassin sur appui fixe, en chaîne fermée) et y associent la mobilité du bassin et des lombaires dans des paramètres préférentiels :

- la flexion de hanche, entraînant une rétroversion de bassin et une délordose lombaire ; et qui est alors aussi plus ample si le genou est lui même en flexion.
- l'extension de hanche, entraînant une antéversion de bassin et une hyper lordose lombaire ; et qui est alors aussi plus ample si le genou est lui même en extension.

La position de fonction de cette articulation (position de relatif équilibre des jeux musculaires, de confort, et permettant ici un maximum de couverture de la tête fémorale...) combine une flexion (d'environ 90°), une petite rotation externe (*latérale*) et une petite abduction (et correspond à sa situation en position quatre pattes).

L'axe horizontal des deux hanches doit garantir l'équilibre de la ceinture pelvienne dans son ensemble :

- dans le sens latéral ou D / G (équilibre des adducteurs / abducteurs),
- dans le sens antéro-postérieur (par les antéverseurs / rétroverseurs ou fléchisseurs / extenseurs de hanche).

Ces équilibres sont les garants de la stabilité du bassin lui même mais aussi, par suite, de l'harmonisation des courbures de la CV et de sa verticalité.

Dans l'axe vertical, les hanches représentent les deux points d'appui et d'articulation du tronc sur

les membres inférieurs, avec passage de une (axe vertébral) à deux (axes des jambes) lignes de gravité, et transmission de ces forces verticales.

La connexion entre les jambes et le tronc passe, sur le plan ostéo-articulaire, par les sacro-iliaques et sur le plan musculaire par le psoas, muscle essentiel reliant directement la jambe à la colonne et lui-même connecté au diaphragme (imbrication avec ses piliers).

La hanche est dotée de nombreux muscles puissants, sollicités pour la stabilité autant que pour la mobilité, et se trouve être, en conséquence, le lieu de fréquentes tensions musculaires (au niveau des quadriceps, des ischio-jambiers, des adducteurs et des psoas...le plus souvent...).

La hanche peut être le siège des affections articulaires déjà évoquées : arthrose (« coxarthrose ») et arthrites, ou encore de malformations congénitales. Par ailleurs, chez la personne âgée, la déminéralisation osseuse fragilise plus particulièrement le col du fémur, avec risques accrus de fractures.

## 5.3.2 Bassin

Cet anneau osseux, sorte de « coupe » (bassine), ouvert sur le haut et l'avant, est constitué des deux os iliaques (*os coxaux*) latéralement et du sacrum en arrière. Deux espaces y sont dessinés par les lignes innommées des iliaques et le promontoire sacré (partie antérieure du plateau), formant ensemble le détroit supérieur :

- le grand bassin en haut (entre les ailes iliaques),
- le petit bassin en bas (entre les ischions latéralement ; le sacrum et le pubis d'arrière en avant), et dont la partie inférieure est fermée par le périnée (musculature du plancher pelvien).

Les différents rapports articulaires, au niveau de la ceinture pelvienne, entre iliaques, sacrum, lombaires et fémurs, déterminent des mobilités concernant :

- le bassin lui-même (entre iliaques et sacrum), décrites sous le terme de « physiologie interne »,
- l'ensemble du bassin avec son entourage (colonne et membres inférieurs), décrites sous le terme de « physiologie externe ».

### 5.3.2.1 Physiologie « interne » du bassin

Elle concerne donc les mouvements entre iliaques et sacrum, rendus possibles grâce aux trois jonctions mobiles (et non soudées...) des :

- symphyse pubienne (avec un joint fibro-cartilagineux) autorisant de petits glissements et une certaine élasticité.
- sacro-iliaques D et G, entre chacun des iliaques et le sacrum (avec articulation « vraie ») où sont possibles des mouvements (et il s'agit aussi de la plasticité de ce rapport entre les deux pièces osseuses), de très faible amplitude, mais essentiels...

Cette mobilité, même minimale, donc, dans ses amplitudes, est associée à tous les grands mouve-



ments de bassin et de hanche, pour en permettre les ajustements plus subtils... :

- l'iliaque (*os coxal*) y réalise des mouvements dits de « rotation antérieure » ou de « rotation postérieure », combinant, en fait, trois paramètres de mouvement autour de l'axe articulaire de la sacro-iliaque elle-même, et donnant, comme résultante globale, pour une rotation antérieure, une « ouverture » de l'aile iliaque vers le haut et l'avant et une fermeture de l'ischion vers le dedans et l'arrière (inverse dans la rotation post.).  
La rotation antérieure associe les paramètres (qui seront donc inverses pour la rotation post.) :
  - flexion : mouvement de bascule de l'aile iliaque vers l'avant et de l'ischion vers l'arrière,
  - éversion, ou abduction de l'aile, adduction de l'ischion,
  - et rotation externe (latérale) avec écartement de l'EIAS de l'axe, rapprochement de l'EIPS.
- le sacrum, lui, y réalise un mouvement de balancier entre avant et arrière : « flexion » quand la base va vers l'arrière et le coccyx vers l'avant, « extension » à l'inverse...

Dans l'articulation sacro-iliaque, le sacrum peut donc être mobilisé par rapport à l'iliaque, supposé point fixe ou, à l'inverse, l'iliaque peut être mobilisé par rapport au sacrum supposé fixe. La réalité du mouvement veut cependant que la fixité de l'une des deux pièces osseuse soit relative et que, la plupart du temps, les deux os « bougent » en même temps mais dans des directions opposées (ou plus précisément subissent des influences et tractions d'orientations opposées). Si donc, pour une mobilisation de la sacro-iliaque, le sacrum est entraîné en flexion, l'iliaque le sera dans le sens de sa « rotation antérieure » ; l'extension du sacrum étant alors associée, elle, à une « rotation postérieure » d'iliaque. En considérant maintenant les deux sacro-iliaques ensemble (il est rare que l'une des deux soit seule en mouvement), deux situations types sont possibles :

- les deux iliaques sont mobilisés symétriquement, dans le même sens, et il en résulte alors un mouvement global :
  - de fermeture du grand bassin (entre les deux ailes iliaques et la base du sacrum) et ouverture du petit bassin (entre les ischions et le coccyx) s'il s'agit de rotation postérieure d'iliaque avec extension du sacrum ; ce mouvement d'ensemble est nommé « nutation ».
  - d'ouverture du grand bassin (entre les deux ailes iliaques et la base du sacrum) et fermeture du petit bassin (entre les ischions et le coccyx) s'il s'agit de rotation antérieure d'iliaque avec flexion du sacrum ; ce mouvement d'ensemble est nommé « contre nutation ».

Ces mouvements de nutation / contre nutation ont un rôle primordial dans l'adaptation du bassin pendant l'accouchement, la contre nutation accueillant l'engagement du fœtus au niveau du détroit supérieur, la nutation facilitant son passage du détroit inférieur dans l'expulsion.

- les deux iliaques sont mobilisés de façon asymétrique, l'un en rotation antérieure, l'autre en rotation postérieure, et le sacrum doit alors adapter cette double influence, dans une torsion qui va être le reflet de celle du bassin dans son ensemble. Cette situation est, en fait, extrêmement fréquente puisqu'elle est le résultat d'influences dissymétriques sur les iliaques. En effet, en dehors de la musculature du périnée, il n'y a pas de muscles moteurs directs des mouvements des sacro-iliaques ; iliaque et sacrum sont mobilisés l'un par rapport à l'autre par les différentes musculatures qui s'insèrent sur chacun d'eux, les muscles du membre inférieur influençant l'iliaque et les muscles du tronc influençant le sacrum ; or l'activité des membres inférieurs est bien plus souvent dissymétrique que symétrique, ne serait-ce que lors de la mar-



che.

### 5.3.2.2 Physiologie « externe » du bassin

Elle recouvre donc les mouvements de l'ensemble du bassin par rapport aux éléments adjacents, à sa « périphérie », et ce grâce aux articulations :

- charnière L5 / S1 entre le sacrum et les lombaires (représentées par la 5<sup>ème</sup>).
- coxo-fémorales entre les iliaques et les fémurs.

Par rapport à la colonne et aux membres inférieurs, supposés points fixes, les mouvements du bassin sont réalisés selon les trois paramètres de base.

Une première particularité concerne la « participation » des lombaires aux mouvements du bassin, tenant au fait que le mouvement en L5 / S1 reste minime en amplitude et que sa diffusion sur l'ensemble des lombaires autorise une mobilité plus ample dans l'espace pour le bassin lui même (il s'agirait là du principe de la « chaîne cinétique », au service d'un même mouvement... et l'accompagnement des lombaires pourrait alors être considéré comme faisant partie du mouvement du bassin...).

Une deuxième particularité tient au fait que les mouvements du bassin se font, selon les paramètres, de façon symétrique ou dissymétrique par rapport aux deux appuis.

Les différents mouvements seront donc décrits ici en référence à ce qui se passe dans les articulations des hanches, en tenant compte du fait que les points fixes sont alors inversés, comme en miroir par rapport à une mobilité du fémur sur l'iliaque :

- antéversion (version du bassin vers l'avant...) : correspondant à un « état » de flexion de hanche et une lordose lombaire ; par l'action des para vertébraux, du **psaos iliaque**, et/ou du **droit antérieur** (*droit fémoral*).
- rétroversion (version du bassin vers l'arrière...) : correspondant à une situation d'extension de hanche et de délordose lombaire ; par l'action des **abdominaux**, **ischio-jambiers** et/ou des **fessiers**.
- inclinaison latérale, droite ou gauche, correspondant à une abduction de hanche du côté de l'inclinaison, adduction du côté opposé et à une inclinaison lombaire controlatérale à celle du bassin ; par l'action des muscles **abducteurs/adducteurs** (et/ou muscles latéraux du tronc entre thorax et bassin)  
[ nommée « inclinaison latérale externe » sur l'appui du côté de l'inclinaison, « inclinaison latérale interne » sur l'autre appui...  
par exemple : une inclinaison droite du bassin correspond à une inclinaison externe sur la jambe droite et à une inclinaison interne sur la gauche... ]
- rotation, droite ou gauche, correspondant à une rotation médiale de hanche du côté de la rotation, rotation latérale du côté opposé et à une rotation lombaire opposée à celle du bassin ; par l'action des **pelvi-trochantériens** (rotation latérale) / **petit fessier**, droit interne (muscle gracile) et/ou TFL. (rotation médiale).  
[ nommée « rotation interne » sur l'appui du côté de la rotation, « rotation externe » sur l'autre appui...  
par exemple : une rotation droite du bassin correspond à une rotation interne sur la jambe droite et à une rotation externe sur la gauche... ]

Les physiologies interne et externe du bassin, ainsi décrites, ne restent pas totalement indépendan-

tes l'une de l'autre et s'inter influencent en fonction des points de départ des différentes actions. Une antéversion peut, par exemple, être guidée par l'action du quadriceps, avec influence directe sur l'iliaque en rotation antérieure et correspondant alors à une contre nutation ; cette même antéversion peut être guidée par les para vertébraux, avec influence directe, cette fois ci, sur le sacrum en extension et correspondant à une nutation...

[ la déduction de ce type d'observation étant qu'il est impossible d'isoler une action articulaire et que seuls certains artifices viennent au secours de la description parfaitement analytique... toute mobilité est « relative »... et prise dans une trame d'autres mobilités... ]

Le bassin sert donc de relais entre le haut et le bas du corps, avec la convergence

- de forces montantes, venant des appuis, par l'os coxal,
- de forces descendantes, venant du tronc (et plus spécifiquement de la tête et du regard, en relation dynamique constante avec l'extérieur), par le sacrum.

Ces forces se rencontrent au niveau des sacro-iliaques qui doivent rester mobiles pour les permanents ajustements et adaptations nécessaires aux mouvements... La fonction posturale globale de stabilité du bassin ne peut d'ailleurs se faire que dans cette mobilité minimale d'adaptation (et non dans la rigidité), le passage devant être laissé pour les interactions constantes entre le haut et le bas, ce qui demande également à ce que les lombaires elle mêmes soient libres de permettre et transmettre le mouvement et ne soient ni en hyper lordose, ni en délordose.

Le bassin est donc un centre de stabilité, un centre musculaire reliant les extrémités, un centre aussi de mouvement en ce sens que, « abritant » le centre de gravité, il va précéder, en pré-mouvement, tout mouvement de l'ensemble ou d'une autre partie du corps. Il est lieu de liaison, de centration, de concentration de la vitalité, jusqu'à hériter, même, de ce « cœur au ventre »...

[ Dans les bilans ostéopathiques chez des personnes extrêmement fatiguées ou dépressives, le sacrum est très fréquemment figé, en perte de mobilité... ]

### 5.3.3 Dynamique globale du membre inférieur

La chaîne cinétique complète du membre inférieur comprend les trois articulations principales hanche, genou et cheville, ainsi que les articulations sacro-iliaques et astragalo-calcanéennes ayant pour mission les ajustements fins et les transmissions.

Les grands schémas de mouvements spiralés résultent de la coordination de ces articulations, avec alternance de rotations externes / internes opposées entre les différents segments, que le membre travaille en « chaîne fermée » (pied en appui) ou en « chaîne ouverte » (sans appui).

Cette véritable circulation du mouvement entre bassin et pied alimente la dynamique de la marche, dans une alternance des appuis. Le pied lui même, au cours du déroulement du pas, va développer un mouvement spiralé, dans la succession des points de pression : talon, bord externe et tête du 1<sup>er</sup> méta, et dans le mouvement alternatif d'inversion / éversion. Mais cette spirale ne s'arrête pas au pied, ni même à la hanche, et se transmet au bassin ainsi qu'à tout le reste du corps ; la marche est peut-être le plus bel exemple de l'unité corporelle dans le mouvement et dans cette dynamique en spirale qui le sous-tend...

Le mouvement alternatif des membres inférieurs, dans sa dissymétrie d'influences sur le bassin, va entraîner ce dernier en torsion (torsion répercutée sur les sacro-iliaques) et va également induire des mouvements globaux du bassin, dans les trois paramètres de l'espace. Cette mobilité de la cein-

ture pelvienne va, à son tour, être transmise à la colonne, en mouvements compensatoires permettant la conservation de l'équilibre (et l'économie). Le paramètre le plus évident de cette participation est celui de la rotation, transmise à la ceinture scapulaire puis aux bras, dans leur balancement opposé à celui des jambes. Bien évidemment, la tête représente aussi un autre aboutissement de cette « onde de mouvement » et si, dans l'observation d'une personne en marche, la mobilité de la tête, minime en amplitude, n'est souvent pas repérée d'emblée, son absence, elle, devient parfois flagrante, signifiant toute la raideur cervicale qui inhibe cette participation.

*[ Marcher a la même fonction dynamisante sur le corps que la succion pour le crâne chez le nourrisson et que, ultérieurement, le fait de « mâcher »... certaines personnes peuvent être aussi peu dynamiques - ou parfois aussi bien hyperactives - dans leur rapport au sol au cours du déplacement que dans leur rapport à la nourriture au cours de la mastication... ]*

Outre l'évidente alternance droite / gauche de la marche, une autre alternance existe, pour chaque pas, entre les deux phases de propulsion et de réception. La propulsion correspond au temps, particulièrement actif, où le pied arrière repousse le sol pour engager l'ensemble du corps dans le déplacement vers l'avant, avec extension de tout le membre inférieur aux différents niveaux articulaires. La réception correspond au temps où le poids du corps va être accueilli sur l'appui antérieur, avec flexion des articulations pour amortir (adoucir) cette arrivée au sol. Entre ces deux temps, un bref moment de déséquilibre, de suspension, et pendant toute la phase du pas, le déplacement quasi linéaire du centre de gravité vers l'avant...

La multiplicité des mouvements entrant en jeu dans cette coordination de la marche fait qu'à chacun de ces niveaux pourront s'exprimer des particularités individuelles, soit dans l'aspect d'amplitude de participation de telle ou telle zone, soit dans l'aspect qualitatif des réalisations (énergie plus propulsive ou réceptrice, caractère du contact du pied avec le sol, orientation des dynamiques partielles.. etc...). La marche devient une des signatures de la façon personnelle de bouger, s'exprime en « démarche » personnelle...



# Chapitre 6

## Ceinture scapulaire - Membre supérieur

La ceinture scapulaire représente un « axe horizontal » de mise en rapport avec l'extérieur, dans la possibilité d'action sur les objets et l'environnement, avec les fonctions essentielles de préhension et de manipulation, ainsi que dans sa participation à l'expression et à la relation, par la gestuelle, quasi indissociable de la mimique, et par le toucher...

### 6.1 Main - Poignet

#### 6.1.1 Poignet

Le poignet participe à l'orientation fine de la main, après les positionnements de l'épaule et du coude, ainsi qu'à ses diverses mobilités.

Il est formé du rapport articulaire entre radius / cubitus (*ulna*) et les os du carpe.

[ *scaphoïde - lunatum - triquétum - pisiforme*  
et *trapèze - trapézoïde - capitatum - hamatum* ]

Ses mouvements se font dans deux paramètres seulement :

- flexion et extension,
- abduction (ou inclinaison radiale) et adduction (ou inclinaison cubitale).

La position de fonction du poignet combine de légères extension et inclinaison cubitale (*ulnaire*).

#### 6.1.2 Main

Les habiletés de la main dépendent de la complexité et de la finesse de ses jeux moteurs tout autant que de ses capacités sensibles tactiles ou sensorielles (lesquelles dépendent, justement, de l'étendue de ses capacités tonico-motrices ou proprioceptives... lui permettant d'appréhender l'environnement par le toucher, la palpation ; d'aller à la rencontre de l'objet...).

Et la main, précisément, possède une très grande liberté de mouvement.

Elle est constituée, sur le plan osseux, du carpe, du métacarpe et des phalanges, dans une organi-

sation globale à concavité antérieure, orientée vers la prise de l'objet et vers une adaptation immédiate à sa forme. L'axe du 3<sup>ème</sup> métacarpien sert d'axe de référence et c'est autour de ce « 3<sup>ème</sup> rayon » que l'ensemble des mouvements s'organise.

Les mouvements de la main englobent ceux du métacarpe et ceux des phalanges (assistés de la mobilité du poignet) :

- flexion et extension (dans les métacarpo-phalangiennes et les inter phalangiennes),
- abduction et adduction (id...),
- mouvement spécifique d'opposition du pouce, se plaçant face aux autres doigts.

Ces mouvements sont engagés par la musculature extrinsèque (située au niveau de l'avant bras) alors que la stabilisation de la main et des doigts est assurée par la musculature intrinsèque (située dans la main elle même).

La mobilité de la main peut se faire avec un appui / contact dans la préhension et la manipulation (travail en chaîne fermée) alors qu'elle est libre dans l'expression gestuelle (travail en chaîne ouverte).

Sa position de fonction associe une légère flexion globale (paume et doigts) ainsi que l'opposition de pouce à l'index, privilégiant la fonction importante de prise (avec une nette dominance de tonicité des fléchisseurs).

Cette préhension combine donc les mouvements de flexion plus ou moins associés à celui d'opposition du pouce, et qui rendent la main capable d'une très grande adaptabilité aux formes des objets et d'une grande diversité de modes de prises, dont ces deux modalités principales :

- globales avec la paume, et plutôt cubitale (*ulnaire* ...) ou palmaire
- plus fine avec les doigts, dans les pinces pouce/index, pouce/majeur etc...

Outre ses fonctions de mobilité, la main joue un rôle sensoriel essentiel, qu'il soit réceptif uniquement ou plus actif dans la recherche de l'information (toucher, palper ...), avec la mise en jeu des sensibilités :

- extéroceptives : tactile, thermique, douloureuse...
- proprioceptives : volume, forme, poids...

La main permet un mode d'appréhension direct de la réalité extérieure, et vient parfois renforcer, confirmer les autres sens, avec cette possibilité de « toucher du doigt » la réalité en question...

En ce qui concerne les dysfonctionnements du complexe main/poignet, et en dehors des atteintes articulaires d'ordre général, la lésion la plus caractérisée est celle du « syndrome du canal carpien » où une compression des nerfs dans ce canal déclenche des paresthésies.

## 6.2 Coude

C'est l'articulation intermédiaire du membre supérieur, dont la mission est d'adapter la distance de la main au corps et plus spécifiquement de la main à la bouche...

L'articulation s'y fait entre l'humérus, le cubitus (*ulna*) et le radius.

Dans le rapport des axes du bras et de l'avant bras existe un léger valgus physiologique en position d'extension, qui disparaît en flexion complète et qui résulte d'un mouvement spiroïde (lié à la forme hélicoïdale de la gorge de la trochlée et à l'orientation des actions musculaires, et facilitant le rapprochement main/bouche...).

La position de fonction du coude est celle de la flexion et d'une légère pronation de l'avant bras sur le bras (association de paramètres à nuancer de l'aspect dynamique où il y a plutôt prédominance de la chaîne de flexion / supination, déterminant, par ailleurs, un schéma de mouvement spiralé, tout comme au niveau du genou...).

Le coude a deux degrés de liberté, dans les paramètres de :

- flexion, conduite par le biceps, le brachial antérieur (*brachial*), le long supinateur (*brachio-radial*) ;  
[ *biceps* : de la scapula (ht et bas de la glène) vers le radius ; il commence, dans son action, par entraîner une légère supination du radius puis sa flexion sur l'humérus...  
*le brachial ant.(brachial)* : humérus (1/2) vers ulna ;  
*long supinat (brachio-radial)* : extrémité inf. hum. à inf. rad...]
- extension par l'action du triceps brachial ;  
[ *bas glène et sup humérus, vers olécrane* ...]
- rotation externe (*latérale*), ou supination, par les supinateurs et le biceps ;  
[ *long supinat. (brachio-radial)*...  
*court supinat. (supinat.)* : ht cub, enroulé post col rad vers avt.]
- rotation interne (*médiale*) ou pronation, par le rond et le carré pronateurs  
[ *rond pronat.* : épitrochlée, croise ant. à 1/2 rad. ext.  
*carré pronat.* : ant bas, radius à cubitus (ulna)...]  
(dans la pronation, le radius vient, grâce à sa forme incurvée, croiser antérieurement le cubitus en tournant autour : les mouvements de pro-supination ne se font donc pas dans le poignet mais au niveau du coude...).

Cette mobilité, bien que le coude ne représente pas un lieu privilégié de contractions, peut éventuellement être réduite par des tensions musculaires, principalement au niveau des fléchisseurs. Ces tensions sont la cause du « fexum » si elles sont assez importantes pour empêcher l'extension complète de l'articulation. A l'inverse, une extension du coude dépassant l'amplitude physiologique est le signe d'une laxité ligamentaire.

Il existe un lien « direct » de la main au sternum, établi par une chaîne musculo/fasciale plutôt active, et qui permet d'avoir « le cœur sur la main »... si elle reste cependant disponible...

## 6.3 Ceinture scapulaire

La ceinture scapulaire, composée de l'omoplate (*scapula*) et de la clavicule, dotée d'une grande liberté de mouvements, met en relation le tronc et le membre supérieur et participe du « complexe » de l'épaule :

- rapport de la ceinture scapulaire avec le membre supérieur : articulation scapulo-humérale [humérus / omoplate (*scapula*)].
- rapport de la ceinture scapulaire avec le thorax : sterno-claviculaire et « scapulo-thoracique ».

[ la sterno-claviculaire représentant le seul lien ostéo-articulaire véritable entre le membre sup. et le tronc ... ]

- rapport « interne » à la ceinture elle-même : articulation acromio-claviculaire entre l'omoplate et la clavicule.

(soit 3 articulations « vraies », plus la mobilité en glissements de l'omoplate sur le thorax).

### 6.3.1 Scapulo-humérale

C'est l'articulation de la tête humérale avec la glène de l'omoplate (*scapula*); son « emboîtement » étant peu important, elle est relativement instable...

La glène de l'omoplate est orientée légèrement vers l'avant quand l'omoplate est en position neutre par rapport au thorax... cette orientation détermine la position de repos du bras ainsi que ses axes de mouvement en dynamique (et organise un espace de mobilité plutôt antérieur)...

Les mouvements du bras par rapport au tronc sont possibles dans les trois paramètres :

- antépulsion, avec une grande amplitude,  
[ par deltoïde ant., grand pectoral, coraco-brachial ;  
deltoïde ant. : clav. ext. à haut ext. humérus ;  
grand pectoral : clav. ext., stern et cartil cotes à humérus  
coraco-brachial : coracoïde à 1/2 int ; humérus ... ]
- rétropulsion, nettement moins ample que l'antépulsion,  
[ par deltoïde post, grand dorsal, grand rond ;  
deltoïde post : épine scapula à haut ext. humérus  
gd dorsal : sacrum, iliaque, T7/L5 à hum. avec torsion ext ... ]
- abduction, ample,  
[ par deltoïde, sus épineux (supra-épineux) ;  
deltoïde : épine, acromion, clav. ext. à ht ext ; humérus  
supra-épineux : fosse sus-épin. à sup tête hum (sous acrom) ]
- adduction, doit être associée à une légère antépulsion ou rétropulsion,  
[ par grands dorsal, pectoral et rond ;  
grand rond : inf. bord ext. scapula à coulisse bicipitale ... ]
- rotation externe (latérale),  
[ par sous-épineux (infra-épineux), petit rond, deltoïde post ;  
petit rond : 1/2 bord ext. scapula à post tête hum ... ]
- rotation interne (médiale),  
[ par sous scapulaire, gd. dorsal, gd. pectoral, grand rond ;  
sous scap. : face ant ; scapula à ant. tête hum ... ]

En grandes amplitudes (au-delà de 90° pour l'antépulsion et l'abduction, bien avant pour les autres paramètres...), ces mouvements sont complétés par ceux de la ceinture scapulaire (et plus particulièrement de l'omoplate), puis entraînent, à leur maximum, les dorsales (*thoraciques*) supérieures et enfin le tronc.

Dans la mobilité globale, il y a prédominance des mouvements d'antépulsion, d'abduction et de rotation interne (*médiale*), en amplitude autant qu'en fréquence d'utilisation (paramètres correspondant aussi à la position fonctionnelle).



## 6.3.2 Scapulo-thoracique

La ceinture scapulaire, constituée de la clavicule et de l'omoplate, est comme « posée » sur le thorax, clavicule en avant, omoplate en arrière.

Ses rapports articulaires avec le gril costal sont de deux sortes :

- une articulation « vraie » avec la sterno-claviculaire, véritable « guide de mouvement ». La clavicule est oblique vers le haut, l'avant et le dehors et au cours de ses mouvements par rapport au sternum, c'est surtout l'extrémité externe qui se déplace. Elle peut bouger selon trois directions :
  - élévation / abaissement
  - antépulsion / rétropulsion (avancée / recul)
  - rotations antérieure ou postérieure, selon son axe long, de très faibles amplitudes
- une relation en possibilités de glissements de l'omoplate (*scapula*) sur les côtes, par l'intermédiaire des plans musculaires situés entre eux (sous-scapulaire et grand dentelé). En position neutre, l'omoplate s'oriente dans un plan légèrement oblique vers l'avant et le dehors et présente des mobilités dans presque toutes les directions de l'espace, permettant l'orientation de la glène et une augmentation des amplitudes de mouvement de l'humérus. Cette mobilité de l'omoplate suit néanmoins certains axes préférentiels :
  - élévation ou abaissement.
  - adduction / abduction (rapprochement / éloignement de la colonne).
  - sonnettes interne ou externe (bascule de l'angle inf. vers le dds ou le dhs)

Ces mouvements de l'omoplate suivent les courbures du thorax et les différents paramètres sont plus ou moins associés entre eux selon les muscles mis en jeu :

- élévation : **trapèze supérieur, rhomboïde**, angulaire de l'omoplate (*élévateur de la scapula*).
  - abaissement : trapèze inférieur, **grand dentelé** (fibres inférieures).
  - adduction : trapèze (portion moyenne surtout), rhomboïde.
  - abduction : grand dentelé.
  - sonnette interne : rhomboïde, angulaire (*élévateur scapula*).
  - sonnette externe : grand dentelé, trapèze supérieur, trapèze inférieur.
- [ Attention, une habitude de langage veut que la dénomination de « trapèze », sans spécification de « supérieur, moyen ou inférieur », désigne implicitement le trapèze supérieur seul ... ]

Les mouvements de « l'épaule » par rapport au thorax, combinent ceux de la clavicule et ceux, déterminants, de l'omoplate (qui se font autour de l'axe de référence de la clavicule), avec coordination de paramètres préférentiels :

- avancée / montée (élévation, abduction et sonnette externe)
- recul / descente (abaissement, adduction et sonnette interne)

Cependant, les mouvements du membre supérieur font partie d'une chaîne cinétique (coordination privilégiée) à laquelle participent également la clavicule et l'omoplate en mouvements globaux

d'« ouverture / éloignement » ou de « fermeture / rapprochement », dans l'axe d'orientation de la glène (ou plan de l'omoplate) :

- ouverture : élévation en diagonale antéro-externe correspondant à :
  - abduction, rotation latérale et légère antépulsion de l'humérus,
  - avancée / montée (légère) de l'épaule.
- fermeture : abaissement en diagonale postéro-interne correspondant à :
  - adduction, rétropulsion et rotation médiale de l'humérus,
  - recul / descente de l'épaule.

La ceinture scapulaire représente un centre de mobilité (par rapport à la ceinture pelvienne, centre de stabilité...) mais la coordination correcte de l'épaule nécessite une relative indépendance de mouvement entre l'omoplate (*scapula*) et le bras, avec une activité stabilisatrice des muscles de la ceinture elle-même, condition de liberté de mouvement pour le bras. Une relative autonomie serait aussi à respecter entre la ceinture scapulaire et les cervicales dont la mobilité se trouve souvent limitée par les tensions des muscles de l'épaule.

Dans les positions non équilibrées de la ceinture scapulaire, celle-ci est le plus souvent haute et en avant, par excès de tensions des pectoraux, du trapèze supérieur et/ou du grand dorsal (attitude de fermeture antérieure du thorax dans les axes vertical et horizontal, avec un dos « large » et voûté, les cervicales en extension). Parmi les problèmes qui peuvent affecter les épaules (et hormis la malposition évoquée), les arthroses sont assez rares, en revanche, les périarthrites sont plus fréquentes et parfois relativement invalidantes, tout comme les tendinites, qui peuvent limiter certains mouvements.

# Chapitre 7

## Thorax

La cage thoracique, formée du sternum et des côtes reliées aux dorsales (*thoraciques*), sert de contenant / protecteur aux organes poumons et cœur, ainsi qu'à certains organes abdominaux en sa partie inférieure. Ce contenant, constitué de nombreux os et de portions cartilagineuses, reste souple et « déformable » afin d'accompagner les divers mouvements de la colonne vertébrale en son segment thoracique, et d'assurer, de façon spécifique, une fonction dynamique au service de la mobilité respiratoire.

### 7.1 Aspect osseux

#### 7.1.1 Dorsales (thoraciques)

Les vertèbres thoraciques possèdent certaines caractéristiques propres, dont :

- des apophyses épineuses très obliques vers le bas (et l'arrière) laissant, de ce fait, une moins grande amplitude de mouvement de cette portion dorsale vers l'extension que vers la flexion, sans que cela constitue pour autant une réelle cause dans la fréquence des attitudes de cyphose et de fermeture du thorax (dont les origines sont évoquées ailleurs).
- la présence de facettes articulaires pour les côtes, se positionnant comme suit :
  - sur le corps vertébral, en partie latéro-postérieure, 1/2 facette en haut et 1/2 facette en bas, correspondant aux têtes de côtes ;
  - sur l'apophyse (*processus*) transverse, une facette en face antérieure, correspondant à la tubérosité postérieure de la côte.

#### 7.1.2 Sternum

C'est un os plat, long, organisé en 3 parties :

- le manubrium (tiers supérieur), en rapport avec la clavicule et K1 / K2 ;
- la lame (deux tiers inférieurs), avec échancrures latérales pour les côtes (K2 à K7) ;
- l'appendice xiphoïde (pointe inférieure).

Il existe une jonction « souple » entre la lame et le manubrium (en regard de K2), permettant une certaine « élasticité » du sternum dans la mobilité du thorax.

### 7.1.3 Côtes

Ce sont des os longs, aplatis et courbes (en forme d'arc), en torsion sur eux-mêmes (rotation interne vers l'extrémité antérieure) et fortement obliques en bas et en avant. Elles sont au nombre de 12 de chaque côté et rejoignent les thoraciques en arrière et le sternum en avant, selon des connexions articulaires spécifiques :

#### extrémité postérieure

la « tête » de côte s'articule avec les corps vertébraux :

- vertèbre correspondante (T1 pour K1), par sa 1/2 facette inférieure,
- vertèbre sous-jacente (T2 pour K1), par sa 1/2 facette supérieure.

la tubérosité postérieure (tubercule costal), à la face post. de la côte, un peu en dehors de la tête, s'articule avec l'apophyse (processus) transverse (à sa face antérieure) de la vertèbre sous-jacente.

#### extrémité antérieure

sauf pour K11 et K12, dites « côtes flottantes », car non reliées au sternum, l'extrémité antérieure des côtes se prolonge par un cartilage qui établit la jonction avec le sternum :

- de K1 à K6, chaque côte possède son cartilage individuel ;
- de K7 à K10 : les cartilages des différentes côtes se réunissent sur le 7<sup>ème</sup> avant de rejoindre le sternum (K7 à K10 sont, de ce fait, appelées « fausses côtes »).

## 7.2 Mécanique articulaire

Les mobilités de la cage thoracique, dans la motricité globale quotidienne, sont associées aux mouvements de l'ensemble du tronc et de la colonne, concernant en particulier les rapports entre ceintures scapulaires et pelvienne (sphères thorax et bassin). Ils sont, en parallèle, plus spécifiquement au service de la fonction respiratoire. Les mouvements globaux de la ventilation alternent entre :

- ouverture (augmentation du volume thoracique, en antéro-postérieur et latéral), avec élévation et écartement des côtes dans l'inspiration.
- fermeture (diminution du volume) avec abaissement et rapprochement des côtes entre elles et par rapport au sternum dans l'expiration.

La mobilité des côtes elles mêmes se fait par rapport aux vertèbres, selon un axe de mouvement passant par les deux points articulaires décrits plus haut (tête et tubérosité postérieure de la côte). L'orientation de cet axe se trouve être variable selon l'étage thoracique :

- plus transversal en haut, il induit un mouvement plus antéro-postérieur pour les côtes supérieures,
- plus antéro-postérieur en partie basse, il induit un mouvement plus latéral pour les côtes inférieures.

Ce mouvement des côtes entraîne avec lui le sternum, en élévation et avancée pour l'inspire ; abaissement et recul pour l'expire ; cependant, la présence des cartilages sterno-costaux, en avant, permet une certaine mobilité des côtes par rapport au sternum lui-même et une plus grande élasticité de l'ensemble, avec possibilité d'orientation des volumes respiratoires et des ouvertures de l'accordéon costal vers une adaptation de la ventilation.

Cette mobilité des côtes est largement liée à celle de la colonne dorsale (*thoracique*), l'ouverture thoracique favorisant l'extension dorsale, la fermeture entraînant la flexion, et inversement, la position ou le mouvement des dorsales peuvent favoriser, gêner ou encore orienter la mobilité du grill costal.

## 7.3 Plan musculaire

Les muscles du thorax proprement dit sont essentiellement ceux de la respiration...

Ils ne sont cependant pas dissociables de l'ensemble fonctionnel du tronc et donc des muscles de l'axe vertébral, de la ceinture scapulaire, de la paroi abdominale ou du bassin, et vont participer à d'autres fonctions que celle de la dynamique respiratoire (stabilité, ou encore mobilité de l'axe et des sphères ; coordination centre-extrémités...).

Les muscles les plus directement impliqués dans la respiration seront décrits ou évoqués ci après, avec rappel de leur influence de mouvement.

Leurs places respectives dans la respiration seront détaillés dans le cours suivant de « physiologie respiratoire ».

### 7.3.1 Inspirateurs

Les muscles inspireurs sont décrits ici selon leur importance et leur spécificité, constituant, en fait, deux catégories plus fonctionnelles que descriptives, selon leur mode d'intervention au cours de l'inspiration :

#### 7.3.1.1 Inspirateur principal, le diaphragme

Le diaphragme est un grand muscle en forme de coupole concave vers le bas, situé à la jonction entre les espaces thoracique et abdominal.

Il est constitué :

- du « centre phrénique », aponévrotique, formant le haut de la coupole, situé à peu près à la hauteur de K4 / K5 (selon la phase respiratoire...),

- des fibres musculaires, rayonnant autour de ce centre vers leurs insertions sur :
  - l'appendice xiphoïde,
  - les côtes (et cartilages) K7 à K12,
  - les corps vertébraux des lombaires, par les « piliers » (L1 à L3/L4).

Ses insertions postérieures étant plus basses que les antérieures, la coupole diaphragmatique est comme légèrement basculée vers l'arrière, de plus, l'hémicoupole droite, répondant à la présence du foie au dessous, est légèrement plus haute que la gauche (qui, elle répond à la présence du cœur au dessus...).

Le diaphragme laisse le passage à l'aorte (entre ses piliers, contre la colonne lombaire), à la veine cave (au niveau du centre phrénique), et à l'œsophage (entre les fibres musculaires, en partie postérieure). Outre ces points spécifiques de passage, divers accolements fasciaux ou ligaments rendent les organes tout à fait solidaires du diaphragme, soit qu'ils sont posés dessus (cœur, poumons), soit qu'il y sont suspendus (estomac, foie, colon transverse).

Les mouvements du diaphragme vont donc avoir une incidence directe de mobilisation des viscères, avec effet sur leur physiologie.

Cette action va s'adresser spécifiquement aux poumons, dont la base est accolée à la face supérieure du diaphragme par l'intermédiaire de la plèvre pariétale, et qui vont être entraînés en expansion ou compression selon la phase respiratoire.

### 7.3.1.2 Inspirateurs accessoires

Ils relient les côtes aux diverses structures voisines et regroupent les muscles :

#### **intercostaux externes ; de côte à côte**

situés dans les espaces intercostaux, sur toute leur longueur,  
leurs fibres sont obliques en bas et en avant,  
ils font l'écartement des côtes entre elles et les solidarisent en mouvements globaux.

#### **surcostaux (*élevateurs des côtes*) : de côtes à vertèbres**

situés en partie post., de la transverse dorsale (thoracique) à la côte sous-jacente,  
leurs fibres sont obliques en bas et en avant,  
ils font l'élévation de la côte.

#### **petits dentelés postéro-supérieurs (*dentelés post.-sup.*) : de côtes à vertèbres**

en partie postérieure du thorax,  
allant des épineuses de C7 à D3 vers K1 à K5, oblique en bas et en dehors,  
ils font l'élévation des côtes si les dorsales servent de point fixe.

#### **scalènes (*ant., moyen et post.*) : de côtes à vertèbres**

situés en partie latérale du cou,  
leurs fibres allant des transverses de C2 à C7 vers K1 et K2,  
ils font l'élévation des deux premières côtes si les cervicales sont point fixe.

#### **sterno-cleïdo-occipito-mastoïdien (SCOM) : de K1/sternum à crâne**

situés en partie latérale du cou,  
leurs fibres allant de clavicule / sternum vers occiput / mastoïde,  
ils font l'élévation du sternum et de la clavicule si cervicales et crâne sont points fixes.

#### **grands et petits pectoraux ainsi que grands dentelés et grands dorsaux : de côtes à ceinture scapulaire**

peuvent également, prenant appui sur la ceinture scapulaire (ou sur l'humérus), avoir un rôle d'ouverture des côtes.

Les inspireurs accessoires sont donc tous éleveurs des côtes, avec appui sur l'ensemble vertèbres thoraciques, vertèbres cervicales / crâne et ceinture scapulaire, permettant ainsi l'inspiration amplifiée avec ouverture du thorax « par le haut ».

### 7.3.2 Expirateurs

Ils sont classés en deux catégories, selon leur localisation et leur rôle ; leurs actions sont rappelées ici dans leurs effets de mobilisation des différents éléments du tronc :

- les muscles thoraciques, entraînant directement la fermeture des côtes et de l'ensemble du thorax :
  - intercostaux internes (*intercostaux intimes*) :  
situés dans les espaces intercostaux, sur toute leur longueur, leurs fibres sont obliques en bas et en arrière, ils font le rapprochement des côtes entre elles et les solidarisent.
  - triangulaire du sternum (*transverse du thorax*)  
situé à l'intérieur du thorax, sur la face postérieure des côtes et du sternum, ses fibres vont du sternum (partie inf.) / xiphoïde vers les cartilages K2 à K6, en faisceaux obliques en haut et en dehors, il abaisse les côtes sur le sternum.
  - petits dentelés postéro-inférieurs (*dentelés post.-inf.*)  
en partie post. du thorax, allant des épineuses T11 à L2 vers K9 à K12, oblique en bas et en dedans, il fait l'abaissement des côtes si les dorsales (*thoraciques*) sont point fixe.
  - muscles grands et petits obliques, qui ont une action directe de fermeture des côtes basses mais appartiennent à la sangle abdominale décrite ci dessous
- les muscles de la ceinture abdominale, muscles « abdominaux » auxquels sont associés les carrés des lombes (et dont les actions sont décrites ici en considérant le thorax mobile sur le bassin supposé « fixe ») :
  - les muscles abdominaux, formant la paroi abdominale, en trois plans :
    - le transverse de l'abdomen, en profondeur :  
ses fibres sont globalement horizontales, font le tour de l'abdomen ;  
s'insèrent sur K6 à K12, les transverses des 5 lombaires et la crête iliaque vers la « ligne blanche antérieure » (aponévrose / jonction des deux muscles transverses D et G)  
par son action, il réduit le diamètre de la taille et s'associe aux actions des autres abdominaux pour la flexion entre thorax et bassin.
    - les obliques, en plan moyen :  
grands et petits (*ext. et int.*), synergiques (avec des trajets respectifs en « continuité » d'orientation avec leur homologue controlatéral) :
      - grands obliques (obliques externes)  
allant de K6 à K12 vers la crête iliaque et l'aponévrose antérieure, avec des fibres obliques en bas et en dedans,

en action unilatérale, ils font l'inclinaison homolatérale et la rotation controlatérale du thorax sur le bassin,

en action bilatérale, font la flexion du tronc et la fermeture des côtes basses.

- petits obliques (obliques internes)

allant de la crête iliaque vers K9 à K12 et l'aponévrose antérieure,  
avec des fibres obliques en haut et dedans,

en action unilatérale, ils font l'inclinaison et la rotation homolatérales du thorax sur le bassin,

en action bilatérale, font la flexion du tronc et la fermeture du bas du thorax.

- les grands droits de l'abdomen (*droits de l'abdomen*), superficiels

à trajet vertical entre le thorax et le bassin,

allant de K5 à K7, sternum et xyphoïde vers le pubis,

ils font la flexion du tronc sur le bassin.

- le carré des lombes, en plan profond et postérieur :

il ferme l'espace postérieur entre le thorax, le bassin et les lombaires,

et est formé de trois plans de fibres à orientations différentes :

- verticales, de la crête iliaque à K12 ;

- obliques en bas et dedans, de K12 aux transverses lombaires ;

- obliques en bas et dehors, des transverses lombaires à la crête iliaque.

en action unilatérale, il fait l'inclinaison homolatérale du thorax sur le bassin,

en action bilatérale, il abaisse les côtes basses.

L'ensemble des abdominaux, travaillant en synergie sur la base de l'action du transverse, permet un mouvement global de « fermeture abdominale » selon les différents paramètres de :

- abaissement des côtes (associé à la fermeture de l'angle de Charpy) pouvant aller jusqu'à la flexion du thorax vers le bassin (participation de la colonne),
- resserrage du grand diamètre de l'abdomen, en horizontal, ainsi que de sa partie basse (sous ombilicale), en vertical, pouvant entraîner une rétroversion de bassin.

Les abdominaux sont également en relation d'action avec le diaphragme, par leurs influences respectives sur la mobilisation de la masse abdominale, ainsi qu'avec la musculature du plancher pelvien.

Aux muscles « thoraciques » décrits ici, il faut ajouter ceux de l'axe vertébral lui-même, évoqués au chapitre « Axe vertébral et verticalité », mobilisateurs de la colonne et indirectement du grill costal et ayant alors la possibilité d'orienter, favoriser ou freiner la mobilité costale et donc la liberté respiratoire.

Cette évocation des différents muscles du tronc met en évidence l'interdépendance des différentes zones fonctionnelles (thorax, ceinture scapulaire, colonne, bassin...) dans la motricité générale ; cette même action musculaire sur l'ensemble du « contenant respiratoire » permet, d'autre part, de faire varier les volumes thoracique et abdominal au service du mouvement respiratoire ; ces rôles, plus ou moins directs dans la ventilation, seront décrits au chapitre suivant (« Physiologie de la respiration »).

Par ailleurs, les importantes variations de morphologie du thorax rencontrées d'une personne à l'autre sont le résultat de l'attitude et des postures individuelles adoptées, des organisations toniques personnelles ainsi que du mode respiratoire de chacune (avec sa coloration psycho-affective particulière).



Ces multiples morphologies peuvent être décrites selon les deux grandes tendances :

- thorax ouvert ou « en inspire », soit :
  - dans le sens antéro-postérieur essentiellement, avec projection des côtes basses vers l'avant ;
  - dans les sens antéro-postérieur et latéral à la fois ( en forme de « tonneau »...)
- thorax fermé ou « en expire », soit :
  - étroit en antéro-postérieur avec le sternum creux ;
  - avec le bas du thorax serré mais le haut du sternum bombé...

Ces formes thoraciques, avec toutes les variations possibles entre les typologies décrites ici, résultent donc d'une certaine « utilisation » du thorax dans le mouvement général et la posture, aussi bien que dans l'acte respiratoire lui-même. Mais elles déterminent aussi, en retour, des « espaces respiratoires » spécifiques, caractérisés par des zones où seront valorisées soit l'ouverture, soit la fermeture, et ne laissant souvent que certaines seulement des disponibilités physiologiques de la respiration...



# Chapitre 8

## Physiologie de la respiration

La respiration est une fonction qui, habituellement automatique, peut être conduite de façon contrôlée ; elle constitue alors une des interfaces entre activités spontanée ou volontaire...

Elle représente également une interface entre dedans et dehors (son mouvement se déploie en profondeur mais reste visible de l'extérieur ; l'air échangé circule entre un espace interne et l'espace extérieur ; son alternance ouverture/fermeture soutient une dynamique de relation...) ; interface entre locomoteur et viscéral, elle est en interaction permanente avec les posture et mobilités quotidiennes du corps et permet d'assurer une physiologie d'ordre cellulaire ; interface encore entre action musculaire et relâchement, entre tonicité et détente...

Dans sa dynamique, elle fait le lien entre le haut et le bas (espaces thoracique et abdominal) ; elle est directement concernée par toute manifestation d'ordre émotionnel / affectif (et en gardera souvent les empreintes...) et sert de support, dans la phonation, à l'un des modes essentiels de la relation : le langage.

Son mouvement est fait de l'alternance inspire / expire, selon les modes dits « de repos » ou « amplifié », en fonction des nécessités de la ventilation et des échanges gazeux.

L'ensemble du cycle respiratoire est décrit ci après selon ses phases essentielles.

Ce cheminement ne tient pas compte de la multitude des variations et adaptations des différents paramètres (volumes, pressions, états musculaires etc...), et ne représente en aucune manière une « bonne façon de respirer » ; il ne peut servir que d'axe de référence global. De très nombreux facteurs, voire des contraintes, vont interférer avec l'acte respiratoire, qu'il s'agisse de l'action globale du moment ou de la posture ; de l'environnement aérien ou de l'attitude psychique ; de l'état affectif ou de l'organisation tonique chronique, etc... La liberté d'adaptation serait basée sur une disponibilité articulaire et sur la finesse de coordination des muscles concernés ainsi que sur la capacité à mettre en œuvre et développer chacune des séquences évoquées dans cette description et de les laisser s'accorder en fonction des besoins du moment.

### 8.1 Inspiration

Ouverture thoracique, entrée de l'air dans les poumons...

Elle est essentiellement active sur le plan musculaire..., mais le facteur d'élasticité des côtes et des poumons, en particulier à la suite d'une expire profonde, peut représenter une dynamique d'ouverture non négligeable s'ajoutant à cette action musculaire...

## 8.1.1 Mode « de repos »

Il correspond à une respiration « quotidienne » ou ordinaire, d'amplitude modérée, avec action essentielle du diaphragme, en deux temps :

- phase « abdominale »  
La contraction des fibres musculaires (rayonnantes...) du diaphragme se traduit par un abaissement de son centre phrénique, avec aplatissement de la coupole, créant ainsi une dépression au niveau thoracique et l'appel d'air dans les poumons.  
Ce mouvement de « descente » du diaphragme (en réalité, plutôt aplatissement de la coupole) a pour conséquence la poussée des viscères abdominaux vers le bas et, si la ceinture abdominale est normalement souple, il provoque le « gonflement » du ventre (attention : il convient de rappeler qu'en dépit de ce terme - trompeur - de « gonflement » il n'y a pas d'air entrant dans l'espace abdominal !...).  
Cette phase de descente du centre phrénique réalise une première ouverture thoracique par le fond du thorax, vers le bas.
- phase « thoracique »  
Dans cette étape, le centre phrénique va être stabilisé afin que les fibres musculaires, poursuivant leur contraction, engagent l'élévation des côtes basses sur lesquelles elles sont insérées, permettant l'ouverture en largeur de la partie inférieure du thorax. Le relais est ensuite pris par les intercostaux externes et les surcostaux (*élevateurs des côtes*) pour poursuivre l'ouverture thoracique avec l'élévation, en finale, des côtes supérieures.  
Le centre phrénique ne peut devenir « point fixe » qu'en prenant appui sur la masse viscérale, elle-même contenue par la sangle abdominale ; celle-ci doit donc être tonique pour offrir cette résistance nécessaire à ce deuxième temps d'action du diaphragme.

Le diaphragme fonctionne donc en « opposition / synergie » avec la sangle abdominale (principalement la transverse) qui doit être tonique et « élastique »...

- si les abdominaux sont trop contractés, ils empêchent la descente du centre phrénique et l'ouverture abdominale ; la respiration reste costale essentiellement.
- si les abdominaux sont trop relâchés, le centre phrénique ne trouve pas d'appui pour déclencher l'ouverture costale ; la respiration reste principalement abdominale.

Dans l'une ou l'autre de ces deux situations, l'efficacité du diaphragme est incomplète et l'ouverture respiratoire reste limitée.

[ une limitation du mouvement même de descente du diaphragme peut, par ailleurs, être la conséquence d'un raccourcissement du fascia profond. cf. chap. 2... ]

Par son action et grâce à sa mobilité, le diaphragme assure la fonction vitale de la respiration. Il participe, plus occasionnellement, aux fonctions statiques ou de mouvement ainsi qu'aux fonctions d'excrétion ; il joue également un rôle dans des événements tels que la toux, le rire, les pleurs, mais surtout, il participe de façon essentielle à la phonation. Il est alors sollicité ici de façon plus « contrôlée », dans une action coordonnée à celle de la respiration, la fonction automatique de la ventilation restant toutefois prioritaire.

[ par ailleurs, outre la fonction de ventilation, l'action du diaphragme est tout à fait importante dans :

— le retour veineux (action de pompe...)

— le massage des viscères (aide au transit)]

## 8.1.2 Mode « amplifié »

Dans le but d'augmenter la ventilation, avec des volumes d'échange plus importants, l'action du diaphragme est relayée et complétée par celle des muscles inspireurs accessoires, dont le recrutement dépend des nécessités de mobilité et des possibilités de stabilisation des différentes structures :

- grand pectoral, grand dentelé et grand dorsal amplifient l'ouverture costale basse et moyenne, latéralement surtout,
- petit pectoral, scalène, petit dentelé postéro-sup., sterno-cléido-mastoïdien amplifient l'ouverture du thorax dans sa partie haute surtout, en antéropostérieur.

Cette action des inspireurs accessoires doit donc s'appuyer sur celle du diaphragme ; or, très fréquemment, pour compenser une perte d'efficacité de ce dernier, les inspireurs accessoires sont utilisés de façon permanente et non plus secondaire seulement ; l'ouverture thoracique d'inspire reste alors essentiellement haute et des tensions s'installent dans cette musculature, recrutée de façon excessive, et qui ne peut alors rester suffisamment disponible pour assurer sa fonction locomotrice ; les régions cervicale et ceintures scapulaires, du fait de ces tensions, perdent de leur mobilité... (la morphologie thoracique est ici plutôt celle de l'état d'inspire, en ouverture plus ou moins rigidifiée, avec une position haute des épaules et des tensions supplémentaires souvent importantes dans les trapèzes supérieurs...)

## 8.2 Expiration

Elle consiste en la refermeture de l'espace thoracique, l'air ressortant des poumons qui se « vident »...

L'expiration peut se faire en deux phases, selon l'amplitude et surtout selon le mode passif ou actif...

### 8.2.1 Expiration passive

Elle correspondrait à une expirer « de repos », avec volume expulsé modéré...

En fait, tous les muscles inspireurs, qui s'étaient contractés pour faire l'ouverture thoracique, se relâchent... ; le thorax se referme alors passivement avec abaissement des côtes par les effets d'élasticité pulmonaire (retour de l'« étirement ») et costale (détorsion) ainsi que celui de la gravité.

Le diaphragme, bien sûr, se relâche également et reprend sa forme plus concave avec la remontée du centre phrénique. Dans la réalité « clinique », les tensions sont souvent telles que ce mouvement

de relâchement du diaphragme devient insuffisant, mais il est aussi fréquent de constater que le réajustement d'une représentation mentale adéquate de ce mouvement réouvre un accès vers la détente.

[une erreur fréquente de représentation du mouvement diaphragmatique vient de la confusion de celui-ci avec le mouvement costal qui lui est inversé ; les côtes montent quand le diaphragme descend... et vice versa...]

La fin de cette phase d'expiration / détente correspond au point neutre / de repos de la respiration avec retour au relâchement musculaire complet et état d'équilibre des pressions internes et des contraintes en étirement des différentes structures (contenant thoracique et poumons). L'apnée qui suit représente alors un temps privilégié de détente.

## 8.2.2 Expiration active ou profonde

Elle permet d'augmenter le volume ou la puissance de l'expire.

A l'inverse de l'étape précédente, qu'elle prolonge et intensifie, cette phase requiert certaines actions musculaires qui vont accentuer la refermeture thoracique et permettre une expulsion plus complète de l'air (bien que celle-ci ne soit jamais totale, il reste toujours un « volume résiduel » d'air dans les poumons).

Cette seconde étape d'expire se fait de façon progressive, en deux temps principaux (tout à fait liés dans une continuité d'actions et non réellement successifs) :

- fermeture active du thorax :  
par la contraction des expirateurs costaux [intercostaux internes (*intercostaux intimes*), triangulaire du sternum (*transverse du thorax*), petits dentelés (*dentelés*) postéro-inférieurs, grands obliques (*obliques ext.*) et carrés des lombes] qui accentuent la fermeture des côtes basses, dans les trois directions de l'espace.
- serrage de la sangle abdominale :  
l'action des obliques se situe en phase intermédiaire et appartient aussi bien à l'étape thoracique qu'à l'étape abdominale de fermeture. Cette contraction est accompagnée et soutenue par celle du transverse, essentielle ; elles repoussent alors la masse viscérale vers le haut et font remonter davantage le diaphragme dans l'espace thoracique, augmentant ainsi la pression intra-thoracique pour compléter l'expulsion d'air des poumons. Cette contraction du transverse doit être soutenue plus particulièrement au niveau de sa partie inférieure, entre nombril et pubis, afin d'orienter plus précisément le mouvement de « remontée » de la masse abdominale et d'éviter une pression descendante trop importante vers le petit bassin.

[en ce qui concerne la tonicité abdominale, tout travail de « musculation » devrait être fait en respectant la physiologie du muscle concerné : le faire travailler dans ses paramètres d'action et selon sa fonction... ; le renforcement musculaire des abdominaux devrait alors se faire essentiellement dans et par l'activation de la phase d'expiration profonde... et non pas seulement « en même temps que l'expire »...]

La synchronisation de ces deux moments entre eux et avec la phase « passive » doit pouvoir être modulée en fonction des conditions ou des objectifs (le soutien de l'émission du souffle dans la voix, par exemple, exige parfois une expiration active en même temps que la rétention ou le contrôle de la détente des inspireurs ; la solidarisation du tronc comme appui pour le développement d'un effort important combine descente du diaphragme et serrage abdominal...).

Ce temps d'expiration profonde peut mettre en place des actions musculaires intenses, au cours desquelles le tissu pulmonaire ainsi que les structures osseuses du gril costal sont amenés dans des

compressions relativement importantes ; le seul relâchement de cette action musculaire, en libérant ce « ressort » côtes/poumon, peut devenir déclencheur de l'inspiration suivante, de qualité alors « passive » pour ce bref instant d'initiation de l'ouverture.

L'observation de ces différents moments respiratoires, quelles qu'en soient les variations et combinaisons, met en évidence une nécessaire « complicité » entre le diaphragme et la sangle abdominale. Le muscle transverse particulièrement, outre sa fonction de contention abdominale et son rôle dans l'activité posturale, a une action puissante d'expireur mais permet aussi de moduler, en fonction de ses tonicités, la mobilité du diaphragme, dans une véritable « synergie ».

Complicité essentielle à l'acte respiratoire, entre le diaphragme et le transverse... :

- le transverse, véritable « centre » musculaire de la posture et de l'enracinement...
- le diaphragme, carrefour des chaînes de mouvement et centre dynamique ; au cœur de l'acte relationnel de la respiration ; des affects et émotions...

Par ailleurs, dans le déroulement du mouvement respiratoire sont présentes toutes les qualités toniques possibles, toutes les nuances de la dynamique corporelle globale...

[ *action / détente / élan / résistance...* ]

Le mouvement de la respiration concerne la globalité du corps et représente le premier échange qui mobilise l'individu dans son milieu ; l'interdépendance entre mobilités squelettique et respiratoire, de par leur mise en œuvre par des musculatures communes, permet que, pour être plus « organique », tout mouvement corporel d'ordre général puisse être façonné en s'originant dans celui de la respiration...





# Bibliographie

1. AZEMAR G. **L'homme asymétrique** 2003, Ed° CNRS Editions
2. BAINBRIDGE COHEN B. **Sentir, ressentir et agir** 1999, Ed°. Nouvelles de Danse (traduit de l'anglais)
3. BENICHOUS J. - LIBOTTE M. **Le livre du pied et de la marche** 2002, Ed° Odile Jacob
4. BERTHOZ A. **Le sens du mouvement** 1997, Ed° Odile Jacob
5. BUSQUET L. **Traité d'Ostéopathie myotensive** 1982, Ed°. Maloine (Chaînes musculaires : Tome 1)
6. BUSQUET L. **Les chaînes musculaires** 1998, Ed°. Frison Roche (Tome 2)
7. CALAIS GERMAIN B. **Anatomie pour le mouvement** Ed°. Désiris (Tomes 1 et 2)
8. CAMPIGNION P. **Respir ' Actions** 1996, Diffusion P. Campignon
9. COURRAUD BOURHIS H. **Le sens de l'équilibre** 2002, Ed°. Point d'Appui
10. FELDENKRAIS M. **L'être et la maturité du comportement** 2000, Ed° L'espace du temps présent (traduit par P. Auquier)
11. FRERES M. , MAILOT M.B. **Maîtres et clés de la posture** 1997, Ed° Frison Roche
12. KAPANDJI I.A. **Physiologie articulaire** 1980, Ed°. Maloine (Fascicules 1, 2 et 3)
13. LARSEN W.J. **Embryologie humaine** 2000, Ed°. De Boeck et Larcier
14. PIRET S. et BEZIERS MM. **La coordination motrice** Ed°. Masson
15. ROBERT OUVRAY S. **Intégration motrice et développement psychique** 2002, Ed°. Desclée de Brouwer
16. ROUQUET O. **La tête aux pieds** 1990, Diffusion Recherche en Mouvement
17. SENEGAS J. **Anatomie fonctionnelle de l'appareil locomoteur** 1999, Ed°. Bergeret, Cours d'anatomie Université Bordeaux 2
18. SOUCHARD Ph.E. **Le diaphragme** 1980, Ed°. Maloine
19. STANLEY K. **Anatomie Emotionnelle** 1997, Ed° française : M. Guilbot (traduit par L. Boissumeau)
20. STRUYF DENYS G. **Les chaînes musculaires et articulaires** Diffusion ICT GDS
21. VITAL J.M., SENEGAS J. et LAVIGNOLLE B. **Anatomie descriptive et fonctionnelle de la colonne** 2003, Ed°. Bergeret, Cours d'anatomie Université Bordeaux 2