



AIX EN PROVENCE

**DYSFONCTIONS OSTEOPATHIQUES DU RACHIS
ET DU MEMBRE SUPERIEUR CHEZ LE
GRIMPEUR LIEES A UNE ADAPTATION DE
L'ANATOMIE PROPRE A LA SUSPENSION**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

PROMOTION 2014-2015

TUTEUR DU MEMOIRE

PIGOT Sophie D.0

AUTEUR DU MEMOIRE

DESECURES Alexandra

REMERCIEMENTS

A Madame Pigot Sophie, ma tutrice de mémoire ; qui m'a permis de m'ouvrir à l'anthropologie et l'anatomie comparée afin de comprendre notre long processus évolutif. Elle m'a donné l'envie d'explorer les origines de l'homme jusque dans ses particularités anatomiques. Ton aide précieuse quand aux réflexions biomécaniques ; ta connaissance de l'anatomie humaine et animale ont permis de faire germer l'idée de ce mémoire. Tes conseils et ta patience ont permis d'aller au bout de ce travail de fin d'études. Que ce mémoire soit l'expression de ma considération et de ma gratitude.

A Madame Chappus Anne, responsable de la bibliothèque d'anatomie comparée du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris qui m'a aidé dans mes recherches et permis d'accéder à des ouvrages uniques et anciens.

A Madame Tardieu Christine, directrice de recherche au CNRS, biologiste de l'évolution ; qui m'a permis d'accéder à sa collection privée de publications concernant l'anatomie comparée du membre supérieur entre chimpanzé et homme.

A tous les enseignants d'Eurostéo IOPS d'Aix-en-Provence ; pour votre enseignement et votre passion inéluctable de l'ostéopathie. Vous m'avez donné l'envie d'exercer pleinement et exclusivement ce métier.

A mon père, Jean-Louis qui m'a permis de découvrir des talents graphiques en informatique jusqu'alors inconnus.

A mes amis grimpeurs qui ont été enthousiastes à l'idée d'être sujets pour ce mémoire.

A ma famille et amis, pour vos encouragements encore et toujours...

A mon mari, Florent, pour son aide et son oeil critique au cours de ce mémoire ; son amour, son indulgence et son soutien sans faille durant ces six années d'études.

A mon fils, Théo, qui a su être patient lorsque je travaillais...

**« Le corps est un et interchangeable aussi longtemps que nous
n'avons pas besoin de prendre en considération ses
particularités » (Mach ; 1984)**

RESUME

Au cours de ce mémoire, j'ai effectué un protocole de tests ostéopathiques sur une population de dix patients pratiquant l'escalade sportive régulièrement. Les tests m'ont permis de mettre en évidence cinq dysfonctions principales : dysfonction de charnière dorso-lombaire ; dysfonction de L3 sur L4 ; dysfonction de glissement interne de l'articulation acromio-claviculaire ; dysfonction de compression de l'olécrane dans la fossette olécranienne ; dysfonction de compression de l'interligne huméro-radial. Ces résultats m'ont conduit à étudier l'anatomie comparée du membre supérieur et du rachis entre l'homme et le chimpanzé ; sachant que le membre suspenseur est devenu suspendu au cours de l'évolution.

Les dysfonctions retrouvées chez le grimpeur mettraient en évidence des éventuelles adaptations anatomiques liées à l'escalade alors que l'anatomie de l'homme n'est plus adaptée à la suspension ; sachant qu'à l'origine de notre lignée humaine nous nous rapprochions du modèle anatomique du chimpanzé.

In this work studies , I did a protocol osteopathic tests in a population of ten patients practicing sport climbing steadily. The tests allowed me to highlight five major dysfunctions : thoracolumbar junction dysfunction ; L3 L4 dysfunction ; internal sliding dysfunction acromioclavicular joint ; compression dysfunction of the olecranon in the olecranon fossa ; compression dysfunction humeral - radial spacing. These results led me to study the comparative anatomy of the upper limb and spine between man and chimpanzee ; knowing that the hanger member became suspended during evolution.

Dysfunctions found in the climber would highlight the possible anatomical adaptations in escalating while the human anatomy is no longer suitable for suspension ; knowing that at the origin of our human lineage we got closer to the anatomical model of the chimpanzee.

**Mots-clés : Evolution - Anatomie - Adaptation - Membre supérieur - Rachis
Evolution - Anatomy - Adaptation - Upper limb - Spine**

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	3
RESUME	5
SOMMAIRE	6
INTRODUCTION	8
I) DU GRAND SINGE AU GRIMPEUR	10
I.1 A L'ORIGINE IL Y AVAIT DES ESPECES	10
I.2 NOS ANCETRES LES GRANDS SINGES	13
I.3 UN PROCHE ANCETRE COMMUN	16
I.4 DU CHIMPANZE A L'HOMME	17
I.5 LE CHIMPANZE ET SES PARTICULARITES : GENERALITES	19
I.6 COMPARAISON SCHEMATIQUE HOMO/PAN TROGLODYTE	28
I.7 REPERTOIRE LOCOMOTEUR DES GRANDS SINGES ET DES HOMMES	30
I.8 APPERCU HISTORIQUE DE LA PRATIQUE DE L'ESCALADE	33
I.9 APPROCHE GESTUELLE ET MECANIQUE DE L'ESCALADE	36
II) ANATOMIE COMPAREE DU CHIMPANZE ET DE L'HOMME	48
II.1 ARTHROLOGIE DE L'HOMME ET DU CHIMPANZE	48
II.2 MYOLOGIE DE L'HOMME	94
II.3 MYOLOGIE DU CHIMPANZE	110
III) DESCRIPTION DE L'ETUDE ET DE LA METHODE	116
III.1 L'ETUDE	116
III.2 LA POPULATION	118
III.3 RECUEIL DE DONNEES	119
III.4 METHODE D'ANALYSE	120
III.5 PRESENTATION DES PATIENTS	120
III.6 EVALUATION DES PRINCIPALES DYSFONCTIONS OSTEOPATHIQUES PAR PATIENT	124

III.7 EVALUATION DES PRINCIPALES DYSFONCTIONS OSTEOPATHIQUES : SCORE GLOBAL	127
III.8 ANALYSE DU SCORE GLOBAL	132
III.9 DISCUSSION	133
III.10 LIMITES	143
IV) CONCLUSION	144
BIBLIOGRAPHIE	146
TABLE DES ILLUSTRATIONS	149
TABLE DES MATIERES	154
ANNEXES	157

INTRODUCTION

L'homme en tant que primate, partage un ancêtre commun avec le reste des primates ; particulièrement le chimpanzé plus proche génétiquement.

L'homme est désormais bipède exclusif mais si nous étions toujours « suspendus », notre plus proche semblant serait le chimpanzé.

Le chimpanzé possède un membre supérieur dévolu à la suspension ; alors que celui de l'homme est devenu suspendu au cours de l'évolution.

J'ai pour habitude d'être dans un milieu vertical ou l'on se « suspend » perpétuellement car je pratique l'escalade sportive depuis plusieurs années.

En observant les grimpeurs évoluer sur les voies d'escalade ; je me suis questionnée quant à cette biomécanique particulière liée à la suspension.

Cette pratique sportive entraîne-t-elle une adaptation anatomique du membre supérieur et du rachis liée à cette suspension bien qu'occasionnelle ?

Je reçois souvent en consultation d'ostéopathie lors de mon stage clinique externe des grimpeurs pratiquant régulièrement leur discipline favorite. J'ai pu constater que je retrouvais dans mes tests ostéopathiques des dysfonctions communes sur le membre supérieur et sur le rachis chez ces patients.

J'ai voulu de ce fait faire une étude observationnelle spécifique de ces dysfonctions sur une population de dix grimpeurs expérimentés et ai eu donc l'occasion de pratiquer des tests ostéopathiques sur ces patients pour la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

Les résultats de mes tests ostéopathiques m'ont conduit à l'étude de l'anatomie du rachis et du membre supérieur du chimpanzé comparativement au rachis et au membre supérieur de l'homme afin de mettre en évidence des détails anatomiques pouvant être en lien avec la suspension du singe tandis que cette même fonction a disparu chez l'homme.

L'anatomie comparée de l'homme et du chimpanzé ont été publiées cependant le membre supérieur et le rachis sont les « parents pauvres » de cette spécialité.

L'étude du bassin et du membre inférieurs ont été privilégiés afin de comprendre les mécanismes évolutifs qui ont joué sur le rythme et la durée de la croissance de la lignée humaine, de la station debout, de la marche et de la course bipèdes.

L'objectif final de ce mémoire est de comprendre s'il y a une mise en place d'un schéma dysfonctionnel chez le grimpeur imposé par une adaptation anatomique qui n'est plus dévolue à la suspension sachant que à l'origine de notre lignée humaine nous nous rapprochions du modèle anatomique du chimpanzé.

I. DU GRAND SINGE AU GRIMPEUR

I.1 A L'ORIGINE IL Y AVAIT DES ESPECES

Ce n'est qu'à partir du XIXème siècle que de véritables théories proposant une explication du phénomène de l'évolution des espèces ont été développées.

C'est grâce en premier lieu à Charles Darwin (1809-1882), un naturaliste anglais, qu'une théorie fondée sur la sélection met de l'ordre dans la compréhension de la diversité des espèces et de leur transformation au cours du temps.

Son oeuvre majeure, « l'Origine des Espèces » parue en 1859 est un ouvrage important pour comprendre l'évolution des espèces.

Bien d'autres avaient précédemment quitté le modèle théologique de l'époque pour découvrir l'évolution mais il a été le premier à proposer un mécanisme plausible.

Aussi, le français Lamarck (1744-1824) avait proposé un concept d'usage ou de non usage : pour Lamarck l'usage intensif ou délaissé d'un organe chez un animal en développement modifierait cet organe, modification qui pourrait dans certains cas être transmise à la descendance. On appelle ce concept le transformisme.

Pour Darwin, dans toute espèce vivante confondue, il existe des variations et certaines d'entre elles y trouveront un avantage.

Ces variations sont : la nature de l'organisme qui est le plus important des deux et la nature des conditions ambiantes.

Ces variations ne sont pas des imperfections éloignant du « genre idéal » mais au contraire, celles-ci sont un héritage qui influe le potentiel de survie et de reproduction de cette espèce.

Puis de variations en variations, une population peut s'éloigner de plus en plus de l'espèce souche au point de former une nouvelle espèce.

Prenons pour exemple les girafes.

Les girafes allongeraient leurs cous en faisant systématiquement l'exercice de chercher à atteindre les branchages hauts, procréant ainsi progressivement des descendants aux cous de plus en plus longs et puissants, ce qui au fil des générations fait apparaître le caractère actuel. C'est alors un mécanisme intentionnel; la girafe a l'intention de manger, pas d'allonger son cou ou ses jambes, l'usage intensif est censé produire cela pour permettre ce but selon Lamarck.¹

Tandis que Darwin affirmait que les girafes ayant des cous plus longs avaient plus de descendants, probablement du fait que leurs descendants en cas de disette arrivaient plus facilement à atteindre les feuillages des branches de plus en plus haut.

C'est ainsi qu'à cette époque les scientifiques soutenant la théorie de Darwin se sont heurtés aux grands évêques anglicans.

La théorie de l'évolution remet en cause l'interprétation des textes bibliques et du courant créationniste des milieux protestants.

Le fossile de l'homme de Néandertal découvert en 1856 appuie l'hypothèse évolutive, même si l'idée même qu'une espèce d'Homme distincte de la nôtre ait existé par le passé (et ait disparu) fut particulièrement difficile à admettre. Darwin fut le premier à la proposer et surtout à la populariser en 1871.

La découverte de Lucy en 1974 a permis d'appuyer la théorie d'une origine est-africaine de la lignée humaine.

Toutefois il n'est pas si aisé pour les chercheurs de comprendre toutes les différences du génome qui éloignent l'homme du chimpanzé.

En effet la proximité génétique entre homme et chimpanzé est frappante : les deux génomes ne varient que de 1 à 4 % selon les techniques d'évaluation actuelles utilisées.

Sur les 3 milliards de nucléotides qui codent l'information génétique de l'homme, 35 millions de nucléotides environ ont changé depuis la séparation entre chimpanzé et homme.

¹Peter Bowler, *L'évolution vue de l'intérieur*, La Recherche, L'héritage Darwin, n° 33 – novembre 2008, 34-39.(SOURCE INTERNET Wikipedia)

Notons que l'homme possède vingt-trois paires de chromosomes, le chimpanzé en a vingt-quatre.

Treize paires sont pratiquement identiques, six paires sont restées comparables et deux paires sont dissemblables.

Le XX et XXI ème siècle ont apporté beaucoup à ce que Darwin ne pouvait pas encore découvrir, des mécanismes internes à chaque organisme vivant, qui permettent l'évolution.

La découverte des gènes, de la molécule d'ADN, de sa capacité à intégrer des changements dans sa structure et à les transmettre de façon héréditaire a marqué un tournant dans la compréhension de l'évolution des espèces.

On ne parle plus alors uniquement de sélection et d'une vue très simple des gènes.²

Ainsi, le concept Darwinien a été dépassé ou plutôt nous pourrions considérer qu'il a progressé même s'il reste la base de la compréhension de l'évolution des espèces pour grand nombre d'anthropologues mais aussi pour le grand public.

Notre histoire est donc inscrite dans nos gènes et résulte d'un « patron » primitif perpétuellement remanié.

Pour saisir ce modèle, la biologie nous compare à des schémas antérieurs, qui sont selon l'ordre historique, l'anatomie comparée, l'embryologie, la paléontologie et la génétique.³

L'histoire évolutive de l'homme a été décrite dans de nombreux ouvrages et je me permettrais de rappeler simplement que notre plan d'organisation corporel, très ancien, est semblable chez beaucoup d'animaux, même invertébrés.

Ces similitudes anatomiques que nous partageons avec le chimpanzé ont éveillé ma curiosité . J'ai voulu par le biais de ce mémoire chercher à comprendre et comparer l'organisation de notre plan corporel.

² BARD JB, *the next evolutionary synthesis : from Lamarck and Darwin to genomic variation and systems biology*, Cell Commun Signal. 2011 Nov 3;9(1):30. doi: 10.1186/1478-811X-9-30. (Pub Med) (PMC Free)

³ FROMENT A, *ANATOMIE IMPERTINENTE Le corps humain et l'Evolution*, Odile Jacob, 2013, 21

En effet, le grimpeur présente un mode locomoteur lors de la pratique de son sport favori qui se rapproche de celui du chimpanzé évoluant dans les arbres.

La question n'est pas de savoir pourquoi l'homme grimpe car les réponses sont nombreuses mais elle est de comprendre et d'analyser comment le schéma corporel du grimpeur se rapproche de celui de l'animal.

I.2 NOS ANCETRES LES GRANDS SINGES

Il y a 40 millions d'années, de grands bouleversements affectent la terre et toute la faune et flore présentes. Les grandes régions climatiques se mettent en place : l'hémisphère nord se refroidit et les primates y vivant disparaissent alors que ceux vivant en zones tropicales survivent aux changements de température. C'est vers - 35 millions d'années qu'apparaissent les premiers singes modernes et leurs caractéristiques anatomiques qui ont permis de les classer.

Toutefois cette classification taxinomique a été fluctuante du fait de la position systématique de l'homme au sein du règne animal.

La taxinomie est la science qui a pour objet de décrire les organismes vivants et de les regrouper en entités appelées taxons afin de les identifier puis les nommer et enfin les classer.

EVOLUTION DES CLASSIFICATIONS TAXINOMIQUES

Il existe une classification taxinomique traditionnelle qui a été modifiée au fur et à mesure des apports. Nous allons voir la traditionnelle ainsi que la classification moderne actuelle.

CLASSIFICATION TRADITIONNELLE

Il faut d'abord rappeler la classification traditionnelle qui a pour but de grouper les espèces selon leurs caractères morphologiques. Il n'y a aucune idée de filiation, de relation de parenté inter espèces. D'ailleurs cette classification inventée par Linné (1707-1778) est antérieure à toute idée d'évolution (Darwin 1809-1882) et était acceptée à l'époque par la plupart des taxinomistes.

Celle-ci place l'Homme comme étant proche des grands singes mais à part de ceux-ci.

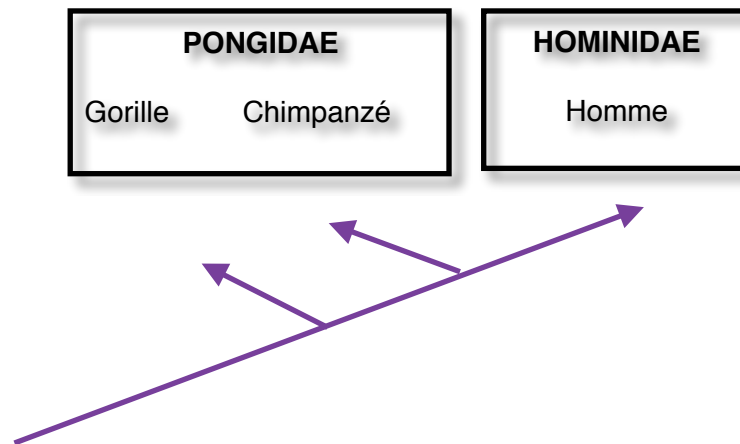


schéma 1. classification traditionnelle taxinomique de Linné d'après A. Desecures

CLASSIFICATION MODERNE

Une étude menée en 1963 par Goodman⁴ sur les protéines sanguines et les relations de parenté entre l'homme et les grands singes a fondé l'anthropologie moléculaire. Cette analyse a clairement établi que les deux grands singes africains Gorille (*Gorilla*) et Chimpanzé (*Pan*) sont plus étroitement apparentés à l'homme qu'ils ne le sont à l'orang-outan (*Pongo*) asiatique.

Goodman proposa alors de distinguer deux groupes : la famille des *Hominidae*, regroupant *Homo*, *Pan* et *Gorilla* ; et la famille des *Pongidae* avec *Pongo*

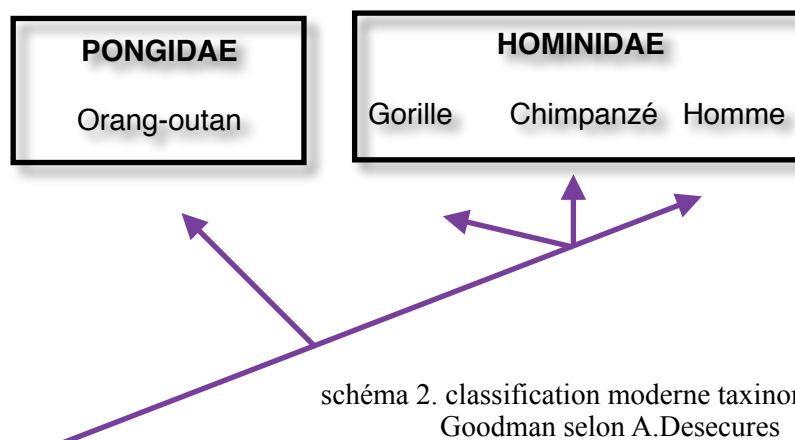


schéma 2. classification moderne taxinomique de Goodman selon A. Desecures

⁴ GOODMAN M., *Serological analysis of the systematics of recent hominoids*. Hum. Biol., 1963

L'anthropologie moléculaire a évolué par la suite ; l'ADN mitochondrial a été étudié ce qui a permis d'établir la théorie moléculaire dite « de l'origine africaine » selon laquelle l'homme moderne serait apparu en Afrique.

Cette théorie reste l'hypothèse la plus soutenue qui permettra par la suite d'établir la « lignée humaine » en étudiant toute l'histoire évolutive des hominidés à partir du plus récent ancêtre commun à l'homme et au chimpanzé.

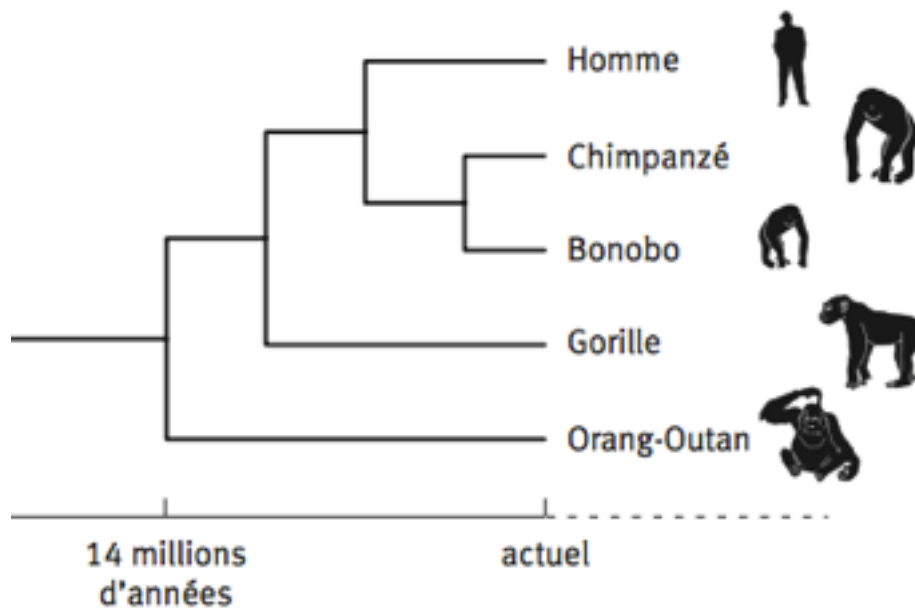


schéma 3. Arbre phylogénétique des grands singes selon Lecointre G. et Le Guyader H.

I.3 UN PROCHE ANCETRE COMMUN

Hommes et grands singes africains partagent donc un proche ancêtre commun.⁵

Tout ce que nous avons en commun avec le chimpanzé provient d'un héritage commun.

La similitude génétique entre homme et chimpanzé estimée à 99,4% grâce à l'étude des séquences d'ADN incite certains zoologues à inclure le chimpanzé dans le genre *Homo*...

Les gorilles sont inclus dans le même groupe monophylétique à côté des chimpanzés et des humains.

Ces trois lignées partageraient un ancêtre commun sur une plus longue durée avant que leurs ancêtres ne se séparent à la suite d'une évolution en réseau, en quelques générations seulement.

Au sein du taxon de hominoïdes, c'est avec le chimpanzé (*Pan Troglodyte*) et le bonobo (*Pan Paniscus*) que l'homme est le plus apparenté. Cela signifie qu'ils partagent un ancêtre commun qui n'est pas celui du gorille par exemple.

La lignée conduisant à l'homme se serait séparée relativement tardivement de celle des grands singes africains (alors rangés dans la famille des pongidés au préalable).

L'ancêtre commun serait alors un pongidé.⁶

Des travaux portant essentiellement sur l'analyse de l'ADN des grands singes permettent aujourd'hui de disposer d'informations précises sur la diversité génétique des chimpanzés et de la comparer à celle des populations humaines actuelles ou passées (par exemple des Néandertaliens).

Ces données permettent de souligner d'importantes différences génétiques entre les deux espèces connues aujourd'hui : *Pan Troglodytes* (le chimpanzé commun) et *Pan paniscus* (le chimpanzé nain ou « bonobo »).

⁵ CRUBEZY E. BRAGA J. LARROUY G., *ANTHROPOBIOLOGIE*, Masson, 2002,67-68

⁶ DUTRILLAUX B, *Notre nouvel arbre de famille, La Recherche*, n°298, 54-61, 1997

Les lignées conduisant à ces deux espèces auraient divergé il y a plus d'un million d'années et le chimpanzé représente le modèle biologique le plus proche de l'homme.⁷

I.4 DU CHIMPANZE A L'HOMME

Mais qu'en est il de la date de divergence au sein des hominidés entre la lignée des *Pan* et du genre *Homo*?

Les anthropologues moléculaires surprennent en proposant des âges pour les séparations.

Ces estimations se basent sur le concept de l'horloge moléculaire, concept ayant un principe assez simple.

Selon le système génétique étudié et comparé entre des espèces proches, on estime qu'une mutation se manifeste en moyenne chaque million d'années.

Ainsi, la date de divergence entre chimpanzé et homme serait de l'ordre de 7 millions d'années.

Ces estimations sont variables mais cette dernière incite les paléanthropologues à rechercher un dernier ancêtre commun autour de 7 millions d'années et en Afrique⁸.

Mais que s'est il alors produit à cette époque ? Comment la lignée des grands singes africains, celle des paninés, s'est elle séparée de celle des hommes, les Homininés, à partir de ce dernier ancêtre commun ? Je choisirai de ne pas parler des théories

⁷CRUBEZY E. BRAGA J. LARROUY G., *ANTHROPOBIOLOGIE*, Masson,2002, 69

⁸ PICQ P., *AU COMMENCEMENT ETAIT L'HOMME De Toumaï à Cro-Magnon*, Odile Jacob, 2003,28-29

concernant le dernier ancêtre commun (DAC) car celles ci divergent et je ne pourrai m'accorder à parler d'Orrorin ou de Toumaï (qui sont selon les chercheurs considérés comme l'un ou l'autre la premières espèce de la lignée humaine) car malgré l'intérêt du sujet, je m'éloignerai de mon sujet d'origine. Il faut toutefois noter que selon les chercheurs ce DAC serait quadrupède.

L'hypothèse la plus cohérente faisait intervenir une séparation entre les deux lignées suite à des événements géologiques (du fait de la pression des plaques tectoniques) et climatiques affectant l'Afrique entre 8 et 6 millions d'années.

C'est l'*East Side Story*. Une faille immense s'effondre sur cette zone géologiquement instable et déchire l'Afrique depuis l'Ethiopie au Nord jusqu'au lac Malawie au Sud de la Tanzanie : c'est l'apparition des vallées du Rift et leurs grands lacs.

Cette barrière naturelle va partager en deux nos populations de grands singes.

A l'est, la sécheresse s'installe et va transformer la forêt en savane. Les grands singes habitués à une nourriture abondante vont se retrouver dans un milieu où il faudra parfois plusieurs kilomètres pour trouver à manger. La bipédie est acquise pour favoriser les déplacements et mieux scruter les alentours, alors que l'émail dentaire permet la mastication de nourritures plus coriaces dans ce type d'environnement. Obligés de s'adapter, les hominidés qui s'y trouvaient sont probablement nos ancêtres.⁹

A l'ouest, il n'y a pas de changement climatique notable. La végétation est luxuriante avec de grandes quantités de nourriture. Les grands singes qui s'y trouvent n'ont pas besoin d'évoluer puisque la nourriture est présente dans les arbres. De ce fait l'usage de la bipédie n'est pas indispensable. Les ancêtres des grands singes actuels sont certainement issus de cette population ; plutôt arboricoles ils utilisent la bipédie ponctuellement.

⁹ PICQ P., *AU COMMENCEMENT ETAIT L'HOMME De Toumaï à Cro-Magnon*, Odile Jacob, 2003,34-37

Notons toutefois que depuis 7 millions d'années il n'y a pas eu qu'une seule lignée bien nette qui aille directement du DAC avec les grands singes vers l'homme anatomiquement moderne.

Cette vision est bien trop simpliste car la tâche est ardue pour les anthropologues et pour l'ensemble de la communauté scientifique.

Les hominidés se sont multipliés et certaines lignées ont disparu sans descendance (comme Neandertal par exemple). Notre évolution est plutôt comparable à un arbre buissonnant dont certaines branches se séparent et d'autres s'arrêtent de pousser. Plusieurs espèces appartenant au genre *Homo* ont non seulement existé mais aussi coexisté. L'homme moderne est plutôt un rescapé de la lignée comme les autres grands singes en voie d'extinction.

Sans finalité, l'homme continue d'évoluer, comme les autres espèces animales. Personne ne peut prédire ce qu'il deviendra ou ne deviendra pas dans 10 000 ans...

I.5 LE CHIMPANZE ET SES PARTICULARITÉS : GENERALITES

Actuellement, tout laisse penser que ce singe est celui qui nous ressemble le plus.



Ou nous qui lui ressemblons le plus....

Lorsque le grimpeur évolue en paroi il a un mode de locomotion qui se rapproche de ce petit singe...

Pourtant le fait de grimper n'est pas une particularité de l'homme...elle ne l'est plus en tout cas. Mais elle l'a été. Nous avons donc certaines caractéristiques communes :

Cette situation se caractérise par des particularités morphologiques, physiologiques et comportementales.

Celles ci sont présentes chez le grand singe et notamment le chimpanzé.

Ces particularités (par exemple avoir un nez au lieu d'une truffe, un pouce opposable, communiquer, vivre en communauté...) pourraient sembler ordinaires pour décrire un être humain car il serait approprié de penser que nous puissions être les seuls à en posséder l'exclusivité. Pourtant non, ces singularités s'expriment aussi chez le chimpanzé.

Parfois ce ne seront que des tendances mais il ne faudrait pas en négliger tous les aspects qui le caractérisent (ni même ne pas négliger la très longue histoire qui nous attache à tous les vertébrés terrestres..).

Le chimpanzé est un vertébré, de la classe des mammifères placentaires du règne animal.

La hiérarchisation taxinomique est un peu complexe ainsi je me permets de simplifier cette classification.

Comme nous le disions précédemment, le chimpanzé fait partie de l'ordre des primates ; au sein de cet ordre il est de la super famille des hominoïdes et de la sous-famille des hominidés (*hominidae*) ou hominins tout comme l'homme (*Homo*).

Le chimpanzé fait aussi partie de la famille des grands singes et c'est un anthropoïde.

Notons son appartenance au micro ordre des Catarrhiniens ou singes de l'Ancien Monde qui le différencie des singes du Nouveau Monde par la caractéristique d'avoir les narines rapprochées ouvertes vers le bas séparées par une fine cloison, des os frontaux et un os sphénoïde en contact, un appareil auditif avec une cavité tympanique qui s'enfouit dans le rocher.

Comme tous les primates (dont l'homme fait partie), ils se caractérisent par une absence de queue, un pouce opposable aux autres doigts avec des ongles à la place des griffes, l'existence d'une vision binoculaire liée au recouvrement des champs visuels et donc à la migration des orbites vers l'avant et d'un nez avec narines écartées à la place d'une truffe.

On distingue deux espèces de chimpanzé (*Pan*) : le *Pan Troglodyte* et le *Pan Paniscus* aussi appelé chimpanzé pygmée ou bonobo.

Actuellement, les 150 à 235 000 chimpanzés sauvages se situent dans l'Ouest ou au centre de l'Afrique.

schéma 4. Répartition des chimpanzés en Afrique selon Jane Goodall



Le chimpanzé a un pelage de couleur noire. Leurs paumes de mains et la plante des pieds sont nues.

La taille de ses bras équivaut à peu près une fois et demi la taille de son buste. Le mâle peut parfois mesurer jusqu'à 1 m 70 mais il mesure en moyenne 120 cm pour 50 kilos.

La femelle est plus petite ; 70 cm pour 40 kilos en moyenne.

En Europe en 2013 la taille moyenne de l'homme est de 1m78 et de la femme de 1m64.

En France la taille moyenne de l'homme est de 175,6 cm pour 77,4 kg contre 162,5 cm pour 62,4 kg chez la femme française en 2006.¹⁰

Tout comme la femme, la femelle chimpanzé est vivipare. Les mâles peuvent commencer à s'accoupler vers treize ans. Quant aux femelles, elles peuvent commencer vers dix ans.

Selon une enquête de l'Inpes - le baromètre Santé de l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé, en 2010 l'âge moyen du premier rapport sexuel chez la femme est de 17,6 ans contre 17,4 ans chez l'homme.

Dans les années 1940, la moitié des femmes avaient connu une première expérience sexuelle à 22 ans, contre 18 ans pour les hommes, soit quatre années d'écart.

¹⁰ Anne Caroline Berthet, Journal « 20 minutes », Juillet 2007 selon une étude de l'Institut Français du textile et de l'habillement 2006.

Ils ont une espérance de vie de 40 à 50 ans alors que le genre *Homo* vit de plus en plus vieux.

En 2012 en France l'espérance de vie est de 82,7 ans en moyenne alors qu'elle n'était que de 48 ans en 1900.

Les chimpanzés s'accouplent avec n'importe qui de la troupe. Il n'a pas de parade sexuelle.

En moyenne, la durée de gestation est de 240 jours pour une femelle chimpanzé alors qu'elle est de 280 jours pour la femme.

A la naissance le bébé chimpanzé pèse 2 kilos en moyenne alors que le bébé du genre *Homo* pèse en moyenne 3,4 kilos

Les chimpanzés sont allaités jusqu'à leur 4 ans et dorment dans le nid de la mère leur 5 premières années de vie. Pendant ce temps la femelle ne peut pas avoir d'autre bébé car elle n'a pas de cycle sexuel. Elle aura en moyenne 4 bébés dans sa vie. Accoucher de jumeaux est très rare.

Concernant la femme française, l'allaitement n'est pas systématique mais on note ces dernières années une recrudescence de la volonté d'allaiter son bébé.

En effet selon des données de statistiques de l'IPSN – Institut Prévention Santé en Néonatalogie que en 2002 en France, le taux d'allaitement à la naissance a atteint 54,6 % contre 45,6 % en 1995. La durée moyenne de l'allaitement est de 10 semaines.

En France le taux de fécondité est un des plus élevés d'Europe avec 2,01 enfants par femme en moyenne en 2010 selon l'Insee - Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques.

Les chimpanzés vivent en bande de vingt à quatre vingt individus. Ils partagent volontiers leur habitat avec d'autres espèces car très sociables (notamment les babouins).

Il semblerait que ce soit le mâle qui domine le groupe, souvent de manière violente car l'animal ne sait gérer les situations de conflits qu'en usant de l'agression. Lorsqu'il est irrité, il frappe le sol et les troncs de toute la puissance de ses poings.

Mais bien qu'il ne sache pas toujours user de diplomatie, le primate éprouve pourtant des sentiments altruistes lorsqu'il adopte le petit d'une femelle décédée, ou de tristesse à la mort de l'un des siens. Il possède une large gamme de vocalisations, de mimiques et de gestuelle, qu'il utilise pour communiquer avec les membres de son groupe. Le poil dressé signifie la peur ou la colère et il a une grande faculté à rire. Il pratique également l'épouillage et les caresses qui permettent de lutter contre le stress et de renforcer le lien social.

Le chimpanzé utilise des outils comme le pratiquaient les premiers hommes. Il se sert de « baguettes » pour capturer des termites ou des fourmis dans leur cache, de pierres, de branches pour briser des coquilles de noix.

Les primatologues ont recensé pas moins de 65 outils différents et la connaissance de leur utilisation se transmet de génération en génération. Une éducation par la filiation semblable à la notre.

Les chimpanzés ont un cerveau très développé. Ils ne peuvent pas parler comme l'homme car leur larynx n'est pas disposé de la même façon. En effet, le larynx d'un chimpanzé adulte est semblable à celui d'un nourrisson.

Le larynx est haut placé au niveau de la première vertèbre cervicale.

Le bébé n'est pas programmé pour parler. Il lui faut téter, donc respirer et avaler en même temps, ce que l'enfant sevré ne pourra plus faire, parce que son larynx sera descendu au niveau de la troisième vertèbre cervicale pour atteindre la sixième vertèbre cervicale à l'âge de deux ans accompagné de la descente de l'os hyoïde.

Le nourrisson du genre *Homo* témoigne de nos origines. Avaler en respirant permet à l'animal de boire et de manger rapidement alors que l'homme ne peut plus avaler et respirer en même temps à l'âge adulte. C'est un atout face au prédateur qui guette sa proie. La boîte vocale est organisée en conséquence.

Donc le chimpanzé ne peut pas parler.

Toutefois il est capable de communiquer avec l'homme puisque certains chimpanzés à qui le langage des signes a été enseigné sont capables d'utiliser ce moyen de communication.

Le chimpanzé a la faculté d'émettre une seule syllabe car il n'y a pas assez de place pour sa langue et contribue ainsi à sa grande mobilité afin de former 5 voyelles comme un jeune enfant.

Ce phénomène est lié au fait que l'os hyoïde ne soit pas descendu comme chez l'homme avec le larynx qui restera au niveau de la deuxième vertèbre cervicale à l'âge adulte chez le primate.

L'os hyoïde amarre les muscles de la langue et permet ainsi plus de mobilité s'il est bas.

Aussi, la forme des lèvres du chimpanzé n'est pas similaire à la nôtre. Le bourrelet de ses lèvres est tourné vers l'intérieur ce qui ne facilite pas l'élocution.

De plus, l'usage intensif des bras du chimpanzé a hypertrophié ses fausses cordes vocales ce qui diminue la caisse de résonance. Les fausses cordes vocales sont le prolongement en bandes ventriculaires à l'intérieur du larynx des vraies cordes vocales. Elles servent à protéger les vraies cordes vocales. Nous avons donc les mêmes structures de cordes vocales que le chimpanzé mais l'homme ne se suspendant plus aux arbres a permis d'améliorer ses fonctions locutrices.

Les chimpanzés habitent principalement dans les forêts où ils se rendent le plus souvent dans les arbres pour dormir et manger afin d'être en sécurité.

Ils ont ainsi une meilleure visibilité de l'« ennemi » potentiel.

Il grimpe aux arbres selon une technique qui lui est propre: les pieds poussent ensemble le corps vers le haut, tandis que les mains, accrochées au tronc, se placent successivement l'une au-dessus de l'autre. Enfin, il lui arrive de s'élancer d'arbre en arbre.

Parfois même pour cueillir certains fruits dont il raffole, il se coince des morceaux d'écorce entre les orteils des pieds en guise de « tong » et grimpe avec aux arbres épineux afin de « rafler » ces fameux fruits ... inventif!

Nous verrons plus loin comment le genre Homo peut aussi grimper des parois verticales.

Même les espèces qui vivent en milieu ouvert (savane, zones rocheuses) utilisent leur capacité à escalader afin de trouver de la nourriture et se protéger des prédateurs.

Le chimpanzé est comme l'homme omnivore et il apprécie particulièrement les végétaux et les fruits. Il mange aussi de petits animaux tels que des chenilles, des termites, des fourmis. Il chasse occasionnellement en groupe des mammifères tels que des antilopes, des cochons sauvages, des petits singes.

Mais, c'est un animal qu'on dit « opportuniste » car il mange ce qu'il trouve dans la nature.

Toutefois son régime principal est à dominante herbivore et fructivore.

En effet, il présente une denture peu spécialisée tout comme l'homme c'est à dire qu'elle reflète bien son régime omnivore plus riche en sucres.

Comme nous, le chimpanzé a une dentition lactéale puis une dentition adulte et leur croissance est limitée.

La hauteur des dents est commune à la notre, dite brachyodonte et de forme bunodonte c'est à dire en « forme de colline ».

Toutefois la formule dentaire du chimpanzé n'est pas toujours la même que le genre *Homo*.

Il présente communément comme l'homme 2 incisives, 1 canine, 2 prémolaires et 3 molaires maximum par hémi-mandibule.

Toutefois il a été rapporté une quatrième molaire sur le maxillaire supérieur et cela ne serait pas une anomalie de dédoublement d'une molaire. Elle serait une troisième prémolaire et qui ressemblerait à s'y méprendre à une grosse molaire.

Ces constatations démontrent que les chimpanzés n'ont pas toujours comme chez l'homme 32 dents mais 34 et cela dans 50 % des cas.

Il n'y a donc pas comme le genre *Homo* 16 dents au maxillaire supérieur mais 18.¹¹

Aussi ce qui est caractéristique chez tous les mammifères est l'évolution articulaire majeure via l'articulation mammalienne qu'on appelle squamoso dentaire et qui ne présente qu'un seul os : le dentaire. La mandibule (ou dentaire) s'articule directement à la base du crâne avec un condyle convexe, une cavité glénoïde sur le temporal et un ménisque très épais.¹²

Cette articulation qui a évolué du fait de la bipédie permanente et que l'on nomme articulation temporo-mandibulaire (ATM) met en jeu les mêmes muscles manducteurs que nous : masséter, temporal, ptérygoidien médial et latéral afin d'effectuer des mouvements tridimensionnels.

Le caractère de cette articulation mammalienne est discriminant afin de classer une espèce parmi la famille des mammifères puisqu'elle s'oppose à l'articulation reptilienne.

L'articulation reptilienne est l'articulation ancestrale. La mâchoire inférieure présente 5 os alignés medio-distalement qui vont s'articuler à la base du crâne. Cela assure un potentiel d'ouverture énorme.

Plusieurs raisons ont permis à l'articulation reptilienne d'évoluer vers l'articulation mammalienne : les effets de la mastication, la station bipodale et la locomotion. Puis cette articulation mammalienne a encore évolué du fait de la bipédie permanente et de la station debout pour devenir l'ATM de l'homme.

Le chimpanzé a une vision binoculaire comme l'homme avec pour résultat la perception de l'environnement en relief (en trois dimensions). Contrairement à d'autres animaux, il doit comme nous tourner la tête pour voir sur le côté. Grâce à la vision binoculaire, les primates appréhendent beaucoup mieux les distances, ce qui est un atout essentiel pour évoluer dans les arbres ou s'emparer de fruits.

¹¹Dr Marcel Baudouin, *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 1919, Volume 16, num4, 202

¹²J.LAVERGNE, G.VANNEUVILLE, S.SANTONI, *Précis d'Anatomie Comparée Crânio-facial des Vertébrés*, 1996, Edition 33 heures de France, p 232-235

Le chimpanzé a une vision colorée comme l'homme dite trichromatique : il perçoit trois pigments le bleu, le vert, le rouge et ainsi il peut percevoir les couleurs . Cette propriété que n'ont pas tous les primates lui permet une sélection plus précise de son alimentation.

Cette caractéristique prime sur les signaux d'origine olfactive, qui sont le plus important chez les autres mammifères.

Car l'évolution de la vision chez les primates de l'Ancien Monde a entraîné une baisse de l'olfaction en même temps. Les chercheurs ont suggéré que la vision tricolore rendrait l'odorat moins essentiel à la recherche de nourriture.

On pourrait aussi supposer que la diminution de l'odorat chez certains mammifères qui se sont redressés pourrait être lié à la verticalisation de la lame criblée de l'ethmoïde lors du passage vers la bipédie même si elle n'est pas permanente.

L'ethmoïde est un os de la base du crâne qui constitue le toit des fosses nasales et qui présente une lame horizontale : la lame criblée. Celle ci est traversée par des filets olfactifs qui vont former le bulbe olfactif et ainsi traiter les informations olfactives du bulbe vers les structures supérieures du cerveau.

La taille du bulbe olfactif de l'homme et du chimpanzé est identique alors que le néo cortex (couche externe des hémisphères cérébraux divisée en lobes frontaux, pariétaux, temporaux et occipitaux impliqué dans la perception par les sens et la réactivité par l'appareil locomoteur) du chimpanzé est de 4,9 dm² contre 22 dm² chez l'homme.¹³

¹³ TINLAND F., *SYSTEMES NATURELS SYSTREMES ARTIFICIELS*, Ed. Champ Vallon, 1991, 50

I.6 COMPARAISON SCHEMATIQUE *HOMO / PAN TROGLODYTE*

« Ce dessin m'a pris cinq minutes, mais j'ai mis 60 ans pour y arriver »

Pierre Auguste Renoir

I.7 REPERTOIRE LOCOMOTEUR DES GRANDS SINGES ET DES HOMMES

Les singes hominoïdes gibbons, orang-outans, gorilles, chimpanzés, bonobos et hommes sont adaptés à la suspension, ils sont "arboricoles".

Même si l'homme a évolué vers une bipédie permanente (plantigrade à la marche et digitigrade à la course) nos origines nous ramènent dans un répertoire vertical.

Un nouveau-né, même anencéphale, est capable de faire quelques pas automatiques et de se suspendre à une tringle, réflexe de brachiation qui rappelle ce passé arboricole.¹⁴

Mais pourquoi l'homme s'est-il redressé ?

Le scénario du redressement progressif du corps se passe à terre car dans les arbres, la verticalité et la bipédie sont monnaie courante.

Par contre, c'est une autre affaire une fois au sol.

Est-ce que la bipédie est une adaptation acquise pour se redresser dans la savane (après l'East Side Story vu précédemment) ou est-ce une aptitude héritée d'un répertoire arboricole incluant la bipédie?

Le modèle troglodytien d'après le nom du chimpanzé *Pan Troglodyte* s'est peu à peu imposé chez les anthropologues.

Il suppose que la bipédie est apparue dans la savane depuis les grands singes à moitié redressés et pratiquant le marcher sur les phalanges « knuckle-walking ».

Toutefois le deuxième modèle dit hylobatien d'après le nom du gibbon, *Hylobate* suppose que la bipédie fait partie du répertoire locomoteur de grands singes arboricoles et habitués à se suspendre.

¹⁴ FROMENT A, *ANATOMIE IMPERTINENTE Le corps humain et l'Evolution*, Odile Jacob, 2013,45

Il est intéressant de noter que les chimpanzés qui passent moins de 3 % de leur temps debout selon une longue étude de Kevin Hunt publiée en 1994 le font principalement sur les grosses branches dans les arbres même.

Il recherchait des exemples de bipédie facultative chez les singes. Son article initia une école de pensée selon laquelle la bipédie peut être apprise dans les arbres. D'autres études ont depuis montré que les orang-outang montrent les mêmes tendances, ainsi que d'autres singes. Les scientifiques indiquent que la vie dans les arbres est propre à développer l'équilibre nécessaire à la bipédie.¹⁵

L'homme actuel est bipède à 98% de son temps contre 5 à 10% chez le chimpanzé.

Il est quadrupède à 1% alors que le chimpanzé l'est de 40 à 60%.

Enfin l'homme est "suspendu" 1% de son temps contre 40 à 60% chez le chimpanzé.¹⁶

Au sol, les chimpanzés sont le plus souvent quadrupèdes.

Cependant, leur quadrupédie est très particulière. Comme chez tous les singes qui marchent au sol, le pied repose sur la plante (plantigrade). Mais au lieu d'en faire de même avec les mains, ils s'appuient sur le sol au niveau des articulations entre les premières et les deuxièmes phalanges. Ils ne sont pas digitigrades à proprement parler. On évoque un « marcher sur les phalanges », le « knuckle-walking ». Cette attitude contribue à installer le buste dans une position semi redressée. Cette quadrupédie très spécialisée ne s'observe que chez les grands singes africains (les

¹⁵ Auteurs Inconnus, Source Internet WIKIPEDIA, « *bipédie* » selon un article de Kevin D.Hunt, International Journal of Primatology
« *Origine(s) de la bipédie chez les hominidés* », December 1993, Volume 14, issue 6, pp 941-944

¹⁶ PICQ P., *AU COMMENCEMENT ETAIT L'HOMME De Toumaï à Cro-Magnon*, Odile Jacob, 2003, 25

orang-outangs préfèrent s'appuyer sur les articulations entre les os du métacarpe et les premières phalanges; nous faisons ainsi lorsque nous nous appuyons sur une table ou un bureau.)

La quadrupédie spécialisée des chimpanzés laisse peu de place à la bipédie. Ils sont bipèdes en se déplaçant les pieds sur des grosses branches et en se tenant à l'aide d'un bras saisissant une branche plus élevée. Au sol, ils sont bipèdes lors de déplacements menaçants et pour effectuer des gesticulations intimidantes, ce qui est très fréquent chez les mâles, mais observé aussi chez les femelles. Plus intéressant, ils marchent debout lorsqu'ils transportent des bâtons ou certaines nourritures. Parfois, quand le sol est boueux ou offre un contact désagréable, ils déambulent sur deux jambes. La bipédie fait partie de leur répertoire locomoteur, même si elle intervient dans à peine 5 % de leurs déplacements et sur des courtes distances. Ils ne sont évidemment pas adaptés à la bipédie, mais leur répertoire locomoteur offre cette possibilité.



schéma 6. Passage d'une forme quadrupède (marche sur les phalanges ou « knuckle walking) à une forme bipède (hanche et genoux fléchis) chez un chimpanzé bonobo *Pan Paniscus* selon G. Nicolas

L'anatomie du chimpanzé est adaptée à la marche quadrupède et à la suspension.

Quant à l'homme, il se distingue comme un bipède exclusif qui conserve de belles aptitudes pour la suspension.

I.8 APPERCU HISTORIQUE DE LA PRATIQUE DE L'ESCALADE

Le simple fait de « grimper » a une origine quasi impossible à dater...difficile à cerner dans le temps et selon les objectifs poursuivis : chasser, se protéger, se cacher...

L'usage de notre capacité naturelle à grimper est inscrite dans nos gènes puisque tout bébé l'homme escalade les « montagnes canapés », les « montagnes fauteuils » en pinçant les tissus.

Le réflexe de préhension présent physiologiquement chez le nouveau-né en bonne santé témoigne de notre lointain passé.

Quand on met un doigt ou un objet dans sa paume de main, le nouveau-né la referme solidement et si on le fait simultanément à ses deux mains, le bébé s'agrippe avec tant de force qu'on peut le soulever. Ce réflexe archaïque disparaîtra vers l'âge de 4 mois.

Ce phénomène d'agrippement peut d'ailleurs s'observer chez le bébé singe qui doit s'agripper à sa mère afin qu'elle grimpe aux arbres.

L'origine de l'escalade est intimement liée à l'origine de l'alpinisme dont elle fût longtemps l'une des composantes avant qu'elle ne s'en dissocie pour devenir une discipline à part entière.

La pratique de l'escalade est née de la nécessité qu'avaient les premiers alpinistes de s'entraîner en vue des grandes courses en montagne de l'été. L'activité a alors pour but de mieux appréhender les difficultés rencontrées sur le terrain et ne constitue pas encore une fin en soi.

La distinction entre l'alpinisme et l'escalade apparaît vers la fin du XIX ème siècle lorsque des grimpeurs chevronnés entreprennent des ascensions de plus en plus

audacieuses en falaise et sur des terrains éloignés de l'arc alpin, principalement en Allemagne, en Grande-Bretagne et dans les pays de l'Est. La pratique du bloc sur grès (type d'escalade sur des blocs de faible hauteur ne nécessitant pas de s'assurer et donc un matériel réduit au strict minimum) se développe conjointement en France dans la forêt de Fontainebleau près de Paris.

L'escalade demeure une discipline confidentielle qui reste réservée à un cercle restreint d'initiés.

Largement méconnue du grand public, elle souffre de la popularité et de la médiatisation de l'alpinisme.

Durant le XXème siècle, l'escalade progresse au rythme de l'évolution du matériel et des performances des grimpeurs.

Un premier tournant s'amorce dans les années 1930 alors que le premier système de cotation de voies (niveau de difficulté) voit le jour grâce à un allemand Hans Dülfer. Deux grands alpinistes italiens Ricardo Cassin et Eduardo Comici ouvrent des itinéraires particulièrement novateurs dans les Dolomites en Italie et relèvent le niveau.



A la même époque, le français Pierre Alain donne les bases de ce qui sera plus tard l'escalade moderne et le bloc en franchissant avec des espadrilles en caoutchouc le niveau 5+ sur les rochers de la forêt de Fontainebleau. Pierre Alain invente les premiers chaussons d'escalade qui porteront son nom.



Il faudra attendre les années 1960 pour que l'escalade rocheuse moderne se distingue complètement de l'alpinisme comme une pratique en soi.

Le mouvement s'amorce aux Etats Unis sous l'impulsion de puristes en quête d'engagement et de liberté qui prônent une escalade libre de haut niveau. Les premiers « big walls » sont gravis aux Etats Unis et le verdon devient la « mecque » de l'escalade sportive en Europe.

Peu à peu l'émulation et la recherche de difficulté élèvent le niveau. La première voie de niveau 7 est réalisée en 1970 puis de niveau 8 en 1977.

L'escalade libre s'impose dans les années 80 favorisée notamment par la médiatisation des exploits de deux français : Patrick Edlinger et Patrick Berhault dans le Verdon en France.

La discipline séduit de plus en plus d'adeptes en quête d'aventures et de sensations et se démocratise dans les années 90.

Dès lors, le nombre de pratiquants explose et l'escalade s'institutionnalise au sein de différentes fédérations avec la mise en place de compétitions régionales, nationales et internationales.

Le niveau arrive à son maximum par la libération de voies du degré 9 qui reste à ce jour la plus haute difficulté (la difficulté d'une voie est évaluée par un système de cotations en fonction de son type, son engagement et de sa difficulté. En France, ce système de cotation va de 2 à 9 et complété de a, b, c).

Aujourd'hui la recherche de la difficulté pure tend à orienter le grimpeur de haut niveau vers la pratique du bloc qui se concentre sur la puissance, la force pure et la dynamique du mouvement (on parle d' « explosivité »).



schéma 7. grimpeur des années 1980

I.9 APPROCHE GESTUELLE ET MECANIQUE DE L'ESCALADE

L'action de grimper repose sur plusieurs exigences sensorielles, cognitives et motrices.

Les trois composantes principales seront l'énergie déployée (capacités physiques), le mental (concentration, motivation, peur..) et la qualité gestuelle (capacités motrices permettant de réaliser le schéma gestuel précis afin de réaliser un passage le plus économiquement possible).¹⁷

Le grimpeur est conduit à identifier et parcourir un itinéraire sur lequel il s'agit d'enchaîner des déplacements. Cela implique qu'il soit capable d'adapter ses mouvements aux configurations de prises et aux multiples contraintes qu'il va successivement rencontrer sur la hauteur de la voie qu'il parcourt.

Contrairement à certains autres sports, l'effort en escalade est caractérisé par une grande complexité. En effet, l'escalade nécessite de mélanger trois filières énergétiques.

Ainsi la force, la résistance (capacité à maintenir un effort intense le plus longtemps possible) et l'endurance sont souvent sollicitées dans une même voie.

I.9.1 GENERALITES

Le grimpeur se trouve au pied d'une voie à gravir d'une hauteur variable en falaise ou au pied d'une structure artificielle.

La structure peut être :

- en extérieur sur structure rocheuse naturelle (paroi calcaire, grès, granit, gneiss, pouding..) sur une hauteur de 15 à 40 mètres et nécessitant de l'endurance mais avec généralement une difficulté moindre comparativement à la pratique du bloc.



schéma 8. Escalade en falaise

¹⁷Laurent Guyon, Olivier Broussouloux, *Escalade et Performance*, Amphora, 2004, 20 et 90-91

- le mur d'escalade en salle (SAE) qui rappelle les mouvements que l'on pratique en falaise sur une hauteur de 10 à 25 mètres



schéma 9. escalade en SAE



schéma 10.
escalade sur pan

- On entend comme structure artificielle également le pan qui rappelle les mouvements faits lors de la pratique du bloc c'est à dire des séquences de mouvements courts nécessitant de la force pure, de la puissance et de la dynamique.

Pour escalader, le grimpeur nécessite d'avoir un compagnon qui l'assurera tout le long de sa voie, de porter un baudrier qui est un harnais où la corde s'attache et sur lequel peuvent être disposés les dégaines (mousquetons) nécessaires à la progression en paroi, de chaussons d'escalade et accessoirement de magnésie (poudre de carbonate de magnésium blanche permettant d'absorber la sueur des mains).

La voie est équipée artificiellement par ancrages dans le rocher (spits, scellements ou pitons pour les voies historiques) et le grimpeur nécessitera de s'assurer en mettant des dégaines sur ces ancrages dans lesquels la corde sera passée.

Si le grimpeur tombe lors de son exercice, sa chute sera retenue par sa corde au niveau du dernier mousqueton et l'assureur au sol qui le retiendra. De ce fait, les chutes peuvent être de hauteur variable..

La chute en escalade sportive présente peu de risque, la corde et un assurage dynamique empêchent le retour au sol et limitent l'impact avec la paroi. En paroi déversante, l'impact disparaît totalement : le vol n'est qu'un « trou dans l'air ».

I.9.2 PROCESSUS D'ÉQUILIBRATION ET ASPECTS BIOMÉCANIQUES



schéma 11. Image d'un « vol » en escalade (chute)

Afin de pouvoir escalader, le grimpeur de manière générale va devoir se servir de ses mains pour tirer sur les prises et de pousser avec ses pieds.

Toutefois cette explication est simplifiée car il résulte de composantes bien plus complexes que ça.

Le processus psychomoteur, permettant au grimpeur de conserver son équilibre en position fixe (équilibre statique) ou en mouvement (équilibre dynamique), est déterminant en escalade où l'on doit sans cesse préserver sa stabilité en situation fondamentalement instable : la verticalité du support impose le maintien en équilibre pour progresser dans la voie, comme pour éviter la chute.¹⁸

Grimper signifie trouver le meilleur point d'équilibre pour lire la voie (et/ou mousquetonner, se reposer) et atteindre un autre point d'équilibre ; c'est en fait une succession de points d'équilibres. Par ailleurs, pour grimper, nous devons passer de la progression horizontale du bipède à la progression verticale, en évoluant en

¹⁸DELACOUR H., *La motricité en escalade, Analyse et Evaluation*, Mémoire du BEES 2ème degré en escalade, session 1998-1999, 17

quadrupédie. Cette notion se rapproche de l'évolution du chimpanzé qui est quadrupède et se verticalise afin de grimper dans les arbres.

Le singe évolue d'arbre en arbre au moyen de ses quatre membres. Ses pieds plus préhensibles que ceux des hommes ont la capacité de s'adapter morphologiquement aux contraintes du terrain arboricole. Le singe effectue des mouvements de poussée avec la pointe de ses pieds et peut ainsi se propulser afin d'attraper les branches avec ses mains dotées d'une pince telle que la nôtre.

Ses membres inférieurs sont de puissants propulseurs et son rachis à 2 courbures assure une fonction de « ressort » stabilisant sa posture verticale dévolue en partie à l'escalade.

Lorsqu'il est suspendu en extension complète du membre supérieur ; par la propulsion de ses membres inférieurs ou même par la simple fermeture de sa ceinture scapulo thoracique sans appui de pieds, il va grimper puis s'élancer de branche en branche. Il a de grandes capacités à lâcher sa prise de main et se rattraper à un branchage inférieur ce qui lui permet d'évoluer de manière rapide pour retrouver le sol.

Ainsi, le chimpanzé n'a pas besoin d'une position statique à quatre appuis pour progresser (comme un lézard qui remonterait le long d'un mur par exemple), il libère un voir deux appuis du membre inférieur et s'élance à sa guise sans être perturbé par le déplacement de son centre de gravité (au niveau de la cinquième vertèbre lombaire).

Le grimpeur progresse tout comme le chimpanzé de prise en prise à l'aide des quatre membres.

Le pied de l'homme bien moins préhensible que celui du chimpanzé nécessite de porter un chausson assurant un contact précis avec la structure rocheuse grâce à la pose précise de l'avant du pied. La force de poussée est exercée par les orteils.

Le répertoire locomoteur et gestuel de l'escalade est varié mais la dominante principale est l'usage de la pince ou de la totalité de la main afin de d'appréhender les prises.

Comme l'animal, le grimpeur se sert de la propulsion de ses membres inférieurs pour atteindre une prise tout en serrant concomitamment une autre prise à l'aide de son autre membre supérieur.

Il sera nécessaire au grimpeur de réapprendre à placer ou à déplacer son centre de gravité pour libérer un, voire deux de ses quatre membres, c'est-à-dire quitter une position "hyperstatique" à quatre appuis pour la modifier en une position plus équilibrée sur trois voire parfois deux appuis. Cette dissociation, permettant au grimpeur de mobiliser une partie du corps sans en solliciter les autres, facteur déterminant en escalade.

Face aux difficultés rencontrées, le grimpeur ne peut progresser qu'au prix du respect de ces principes biomécaniques :

Se tenir systématiquement sur ses pieds : le grimpeur doit privilégier le rôle de l'avant pied.

En absorbant les inclinaisons variées des prises de pied par des flexions et torsions de chevilles cela entraîne une ouverture latérale cuisse bassin et une ouverture latérale bras tronc pour conserver le bassin au contact du rocher au-dessus de ses appuis.

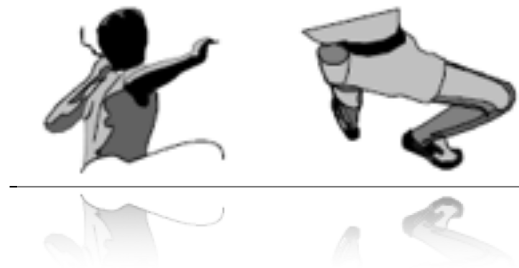


schéma 12. grimpeur sur ses appuis de pieds en équilibre stable

le poids du corps au-dessus de l'appui : le débutant se tient en équilibre stable (hyperstatique). Il maintient son centre de gravité entre ses deux pieds et ceci par des tractions de bras permanentes. Cela diminue l'efficacité de ses déplacements: poussée de jambe partielle, action exagérée des bras, amplitude d'action réduite.

Il faut rechercher un « placement de base » qui permette un équilibre en vue d'un déplacement efficace avec le moindre effort :

- Placement de la hanche au-dessus de l'appui
- Amplitude des transferts de poids du corps : en oblique dans l'ascension, latéralement lors des traversées, d'avant en arrière dans les surplombs

Construire une technique de pieds : rechercher la précision de la pose (observer la prise en vue, déterminer la surface d'utilisation de la semelle: carre interne, externe, adhérence, verrou (qui sont des techniques de pose de pied en escalade).

Aussi, l'orientation de la poussée du membre inférieur sera déterminante car elle conditionnera l'alignement du bassin au dessus de son appui.

L'augmentation de la force d'adhérence en appuyant fortement sur son pied perpendiculairement au rocher conditionne aussi l'efficacité de la poussée.

(La qualité des chaussons utilisés est un des éléments déterminant du progrès dès que l'on quitte le domaine des très grosses prises et du premier contact avec l'activité).

Construire une technique de mains : le grimpeur doit minimiser l'effort des membres supérieurs dans toutes les situations. Il doit optimiser l'utilisation des diverses prises de main qui se présentent à lui.

Respecter le placement de base : il permet une progression efficace.

Dans la mesure du possible, il faut établir une ligne de force «croisée» alignant 3 points:

- le point d'application de la main en action (cerclé en gris sur ce dessin)
- le centre de gravité (repérable par le point d'attache du baudrier)
- le point d'application du pied en action (cerclé en gris sur ce dessin)

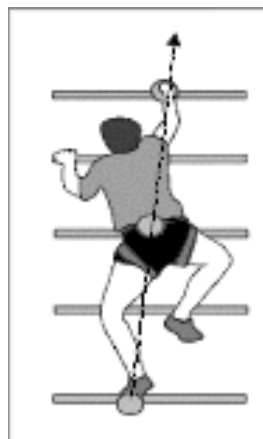


schéma 13. ligne de force croisée en escalade

Suivant l'emplacement des prises, il faut, en principe:

- choisir une autre prise et replacer le pied en action sous le centre de gravité

OU

- déplacer le centre de gravité au-dessus du pied en action («charger le pied»)

OU

- choisir une autre prise de main pour aligner les 3 points

Ce placement de base ne permet pas tous les types de progression, car la forme et l'orientation des prises sont très variables.

Construire les techniques complexes de déplacement : Le grimpeur débutant ne conçoit pas d'utiliser des prises d'orientations obliques, verticales ou inversées. L'utilisation simultanée de deux prises de ce type (avec une mise en action « adéquate »: tempo et convergence de plusieurs forces musculaires) permet la création d'une résultante de force utilisable pour progresser.

I.9.3 LA GESTUELLE DE L'ESCALADE

Les capacités gestuelles du grimpeur peuvent être définies comme un ensemble de savoir-faire permettant de résoudre rationnellement un problème gestuel donné. C'est la capacité à s'organiser correctement avec un certain nombre de prises déterminées par les contraintes objectives du terrain et le niveau du grimpeur, en envisageant le déplacement futur.

La gestuelle, c'est l'art de bien placer son corps, en respectant les équilibres, les forces, afin de passer des passages de plus en plus difficiles.

I.9.4 CHAINES MUSCULAIRES SOLLICITEES

LES CHAINES DE LA PREHENSION

Les muscles sollicités pour tenir une prise recrutent l'ensemble de la musculature intrinsèque et extrinsèque de la main.

Les intrinsèques (insertion limitée à la région de la main) sont sollicités pour modeler la main autour de la prise et les extrinsèques (insertion non limitée à la région de la main) pour la saisir.

Les fléchisseurs (fléchisseur des doigts, fléchisseur commun superficiel des doigts, fléchisseur commun des doigts) pour serrer la prise, les extenseurs pour stabiliser le poignet.

On peut y ajouter les muscles rond et carré pronateurs qui verrouillent l'avant bras, paume vers la paroi. La co-contraction agoniste/antagoniste permet un ancrage solide.

Au moment de la saisie de la prise, ces muscles doivent pouvoir répondre simultanément au "choc" provoqué par l'arrivée plus ou moins rapide sur la prise (souvent rapide). Ce choc est absorbé non seulement par ces muscles mais aussi par toute une chaîne de freinage qui va jusqu'aux membres inférieurs en passant par l'extension du coude, l'antépropulsion de l'épaule, l'ouverture de l'angle tronc/bassin...

schéma 14. chaînes de la préhension



LES CHAINES BRACHIO-SCAPULAIRES

Elles relient l'ancrage distal formé par les chaînes de la préhension au tronc et aux membres inférieurs (le grand dorsal relie directement le membre supérieur au bassin).

L'ensemble de la musculature, antérieure et postérieure, profonde et superficielle, par contraction simultanée, lutte contre la «dislocation» de l'articulation de l'épaule. Ceci, conjointement à une action dynamique, permet de hisser le corps vers le sommet de la paroi. Cette chaîne travaille donc alternativement en isométrique et en dynamique, en chaîne ouverte (sans résistance) comme en chaîne fermée (contre résistance).

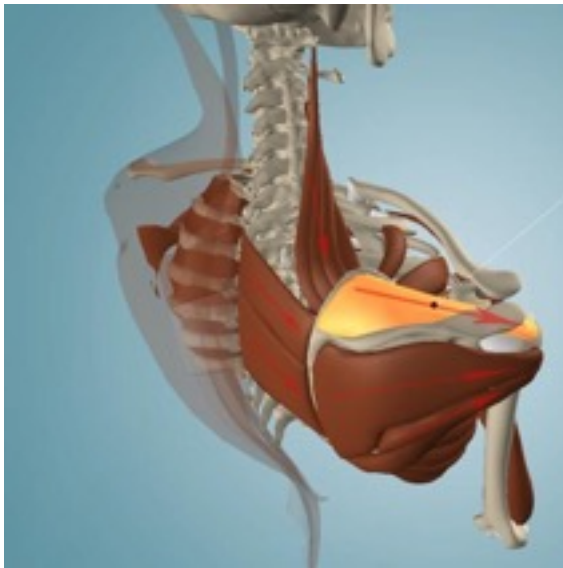
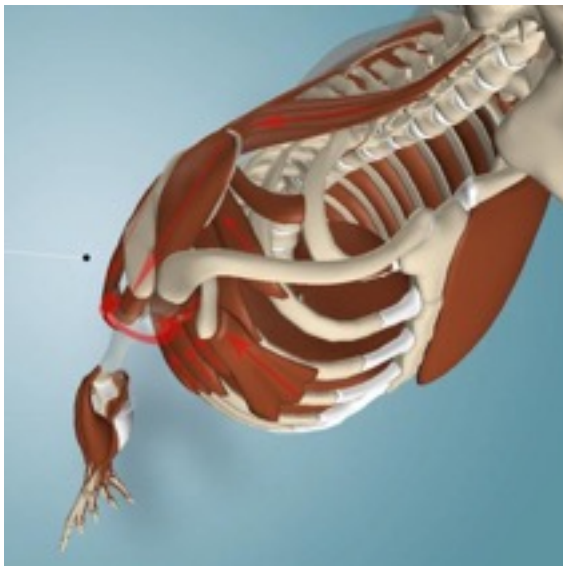


Schéma 15. muscles profonds des chaînes brachio-scapulaires

Muscles profonds : rhomboïdes, élévateur de la scapula, sous scapulaire, supra et infra épineux, petit et grand rond, dentelé antérieur, petit pectoral, subclavier, coraco-brachial et brachial antérieur



Muscles superficiels : trapèze (3 faisceaux), deltoïde, grand pectoral, grand dorsal,



biceps et triceps

schéma 16. Muscles superficiels des chaînes brachio-scapulaires

LES CHAINES DU TRONC

La musculature du tronc permet de transmettre les forces des membres supérieurs aux membres inférieurs (forces descendantes) et des membres inférieurs aux membres supérieurs (forces ascendantes).

Sur une paroi déversante le grimpeur s'efforce continuellement de maintenir ses pieds en contact avec la paroi, ce qui lui permet de soulager les efforts dans les membres supérieurs et dans le tronc. Il y a donc un effort constant de fermeture de l'angle entre le tronc et les membres supérieurs qui accompagne des déplacements souvent rapide d'un ou des deux membres inférieurs. Cet effort de gainage est transmis entre la ceinture scapulaire et la ceinture pelvienne :

en antérieur par :

- les intercostaux
- les triangulaires du sternum
- les abdominaux (droits, transverse et obliques)
- les psoas

mais aussi en postérieur grâce aux :

- para vertébraux
- petits dentelés postéro-inférieurs et supérieurs

Cette chaîne permet les déplacements des points d'appuis des membres inférieurs (pieds) par le psoas principalement. Le travail de ce dernier est facilité par le point fixe que procure le gainage thoraco-abdominal. La chaîne du tronc travaille bien entendu dans la continuité des chaînes brachio-scapulaires.

Il est important de noter que le diaphragme sera souvent sollicité dans les efforts proches du maximum. En effet, en apnée, la contraction du diaphragme vient rigidifier le caisson thoraco-abdominal et ainsi faciliter la transmission des forces entre membres supérieurs et inférieurs.

LES CHAINES DU MEMBRE INFERIEUR

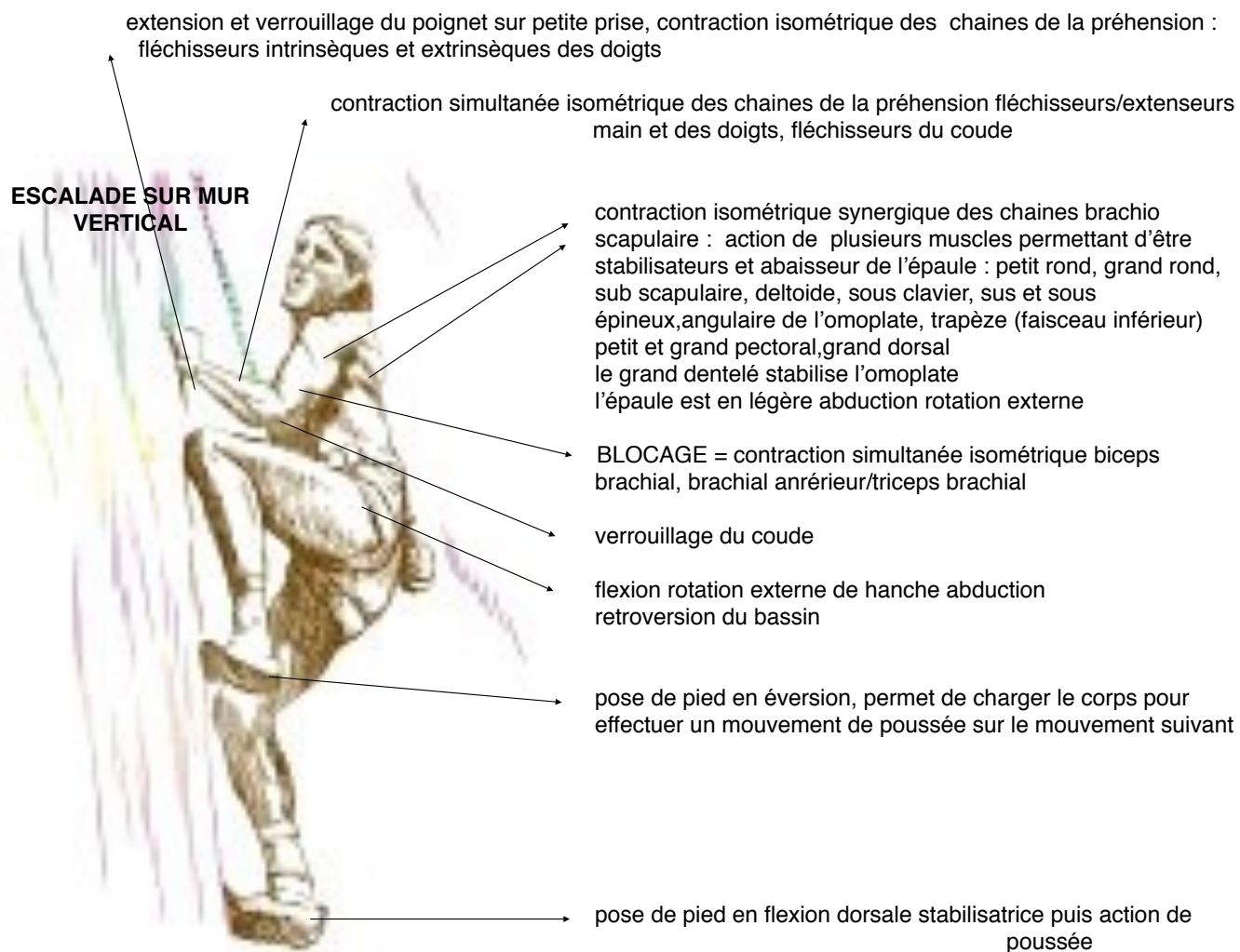
Les membres inférieurs et principalement les quadriceps et les triceps suraux vont devoir concilier deux rôles : réguler la distance du bassin par rapport à la paroi et propulser l'ensemble du corps vers le haut.

I.9.5 ANATOMIE POUR LE MOUVEMENT

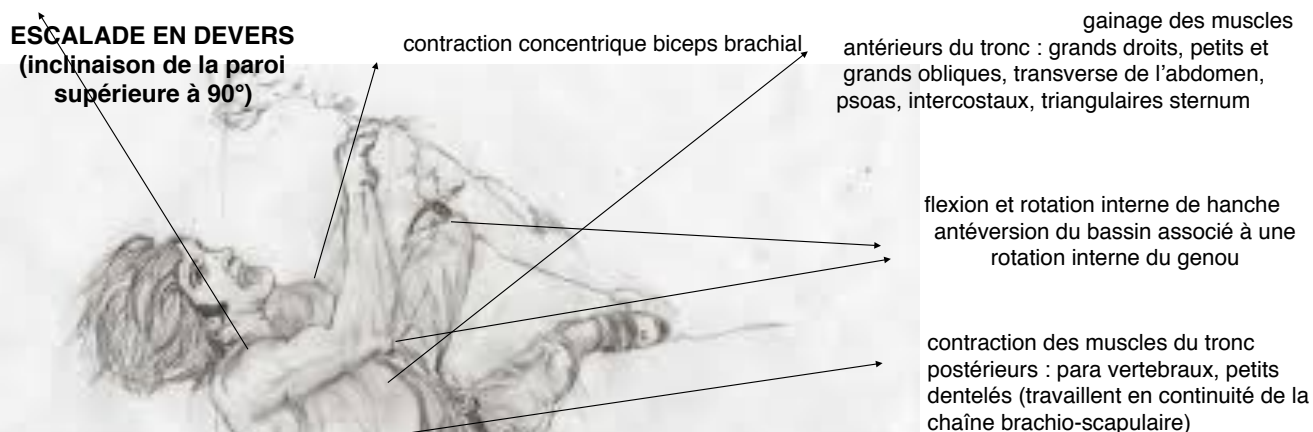
Voici une illustration qui donne une idée générale des caractéristiques biomécaniques lors de l'exécution de mouvements propres au fait de grimper sur un mur vertical ou un mur en dévers.

schéma 17. biomécanique de l'escalade avec
illustration d'un grimpeur sur mur vertical et en
dévers. dessins auteurs inconnus et modifié par A.
Desecures

Sur mur vertical, les chaînes de la préhension et brachio scapulaires recruteront le plus d'effort à fournir.



elevation, antépulsion, abduction et rotation interne de l'épaule scapulo-humérale du grimpeur en dévers : contraction chaînes brachio-scapulaires : trapèze supérieur, rhomboïde, angulaire, grand dentelé, deltoïde antérieur, grand pectoral, coraco brachial, sous scapulaire, grand dorsal, grand rond



En dévers, les chaînes brachio-scapulaires et du tronc antérieur/postérieur travailleront en synergie et de manière intensive en régime concentrique ; ainsi le raccourcissement des muscles sollicités provoquent le déplacement des insertions osseuses auxquelles ils sont insérés. L'escalade en dévers (avec réussite des voies parcourues!!!) est pratiquée par des grimpeurs expérimentés qui s'entraînent régulièrement. Cela nécessite de la technique gestuelle, de la force, de la continuité et de la résistance face aux difficultés rencontrées.

II. ANATOMIE COMPAREE DU CHIMPANZE ET DE L'HOMME

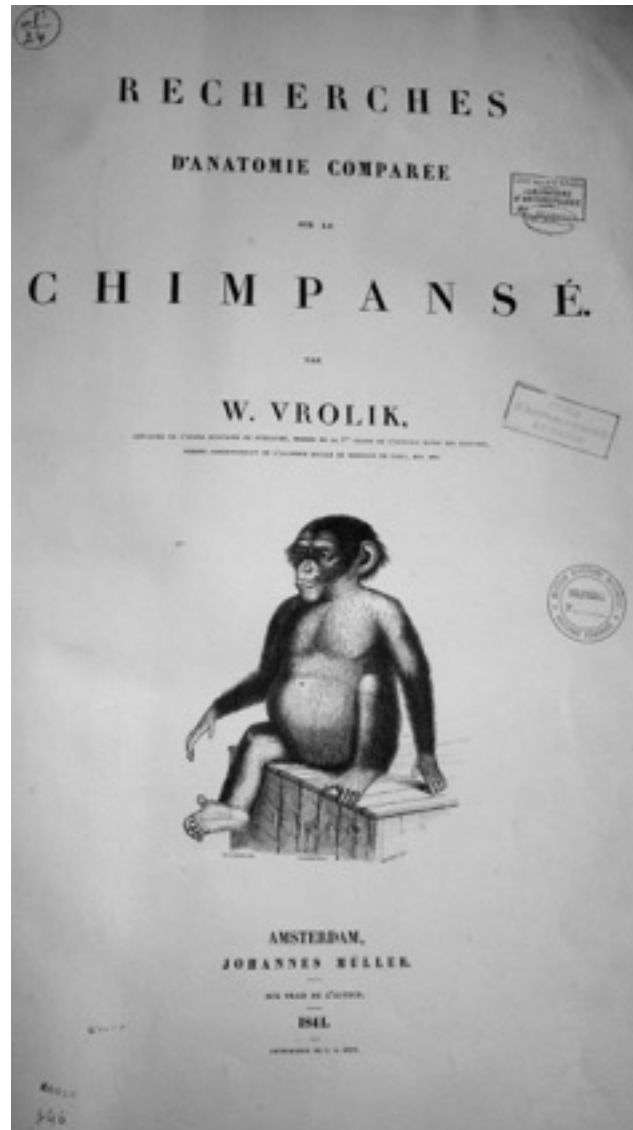


schéma 18. illustration couverture du livre de W. Vrolik « recherches d'anatomie comparée du chimpanzé » 1841

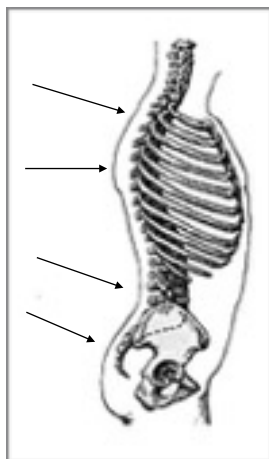
II.1 ARTHROLOGIE DE L'HOMME ET DU CHIMPANZE

II.1.1 RACHIS

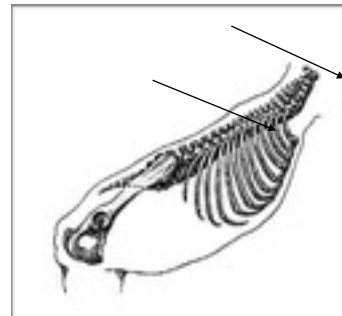
II.1.1.a) LES COURBURES

Le rachis, axe du corps, doit concilier deux impératifs ; la rigidité et la souplesse...

Le rachis de l'homme possède 4 courbures alors que le primate ne présente que deux courbures peu marquées.



humain



chimpanzé

schéma 19. courbures d'Homo et de Pan
auteur inconnu et modifié par A. Desecures

L'homme présente quatre courbures qui sont les suivantes :

- la courbure cervicale en lordose.
- la courbure thoracique en cyphose
- la courbure lombaire en lordose.
- la courbure sacrée en cyphose

L'intérêt des courbures est d'augmenter la résistance du rachis aux compressions selon la loi de Euler.

Cette loi établie par Leonhard Euler (1707-1783) mathématicien suisse a mis en évidence une relation directe entre la station bipodale érigée qui est l'une des caractéristiques de l'espèce humaine et la présence des courbures. Elles seraient à la fois le résultat de la déformation induite par la verticalisation et influerait de façon prépondérante sur les capacités de résistance dont le rachis doit faire preuve pour protéger la moelle épinière et assurer la statique du tronc.¹⁹

Ces courbures stabilisent la position verticale en fonctionnant comme « un ressort » mais pour tenir cet assemblage qui doit être bien maintenu, l'évolution vers la bipédie exclusive a vu une adaptation par des moyens d'unions puissants qui sont les ligaments qui « verrouillent » la structure secondé par la musculature.

Au cours de l'évolution, le passage de la position quadrupède à la station bipède a induit le redressement puis l'inversion de la courbure lombale qui était initialement concave vers l'avant. La lordose lombaire est ainsi apparue. On retrouve d'ailleurs cette ontogénèse chez le nouveau né qui présente un rachis lombal concave en avant et qui ne verra dessiner sa lordose lombale concave vers l'arrière qu'à l'âge de trois ans. Ainsi notre évolution au cours de l'âge est en quelque sorte « parallèle » à l'évolution de l'espèce²⁰.

¹⁹Annales de Kinésithérapie, 2000, 27, Ed Masson, p119

²⁰ Anatomie Fonctionnelle tête et rachis, A.I.Kapendji, 2007, Maloine, p11

Cette lordose lombale est variable selon le degré d'antéversion ou de rétroversion du sacrum qui s'articule avec la dernière lombaire (L5).

Le primate présente deux courbures rachidiennes :

En effet, dans beaucoup de manuels il n'est rapporté qu'une seule courbure cyphotique présente chez le primate qui laisse entrevoir un « effet de voute » où les quatre membres seront porteurs.

Ces observations sont incomplètes puisque des recherches plus approfondies effectuées par le passé ont montré la présence d'une courbure cervicale peu marquée puis une courbure dorso-lombaire ; ainsi le chimpanzé présente deux courbures distinctes :

- une courbure cervicale en lordose

La colonne des quadrupèdes présente dans la région cervicale une courbure dont la forme, l'étendue et la flexibilité varient selon les sujets mais qui comme chez l'homme présente une concavité vers l'arrière toujours tournée du côté de la face sternale du corps.

- une courbure dorso lombaire en cyphose

A cette première courbure succède comme chez l'homme une courbure concave vers l'avant qui commence à la base du cou et qui occupe toute la région dorsale mais au lieu de s'infléchir à la base du thorax pour faire place à une concavité vers l'arrière comme chez l'homme, cette seconde courbure se prolonge sans interruption jusqu'au sacrum²¹. Toutefois bien qu'il ne soit décrit que deux courbures distinctes dans la plupart des manuels, on peut noter des caractéristiques rappelant l'anatomie du rachis de l'homme même si celles-ci sont peu marquées :

R. Arthmann cite dans son livre « Les singes anthropoïdes et leur organisation comparée à l'homme » en 1886²² : « dans la région située au dessous de la deuxième

²¹ Broca, L'ordre des primates : parallèle anatomique de l'homme et des singes, Volume 4, num 4, 1869, bulletins de la société d'anthropologie de Paris, p228

²² R. Harthmann, « les singes anthropoïdes et leur organisation comparée à celle de l'homme », 1886, consultable sur la bibliothèque numérique Gallica, p 102

vertèbre lombaire se montre une courbure à convexité antérieure plus faible que cette même courbure cervicale ». Il décrit aussi « le promontoire de l'entrée du bassin, c'est à dire le prolongement développé dans la région intermédiaire aux vertèbres lombaires et sacrées et décrivant les trois quarts d'un cercle, qui est si prononcé chez l'homme, n'est que faiblement marqué chez les anthropoïdes ».

Broca confirme cette observation puisque dans sa courbure lombaire il présente en effet une légère concavité lombaire mais qui ne concerne que ses deux ou trois dernières vertèbres lombaires.²³

Nous concluons sur le fait que le chimpanzé est celui qui parmi tous les anthropoïdes présente le plus de similitudes avec notre rachis alors qu'il n'est pas le primate qui passe le plus de temps en station bipodale.

L'étude des courbures est utile puisqu'elle nous renseigne sur l'attitude globale du rachis et des vertèbres selon la marche, la course ou l'escalade par ailleurs. En effet R. Arthmann cite : « Aeby prétend que le corps des vertèbres du singe anthropoïde s'amincissent en avant. Il en est ainsi en effet. Lorsqu'un anthropoïde grimpe, la courbure dorsale de sa colonne vertébrale conserve sa position fixe. Elle se manifeste encore mieux lorsque, en grim pant sur un arbre, un mât ou quelque autre support de ce genre, l'animal écarte son tronc de l'objet sur lequel il s'élève et qu'il courbe en même temps la tête fortement en avant. Une semblable courbure dorsale se remarque aussi chez les hommes qui grimpent à l'aide des mains et des pieds, en tenant le corps écarté, sur un arbre, un mât au tout autre objet de ce genre. Lorsqu'un anthropoïde se dresse suffisamment pour pouvoir porter ses mains derrière la tête, la courbure dorsale de sa colonne vertébrale diminue naturellement et il se produit même une courbure antérieure plus ou moins forte de la même région ».

J'ai trouvé que cette observation était très intéressante puisqu'elle nous permet d'imaginer la biomécanique du rachis mise en place lors de l'exécution de mouvements du « grimper » chez l'homme et quelles peuvent être les probables dysfonctions vertébrales qui s'installent au fil de la répétition de ce type de mouvements ; nous verrons dans l'étude des résultats de mes tests ostéopathiques les

²³ idem 21.

possibles dysfonctions de charnière dorso lombaire consécutives à la pratique de l'escalade.

Nous allons de ce fait aborder l'anatomie des vertèbres de l'homme et du chimpanzé.

II.1.1.b) LE RACHIS

schéma 20. Tableau de répartition du nombre de vertèbres rachidiennes chez l'homme et chez le chimpanzé d'après A. Desecures

	CERVICALES	DORSALES	LOMBAIRES	SACREES	COCCYGIENNES
HOMME	7	12	5	5 ou 6	4 ou 5
CHIMPANZE	7	13	4	4 ou 5	5 ou 4

II.1.1.b (1) LE RACHIS CERVICAL

Le rachis cervical est composé de 7 vertèbres réparties en deux parties : le rachis cervical supérieur comportant la première vertèbre cervicale ou atlas, et la deuxième vertèbre cervicale ou axis. Ces deux pièces osseuses sont réunies entre elles et avec l'os occipital. Le rachis cervical inférieur comprend 5 pièces osseuses et s'étend du plateau inférieur de l'axis au plateau supérieur de la première vertèbre dorsale.

Le rachis cervical est le segment supérieur du rachis. Il supporte la tête sachant que l'attitude de la tête sur la colonne vertébrale est liée à la situation et l'orientation du trou occipital et de l'influence de la position des condyles occipitaux. Chez l'homme le trou occipital est situé dans un plan oblique en avant et en haut et les condyles sont orientés obliquement en avant et en dedans. Cette situation permet de dire que la tête est en quelque sorte en équilibre sur la colonne.²⁴ Cette colonne cervicale est la partie la plus mobile du rachis afin de permettre d'orienter la tête de près de 180° dans un

²⁴ H.Rouvière, L'indice condylo-occipital ; ses rapports avec l'orientation du trou occipital, Bulletins et mémoires de la société d'anthropologie de Paris, 1944, vol 5, num 5, p 20

sens transversal ou vertical. Cette mobilité s'ajoute à celle des globes oculaires car il faut noter l'importance de la tête qui est le capteur des informations sensorielles.

Les vertèbres cervicales supérieures permettent des mouvements complexes à trois axes et trois degrés de liberté tandis que le rachis cervical inférieur permet des mouvements de flexion extension ainsi que des mouvements mixtes d'inclinaison-rotation mais pas d'inclinaison ou rotation purs.

PRESENTATION DES VERTEBRES CERVICALES TYPES CHEZ L'HOMME

La vertèbre cervicale type s'étend de la troisième à la septième vertèbre. En effet, l'atlas (C1) et l'axis (C2) ne présentent pas les mêmes caractéristiques :

L'atlas (C1) est la plus large des vertèbres cervicales ; elle est en forme d'anneau nommé arc de l'atlas. L'arc antérieur présente une facette cartilagineuse qui reçoit le processus odontoïde de l'axis. L'arc postérieur ne possède pas de processus épineux mais une simple crête verticale. L'atlas comprend latéralement deux masses latérales qui s'articulent supérieurement avec les condyles occipitaux et inférieurement avec l'axis. Les processus transverses sont troués par le passage de l'artère vertébrale qui imprime une profonde gouttière.

L'axis (C2) comporte un corps vertébral dont la face supérieure reçoit en son centre le processus odontoïde appelé dent de l'axis et qui sert de pivot à l'articulation atlanto-axoïdienne. Cette face supérieure comporte deux facettes articulaires qui s'articulent avec les facettes articulaires inférieures de l'atlas présentes sur la partie inférieure des masses latérales. L'arc postérieur est constitué de deux lames. Le processus épineux présente deux tubercules comme toutes les vertèbres cervicales (sauf C1). Au dessous du pédicule se trouvent les facettes articulaires inférieures qui s'articulent avec les facettes articulaires supérieures de la troisième vertèbre cervicale. Les processus transverses sont percés d'un orifice où monte l'artère vertébrale. Il n'y a pas de disque intervertébral entre C1 et C2.

Chaque vertèbre cervicale type (C3 à C7) comprend un corps petit et large en forme de parallélogramme rectangle qui sur son plateau supérieur a un peu la forme d'une selle limitée latéralement par les processus uncinatus. Ces uncus constituent l'articulation unco vertébrale ; ils s'encastrent avec les facettes articulaires correspondantes de la vertèbre sus jacente. Ces articulations unco vertebrales n'existent qu'au niveau cervical et protègent l'artère vertébrale. L'arc postérieur de cette vertèbre comprend deux facettes articulaires supérieures qui regardent en haut et en arrière et qui s'articulent avec les facettes articulaires inférieures de la vertèbre sus jacente, deux facettes articulaires inférieures qui regardent en bas et en avant et qui s'articulent avec les facettes articulaires supérieures de la vertèbre sous jacente. Ces articulations se nomment articulations zygapophysaires (appartiennent au genre arthroïdie) et ces processus articulaires sont reliés au corps par deux pédicules. Les deux processus transverses sont percés d'un orifice arrondi où monte l'artère vertébrale (foramen vertébrale). Les deux lames se réunissent pour donner origine au long processus épineux bifide qui présente deux tubercules. Les épineuses sont obliques en bas et en arrière. Il y a la présence d'un disque intervertébral entre chaque vertèbre.

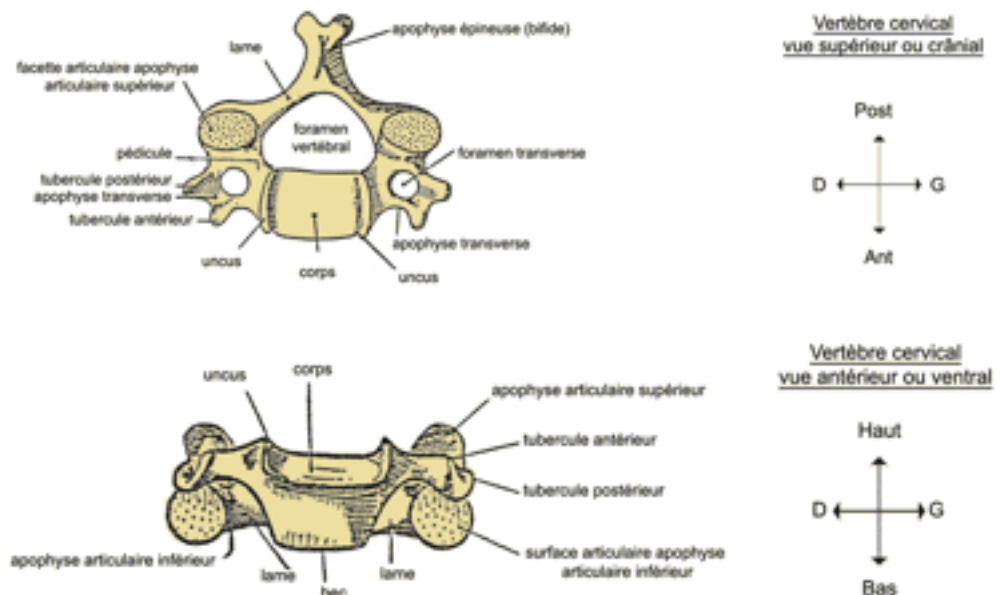


schéma 21. vertèbre cervicale type chez l'homme
auteur inconnu

PRESENTATION DES VERTEBRES CERVICALES TYPE CHEZ LE CHIMPANZE

Le chimpanzé présente comme tous les mammifères 7 vertèbres cervicales.

La position du trou occipital diffère de la notre puisque celui ci se situe dans un plan oblique en avant et en bas ; il est donc plus en arrière que chez l'homme. Ainsi la tête du singe aurait tendance à pencher vers le sol. Toutefois un puissant système musculaire postérieur ainsi que des ligaments épais permettent au singe de redresser sa tête. Je n'ai volontairement pas présenté les éléments ligamentaires de soutien car les différences anatomiques sont peu nombreuses entre l'homme et l'animal mais je n'évoquerai simplement que les particularités.

La présentation d'une vertèbre de chimpanzé est commune à la notre (de C1 à C7). Le corps des vertèbres est large et plat. Seule la septième vertèbre cervicale ne présente pas de gouttière formée par les apophyses transverses pour le passage des nerfs cervicaux.²⁵ Toutefois la particularité de la vertèbre type cervicale des singes en général est que son épineuse n'est pas bifide comme chez l'homme, on dit qu'elle est « simple ». Cependant le chimpanzé présente un caractère particulier qui se rapproche du notre puisque la deuxième et troisième cervicale sont souvent bifides. Toutefois ses épineuses ne se dirigent pas comme l'homme en bas et en arrière mais perpendiculairement



schéma 22. squelette chimpanzé d'après W.Vrolik

²⁵ Willem Vrolik, Recherches d'Anatomie Comparée sur le chimpanzé, Amsterdam j.Muller, 1841, consultation à la bibliothèque d'anatomie comparée au musée d'histoire naturelle de Paris,p8

à l'axe du corps de la vertèbre en question²⁶. Cette direction des épineuses constitue un bras de levier pour les muscles extenseurs du rachis tandis que chez l'homme cette obliquité permet de lutter contre l'hyper-extension.

Aussi, le plateau supérieur de la vertèbre chez l'homme a comme cité précédemment la forme d'une selle avec deux saillies latérales qui sont les uncus. Cette particularité est nulle chez la plupart des mammifères mais elle est présente chez les anthropoïdes dont le chimpanzé. Cette caractéristique permet de stabiliser le rachis cervical qui a gagné en mobilité.

II.1.1.b (2) LE RACHIS DORSAL

Le rachis dorsal est le segment rachidien situé entre le rachis cervical au dessus et le rachis lombal en dessous. Il s'étend de T1 à T12. Il représente l'axe de la partie supérieure du tronc et il est le support du thorax. Avec les côtes articulées sur les vertèbres, cela forme un volume dédié à la respiration et qui est occupé par l'appareil cardio respiratoire. Par l'intermédiaire de la cage thoracique, cette partie du corps supporte la ceinture scapulaire sur laquelle s'articulent les membres supérieurs. Le rachis dorsal est dévolu principalement à la rotation du tronc car la vertèbre thoracique permet principalement des mouvements de rotation. L'extension est limitée par la butée des processus épineux et articulaires en arrière et la flexion est limitée par la tension des ligaments postérieurs.

Chez l'homme, la colonne dorsale est composée de douze vertèbres articulées avec douze paires de côtes. La première vertèbre dorsale s'articule avec la dernière vertèbre cervicale et la douzième vertèbre dorsale avec la première vertèbre lombaire. Chaque étage vertébral est articulé de chaque côté avec une paire de côtes correspondantes.

Chez le chimpanzé, la colonne dorsale présente treize vertèbres articulées avec treize paires de côtes.

²⁶ J.B Bouvier, Contributions à l'étude de l'ostéologie comparée du chimpanzé, impr. Gauthier-Villars, 1879, bibliothèque numérique Medica, p11

PRESENTATION D'UNE VERTEBRE DORSALE TYPE ET DE LA DOUXIEME VERTEBRE DORSALE CHEZ L'HOMME

La vertèbre dorsale type est composée du corps vertébral qui est assez arrondi, plus épais qu'au niveau cervical et qui présente un diamètre antéro-postérieur sensiblement égal au corps des vertèbres cervicales. Le corps de la vertèbre dorsale est aussi plus haut mais moins large que le corps des vertèbres lombaires.

A.I.Kapandji décrit dans son livre « anatomie fonctionnelle tête et rachis » la vertèbre dorsale type comme ceci :

A la partie postéro-latérale des plateaux vertébraux se trouve l'articulation costo-vertébrale expliquée plus bas. A la partie postéro-latérale du corps vertébral s'implantent les deux pédicules qui se réunissent et forment les lames vertébrales qui forment la grande partie des arcs postérieurs. Ces lames sont plus hautes que larges et inclinées en tuiles de toit. Près du pédicule leur bord supérieur donne insertion aux facettes articulaires supérieures qui regardent en arrière, un peu en haut et en dehors pour s'articuler avec les facettes articulaires inférieures de la vertèbre sus-jacente. A la partie inférieure des lames près du pédicule s'implantent les facettes articulaires inférieures qui regardent en avant, un peu en bas et en dedans pour s'articuler avec les facettes articulaires supérieures de la vertèbre sous-jacente. Au niveau des processus articulaires s'implantent les processus transverses qui présentent une grande saillie horizontale et leur extrémité est libre, renflée et porte sur sa face antérieure une facette costale qui s'articule avec la côte sus-jacente. Les deux lames se réunissent et donnent naissance au processus épineux, long et volumineux et très incliné en bas et en arrière (s'incline de plus en plus en partant du rachis dorsal supérieur jusqu'au rachis dorsal inférieur) et dont le sommet ne présente qu'un tubercule. Il y a un disque intervertébral entre chaque vertèbre.

Les articulations costo-vertébrales : à chaque étage du rachis dorsal, une paire de côtes s'articule avec les vertèbres grâce à deux articulations de type arthroïde par côte :

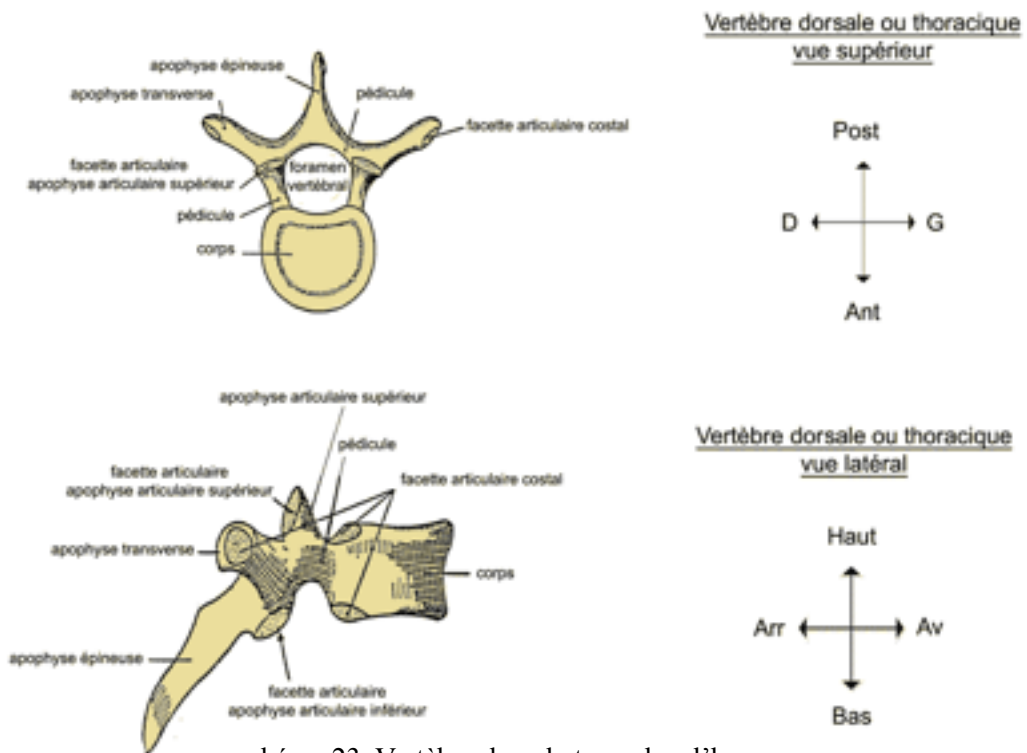


schéma 23. Vertèbre dorsale type chez l'homme
auteur inconnu

- l'articulation costo-vertébrale entre la tête costale et le disque intervertébral et les corps vertébraux. Elle est constituée du côté vertébral par deux facettes costales, l'une au bord supérieur de la vertèbre inférieure et l'autre au bord inférieur de la vertèbre supérieure. Elles forment entre elles un angle dièdre dont le fond est occupé par l'annulus fibrosus du disque intervertébral. Cette articulation constitue une arthrodièdre double solidement encastrée car renforcée par un ligament rayonné.
- l'articulation costo-transversaire entre la tubérosité costale et le processus transverse de la vertèbre sous-jacente. Cette articulation est une arthrodièdre simple également renforcée par trois ligaments costo-transversaires.

la douzième vertèbre dorsale

Elle est une vertèbre de transition avec le rachis lombal. Elle présente certaines particularités :

- il n'existe sur son corps vertébral que deux facettes costales situées sur la partie postero-latérale du plateau supérieur pour la tête de la douzième côte car les deux côtes inférieures (ou flottantes) s'articulent uniquement avec les corps vertébraux. Aussi, chacune d'elles ne contracte des rapports qu'avec une seule vertèbre, celle qui lui correspond numériquement.
- les facettes articulaires supérieures sont orientées comme toutes les vertèbres dorsales en arrière, un peu en haut et en dehors mais les facettes articulaires inférieures doivent correspondre aux facettes articulaires supérieures de la première vertèbre lombaire. Elles sont donc orientées comme toutes les facettes articulaires inférieures des vertèbres lombaires, elles regardent en dehors et en avant et leur axe est situé au niveau de l'origine du processus épineux.
- aussi, l'aspect de son apophyse transverse est différente. Cette apophyse, est modifiée dans ses dimensions et dans sa constitution anatomique. Au lieu de former, à la partie externe de la vertèbre, cette longue saillie horizontale qui caractérise les vertèbres précédentes, elle est comme atrophiée et, se trouve réduite à une sorte de tubercule plus ou moins saillant. Parfois lorsque les tubercules sont au nombre de deux un postérieur et un supérieur ; les anatomistes les appellent les tubercules mamillaires. L'autre, antérieur et inférieur est nommé le tubercule costiforme qui plus bas constituera à lui seul l'apophyse transverse des vertèbres lombaires. Lorsqu'il y a trois tubercules, le troisième est intermédiaire et inférieur, il porte le nom de styloïde.

Ce tubercule que P. Broca nomme les « apophyses styloïdes lombaires » est intéressant ; nous y reviendront en détaillant les lombaires.

Il n'est pas très rare de rencontrer une différence anatomique chez l'homme qui peut présenter soit d'un seul côté soit des deux côtés une treizième vertèbre dorsale. En réalité, elle se réduit à un détail ostéologique : l'apophyse transverse de la première vertèbre lombaire est devenue libre comme une côte et la région dorsale a gagné une vertèbre au dépend de la région lombaire. Cette disposition est celle que l'on retrouve chez le chimpanzé. Pour les anatomistes ce qui est important est le nombre

total de vertèbres dorso lombaires (17 vertèbres) et non leur répartition entre les deux régions du thorax et des lombes. L'ostéopathe ayant conscience de l'embryogenèse et de la phylogénie de notre anatomie peut essayer de comprendre les « rouages » de certaines dysfonctions rachidiennes retrouvées sur les patients.

PRESENTATION D'UNE VERTEBRE DORSALE TYPE CHEZ LE CHIMPANZE

Chez le chimpanzé, les vertèbres dorsales ont une grande ressemblance avec celles de l'homme.

Selon Vrolik, les quatre premières vertèbres dorsales ont le corps arrondi ; de la quatrième à la neuvième vertèbre dorsale la surface antérieure des corps forme un angle aigu ; de la neuvième à la treizième les corps s'élargissent et s'épaississent. Elles montrent par conséquent la même disposition relative que chez l'homme. Aussi, les apophyses épineuses des trois premières vertèbres sont dirigées en arrière et celles qui suivent sont obliquement dirigées en bas tout comme chez l'homme.

Les treize côtes ont une conformation humaine (Hartmann ; 1886) et sont toutes numériquement en relation avec leur vertèbre correspondante ; seules les deux dernières sont libres et non attachées au sternum dans leur partie ventrale comme chez l'homme.

II.1.1.b (3) LE RACHIS LOMBAIRE et SACRÉ

Le rachis lombal repose sur le socle du pelvis en s'articulant avec le rachis dorsal au dessus et le sacrum en dessous. Après le rachis cervical, le rachis lombal est le plus mobile de l'ensemble du rachis. Il permet la flexion - extension du tronc.

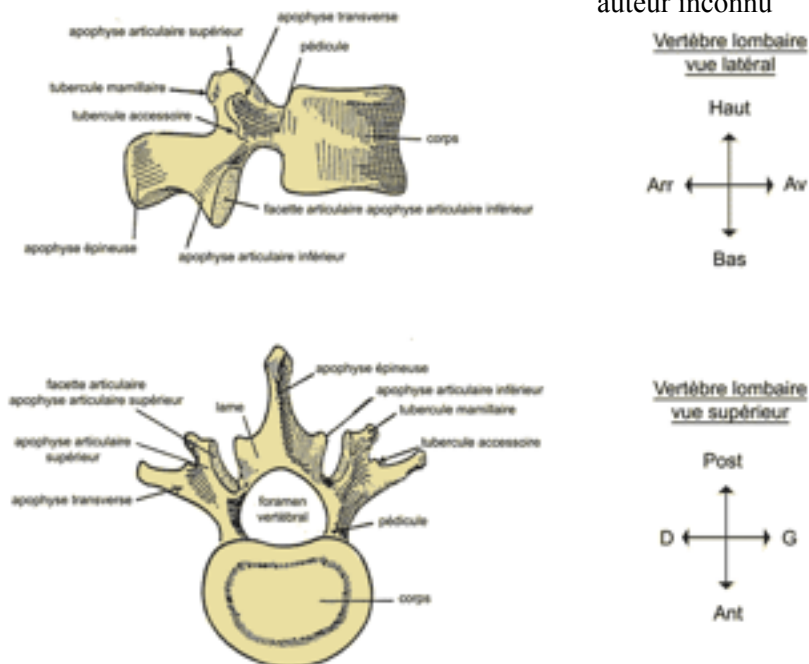
Chez l'homme, la dernière vertèbre lombaire est articulée avec le sacrum qui est encastré entre les deux ailes iliaques ; il est de même chez le chimpanzé cependant la partie la plus élevée des crêtes iliaques passe entre L4 et L5 chez l'homme tandis

que chez le chimpanzé les apophyses transverses de la quatrième vertèbre lombaire vont se réunir aux os iliaques.

PRESENTATION D'UNE VERTEBRE LOMBAIRE TYPE CHEZ L'HOMME

La vertèbre lombaire chez l'homme présente un corps vertébral réniforme, plus étendu en largeur que dans le sens antéro-postérieur. Il est plus large que haut et est excavé. Les deux lames sont très hautes et se dirigent en arrière et en dedans. Elles s'unissent pour former le processus épineux massif, rectangulaire, dirigé vers l'arrière et renflé à son extrémité postérieure. Les processus transverses (appelés costoïdes car sont des reliquats de côtes) sont situés au niveau des facettes articulaires et se dirigent en arrière et en dehors. A la base postérieure de ces transverses se trouve le tubercule accessoire * dont je parle ci dessous. Le pédicule qui est court donne insertion au massif des articulaires : le processus articulaire supérieur présente la facette articulaire supérieure qui s'articule avec la facette articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente et regarde en arrière et en dedans, le processus articulaire inférieur qui porte la facette articulaire inférieure s'articule avec la facette articulaire supérieure de la vertèbre sous-jacente et regarde en dehors et en avant. Ces butées que forment les processus articulaires stabilisent latéralement la vertèbre sus-jacente.

schéma 24. Vertèbre lombaire type chez l'homme
auteur inconnu



*les tubercules de la vertèbre dorsale et lombaire

Des trois tubercules liés aux processus transverses de la partie inférieure de la vertèbre thoracique, le supérieur est connecté dans la région lombaire à l'arrière de la partie supérieure du processus articulaire, et il est appelé le processus mamillaire ; le processus inférieur est situé à l'arrière de la base du processus transverse, et est appelé le processus accessoire.

La charnière lombo-sacrée est l'articulation entre la dernière vertèbre lombaire (L5) et le sacrum. Elle représente un point de faiblesse du rachis car en raison de l'inclinaison du plateau supérieur de la première vertèbre sacrée(S1), le corps de la dernière vertèbre lombaire (L5) a tendance à glisser en avant et en bas. Les éléments l'en empêchant sont le disque intervertébral situé entre L5-S1 et les muscles des gouttières vertébrales.

Le sacrum, os impaire et symétrique est situé entre la dernière vertèbre lombaire et le coccyx. Sa forme est celle d'une pyramide quadrangulaire, aplatie d'avant en arrière et concave antérieurement longitudinalement et transversalement. On peut ainsi dire qu'il présente une double excavation à sa surface antérieure.

Le sacrum est enclavé entre les deux os coxaux à la façon d'un coin destiné à s'enfoncer de haut en bas et d'avant en arrière, disposition remarquable au point de vue de la solidité et de la station bipède.

Cet os est formé par la soudure de cinq vertèbres ; on retrouve ainsi les différents détails propres à ces os (crête sacrée, trou de conjugaison, etc...)

Il présente sur ses bords latéraux la facette auriculaire qui s'articule avec la facette auriculaire de l'os coxal pour former l'articulation sacro-iliaque.

Le coccyx est un petit os symétrique, triangulaire, formé par la soudure de quatre, quelquefois cinq vertèbres non reconnaissables. Il s'articule par sa base avec le sacrum par une surface de forme ovale. Cet os représente le rudiment de la queue des animaux puisque jusqu'à la huitième semaine de son développement, l'embryon humain possède une queue.

PRESENTATION D'UNE VERTEBRE LOMBAIRE, SACRALE et COCCYGIENNE TYPE CHEZ LE CHIMPANZE

Le chimpanzé possède quatre lombaires qui augmentent inférieurement en grosseur et en largeur comme celles de l'homme. Leurs apophyses transverses sont minces, longues et dirigées en arrière (Hartmann ; 1886) sauf celles de la quatrième qui sont larges et qui vont se réunir plus ou moins intimement aux os iliaques. C'est une vertèbre lombaire qui se transforme en vertèbre



schéma 25. troisième lombaire d'un chimpanzé adulte d'après W.Vrolik

sacrale comme cela s'observe souvent chez l'homme et qui constitue une véritable vertèbre de « soutien » pour le reste du rachis ; d'ailleurs R. Hartmann nomme cette première vertèbre sacrée comme la vertèbre « fulcrale »²⁷.

Toutes ces conditions de la dernière vertèbre lombaire se rencontrent souvent chez l'homme.²⁸

Aussi, selon Topinard, le chimpanzé et l'homme présentent tous les deux sur la douzième dorsale et la première lombaire le tubercule apophysaire qui émane de l'apophyse transverse et cette observation est confirmée puisque ce tubercule serait très développé chez certains sujets (homme et chimpanzés) sur la troisième vertèbre lombaire²⁹. En effet, ce constat nous ramène vers les précédentes recherches de Broca qui mentionnent l'existence d'une « apophyse styloïde lombaire » répertoriée chez ses sujets disséqués : humains et anthropoïdes dont le chimpanzé.

²⁷ R.Harthmann, Les singes anthropoïdes et leur organisation comparée à celle de l'homme, Felix Alcan Paris, 1886, vol 8, Bibliothèque scientifique internationale, p97

²⁸ T.H.H.HUXLEY, Elements d'anatomie comparée des animaux vertébrés, librairie J.B.Baillière et fils Paris, 1875, consultation numérique Bibliothèque Nationale de France, p887

²⁹ M.Baudouin, E.Hue, sur les vertèbres lombaires des Néolithiques, 1912, vol 9, num ' , bulletin de la société préhistorique de France, p261

En effet dans son article « les apophyses styloïdes lombaires »³⁰, Broca rappelle que lors de la rédaction de son mémoire « sur l'ordre des primates » en 1869, il a fait de l'absence de cette apophyse un caractère commun aux anthropoïdes et aux hommes. Pourtant, il a ajouté qu'il avait trouvé cette apophyse sur certains squelettes de singes anthropoïdes et d'hommes en laboratoire.

Normalement , ces apophyses styloïdes ne sont présentes que chez les singes non anthropoïdes et chez la plupart des mammifères. Les apophyses styloïdes lombaires constituent le point d'insertion d'un muscle appelé lombo-stylien qui est confondu dans la masse sacro lombaire et qui s'étend en arrière jusque sur la queue et qui se termine en avant sur les vertèbres lombaires ou sur les fausses dorsales. Ses faisceaux de terminaisons s'insèrent sur la partie postérieure et latérale de chaque vertèbre, entre la base de l'apophyse costiforme et de l'apophyse articulaire et se fixent sur une apophyse nommée styloïde décrite dans sa situation précédemment. Chez l'homme et l'anthropoïde, ce muscle se confond dans le muscle long dorsal qui voit ses faisceaux terminaux s'insérer aux mêmes endroits que ce muscle lombo-stylien ; autrement dit les faisceaux s'insèrent sur une rugosité circonscrite qui est le rudiment de l'apophyse styloïde. L'existence de ces apophyses chez les quadrumanes pourrait être réduite à la nécessité de l'attitude horizontale des quadrupèdes puisque son muscle permet d'engrainer solidement les facettes articulaires vertébrales entre elles. Chez l'homme ce rudiment d'apophyse styloïde n'a été observé que sur des fausses dorsales c'est à dire onzième et douzième dorsale et sur les deux premières lombaires. Sur les anthropoïdes dont le chimpanzé, ce tubercule a été observé à l'état de « vestige » (inférieur à 2 millimètres). Ce qui est intéressant dans cette observation, c'est la conclusion qu'en a fait Broca. Il pense que la présence de cette apophyse n'est pas aussi rare chez l'homme ainsi que chez le singe anthropoïde. Il pense que sa présence peut être en rapport avec la force exercée par le sujet en question. Il a constaté ces « anomalies d'apophyses » sur des squelettes aux extrémités volumineuses, aux insertions musculaires puissantes. Ainsi la présence

³⁰ P.Broca, « sur les apophyses styloïdes lombaires », 1877, bulletins de la société d'anthropologie de Paris, vol 12, num 12, p 635.

des apophyses styloïdes chez l'homme serait un caractère physiologique plus qu'un caractère de race.

Cette observation faite au XIXème siècle m'a interpellé car je me suis imaginée les conséquences ostéologiques d'une telle traction de l'épimère en évoluant dans un milieu vertical. Si le grimpeur développe une puissante musculature postérieure, quelles sont les dysfonctions ostéo-articulaires pouvant être en lien avec ces fascias ?

Toutefois je ne pourrais faire de quelconque affirmation. L'analyse de mes résultats m'orientera certainement par la suite ...

Chez les anthropoïdes, la partie inférieure de la région lombaire est profondément engagée entre les ailes iliaques, hautes, larges et aplaties et qui se rapprochent très près l'une de l'autre vers la colonne vertébrale alors que chez l'homme ces palettes iliaques ne dépassent pas autant la base du sacrum en même temps que les crêtes iliaques s'écartent d'avantage de la colonne vertébrale.

Le sacrum du chimpanzé présente le plus souvent quatre vertèbres sacrées dont la largeur diminue graduellement en descendant. Elles sont séparées jusque dans leurs apophyses transverses mais se confondent certainement selon l'âge avancé de l'animal. La quatrième n'a quasiment plus d'apophyses transverses et s'isole complètement. Il n'y a que les trois vertèbres supérieures qui forment la symphyse sacro-iliaque et encore faut il noter que la troisième ne s'attache aux os iliaque que par la partie supérieure de ses apophyses transverses. Aussi son sacrum est moins concave et plus conique, il ne présente pas de double excavation à sa surface antérieure comme chez l'homme. Cette conformité résulte de la marche quadrupède alors que chez l'homme, cette organisation permet de soutenir les viscères abdominaux

Les singes anthropoïdes comme l'homme ne présentent pas de queue et leur coccyx est comme chez l'homme réduit à un très petit nombre de pièces et entièrement caché sous la peau.

II.1.1.b. (4) BASSIN

CHEZ L'HOMME

Le bassin est un anneau osseux formé par trois éléments : le sacrum impair et symétrique à l'arrière et les deux os iliaques pairs et symétriques (ainsi que le coccyx) ; il constitue la ceinture pelvienne et est relié au tronc par l'articulation sacro-lombaire (L5/S1).

Lorsqu'on ajoute les muscles qui occupent la base de l'anneau (muscles du plancher pelvien), l'ensemble a effectivement la forme d'un bassin qui reçoit le tronc et le poids de la partie supérieure du corps. C'est également le lieu par lequel les fémurs s'articulent avec le tronc : le bassin est un élément de transmission des pressions dues au poids du corps et contre pressions venant du sol par les membres inférieurs.³¹ Le bassin a un rôle dans la statique du tronc en position érigée mais a aussi un rôle important dans le mécanisme de l'accouchement.

Le bassin de l'homme est différent de celui de la femme. Celui de l'homme est plus étroit et celui de la femme plus large et moins haut pour permettre la gestation et l'accouchement.



schéma 26 bassin d'homme
auteur inconnu

bassin de femme

schéma 27 bassin de chimpanzé
auteur inconnu

CHEZ LE CHIMPANZE

Le bassin du chimpanzé est composé des mêmes pièces osseuses que celui de l'homme toutefois son architecture est différente : il est plus long et étroit. Ses os

³¹ B.Calais-Germain, Anatomie pour le mouvement, Ed Désiris, Italie, 2009, p43

iliaques sont larges, aplatis et plus longs que ceux de l'homme. Les ischions sont eux aussi plus longs. Plus les iliaques sont longs, plus le torse l'est aussi et celui ci constitue un grand bras de levier ; ainsi lorsque le singe se redresse son centre de gravité se trouve bien au dessus de ses hanches ce qui est déstabilisant pour lui et il compense ce manque de stabilité par sa musculature fessière dédiée à la propulsion.

II.1.2 MEMBRE SUPERIEUR

Le membre supérieur est connecté au squelette axial par la ceinture scapulaire. C'est une région constamment en mouvement ; ainsi sa stabilité a été sacrifiée pour augmenter la mobilité. Il est toutefois d'une force remarquable. Le membre supérieur a davantage évolué vers un organe mobile de manipulation qui, avec le cerveau, permet aux hommes, non seulement de répondre à leur environnement, mais également de le manipuler et de le contrôler dans une très large mesure. Le grimpeur prend toute la mesure de l'utilité de ses membres supérieurs et développe ainsi une musculature en conséquence ; parfois la sur-sollicitation du membre supérieur engendrera des pathologies et/ou des dysfonctions ostéopathiques en lien avec cette région anatomique.

Le membre supérieur est moins long chez l'homme que le membre inférieur car le tronc s'est redressé au cours de l'évolution. Il est constitué de quatre segments, de mobilité croissante, les trois proximaux (épaule, bras, avant-bras) servant principalement à la position du quatrième (main) qui prend, manipule et touche. Les membres supérieurs ne sont pas impliqués dans le port du poids, ni dans le déplacement chez l'homme toutefois la grimpeur qui sollicite beaucoup cette région peut voir une adaptation de son anatomie se rapprochant du modèle des « brachiateurs » tel que le chimpanzé... La ceinture pectorale n'est attachée au squelette axial qu'antérieurement ; les os pairs de l'avant-bras sont capables de se mouvoir l'un par rapport à l'autre et les mains ont de longs doigts mobiles et un pouce opposable.

Ce membre supérieur est devenu suspendu chez l'homme alors qu'il était suspenseur jusqu'à la séparation de notre lignée d'hominidés et même bien plus tardivement puisque nos ancêtres Australopithèques étaient dotés d'une anatomie adaptée à l'escalade.

Le chimpanzé présente un membre supérieur puissant, plus long et que son membre inférieur assez court car son anatomie est adaptée à la quadrupédie. L'homme a une longueur de membre supérieur correspondant approximativement à 70% de la longueur de ses membres inférieurs. Un des traits caractérisant l'ensemble des primates est la main préhensile qui, chez les grands singes, est devenue un véritable organe de manipulation. Cela se reflète par une grande mobilité au niveau de l'articulation de l'épaule. Le mode de locomotion du primate incluant la suspension et la grimpe avec dominance du membre supérieur (il utilise aussi ses membres inférieurs pour grimper) nécessite également une épaule mobile. Toutefois, une mobilité accrue de l'articulation a pour conséquence une réduction de la stabilité³². C'est pourquoi l'anatomie de cette région est toujours un compromis entre un besoin de mobilité permettant une manipulation efficace et la suspension ainsi qu'une certaine stabilité de l'articulation pour supporter la masse corporelle et les charges encourues lors de la locomotion sur ses phalanges (« knucle-walking »). Le knucle-walking est un moyen de combler le besoin de se déplacer de façon quadrupède chez des espèces qui ont également besoin de conserver leurs adaptations à la suspension.³³

Nous allons aborder la région du membre supérieur d'un point de vue ostéologique et articulaire afin de mettre en évidence des détails anatomiques spécifiques pouvant être liés à cette spécialité de brachiation et d'escalade.

³² M.C Berthiaume, L'orientation de la cavité glénoïde de la scapula chez les grands singes et l'humain moderne: une étude comparative et ontogénique, Département d'Anthropologie Faculté des Arts et Sciences, Montreal, 2009, p9

³³ idem 32, p14

II.1.2.a) LE COMPLEXE ARTICULAIRE DE L'ÉPAULE

Le complexe articulaire de l'épaule de l'homme comme du chimpanzé est l'élément de jonction entre le squelette axial et le squelette appendiculaire et c'est une zone de grande mobilité. Ses trois degrés de liberté lui permettent d'orienter le membre supérieur dans tous les plans de l'espace.

Le grimpeur et le brachiateur sollicitent énormément cette région qui est mobile mais aussi instable.

CHEZ L'HOMME

Le complexe articulaire de l'épaule est formé par trois os : clavicule, scapula et partie proximale de l'humérus. Il est composé de cinq articulations :

trois vraies articulations

sterno-costo-claviculaire

acromio-claviculaire

gleno-humérale

deux fausses articulations

scapulo-thoracique

sous-deltoidienne

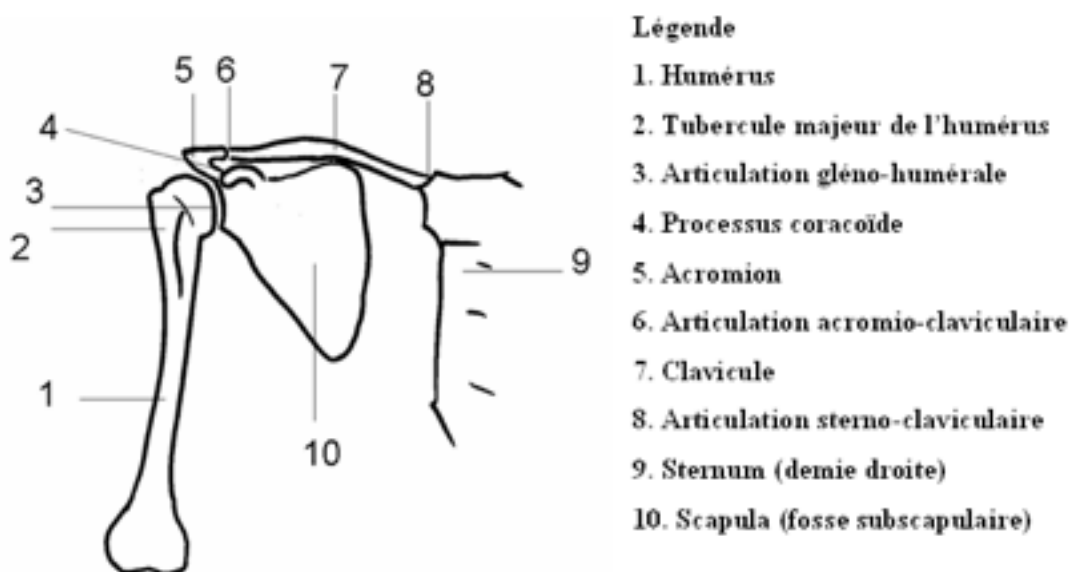


schéma 28. Complexe articulaire de l'épaule auteur inconnu

CHEZ LE CHIMPANZE

Chez les primates, l'épaule est considérée plus comme une structure musculaire qu'osseuse car elle est composée d'une vingtaine de muscles et de trois os qui se dissocient en deux ensembles : la ceinture scapulaire (clavicule et scapula) d'une part et la partie proximale de l'humérus d'autre part. L'épaule est donc un complexe important car il réalise la liaison entre le membre supérieur et le squelette axial tout comme chez l'homme. Il a la même organisation que chez l'homme mais présente des différences anatomiques ainsi qu'une structure osseuse plus dense.³⁴

Bien que l'épaule ne soit constituée que de trois os on constate une disparité importante quant au nombre d'études ayant porté sur chacun d'eux. La grande majorité des travaux concerne la scapula et dans une moindre mesure l'humérus. La clavicule est le parent pauvre de la paléanthropologie malgré son importance pour les mouvements du bras. Par ailleurs, peu d'études ont porté sur l'épaule osseuse dans son ensemble (Corruccini et Ciochon, 1976) où à la relation entre deux de ses composantes (Corruccini et Ciochon, 1976 ; Rose, 1989 ; Senut, 1981). En dehors de quelques espèces comme *Homo sapiens sapiens*, l'épaule est très mal connue chez les primates, aussi bien du point de vue de l'anatomie comparée que de la biomécanique (Voisin, 2000b).³⁵

II.1.2.b) CEINTURE SCAPULAIRE

La ceinture scapulaire, composée de la scapula en arrière, de la clavicule en avant, le sternum en avant et au milieu. Elle est dotée d'une grande liberté de mouvements et

³⁴J.-L. Voisin et A. Balzeau, Structures internes claviculaires chez *Pan*, *Gorilla* et *Homo*. Méthode d'analyse et résultats préliminaires, Bulletins et mémoires de la société d'anthropologie de Paris, 2004, p4, source internet revues.org

³⁵J.L. Voisin, L'épaule néandertalienne : identique ou différente de celle de l'homme moderne ? Article de l'Institut de Paléontologie Humaine, 2010, source internet.

animée de puissants muscles, met en relation le tronc et le membre supérieur et participe au « complexe » de l'épaule :

- rapport de la ceinture scapulaire avec le thorax : articulation sterno-costoclaviculaire et articulation scapulo-thoracique .
- rapport « interne » à la ceinture elle-même : articulation acromio-claviculaire entre la scapula et la clavicule.
- rapport de la ceinture scapulaire avec le membre supérieur : articulation scapulo-humérale (ou gléno-humérale).

Grace à la mobilité de l'articulation sterno-costoclaviculaire et de l'acromio-claviculaire, la scapula peut se déplacer dans de nombreuses directions.

Nous verrons que l'orientation de la scapula diffère entre l'homme et le primate ce qui a pour conséquences une amplitude de mouvements plus limitée chez l'homme.

Nous allons aborder dans un premier temps les os de la ceinture scapulaire : clavicule et scapula. Puis nous verrons les deux articulations de la ceinture scapulaire en rapport avec le thorax : articulation sterno-costoclaviculaire et scapulo-thoracique. Aussi sera abordé l'étude de l'articulation acromio-claviculaire. Enfin seront étudiées la cavité glénoïde et la partie proximale de l'humérus afin d'introduire l'abord de l'articulation gléno-humérale (et la bourse sous deltoïdienne) qui unissent le membre supérieur au tronc.

LA CLAVICULE

CHEZ L'HOMME

La clavicule est un os pair, asymétrique, allongé, court, cylindrique entre le sternum et l'omoplate et qui présente une grande convexité vers l'avant aux 2/3 médiaux. De dessous elle a la forme d'un S italique. La clavicule présente deux faces (inférieure et supérieure), deux bords (antérieur et postérieur) et deux extrémités (interne et externe). Par l'extrémité interne la clavicule s'articule avec le sternum à sa partie renflée et par l'extrémité externe elle s'articule avec la scapula.

CHEZ LE CHIMPANZE

La clavicule est un os rare chez les mammifères mais il est présent chez les primates. La clavicule est un os pair tout comme chez l'homme et sa description est identique à celle de l'homme. L'extrémité sternale est renflée et la courbure diaphysaire est identique à celle de l'homme ; une nette courbure externe aux 2/3 médiaux (acromiale) et fortement dirigée en avant³⁶ (et une légère courbure sternale). La structure osseuse est plus dense que chez l'homme³⁷.

On peut dire au final que la clavicule a la même forme que celle de l'homme mais avec exagération car selon Owen (1830), le développement des extrémités supérieures chez l'animal est lié à l'acte de grimper au cours de sa vie.



schéma 29

Clavicule Homo

Clavicule Pan

Vue supérieure
d'après eskeleton.org

³⁶Willem Vrolik, Recherches d'Anatomie Comparée sur le chimpanzé, Amsterdam j.Muller, 1841, consultation à la bibliothèque d'anatomie comparée au musée d'histoire naturelle de Paris, p12

³⁷G.Olivier, Mammalia, Volume 17, Issue 3, 2010, source internet ISSN,P 173–186.

LA SCAPULA

CHEZ L'HOMME

La scapula est un os plat, pair, symétrique situé à la face postérieure du grill costal. Elle est mince et de forme triangulaire avec deux faces (antérieure et postérieure), trois angles (supérieur, externe, inférieur) et trois bords (bord supérieur, interne et externe) ainsi que deux fosses séparées par l'épine (supra et infra-épineux à la face postérieure et sous-scapulaire à la face antérieure).

Elle s'articule avec la clavicule en haut et en dedans par la surface articulaire de l'acromion, en haut en dehors et en avant par la cavité glénoïde avec la tête humérale et il existe aussi un espace de glissement considéré comme une « fausse » articulation décrite plus loin : l'articulation scapulo thoracique.

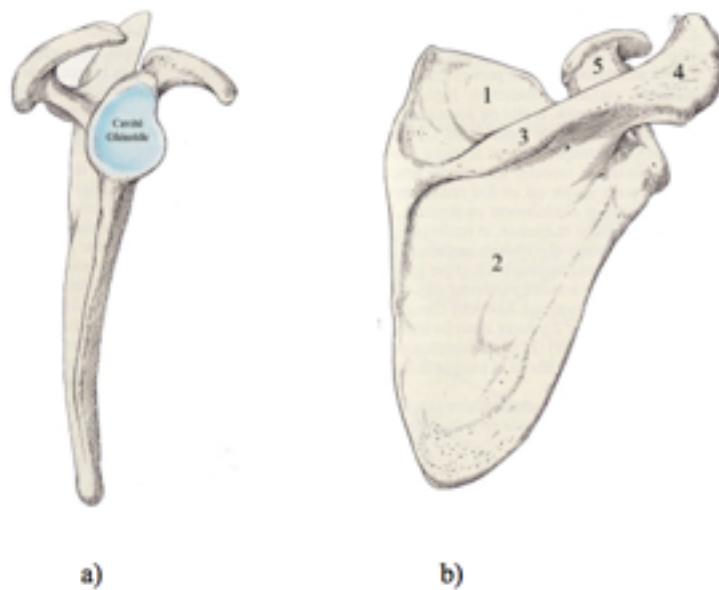


Figure 1 : Morphologie générale de la scapula. a) Scapula droite en vue latérale montrant la cavité glénoïde b) Scapula droite en vue dorsale montrant: 1 : Fosse supra-épineuse; 2 : Fosse infra-épineuse; 3 : Épine; 4 : Acromion; 5 : Processus coracoïde. (Modifié de Platzer (2001)).

schéma 30. Morphologie générale de la scapula d'après Platzer

La scapula ne dispose d'aucun lien osseux direct avec la cage thoracique, ce qui lui confère une grande mobilité et lui permet une amplitude de mouvements importante. On distingue trois types de mouvements de l'omoplate, donc de la ceinture scapulaire : des mouvements de latéralité (abduction/adduction) , des mouvements verticaux (élévation/abaissement) et des mouvements de rotation dits « de sonnette ». En réalité ces mouvements sont toujours associés entre eux à divers degrés.

Au niveau de la forme de la scapula, il y a lieu de croire à une certaine plasticité. Selon Hrdlicka (1942), ce qui est héritable est une tendance vers une forme de scapula plus ou moins spécifique, avec un résultat sujet à des modifications fonctionnelles. De plus, une étude sur des chiens montre que le développement de la structure de la scapula est fortement influencé par les charges encourues par l'activité musculaire (Roberts, 1974). En effet, en l'absence de stress musculaire imposé à l'os pendant le développement, la scapula se développe anormalement.

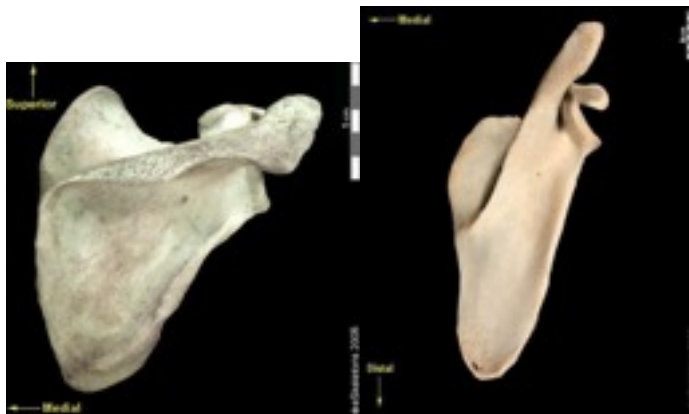
Ce qui distingue les primates quadrupèdes des hominoïdes est d'abord la forme du tronc. En effet, chez les primates quadrupèdes, la forme de la cage thoracique est cylindrique, elle est ample chez le chimpanzé alors qu'elle est plutôt en forme de cône chez les hominoïdes. Aussi la courbure postérieure des côtes donne une certaine largeur au dos de l'homme et cela se retrouve à moindre degré chez le chimpanzé mais bien plus que chez la plupart des quadrupèdes³⁸. C'est pourquoi, chez les chimpanzés qui pratiquent une bipédie occasionnelle, la scapula est positionnée dorsalement sur la cage thoracique. Cette caractéristique, combinée à une cavité glénoïde en position crânio- latérale, maximise l'étendue de rotation possible de l'humérus lors de la suspension. Chez les hominoïdes, la scapula est aussi positionnée dorsalement car le tronc s'est élargi pour s'adapter à une bipédie exclusive.

³⁸Willem Vrolik, Recherches d'Anatomie Comparée sur le chimpanzé, Amsterdam j.Muller, 1841, consultation à la bibliothèque d'anatomie comparée au musée d'histoire naturelle de Paris, p11



schéma 31.
cage thoracique homo cage thoracique pan
auteur inconnu

CHEZ LE CHIMPANZE



homo

pan

schéma 32
scapula homo
scapula pan
d'après
eskeletons.org

La scapula est aussi un os plat, pair et symétrique. Chez le chimpanzé qui pratique la suspension comme un moyen de locomotion ; la scapula est large mais peu longue. L'épine est orientée très cranialement chez le chimpanzé³⁹ et l'acromion qui est plus long et plus étroit que celui de l'homme⁴⁰ se projette loin devant la cavité glénoïde. On peut qualifier cette morphologie de la scapula de triangle isocèle, les deux côtés

³⁹ B.Senut, L'humérus et ses articulations chez les hominidés plio-pleistocènes, Ed du CNRS, 1981, consultation à la bibliothèque d'anatomie comparée au musée d'histoire naturelle de Paris,, p39

⁴⁰ Willem Vrolik, Recherches d'Anatomie Comparée sur le chimpanzé, Amsterdam j.Muller, 1841, consultation à la bibliothèque d'anatomie comparée au musée d'histoire naturelle de Paris, p12

longs sont ceux du bord latéral et du bord médial. Aussi, l'orientation du processus coracoïde similaire à celle de l'homme par rapport au squelette axial permet à celui-ci d'être toujours situé médialement et au-dessus de la tête humérale afin de conserver sa fonction de bras de levier pour le muscle coraco-brachial et la courte portion du muscle biceps brachial⁴¹.

De manière générale, chez les espèces pratiquant cette forme de locomotion, la scapula, positionnée dorsalement, est large mais peu longue (schéma 31). Les fosses supra- et infra-épineuse sont larges indiquant ainsi des muscles infra-épineux et sus-épineux développés, l'épine est oblique et moins étroite que dans le cas des primates quadrupèdes terrestres, la cavité glénoïde est large et fait face crânio- latéralement, ce qui distribue les charges plus uniformément dans l'articulation (Larson, 1993; Hunt, 1992). Finalement, l'acromion projette loin devant la cavité glénoïde, augmentant ainsi le levier du muscle deltoïde, un important abducteur du membre supérieur (; Terry et Chopp, 2000). Selon Roberts (1974), cette caractéristique reflète la grimpe en utilisant les quatre membres (« quadrumanous climbing ») et la grande étendue de circumduction possible lorsque le membre supérieur est élevé au- dessus du niveau de l'épaule.

ARTICULATION STERNO-COSTO-CLAVICULAIRE

CHEZ L'HOMME

L'articulation sterno-costo-claviculaire unit la clavicule au manubrium sternal. Le manubrium sternal est la partie haute du sternum et a la forme d'un cône aplati d'avant en arrière présentant une incisure à sa partie haute : la fourchette. Deux pièces osseuses fusionnent : le manubrium et le corps et enfin l'appendice xiphoïde

⁴¹ J-L Voisin, Reflexion sur le processus coracoïde des hominoïdes et des atèles ; application à quelques hominidés fossiles. Compte rendus de l'Académie des Sciences/Earth and Planetary Sciences, 2001, pp.229-306.

qui est cartilagineuse complète l'appareil sternal. 7 côtes viennent s'insérer sur le sternum et leurs zone d'attache marque la délimitation des sternèbres (qui peuvent être considérées comme analogues aux vertèbres en postérieur). Sur les côtés de la fourchette sternales se situent des surfaces articulaires correspondant à l'extrémité interne de la clavicule. Il s'agit d'une articulation de type torroïde qui possède deux degrés de libertés permettant l'élévation/l'abaissement, un mouvement antéro postérieur mais peut aussi effectuer des mouvements de rotation longitudinale. Ces mouvements se produisent automatiquement lors de ceux de l'omoplate.

L'articulation sterno-costo-claviculaire comporte un disque articulaire (fibro-cartilage) qui délimite deux cavités synoviales :

- une comprise entre la surface articulaire concave de la partie haute du sternum-1er cartilage costal et le disque articulaire
- l'autre comprise entre ce même disque articulaire et la surface articulaire convexe de la clavicule.

Cet ensemble est entouré par une capsule articulaire renforcée par quatre ligaments.

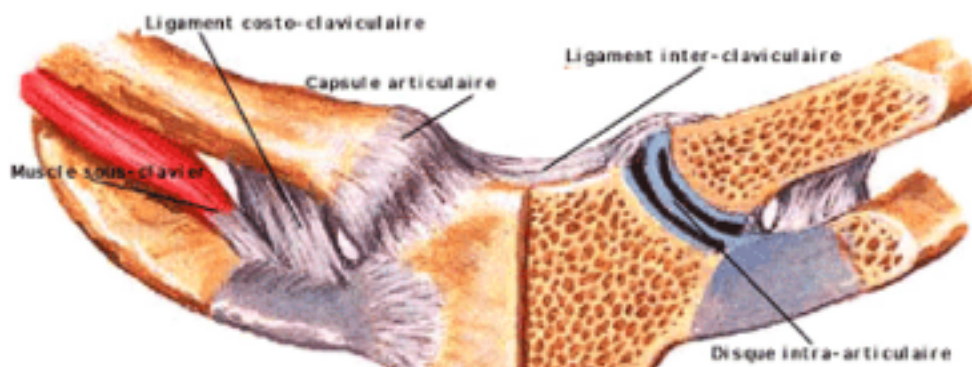


schéma 33 articulation sterno-costo-claviculaire chez l'homme
auteur inconnu

CHEZ LE CHIMPANZE

La description de l'articulation est identique. La description du sternum diffère puisque le manubrium sternal est bien plus large et plus court. Aussi le « manche du sternum » qui correspond à la première côte est différenciée comme chez l'homme ; c'est à dire que son point d'ossification est différenciable des autres côtes alors que

les six côtes suivantes se soudent pour former le corps du sternum qui chez l'homme ne forment qu'une seule pièce. Or chez le chimpanzé on peut différencier ces pièces osseuses (4 pièces) qui forment le corps du sternum⁴².

ARTICULATION SCAPULO THORACIQUE

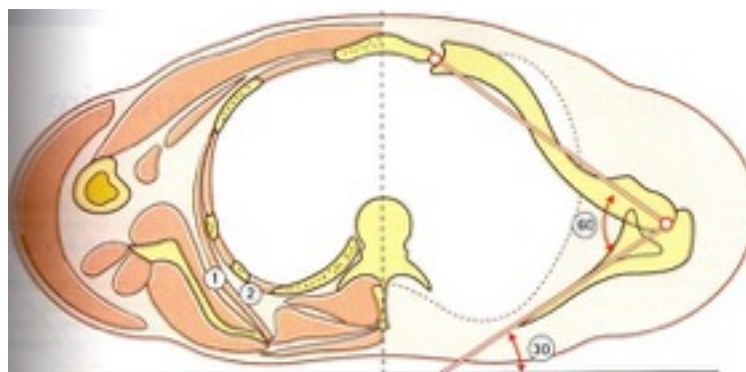
CHEZ L'HOMME et CHEZ LE CHIMPANZE

Il existe une syssarcose située entre la face antérieure de la scapula et la face postérieure du grill costal. L'articulation scapulo-thoracique est une articulation au sens physiologique mais non anatomique car il n'y a pas de surface articulaire mais deux espaces de glissements cellulux :

- espace scapulo-thoracique : compris entre, en arrière et en dehors, la scapula matelassée par le muscle sous-scapulaire, et, en avant et en dedans par la masse musculaire du grand dentelé.
- espace serrato-thoracique : compris entre la paroi thoracique en dedans et en avant, et le muscle grand dentelé en arrière et en dehors.

Sa mobilité n'est conditionnée que par la clavicule. Les mouvements ne peuvent être dissociés que passivement. Fonctionnellement, ils associent généralement : adduction + rétropulsion + sonnette médiale + frontalisation (avec élévation ou abaissement ou les associations inverses).

schéma 34 articulation scapulo thoracique
auteur inconnu



1 espace scapulo thoracique 2 espace serrato thoracique

⁴²Broca, L'ordre des primates : parallèle anatomique de l'homme et des singes, Volume 4, num 4, 1869, bulletins de la société d'anthropologie de Paris, p276

ARTICULATION ACROMIO-CLAVICULAIRE

L'acromion, qui prolonge l'épine de la scapula, possède sur son bord antéro-interne une facette articulaire légèrement convexe qui regarde en haut, en avant, en dedans. Elle s'articule avec l'extrémité externe de la clavicle dont la facette articulaire légèrement convexe également regarde en bas, en arrière et en dehors. Parfois il y a présence d'un fibro-cartilage pour rétablir la congruence des surfaces articulaires instables dans cette articulation. La capsule articulaire est renforcée par les puissants ligaments coraco-claviculaires.

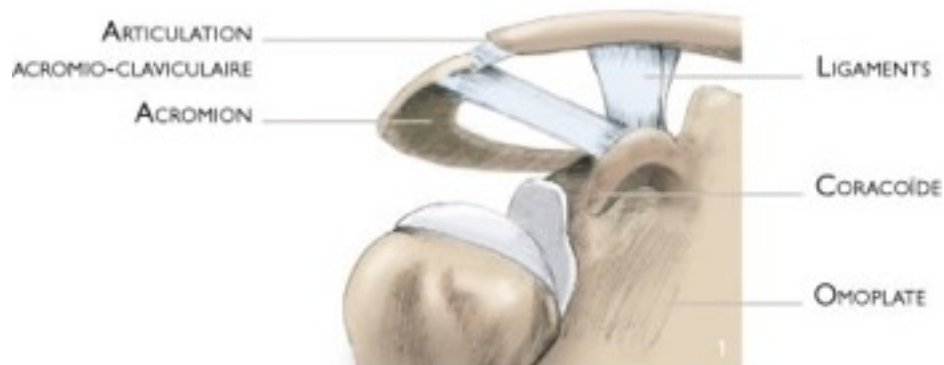


schéma 35 articulation acromio-claviculaire chez l'homme selon A.Locuratolo

CHEZ LE CHIMPANZE

L'anatomie de la clavicle et de la scapula ont été décrites ci-dessus ; ainsi la description de l'articulation est identique à celle de l'homme. Toutefois il est intéressant de noter que l'acromion est plus long et plus étroit (Vrolik ; 1841)) afin d'être selon Aiello et Dean (1990) un excellent levier du muscle deltoïde afin de permettre l'abduction.

HUMERUS

CHEZ L'HOMME

L'humérus est un os pair, asymétrique, long du membre supérieur. Il est mince, allongé et à peu près droit. On lui décrit une torsion sur son axe de 180 degrés. Il présente trois faces et trois bords : une face postérieure, une face antéro-latérale, une

face antéro-médiale ; un bord antérieur, un bord médial, un bord latéral. Il s'articule en haut, en dedans et en arrière avec la cavité glénoïde de la scapula et en bas avec les os de l'avant bras (radius, ulna) par l'intermédiaire de la palette humérale.

L'extrémité supérieure présente la tête de l'humérus qui est une surface sphérique orientée en haut et en dedans. Elle présente un tubercule majeur (ou trochiter) externe, et un tubercule mineur (trochin) antérieur. La crête du tubercule majeur se prolonge le long de la diaphyse pour former son bord antérieur. Le bord le plus saillant de l'humérus est en avant. La face postérieure de la diaphyse est croisée obliquement par le sillon du nerf radial.

CHEZ LE CHIMPANZE

L'humérus ressemble à celui de l'homme mais il est proportionnellement plus long et plus fort. La largeur du bras est environ la moitié de sa longueur. La tête humérale est plutôt quadrangulaire. Le col anatomique est bien plus net et plus individualisé que chez l'homme et le col chirurgical est massif. Les tubercules et les crêtes sont bien marquées (Hartmann ; 1886) : le tubercule mineur est net ; s'y insère le muscle subscapulaire qui est rotateur interne du bras et adducteur de l'humérus sur la scapula et qui serait certainement lié au besoin de fournir une plus grande énergie pour la suspension (Ziegler ; 1964) L' épicondyle latéral se projette bien en avant. La caractéristique de l'humérus du chimpanzé se distingue donc essentiellement par sa longueur mais aussi par une gouttière bicipitale très profonde, une fosse olécranienne plus importante (B.Senut ; 1981) ce qui confère un verrouillage du coude plus marqué que le nôtre ; caractéristique importante pour des déplacements dans les branchages.



schéma 36 humérus homo

vue antérieure
d'après eskeletons.org



humerus pan

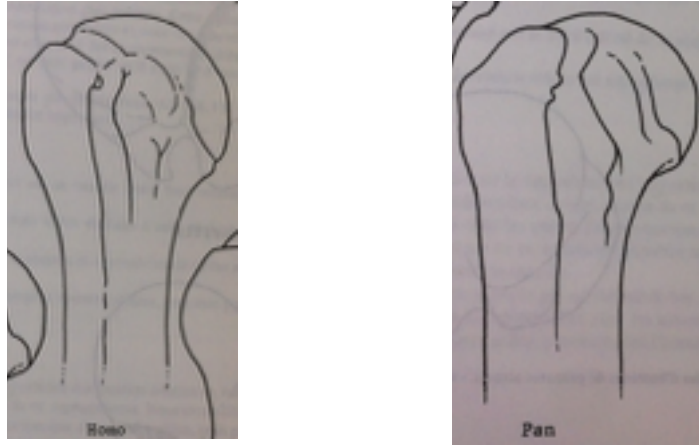


schéma 37 extrémités proximales d'humérus
d'après B. Senut « L'humérus et ses articulations chez
les hominidés plio-pleistocènes » 1981

ARTICULATION GLENO-HUMERALE

CHEZ L'HOMME

Elle est l'articulation de type enarthrose (permet des mouvements de circumduction) la plus importante du complexe articulaire de l'épaule mais est peu stable. La cavité glénoïde est ovale à grand axe très légèrement oblique en haut et en avant et elle regarde un peu en haut en avant et en dehors. Elle repose sur le col de l'omoplate, est faiblement excavée et recouverte de cartilage, et représente seulement le tiers de la couverture de la tête humérale. La tête de l'humérus est orientée en dedans et en haut et sa surface est deux à trois fois plus étendue que celle de la glène (B.C.Germain 2009). Cette faible étendue de la glène par rapport à la surface convexe permet une amplitude considérable de mouvements.

Pour compléter la surface glénoïde peu profonde, il existe un labrum articulaire (bourellet glénoïdien) sous la forme d'un fibrocartilage triangulaire à la coupe et inséré sur tout le pourtour de la surface cartilagineuse, sauf une petite portion antérieure. La capsule articulaire est mince et fragile mais cette laxité permet aussi les mouvements amples. Elle est renforcée par des ligaments capsulaires dont le rôle mécanique est insignifiant. En fait ce sont les muscles de la coiffe des rotateurs qui se

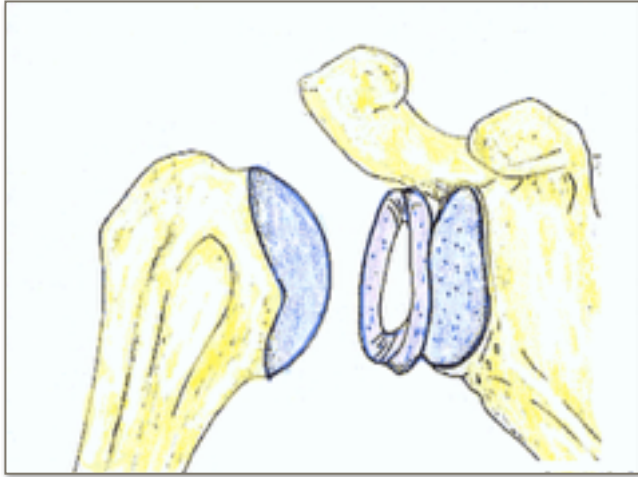


schéma 38 articulation gléno-humérale chez l'homme
auteur inconnu

comportent en ligaments actifs. Il s'agit de : muscle sus-épineux, muscle sous-épineux, muscle petit rond et muscle sous-scapulaire. Ils constituent une coiffe interposée entre la tête humérale et l'auvent coraco-acromial qui surplombe la tête humérale. A ces ligaments actifs, il faut ajouter le long

chef du biceps, le deltoïde ainsi que le ligament coraco-huméral qui contribuent à la suspension de la tête humérale.

CHEZ LE CHIMPANZE

Chez le chimpanzé, la cavité glénoïde est large et est orientée un peu en haut et en dehors ce qui distribue les charges uniformément dans l'articulation⁴³. Le fait que la cavité glénoïde regarde en dehors fait en sorte que le bras se « détache » du thorax et l'indépendance de ce membre est rendue plus complète encore par la longueur de la clavicule qui tient l'articulation de l'épaule écartée du thorax (Broca ; 1869). La position crânio latérale de la cavité glénoïde maximise l'étendue de rotation possible de l'humérus lors de la suspension.

Les caractères le plus marquants sont : la taille de la coracoïde ainsi que le développement important du tubercule supra glénoïdien situé au dessus de la cavité glénoïdale sur la scapula et qui donne naissance au chef long du muscle biceps brachial car les singes brachiateurs ont de puissants muscles fléchisseurs car ils se suspendent fréquemment⁴⁴.

⁴³Broca, L'ordre des primates : parallèle anatomique de l'homme et des singes, Volume 4, num 4, 1869, bulletins de la société d'anthropologie de Paris, p282

⁴⁴B.Senut, L'humérus et ses articulations chez les hominidés plio-pleistocènes, Ed du CNRS, 1981, consultation à la bibliothèque d'anatomie comparée au musée d'histoire naturelle de Paris, p 42

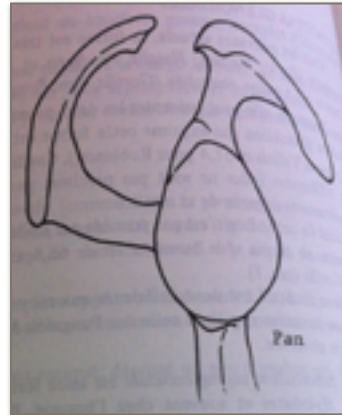
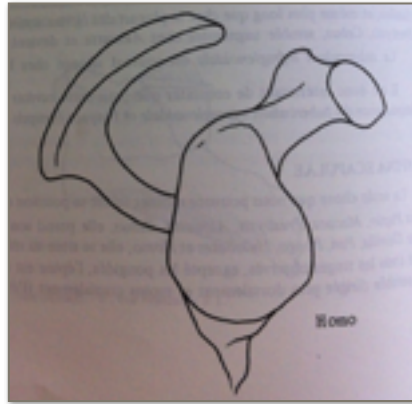


schéma 39 cavité glénoïdienne de la scapula
dessins B. Senut « L'humérus et ses articulations chez les hominidés
plio-pleistocènes »

ARTICULATION SOUS DELTOÏDIENNE

CHEZ L'HOMME ET CHEZ LE CHIMPANZE

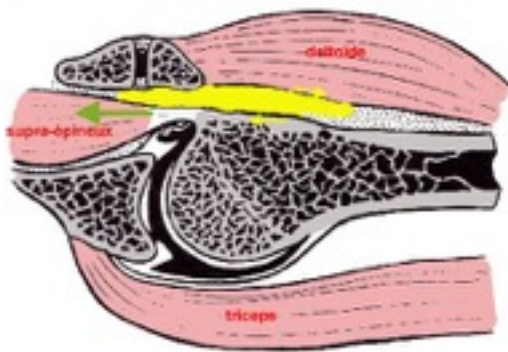


schéma 40 articulation sous deltoïdienne chez
l'homme
auteur inconnu

Elle est en réalité une « fausse » articulation ne comportant pas de surface articulaire cartilagineuse mais constituée du simple plan de glissement celluleux entre la face profonde du muscle deltoïde et la « coiffe des rotateurs »;

Parfois une bourse séreuse facilite ce glissement.

Je n'ai pas retrouvé de

littérature portant sur une particularité propre à l'articulation sous deltoïdienne mais on sait qu'elle est présente chez les anthropoïdes puisqu'ils ont la même organisation musculaire que l'homme⁴⁵.

⁴⁵Mammalia. Volume 30, Issue 4, Pages 645–666, ISSN (Online)

RADIUS ET ULNA

CHEZ L'HOMME

Au dessous de l'humérus se trouvent deux os pairs et longs : le radius en dehors et l'ulna en dedans ; ils forment le squelette de l'avant-bras. La diaphyse du radius est concave en dehors en avant. Ils présentent la particularité d'être mobiles selon un axe de rotation passant par l'ulna essentiellement. Entre les deux os il y a un espace nommé espace inter-osseux.

Les parties supérieures de l'ulna et du radius répondent à l'extrémité inférieure de l'humérus pour former l'articulation du coude.

Le coude permet des mouvements d'extension et de flexion. Il permet aussi des mouvements de pronosupination qui sont rendus possibles grâce à l'articulations radio-ulnaire supérieure (qui est mécaniquement liée à l'articulation radio-ulnaire inférieure).

Les parties inférieures des deux os s'articulent avec le carpe (le radius avec le carpe pour former la radio-carpienne et l'ulna s'articule avec le ligament triangulaire qui correspond au carpe mais qui n'est pas une articulation).

L'ulna est rectiligne, avec un volume massif en haut et grêle en bas. Son extrémité supérieure porte deux apophyses massives : l'olécrane et l'apophyse coronoïde. Le corps est à coupe triangulaire et présente trois faces et trois bords : face antérieure, postérieure et interne, bord antérieur, postérieur et externe. Son extrémité inférieure est appelée tête ulnaire avec en dehors une surface articulaire convexe qui répond au radius et une saillie en dedans : la styloïde ulnaire.

Le radius présente 2 courbures ; une supérieure et une inférieure ; il a dit-on, une forme en vilebrequin. Il a un volume grêle en haut et plus massif en bas. Son extrémité supérieure est en deux parties : la tête recouverte de cartilage et le col. Le corps a une coupe cylindrique avec trois faces et trois bords : face antérieure, postérieure, externe et un bord antérieur, interne et externe. Vers le bas le bord interne bifurque et la coupe est quadrangulaire. La face inférieure correspond

au poignet et il présente une surface articulaire correspondant à l'ulna (articulation radio-ulnaire inférieure). A sa partie externe se trouve une saillie : la styloïde radiale.

CHEZ LE CHIMPANZE

La longueur de l'avant bras du chimpanzé est égale à la longueur du bras. Le chimpanzé présente un radius et un ulna avec des courbures très prononcées qui ne se rencontrent que très rarement chez l'homme et ne doivent alors même être considérées comme des déviations de la forme normale. L'espace inter-osseux avec sa membrane atteint de ce fait une certaine largeur (Hartmann ; 1886).

Ce qui est nettement différent de l'homme est l'organisation du coude que nous allons aborder.

LE COUDE

CHEZ L'HOMME

Le coude est l'articulation qui unit le bras à l'avant bras. Il permet la flexion/extension de l'avant bras sur le bras et la prono-supination de l'avant bras. La flexion extension met en jeu l'huméro-ulnaire (trochléenne 1degré de liberté) et l'huméro-radiale (sphéroïde 2 degrés de liberté). La prono-supination met en jeu la radio ulnaire supérieure (trochoïde 1degré de liberté) qui est mécaniquement liée à la radio-ulnaire inférieure.

Le coude unit trois pièces osseuses : l'humérus par l'intermédiaire de sa palette humérale avec l'extrémité supérieure du radius et de l'ulna. Il n'existe qu'une seule synoviale au niveau du coude.

L'extrémité inférieure de l'humérus se nomme la trochlée humérale. Elle constitue

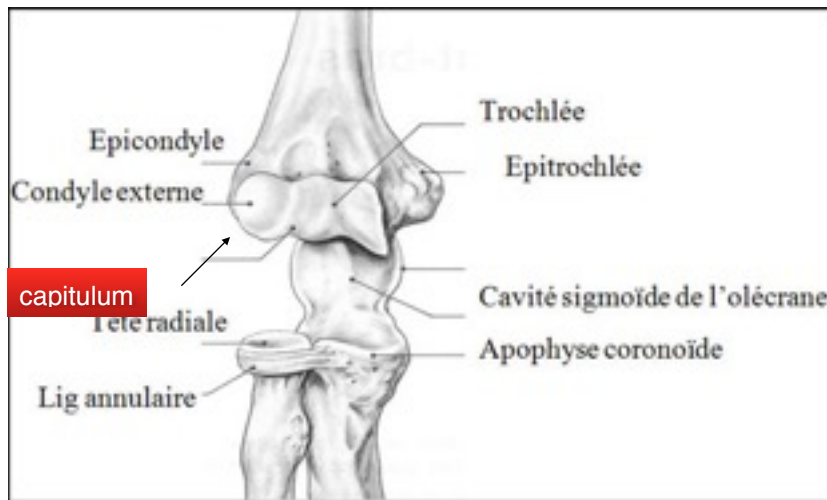


schéma 41 articulation du coude chez l'homme
 auteur inconnu modifié par A. Desecures

une structure à deux piliers séparés sur la face postérieure de l'os par la fosse olécranienne. Elle regarde en bas en avant en dehors. Interne, elle a la forme d'une

poulie avec une gorge et deux

joues. La joue interne est longue et saillante, l'externe est deux fois plus large en arrière qu'en avant. La gorge est oblique en bas et en dehors à sa partie antérieure, en bas et en dedans à sa partie postérieure. L'obliquité est plus prononcée en arrière ce qui confère le valgus de l'ulna. Elle détermine avec la grande cavité de l'ulna une trochléenne.

L'extrémité supérieure de l'ulna se nomme la grande cavité sigmoïde et répond par ses deux facettes aux deux joues de la trochlée humérale. La petite cavité sigmoïde en forme de virgule s'articule avec le pourtour de la tête radiale.

L'extrémité supérieure du radius présente la cupule radiale concave en haut et s'articule avec le condyle huméral (capitulum) en flexion. Elle détermine avec le condyle huméral une enarthrose : l'articulation huméro radiale.

la prono-supination

Le pourtour de la tête radiale s'articule avec la petite cavité de l'ulna et le ligament annulaire du coude pour former une trochoïde (1 degré de liberté) : l'articulation radio-ulnaire supérieure.

Le mouvement de prono-supination qui est le mouvement de rotation de l'avant bras autour de son axe longitudinal (représenté par une ligne joignant le centre de la tête

radiale au centre de la tête ulnaire) est presque toujours associé à des mouvements du coude et du poignet ; quelques soient leurs positions.

Comme son homologue la supérieure, l'articulation radio-ulnaire inférieure correspond à la cavité sigmoïde du radius qui s'articule avec la surface périphérique de l'ulna. C'est une trochoïde et elle s'articule en bas avec le ligament triangulaire ; sorte de « cloison » qui constitue un moyen d'union pour la radio-ulnaire inférieure mais qui est aussi considéré comme une surface articulaire avec le condyle carpien en bas.

CHEZ LE CHIMPANZE

Le primate fait partie des mammifères à membre redressé, la différence qui le caractérise par rapport à d'autres mammifères est la capacité d'effectuer un mouvement de supination et ainsi avoir un croisement/décroisement des os de l'avant bras effectif⁴⁶.

La description anatomique se rapproche de celle de l'homme toutefois le verrouillage du coude en extension est plus important que chez l'homme.

La lèvre médiale de la trochlée humérale est très longue et plus dans le prolongement de la diaphyse humérale ; elle ne présente pas comme une crête acérée mais en « demi-bobine » ce qui stabilise l'articulation du coude pour effectuer des mouvements dans toutes les positions. La lèvre latérale trochléaire est très développée chez Pan et présente deux versants symétriques ce qui augmente considérablement la stabilité de l'articulation du coude dans la suspension (B.Sennut ; 1989). Il y a une saillie osseuse entre la trochlée et la capitulum ce qui selon Washburn (1976) majore le verrouillage du coude en plus du ligament annulaire qui est essentiel pour la stabilité. L'extension du capitulum de l'humérus est variable chez le chimpanzé mais souvent on le retrouve plus marqué. La largeur de la trochlée humérale par rapport à la largeur bi-épicondylienne est supérieure à

⁴⁶ Extrait de Mammalia, Tome 29 N°1, 1965, Paris, consultation bibliothèque d'anatomie comparée au musée d'histoire naturelles Paris, p 153

celle de l'homme et ses bords sont bien définis⁴⁷. Les condyles sont aussi plus importants que ceux de l'homme. La fosse olécraniennne est profonde comparativement à l'homme. L'orientation de l'épicondyle médial varie de très médialement à presque postérieur (B;Sennut ; 1981).

Chez les anthropoïdes l'articulation du coude en « double trochlée » de la surface articulaire ainsi qu'une bonne définition de ses bords laisse supposer une meilleure stabilisation du coude dans les mouvements de suspension.

Aussi , l'angle de divergence des deux structures osseuses qui sont les piliers de la trochlée humérale par rapport à l'axe de la diaphyse humérale distale a été mesuré dans une étude comparative faite par Senut et Le Floch en 1981 entre l'homme moderne et les chimpanzés. Elle a mis en évidence une asymétrie marquée chez l'homme et une asymétrie fortement exprimée chez le chimpanzé.

Nous verrons dans l'analyse de mes tests ostéopathiques sur les grimpeurs quelles dysfonctions marquées peuvent être en lien avec une suspension répétée et de ce fait une éventuelle adaptation anatomique liée à cette pratique.

humerus vue postérieure

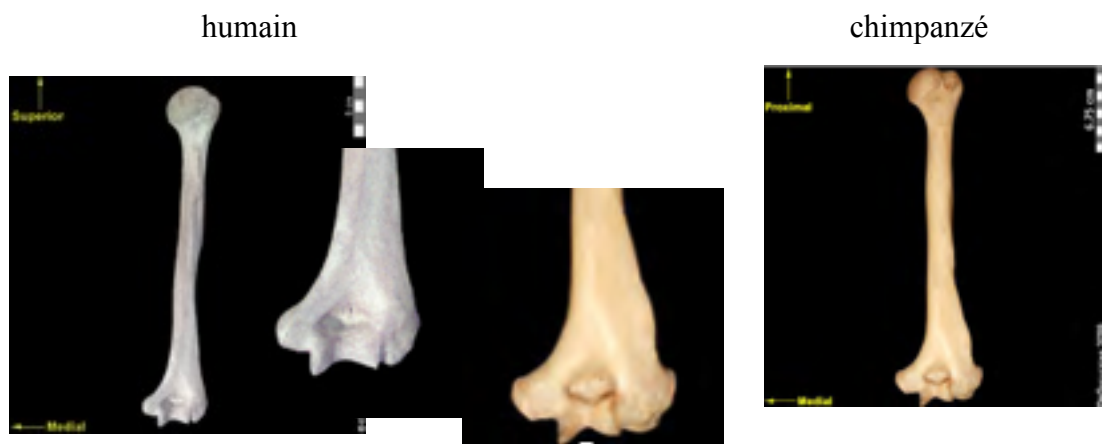


schéma 42 humérus humain

humérus chimpanzé

vue postérieure
d'après eskeleton.org

⁴⁷ B.Senut, Le coude des primates hominoïdes Anatomie Fonction Taxonomie Evolution, Ed CNRS, Paris, 1989, consultation bibliothèque d'anatomie comparée au musée d'histoire naturelles Paris, p119

Concernant les articulations permettant la prono-supination je n'ai pas retrouvé de littérature portant sur des particularités anatomiques. Les courbures très prononcées des os de l'avant bras permettent des mouvements de prono-supination de l'ordre de 180 degrés ce qui est similaire aux amplitudes articulaires chez l'homme. Aussi nous avons vu précédemment que la membrane inter-osseuse est plus large car l'espace inter-osseux est plus grand que chez l'homme du fait de la courbure prononcée des os de l'avant bras.

LE POIGNET ET LA MAIN

CHEZ L'HOMME

Le poignet, articulation distale du membre supérieur permet à la main de se présenter dans la position optimum pour la préhension. Le complexe articulaire du poignet possède deux degrés de liberté ; et la prono-supination de l'avant bras ajoute un troisième degré de liberté au poignet. Le « noyau central » du poignet est le carpe, ensemble formé de huit petits os permettant ainsi de compléter une mécanique complexe.

Le poignet se compose de l'articulation radio-ulnaire inférieure ainsi que de la radio-carpienne.

L'articulation radio-ulnaire inférieure est une articulation de type trochoïde dans laquelle l'extrémité distale du radius se mobilise autour de l'extrémité distale relativement fixe de l'ulna. L'épiphyse inférieure du radius supporte deux facettes articulaires, la première à sa face inférieure est la glène radiale articulée avec le scaphoïde et le lunatum (semi-lunaire). La deuxième, la cavité sigmoïde du radius s'articule avec la tête ulnaire.

Sur son bord inférieur l'ulna s'articule par l'intermédiaire du ligament triangulaire avec le triquetrum. Ainsi la tête ulnaire ne s'articule pas directement avec le condyle

carpien car le ligament triangulaire forme une « cloison » mais il est considéré comme un « ménisque suspendu » car forme une cavité de réception pour la tête ulnaire. Il est soumis à de nombreux efforts de traction, de cisaillement et de compression.

L'os pisiforme constitue quant à lui un os sésamoïde pour le fléchisseur ulnaire du carpe, il ne participe pas réellement par lui-même à la mécanique du carpe.

La rangée proximale du carpe (première rangée) est articulée avec la rangée distale (deuxième rangée) composée de dehors en dedans par le trapèze, le trapézoïde, la capitatum (grand os) et l'hamatum (os crochu).

La rangée inférieure constitue un bloc relativement rigide alors que la rangée supérieure comporte, grâce au jeu ligamentaire des mouvements d'ensemble et des déplacements relatifs des os l'un par rapport à l'autre (Kapendji ; 2008)

Le squelette de la main est constitué de 5 chaînes polyarticulaires appelés rayons composés d'un métacarpien (nommés M1 à M5) et de trois phalanges (nommées P1, P2 et P3 de proximal en distal), à l'exception du pouce qui n'en comprend que deux (P1 et P2). Chaque métacarpien s'articule en proximal avec la rangée distale du carpe. Le rayon radial est déjeté en dehors et en avant grâce à la disposition du scaphoïde et du trapèze ainsi que l'articulation en selle de la trapézo- métacarpienne. Cela permet l'opposition du pouce qui a atteint une amplitude d'opposition jamais égalée même chez les grands singes.

CHEZ LE CHIMPANZÉ

Les grands singes partagent le complexe triangulaire en fibrocartilage avec les humains qui sépare la styloïde ulnaire d'avec le triquetrum et le pisiforme. Cette particularité pourrait contribuer à l'habileté des chimpanzés pour se nourrir dans les branchages par une suspension du corps et un pivotement autour du poignet pour attraper des fruits ou pour permettre diverses positions de la main pendant les ascensions lentes (Cartmill M., Milton K., 1977).

Au niveau de l'articulation radio-carpienne du chimpanzé, une arrête proéminente le long de la surface articulaire radiale distale profondément concave semble être en contact avec la facette concave correspondante du scaphoïde, résultant d'une configuration très imbriquée, et limitant l'extension de l'articulation radio carpienne (Tuttle 1967).

Les amplitudes articulaires du poignet du chimpanzé sont les suivantes :

environ 140° de flexion contre 85° chez l'homme, et 60° d'extension doigts libres alors qu'elle est de 85° chez l'homme. L'inclinaison ulnaire est inférieure à celle de l'homme (45° chez l'homme) et l'inclinaison radiale est semblable à l'homme (15° chez l'homme).

La main de chimpanzé présente par rapport à celle de l'homme une certaine réduction de la hauteur du carpe ainsi que de la longueur de ces deux rayons radiaux. Cette réduction est très marquée au niveau de M1 et du pouce (Kuhlmann 2008).

Temminck (1853) zoologiste néerlandais cite dans son mémoire « le carpe du chimpanzé est composé du même nombre et des mêmes os que dans l'homme, particularité qui semble exclusivement propre à ce singe, et qui le rapproche encore de l'espèce humaine, seulement le trapèze et le trapézoïde sont plus petits, surtout le premier et le pisiforme est bien plus grand et conforme comme dans les singes ».

En effet, les proportions du carpe sont les mêmes que chez l'homme mais la taille est plus réduite de 20 à 22 % (Kuhlmann ; 2005). Le carpe du primate est large et court et possède huit os comme chez l'homme mais ne possède pas d'os intermédiaire comme chez la plupart des quadrumanes. La surface articulaire du scaphoïde versant trapézoïde est relativement large plutôt triangulaire alors qu'elle est rectangulaire chez l'homme (Tocheri, et al ; 2008). Le trapézoïde est très anguleux. Le trapèze est très aplati avec un débordement palmaire et ne se réfléchit pas autant en arrière comme chez l'homme (Kuhlmann ; 2005). Le pisiforme est long et fin.

Les métacarpiens

Les os du métacarpe sont extrêmement longs (Vrolik ; 1841) La longueur des doigts est relativement la même que chez l'homme c'est à dire que le doigt du milieu est le plus long mais l'os métacarpien et les phalanges du pouce sont bien plus courts et plus grêles que chez ce dernier.



schéma 43 main d'homme main de chimpanzé
auteur inconnu

Le pouce

La phalange proximale du pouce est plus développée que la phalange distale, sa taille représente chez l'homme 57 % de la longueur totale du doigt et 59 % chez le chimpanzé (Kuhlmann, 2005)

Les doigts

Les doigts sont plus longs proportionnellement au pouce et se distinguent par leur longueur et par leur courbure. Elle décroissent de la première à la troisième comme chez l'homme. Les phalanges distales sont plus longues et moins larges que chez l'homme. De même le petit doigt est relativement plus grêle (Vrolik ; 1841).

Par toutes ces particularités, la main du chimpanzé s'éloigne de celle de l'homme puisqu'elle diffère par la grande longueur des doigts, le peu de largeur de la paume de la main, et le moindre développement du pouce (Vrolik ; 1841).

II.2 MYOLOGIE DE L'HOMME

II.2.1) LE TRONC

Il est constitué par une multitude de muscles antérieurs, latéraux et postérieurs ou spinaux. Situés selon différents plans ils relient les vertèbres entre elles mais aussi l'axe rachidien à la ceinture pelvienne et scapulaire, ainsi qu'au thorax.

Ces muscles sont fortement sollicités dans la pratique de l'escalade notamment le long dorsal, les rhomboïdes, l'élévateur de la scapula, le trapèze et le grand dorsal.

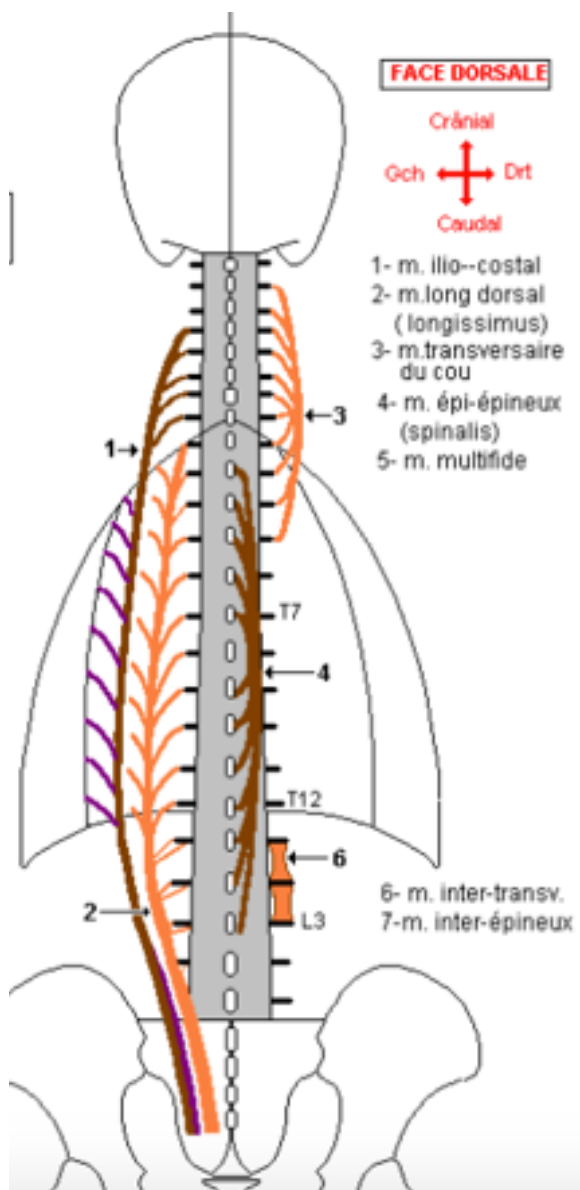


schéma 44 muscles postérieurs du tronc
plan profond
selon B. Boutillier

MUSCLES POSTERIEURS DU TRONC CHEZ L'HOMME

PLAN PROFOND

La région postérieure du tronc possède de nombreux muscles disposés en plusieurs couches.

Les plus profonds ne s'attachent que sur les vertèbres. Ils interviennent principalement dans l'adaptation posturale et la mobilité fine. Ce sont des muscles toniques. Ils sont tous extenseurs en contraction bilatérale.

La synthèse morphologique permet de les diviser en 3 catégories :

- les spinaux longs

long dorsal (bande large musculaire depuis la masse commune jusqu'à K2) et ilio-costal (situé en dehors du précédent jusqu'à C3)

qui sont les plus superficiels.

Leur fonction principale est l'extension

(inclinaison rotation en contraction unilatérale). Notons que le muscle long dorsal s'insère sur L3 qui sert de relais musculaires (et L3 possède un arc postérieur volumineux) pour ses faisceaux musculaires. Cette particularité est intéressante ; nous verrons pourquoi dans l'analyse des dysfonctions ostéopathiques chez mes grimpeurs testés.

- les spinaux intermédiaires

Ils sont situés sous les précédents : muscles transversaire du cou et épi-épineux.

Ils interviennent dans l'équilibre permanent de la colonne vertébrale.

- les spinaux courts

Les plus profonds ; ne s'attachent que sur les vertèbres. Ce sont des muscles en nombreux petits faisceaux qui vont d'une vertèbre à l'autre : multifide (ou transversale épineux), inter-transversaire et inter-épineux. Globalement, leur fonction est d'assurer la tonicité du rachis dans la posture et dans les mouvements.

PLAN SUPERFICIEL

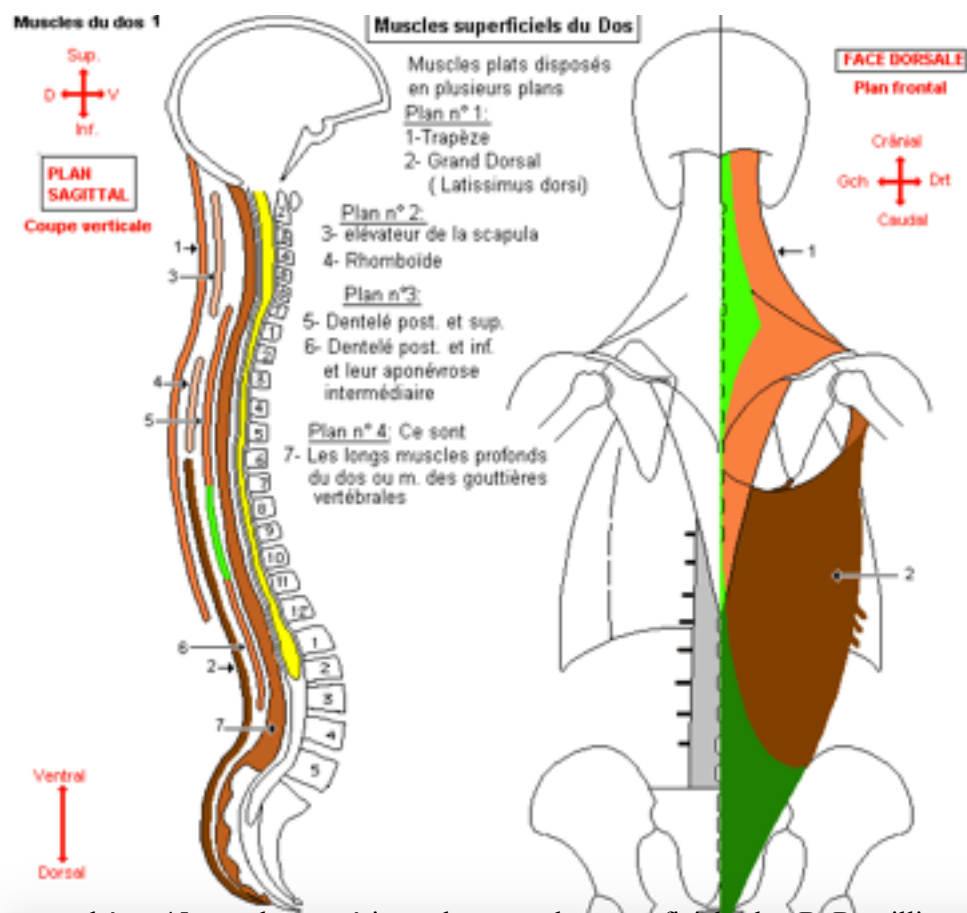


schéma 45 muscles postérieurs du tronc plan superficiel selon B. Boutillier

Les muscles superficiels du dos sont des muscles plats situés en plusieurs plans.

Le plan n°4 des muscles profonds a été vu précédemment.

Le plan n°3 des muscles dentelés : les muscles dentelés postérieur et supérieur (épineuses de C7 à T3 jusqu'aux 5 premières côtes) est inspirateur (élevateur des côtes) ; muscles dentelés postérieur et inférieurs (épineuses de T12 à L2 jusqu'aux quatre dernières côtes) est expirateur (abaisseur des côtes).

Le plan n°2 rhomboïde : muscle aplati situé entre le rachis et l'omoplate (bord interne omoplate jusqu'aux épineuses de C7 à D4) A une action de traction latérale des vertèbres dorsales si le point fixe est l'omoplate et entraîne l'omoplate en adduction si le point fixe est le rachis.

L'élevateur de la scapula (ou angulaire de l'omoplate) : naît de l'angle supérieur de la scapula jusqu'aux quatre premières vertèbres cervicales. Si le point fixe est le rachis cervical il élève la scapula et l'entraîne en sonnette interne. Si le point fixe est la scapula (contraction bilatérale) il fait l'extension de la tête sur le cou.

Le plan n°1 Trapèze : muscle formant une large nappe qui recouvre les muscles postérieurs du cou et de la région entre les scapulas. Naît de la base de l'occiput puis des épineuses cervicales et dorsales jusqu'à T10 et se termine sur le 1/3 externe de la clavicule, sur l'acromion, sur l'épine et la partie interne de l'épine de la scapula. En contraction bilatérale les trapèzes entraînent une extension du rachis cervical. En contraction unilatérale il entraîne une extension, inclinaison du côté contracté et rotation controlatérale. Cette action est synergique au SCOM.

Le grand dorsal : est le plus grand muscle du corps humain, large et plat, il est érecteur du rachis. Il naît des épineuses de T7 à T12, des 10 à 12 ème côtes, de l'aponévrose lombaire et du tiers postérieur de la crête iliaque. Il fait insertion

commune avec le grand rond sur la crête sous-trochinienne. C'est un abaisseur puissant de l'épaule et rotateur interne et adducteur. Intervient aussi dans l'expiration forcée. Il augmente aussi la lordose lombaire lors de sa contraction.

LES MUSCLES LATÉRAUX VERTEBRAUX LOMBAIRES

Partant latéralement des vertèbres lombaires on trouve deux muscles : le psoas et le carré des lombes.

LE PSOAS ET CARRE DES LOMBES

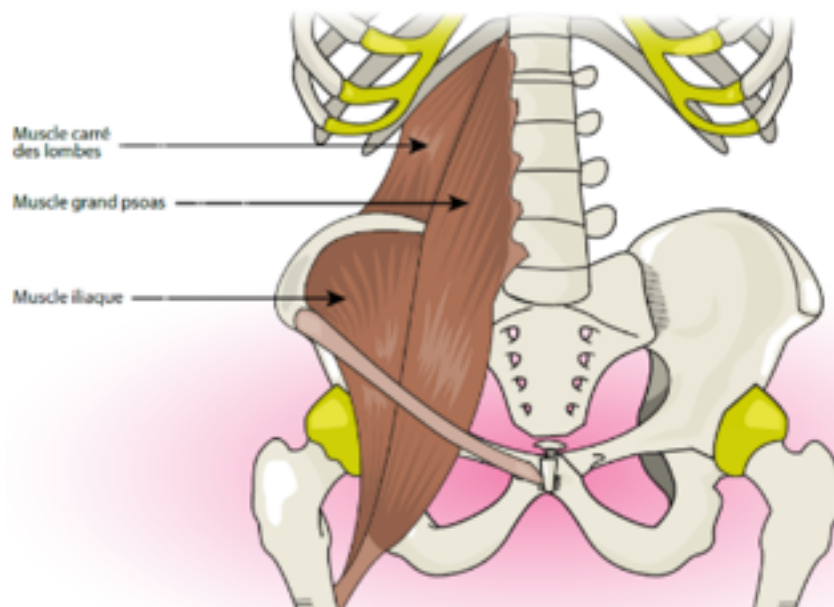


schéma 46 muscles carré des lombes, psoas et iliaque
auteur inconnu

Le muscle grand psoas : muscle long et fusiforme qui naît des vertèbres T12 à L5 descend un peu en dehors, traverse le bassin et se termine sur le petit trochanter. Si les vertèbres sont le point fixe il entraîne le fémur en flexion mais si le fémur est point fixe, il travaille en synergie avec les muscles para-vertébraux lombaires et participe à « redresser » le rachis lombaire ; à le « délordoser » en quelque sorte.

Le carré des lombes : constitue deux masses qui recouvrent les reins. Il naît sur la dernière côte, sur les cinq lombaires jusque sur la crête iliaque. Il incline du côté de la contraction et abaisse la 12ème côte.

LES MUSCLES ANTERAUX-LATERAUX DE L'ABDOMEN

Les muscles abdominaux sont situés en avant de l'abdomen mais la plupart s'étendent sur les cotés et en arrière.

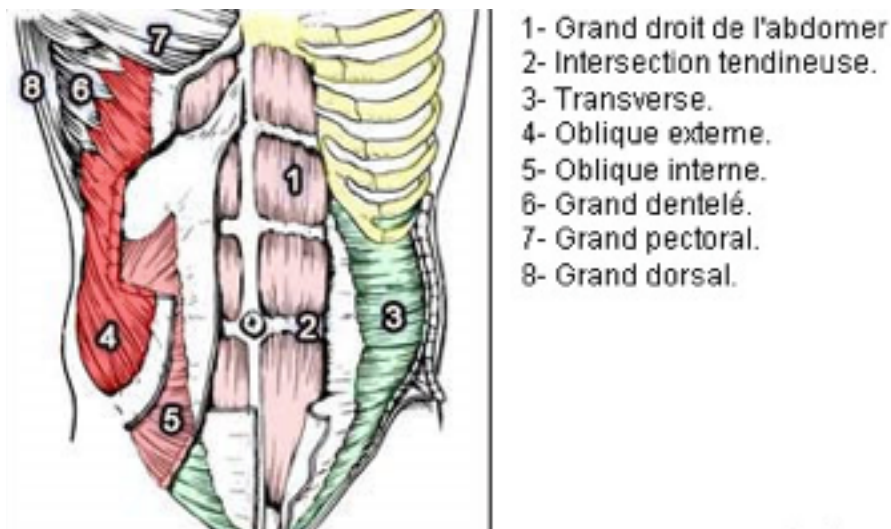


schéma 47 les muscles abdominaux chez l'homme
auteur inconnu

Le transverse de l'abdomen : naît de la face interne des sixièmes à douzièmes cartilages costaux, des lombaires, de la crête iliaque pour se terminer sur la ligne blanche. Il a une fonction d'expiration et de presse abdominale.

L'oblique interne (ou petit oblique) : il s'attache en bas sur l'arcade fémorale, la crête iliaque, sur l'aponévrose lombaire puis se dirige en éventail pour se terminer sur les quatre dernières côtes et sur la ligne blanche. En contraction bilatérale, il ramène le thorax vers le bassin et d'un seul côté il fléchit le rachis et l'entraîne en rotation homolatérale. Il participe à l'expiration abdominale.

L'oblique externe (ou grand oblique) : naît de la cinquième à douzième côte et se termine sur crête iliaque , le ligament inguinal, la crête pubienne et la ligne blanche. Il a la même fonction que l'oblique interne.

Le grand droit de l'abdomen : le plus antérieur des muscles abdominaux. Il s'étend en avant des précédents. Il naît sur les cinquièmes, sixièmes et septièmes côtes et sur l'appendice xiphoïde du sternum et se termine sur le pubis. Il ramène le thorax vers le bassin et participe à l'expiration abdominale.

LE DIAPHRAGME

est un grand muscle plat rayonné situé à l'intérieur de la cage thoracique. Il s'étend comme une coupole entre le thorax et l'abdomen et il constitue le principal muscle inspirateur.

II.2.2) MUSCLES DU COU

Les muscles du cou sont nombreux. Nous ne détaillerons pas la description anatomique de ces derniers. Ci-dessous un schéma de l'ensemble de ces muscles.

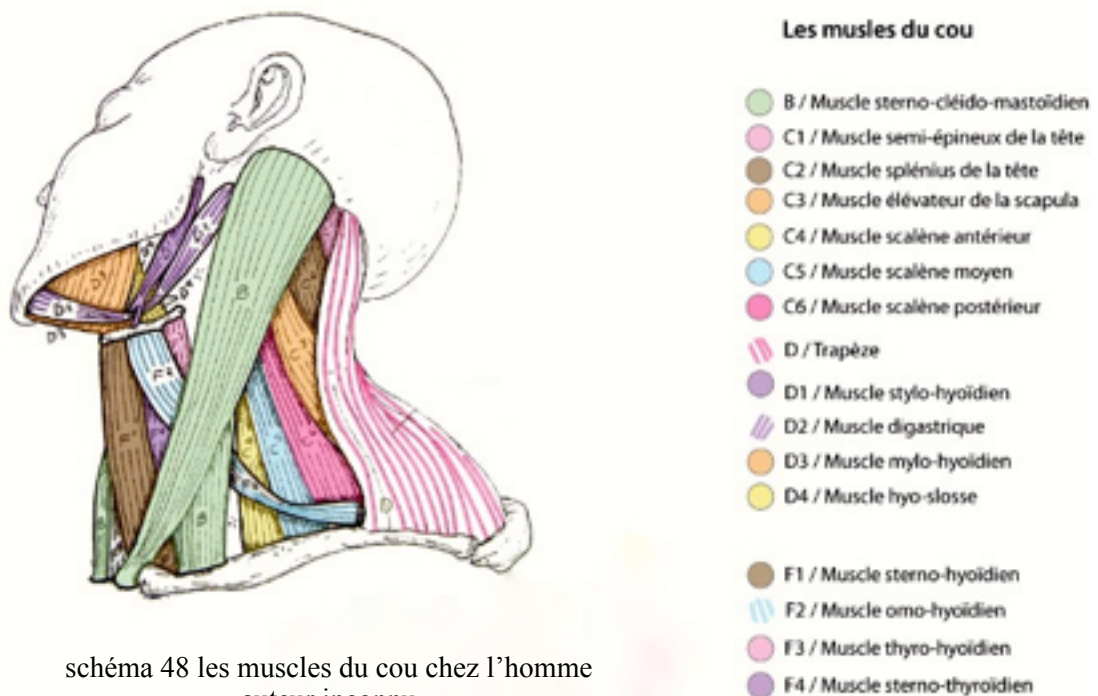


schéma 48 les muscles du cou chez l'homme
auteur inconnu

Ils peuvent être regroupés comme ceci :

RACHIS CERVICAL HAUT

- les muscles courts et hauts de la nuque avec les plus profonds : les muscles verniers (ne sont pas sur le dessin) qui assurent la biomécanique de l'occiput sur C1/C2.
- le plan des complexus et le plan du splenius, angulaire.
- le plan du trapèze
- les muscles superficiels : droit antérieur de la tête, long de la tête, long du cou
- le plan profond latéral avec les scalènes antérieurs, moyens et profonds
- le plan latéral superficiel avec le sterno-cleïdo-occipito-mastoïdien (SCOM)

LE RACHIS CERVICAL INFÉRIEUR

Constitué par une multitude de muscles antérieurs, latéraux et postérieurs ou spinaux.

- le plan profond avec les transversaires épineux, l'inter-épineux du cou
- le plan des complexus
- le plan du splenius et de l'angulaire
- le plan des petits dentelés postérieur et supérieur, les rhomboïdes
- le plan superficiel avec le trapèze
- les muscles pré-vertébraux avec le droit antérieur de la tête, le long de la tête, le long du cou
- le plan profond latéral avec les scalènes
- le plan latéral superficiel avec le SCOM

II.2.3) LES MUSCLES DU MEMBRE SUPÉRIEUR

Les muscles du membre supérieur peuvent être répertoriés comme ceci :

- muscles de l'épaule scapulo-thoracique
- muscles pectoraux
- muscles du bras
- muscles de l'avant bras
- muscles de la main

Voici des illustrations ⁴⁸ permettant de visualiser l'ensemble de ces muscles.

LES MUSCLES DE L'EPAULE SCAPULO-HUMERALE

muscles para-articulaires : la coiffe des rotateurs a un rôle de ligament actif de l'articulation gléno humérale en plus de mobiliser l'humérus. La coiffe des rotateurs est constituée de 4 muscles :

le sus-épineux : naît dans la fosse sus épineuse à la face postérieure de la scapula, il donne un tendon qui passe sous la voûte formée par l'acromion, l'apophyse coracoïde et le ligament qui les réunit. Il se termine sur le trochiter (grosse tubérosité de l'humérus). Il fait l'abduction du bras. Il est stabilisateur principal de la tête humérale.

le sous épineux : rotateur externe du bras, il naît de la fosse sous épineuse et se termine sur le trochiter.

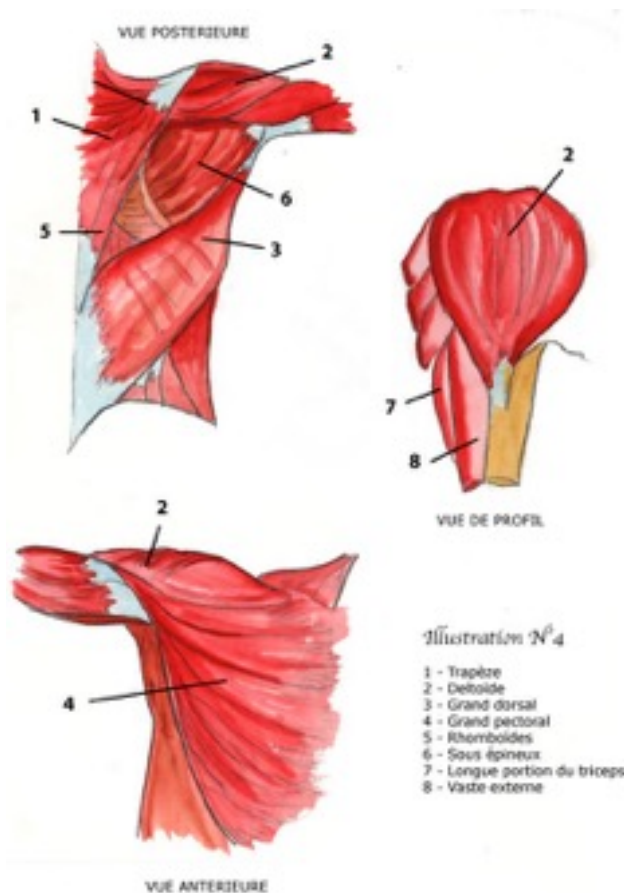
le petit rond : naît de la fosse sous épineuse le long du bord externe de la scapula et se termine sur le trochiter en arrière du sous épineux. Il est faible rotateur externe.

le sous scapulaire : rotateur interne, naît de la fosse sous scapulaire et s'insère sur le trochin (petite tubérosité de l'humérus)

muscles péri-articulaires

le deltoïde : ce muscle superficiel forme le galbe de l'épaule. Il prend son origine sur le tiers latéral du bord antérieur de la clavicule, sur le bord latéral de l'acromion et sur toute la longueur de la lèvre inférieure de l'épine de la scapula. Le tendon terminal du deltoïde s'insère sur la tubérosité deltoïdienne de l'humérus. C'est le plus important des abducteurs du bras qu'il amène jusqu'à 90° de la verticale.

⁴⁸Illustrations P.Pilardeau, Anatomie des membres et du rachis, UV 501, source Internet



le petit rond : il naît de la fosse sous épineuse et se termine sur le trochiter de l'humérus après avoir envoyé des fibres sur la capsule de l'articulation gléno-humérale. Il est rotateur externe de l'humérus.

le grand rond : il naît du bord externe de la scapula et se termine comme le grand dorsal sur la coulisse bicipitale. Il a la même action que le grand dorsal mais moins puissant.

schéma 49 illustration Pilardeau n°4

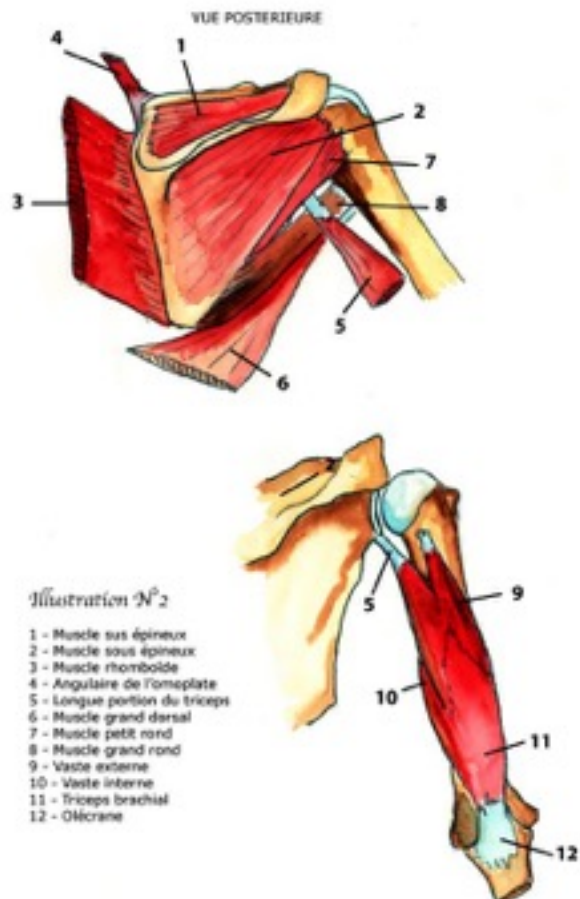


schéma 50 illustration Pilardeau n°2

MUSCLES PECTORAUX

Le grand pectoral : il s'attache sur la clavicle, le long du sternum sur le six premiers cartilages costaux et la septième côte. Ses fibres se réunissent en formant une torsion puis un tendon aplati qui se termine sur la coulisse bicipitale (sur sa tête externe). Quand le point fixe est la cage thoracique il fait l'adduction et la rotation interne du bras. C'est le muscle de la suspension.

Le grand dorsal : a été abordé dans les postérieurs du tronc (plan superficiel).

MUSCLES DU BRAS

Le biceps brachial : dans sa partie haute ce muscle a deux origines, donnant deux chefs musculaires. Le long biceps naît au dessus de la gène de la scapula (sur le tubercule supérieur glenoïdien) par un tendon qui traverse la capsule puis se coude pour passer ensuite dans la coulisse bicipitale. Puis de ce tendon naissent des fibres charnues qui vont rencontrer celles du

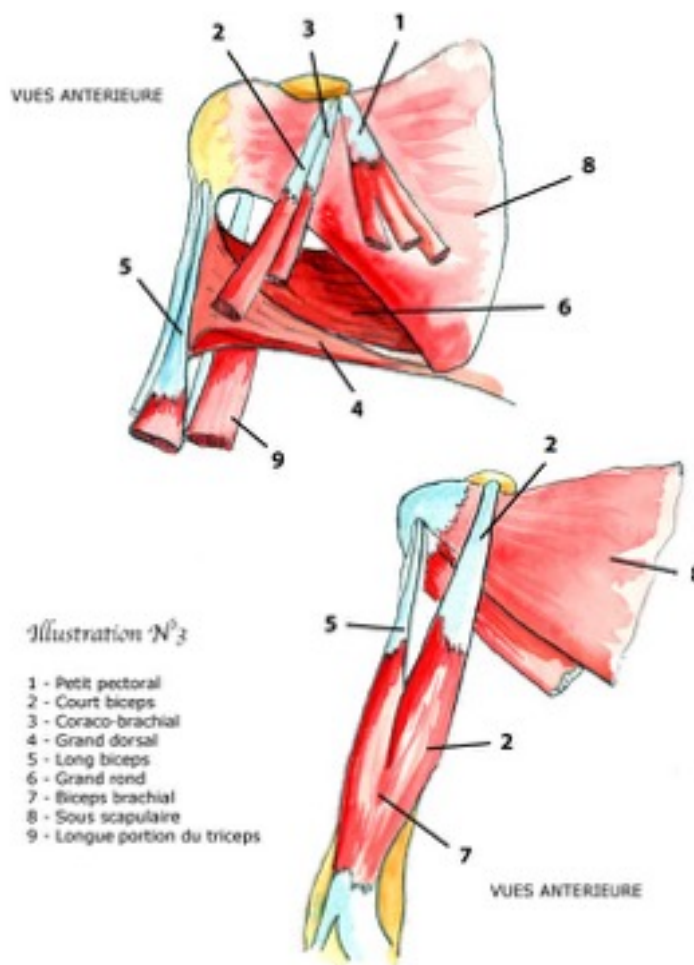


schéma 51
illustration Pilardeau N°3

court biceps. Le court biceps naît par un tendon sur l'apophyse coracoïde puis il forme un corps charnu qui va rejoindre celui du long biceps. L'ensemble de ce muscle descend le long du bras en formant un tendon unique, passe en avant du coude et se termine sur le haut du radius sur la tubérosité bicipitale. Il fait la flexion et la supination du coude en étant le plus puissant des supinateurs (il participe aussi à l'antépropulsion de l'épaule).

le coraco-brachial : il prend son origine sur l'apophyse coracoïde par un tendon commun avec le chef court du biceps brachial et se termine sur la face interne de l'humérus. Il fait l'antépropulsion et l'adduction du bras.

le brachial antérieur : naît de la face antérieure de l'humérus et se termine sur l'apophyse coronoïde de l'ulna. C'est le fléchisseur le plus direct du coude.

le triceps brachial : il est formé de trois chefs. Le long triceps, bi-articulaire naît du tubercule sous-glenoïdien de la scapula. Il passe devant le petit rond et derrière le grand rond. Le chef latéral (vaste externe) naît de la face postérieure de l'humérus. Le chef médial (vaste interne) provient aussi de la même face. Les trois chefs se réunissent sur un tendon commun pour se terminer sur la face supérieure de l'olécrane. Il fait l'extension du coude.

l'anconé : ce petit muscle prend son origine sur la face postérieure de l'épicondyle latéral de l'humérus, ainsi que de la capsule de l'articulation du coude. Il s'insère avec le triceps brachial sur la face supérieure et postérieure de l'olécrane, mais il s'étend plus loin sur la face postérieure de l'ulna. Il est extenseur du coude.

MUSCLES DE L'AVANT BRAS ET DE LA MAIN

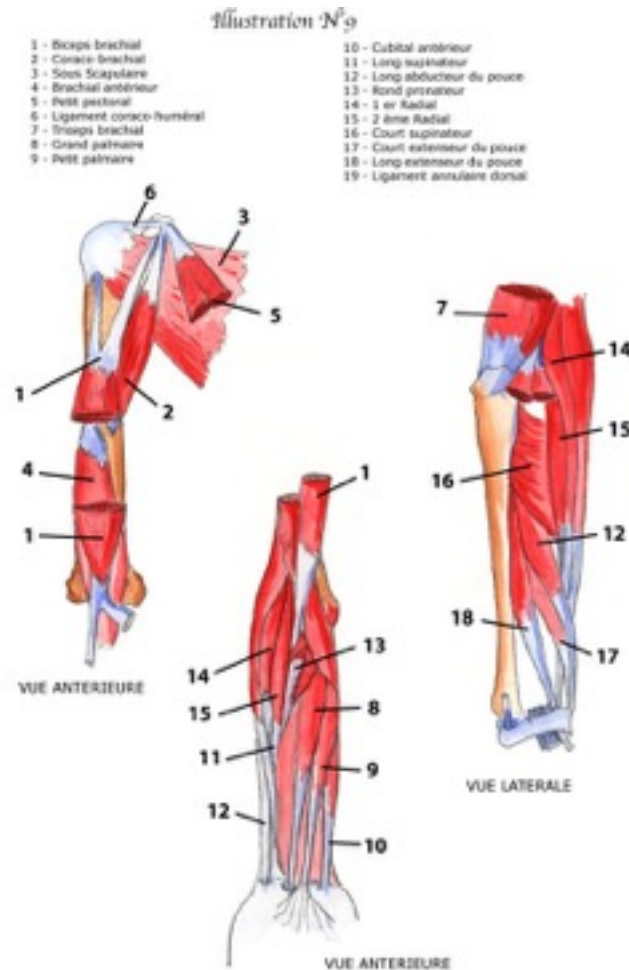


schéma 52 illustration Pilardeau n°9

Nous ne détaillerons pas la description anatomique de tous les muscles de l'avant bras car ces derniers sont nombreux toutefois nous les regrouperons comme ceci :

La LOGE ANTERIEURE DE L'AVANT BRAS comporte :

le rond pronateur et le carré pronateur participent à la pronation de l'avant bras (et la flexion du coude pour le rond pronateur)

le fléchisseur radial du carpe (grand palmaire) fléchit le poignet en le portant en légère inclinaison radiale. Il participe également faiblement à la flexion de l'avant-bras sur le bras.

le long palmaire (petit palmaire) fléchit le poignet en tendant l'aponévrose palmaire. Il n'a pas d'action d'inclinaison latérale du poignet.

le fléchisseur ulnaire du carpe fléchit le poignet en portant celui ci en inclinaison ulnaire.

le fléchisseur commun superficiel des doigts fléchit la deuxième phalange sur la première phalange des quatre derniers doigts, puis fléchit cette dernière sur les métacarpiens, enfin fléchit le coude. Il intervient par son chef huméro-ulnaire faiblement dans la flexion du coude. C'est un muscle extrinsèque des doigts.

le fléchisseur commun profond des doigts fléchit la troisième phalange sur la seconde et participe à la flexion des deux autres phalanges. C'est un muscle extrinsèque des doigts.

le long fléchisseur du pouce fléchit la dernière phalange du pouce sur la proximale, puis celle-ci sur le premier métacarpien. C'est un muscle extrinsèque du pouce.

LA LOGE POSTERIEURE DE L'AVANT BRAS comporte :

partie latérale

le brachioradial (long supinateur) son action principale est la flexion du coude. Il porte également l'avant-bras dans une situation intermédiaire entre la pronation et la supination. C'est en fait la position de repos de l'avant-bras.

le long extenseur radial du carpe et le court extenseur radial du carpe sont extenseurs du poignet. Il font l'inclinaison radiale du poignet.

partie médiale

l'extenseur ulnaire du carpe fait l'extension du poignet et l'inclinaison ulnaire. Il participe faiblement à l'extension du coude.

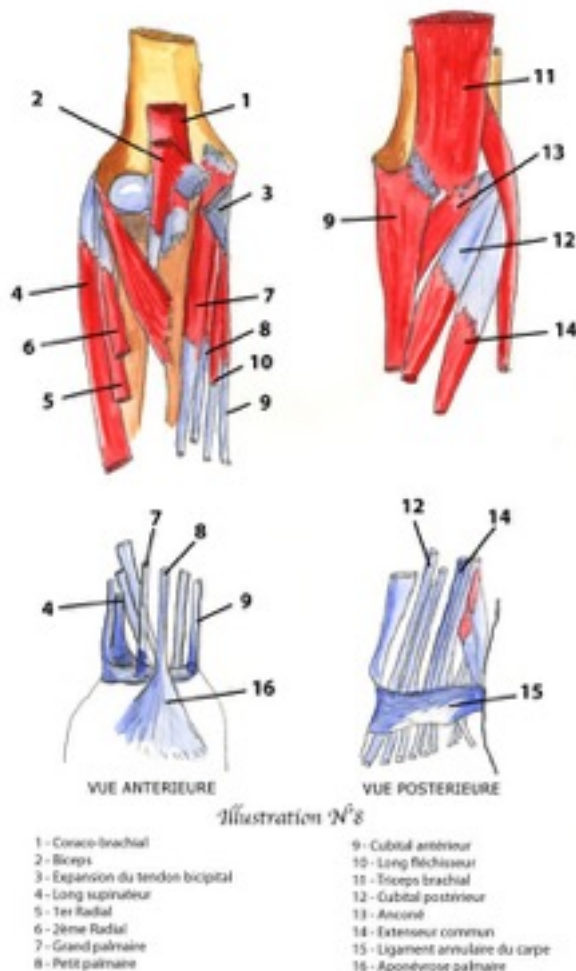
l'extenseur des doigts étend successivement la dernière phalange sur la deuxième, l'intermédiaire sur la première et cette dernière sur l'os métacarpien correspondant. Il participe à l'extension du poignet. C'est un muscle extrinsèque des doigts.

l'extenseur du petit doigt étend celui-ci indépendamment des autres doigts. C'est un muscle extrinsèque des doigts.

le supinateur porte l'avant bras et la main en supination.

le court et long extenseur du pouce participent à l'extension et à l'abduction du pouce. C'est un muscle extrinsèque du pouce.

le long abducteur du pouce comme son nom l'indique, porte le pouce en abduction. Mais il attire le premier os métacarpien en direction radiale, il porte aussi la main en inclinaison radiale. C'est un muscle extrinsèque du pouce.



l'extenseur de l'index fait l'extension de l'index. Ainsi son extension se trouve indépendante de celle des autres doigts. C'est un muscle extrinsèque des doigts.

LES MUSCLES DE LA MAIN

Ils sont très nombreux et sont répertoriés comme ceci :

les muscles intrinsèques du pouce :

leur nom indique leur action principale. Il s'agit du court abducteur du pouce ; le court fléchisseur

du pouce ; l'adducteur du pouce ; l'opposant du pouce

les muscles extrinsèques du pouce ont été vus dans la loge antérieure et postérieure de l'avant bras.

les muscles intrinsèques des doigts : les interosseux s'attachent uniquement sur les os de la main. Ils occupent l'espace compris entre deux métacarpiens. Ils attirent les deuxième, quatrième et cinquième doigts vers l'axe de la main qui passe par le troisième doigt. De plus, ils fléchissent la première phalange des mêmes doigts tout en étendant leurs deuxième et troisième phalanges.

les lombricaux font la flexion des articulations métacarpo-phalangiennes et l'extension des interphalangiennes.

les muscles extrinsèques des doigts ont été vus dans la loge antérieure et postérieure de l'avant bras.

les muscles intrinsèques du cinquième doigt : leur nom indique leur action. Il s'agit de l'opposant du cinquième doigt ; le court fléchisseur du 5ème doigt ; l'adducteur du 5ème doigt.

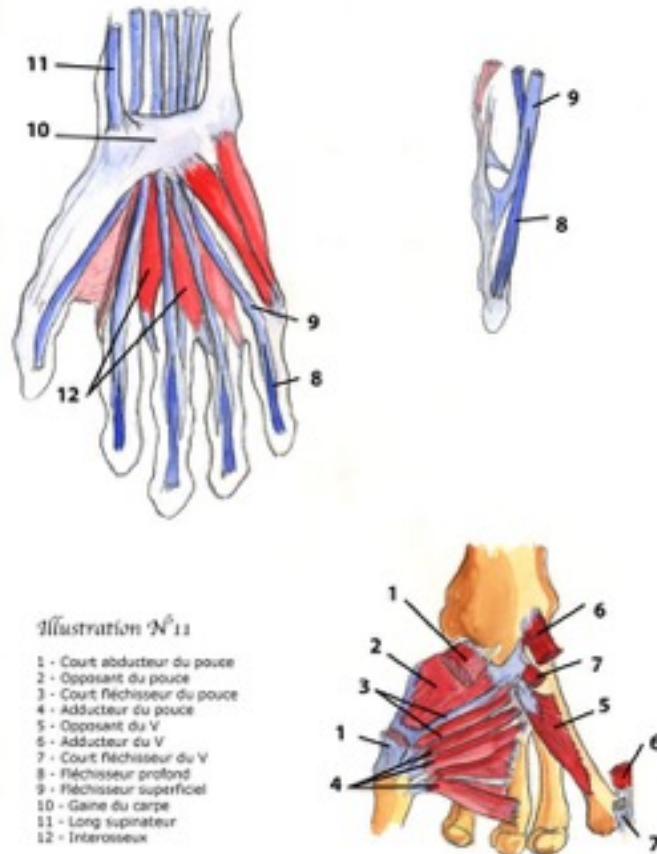


schéma 54 illustration Pilardeau n°11

Toute cette musculature est soumise à de fortes sollicitations lors de la pratique de l'escalade, notamment les muscles de l'épaule permettant l'antépulsion (deltoïde, grand pectoral), la rétropulsion (deltoïde, grand dorsal, grand rond), l'abduction (deltoïde, sus-épineux) et les rotateurs internes (sous-scapulaire, grand pectoral). Au niveau des bras il est évident que le biceps brachial est le plus sollicité lors de l'escalade en dévers ou sur grosses prises toutefois le « gros dévers » fait participer activement le triceps brachial. Aussi lorsque l'escalade se fait sur un mur bien vertical sur petites prises, il s'agit des chaînes de la préhension qui sont le plus sollicitées : fléchisseurs et extenseurs des doigts.

Les muscles extrinsèques et intrinsèques de la main sont forts chez les grimpeurs.

Aussi les articulations des doigts sont soumises à de fortes contraintes au fil des années et cela engendre dans le temps une arthrose prématurée des articulations métacarpo-phalangiennes.

Est ce que cette pratique sportive entraînant un fort développement de certains muscles avec une biomécanique particulière a entraîné une adaptation anatomique qui se rapproche du modèle du chimpanzé ? Nous allons aborder de ce fait la myologie du chimpanzé dans ses grandes lignes. Cela nous permettra d'avoir connaissance de son anatomie et de comprendre par la suite quelles caractéristiques peuvent être communes au chimpanzé et au grimpeur en fonction des dysfonctions ostéopathiques retrouvées dans mon groupe de grimpeurs testés.

II.3 MYOLOGIE DU CHIMPANZE

II.3.1) MUSCLES DU COU

Le SCOM est toujours présent chez les mammifères claviculés⁴⁹ et s'étend comme chez l'homme de l'occiput à la partie supérieure du sternum toutefois l'écartement des deux faisceaux (partie sternale et partie claviculaire) est plus grande que chez l'homme.

Les muscles de la région cervicale sont tous présents et la seule différence notable est la distance entre le sterno-hyoïdien et le sterno-thyroïdien (Vrolik ; 1841)

II.3.2) MUSCLES DU TRONC

GROUPE POSTERIEUR

Les muscles principaux du tronc sont dans la région dorso-lombaire le muscle trapèze et le grand dorsal ;

Le trapèze est dans son origine et sa partie terminale tout à fait commune à celle de l'homme mais il en diffère inférieurement puisqu'il ne passe pas devant le grand dorsal mais se confond avec lui ; de sorte que là, les deux muscles n'en forment qu'un. (Vrolik ; 1841).

En effet ; l'intervalle qui sépare les deux portions du trapèze (trapèze dorsal et cervical qui est très fort chez les primates) est variable selon les mammifères. Chez l'homme les deux portions sont unies par une aponévrose losangique alors que chez les primates, les fibres musculaires sont tellement proches qu'elles ne forment plus qu'une seule couche.⁵⁰

La description du grand dorsal peut être appliquée à celle de l'homme toutefois elle diffère dans son insertion sur l'humérus. Après avoir longé le bord antérieur de la scapula, il passe sur l'humérus et rejoint le grand rond. Il s'insère sur la gouttière

⁴⁹ traité de zoologie ; tome 16 ; fasc 3 ; mammifères musculature arthrologie ; Masson ; 1991 ; p38

⁵⁰ traité de zoologie ; tome 16 ; fasc 3 ; mammifères musculature arthrologie ; Masson ; 1991 ; p30

bicipitale ; il descend parallèlement au bras et vient s'attacher par un large tendon sur le condyle interne de l'humérus et à l'olécrane alors qu'il s'insère sur la coulisse bicipitale chez l'homme au niveau de la crête sous trochinienne (Vrolik ; 1841) Je n'ai pas retrouvé l'évocation de cette particularité dans le traité de zoologie de 1991.

Le rhomboïde diffère de l'homme puisqu'il n'est pas séparé en deux. C'est un muscle large, aplati, mince qui prend son origine sur les apophyses épineuses des deux dernières cervicales et des cinq premières dorsales (varie seulement d'un étage chez l'homme : de C7 à D4) et vient s'attacher sur le bord interne de la scapula comme chez l'homme où il correspond à l'angulaire de l'omoplate et au grand dentelé (Vrolik ; 1841)

L'angulaire de la scapula ressemble à celui de l'homme mais d'après les observations de Traill, Sandifort et de Vrolik ; il y a un autre muscle qui vient des apophyses transverses de C2 et C3 et s'attache à la partie scapulaire de la clavicule.

Selon Vrolik (1841) il relève la clavicule et se nommerait élévateur de la clavicule ; nom donné par Tyson (1650-1708).

Dans le traité de zoologie de 1991 nous retrouvons cette information ; en effet ce muscle s'appelle le muscle brachio-céphalique ; c'est une fusion des muscles infra-claviculaire (deltoïde) et supra-claviculaire (trapèze et SCOM) et il est une adaptation des plus spectaculaires de l'anatomie mammalienne. Il représente « un état différent des rapports musculo-squelettiques, adaptés à une mécanique de la locomotion où le membre pectoral, par suite de l'involution de la clavicule, n'est plus mobile que dans un seul plan »⁵¹. Ce muscle ne se retrouve pas chez tous les mammifères arboricoles pourtant Vrolik en 1841 l'a observé sur ses spécimens.

Dans tous les autres muscles du dos il n'y a pas de différence significative avec l'homme.

⁵¹traité de zoologie ; tome 16 ; fasc 3 ; mammifères musculature arthrologie ; Masson ; 1991 ; p39

GROUPE ANTERO-LATERAL

Le même rapport existe entre les muscles abdominaux du chimpanzé et ceux de l'homme.

Les faisceaux musculaires du muscle grand oblique naissent des dernières côtes par digitations, qui s'entrecroisent supérieurement avec les baguettes musculaires du grand dentelé et inférieurement avec celles du grand dorsal ; comme chez l'homme.

De même l'aponévrose du grand oblique forme ainsi au dessus du pubis, un anneau dont la forme et les piliers rappellent le canal inguinal.

Le grand droit a les mêmes origines et terminaisons que chez l'homme ; ainsi que les mêmes intersections aponévrotiques , au nombre de 4 et disposées de la même manière. Il est logé comme chez l'homme dans une gaine aponévrotique formée par les aponévroses des muscles obliques et transverses.

Il est de même pour le petit oblique et le transverse. La ligne blanche est disposée comme chez l'homme (Vrolik ; 1841)

MUSCLES PECTORAUX

Le muscle grand pectoral est aplati et de forme triangulaire, comme l'homme. Ce qui diffère ; c'est qu'il n'est pas divisé en une portion claviculaire et sternale. Il prend quand même origine sur la clavicule mais très faiblement ce qui ne constitue pas une véritable portion. Chez l'homme le chef claviculaire prend naissance sur le 1/3 interne de la clavicule. Toutefois il a le même trajet que chez l'homme et se termine aussi sur le bord externe de la gouttière bicipitale. Chez la plupart des autres primates il n'y a pas de portion claviculaire mais seulement une origine sternale.

Le petit pectoral, le grand dentelé et le sous-clavier sont identiques à l'homme.

II.3.3) MUSCLES SCAPULO-HUMERAUX

Les muscles de la coiffe des rotateurs sont présents tout comme chez l'homme et ont la même disposition : sus-épineux ; sous-épineux ; sous-scapulaire et petit rond.

Le deltoïde est très épais et charnu, triangulaire tout comme chez l'homme et a exactement les mêmes origines, trajet et insertions distales.

Pour l'ensemble des muscles scapulo-huméraux il n'y a pas d'autre différence particulière.

II.3.4) MUSCLES DES BRAS, AVANT BRAS ET MAINS

Ils sont recouverts des mêmes aponévroses que chez l'homme. Par conséquent il y a une aponévrose brachiale, antibrachiale et palmaire (Wullstein et Viegas 1992).

Au niveau du bras il n'y a pas de différence particulière.

Le biceps brachial est de description identique à celle de l'homme. Il a deux chefs : un qui prend naissance au sommet de l'apophyse coracoïde pour la petite portion et l'autre au bord supérieur de la cavité glénoïdale pour la longue portion. Le tendon glisse dans la gouttière bicipitale, passe en avant de l'articulation huméro-ulnaire pour se fixer à la tubérosité bicipitale du radius.

Toutefois le brachial antérieur ne diffère de celui de l'homme, que par son faisceau externe qui est proportionnellement bien plus fort que chez lui, alors que l'interne est plat et mince. Son insertion terminale est la même que l'homme (apophyse coronoïde de l'ulna)(Vrolik ; 1841). Sachant que le brachial antérieur est le fléchisseur le plus direct du coude on peut imaginer que lors des déplacements brachiateurs ; le chimpanzé a besoin de fléchir rapidement le coude et qu'il soit stable afin d'effectuer un mouvement de lancer dans un autre branchage...

Le triceps brachial est épais, volumineux, à faisceau unique inférieurement et triple supérieurement occupant toute la face postérieure du bras.

A l'avant bras, l'ensemble des muscles ressemble tellement à ceux de l'homme qu'en examinant l'avant-bras du chimpanzé, Vrolik croyait voir celui de l'homme.

La seule donnée qui diffère semble être le court extenseur du carpe qui aurait un faisceau musculaire plus large et plus fort que celui de l'homme.

La description des muscles fléchisseurs, extenseurs du poignet, extrinsèques et intrinsèques des doigts diffère peu par rapport à l'homme.

Le fléchisseur profond des doigts serait plus court que chez l'homme ce qui aurait pour conséquence la faible amplitude d'extension du poignet reportée par de nombreux auteurs (Wilder 1861 ; Napier 1960 ; Schultz 1936 ; Straus 1940) et qui serait probablement une adaptation au knuckle-walking.

L'extenseur du petit doigt diffère d'avec l'homme puisque qu'il est le seul qui va au petit doigt, alors que chez le chimpanzé le petit doigt reçoit un muscle extenseur digital en plus (qui provient du muscle extenseur de l'index).

Ce qui diffère de l'homme est la description du pouce. Le pouce du chimpanzé se rapproche de celui de l'homme bien plus que celui de l'Orang-Outan ou tout autre singe. Cette perfection se retrouve aussi dans la disposition des muscles.

Il n'y a pas de fléchisseur long du pouce et par conséquent, il n'y a pas tendon qui passe entre les deux faisceaux musculaires du petit fléchisseur et aille s'insérer à la seconde phalange du pouce.

L'extenseur du pouce est double comme chez l'homme. Le petit extenseur est placé au dessus du grand extenseur mais ne se confond pas avec le grand abducteur du pouce ; son tendon ne s'attache pas à la première phalange du pouce. Les faisceaux musculaires et les tendons de ces muscles restent séparés.

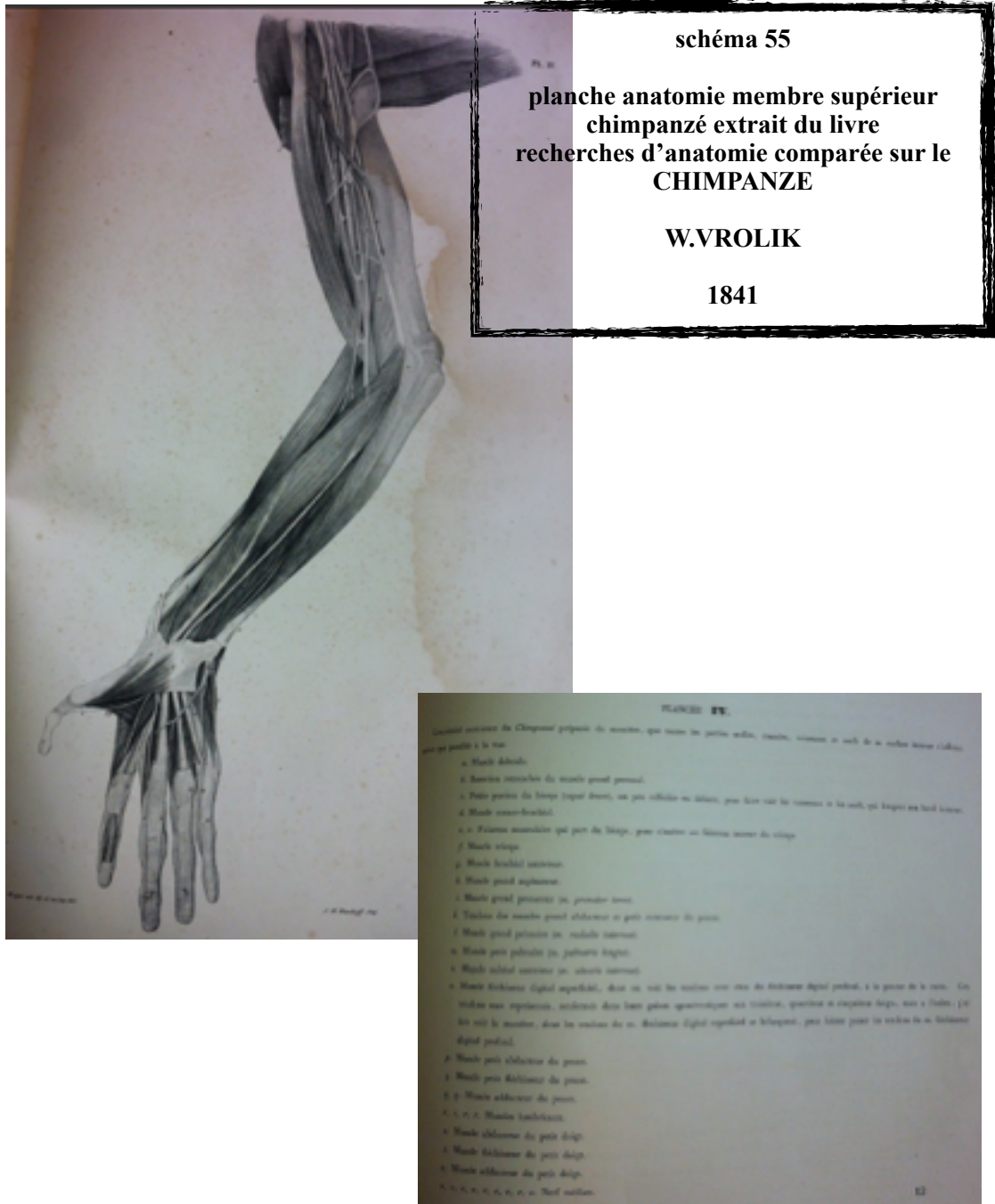
Ainsi ; le chimpanzé posséderait trois des muscles longs du pouce de l'homme : les deux extenseurs et l'abducteur (vrolik ; 1841)

L'adducteur du pouce ressemble parfaitement à celui de l'homme.

Le muscle opposant du pouce est un plus faible que chez l'homme toutefois chez les primates, la faculté d'opposition est surtout employée par le chimpanzé.

En résumé, à l'exception du long fléchisseur du pouce tous les muscles du pouce de l'homme y sont même si parfois plus faibles⁵².

Les muscles interosseux sont importants mais plus petits que chez l'homme ; lié certainement au knuckle-walking qui entraîne une hyperextension des métacarpophalangiennes (Tuttle 1967).



⁵²DIU appareillage et chirurgie de la main, MAIN ET PREHENSION CHEZ LE CHIMPANZE, Pierret Alexandra, promotion 2011/2013, Faculté de l'université Joseph Fourier, CHU Grenoble, source Internet

III. DESCRIPTION DE L'ETUDE ET DE LA METHODE

III.1 L'ETUDE

III.1.1 BUTS et INTERETS

L'étude consiste à effectuer un protocole de tests ostéopathiques sur une population de grimpeurs afin de mettre en évidence des dysfonctions ostéopathiques communes ; afin de chercher à comprendre une éventuelle mise en place d'un schéma dysfonctionnel imposé par la pratique sportive de l'escalade.

Aussi, nous chercherons à comprendre si ce schéma dysfonctionnel chez le grimpeur est en lien avec une adaptation anatomique qui n'est plus dévolue à la suspension sachant que à l'origine de notre lignée humaine nous nous rapprochions du modèle anatomique du chimpanzé.

III.1.2 ELABORATION DES TESTS OSTEOPATHIQUES

L'ensemble des tests ostéopathiques a pour objectif de tester différentes zones anatomiques du rachis et du membre supérieur de chaque patient afin de déceler des dysfonctions ostéopathiques ostéo-articulaires et fasciales marquées chez chacun d'entre eux. J'ai également réalisé des tests dynamiques et de mobilité du bassin afin de m'assurer qu'il n'y ait pas d'importante dysfonction traumatique du bassin perturbant la mobilité du rachis ; ces tests ne font pas l'objet d'une analyse à posteriori mais m'aident à appréhender le patient de manière globale.

Le choix des tests pratiqués a été fait avec l'aide de ma tutrice de mémoire madame Pigot Sophie.

III.1.3 PRESENTATION DES TESTS OSTEOPATHIQUES

L'ensemble des tests ostéopathiques pratiqués sur chaque patient est répertorié sur une grille afin de faciliter le déroulement de chaque séance.

BASSIN	DYNAMIQUE		MOBILITE	• DECUBITUS DORSAL
	• TFD	• TFA	• PROCLIBIUS	RLT ILLAQUES ANT / POST + DT / G
	+ DT / G	Torsion / Axe	REBON SACRE + / -	SP GLISSEMENT HT DT / G BAS DT / G
RACHIS		ROCKING		TEST SOUS / SUS JACENTE
	C0/C1 +DT/G	C1 D1 D7	L1 K2	
		C2 D2 D8	L2 K3 K8	
		C3 D3 D9	L3 K4 K9	
		C4 D4 D10	L4 K5 K10	
		C5 D5 D11	L5 K6 K11	
		C6 D6 D12	K7 K12	
		C7		
EPAULE	STERNO COSTO CLAVICULAIRE	ACROMIO CLAVICULAIRE	GLENO HUMERALE	OMO SERATO THORACIQUE
	• décompression assis	• glissement ant + DT / G	• rot ant + DT / G	• grands mouvements actif
	+ DT / G	• glissement post + DT / G	• rot post + DT / G	ABD ADD
	• glissement ant/post	• glissement int + DT / G	• décompression + DT / G	Antipulsion Retropulsion
	+ DT / G	• glissement ext + DT / G	• glissement ant +DT/G	• décubitus dorsal TGO
	• glissement sup		• glissement post +DT/G	sonette int + DT / G
	+ DT / G			sonette ext +DT / G
	K1			décollement + DT / G
	• inspi haute DT / G	• inspi basse DT/G		
COUDE	HUMERO ULNAIRE	HUMERO RADIALE	RADIO CUBITALE SUP	
	• ABD + DT / G	• DECOMPRESSION INTERLIGNE HUMERO RADIAL	• TÊTE ANT + DT / G	
	• ADD + DT / G		• TÊTE POST + DT / G	
	• RE + DT / G			
	• RI + DT/G			
	• DECOMPRESSION FOSSETTE OLECRANIENNE			
	+ DT / G			
POIGNET	IERE RANGEE	2EME RANGEE	DENSITE OSSEUSE	
FASCIAS	TEST ELASTICITE GLOBALE	TEST APONEVROSE PALMAIRE	MEMBRANE INTER OSSEUSE	RETINACULUM FL.

schéma 56 Grille des tests ostéopathiques pratiqués sur les 10 patients

III.2 POPULATION

La population étudiée concerne un effectif de dix hommes âgés de 30 à 50 ans pratiquant l'escalade régulièrement depuis plusieurs années et ayant un niveau 7a.

III.2.1) RECRUTEMENT DES SUJETS

Tous les sujets testés ont été recrutés parmi mon réseau amical et sportif.

Je connais personnellement tous les sujets qui se sont portés volontaires pour cette étude.

III.2.2) CRITERES D'INCLUSION

- sexe : homme
- âge : entre 25 et 50 ans
- pratique de l'escalade depuis plusieurs années (minimum 5 ans de pratique)
- une séance d'escalade hebdomadaire au minimum dans les trois mois précédant la séance de tests ostéopathiques
- niveau en falaise 7a

III.2.3) CRITERES D'EXCLUSION

- traumatismes importants du rachis :
 - fracture/tassement vertébral ayant nécessité ou non un traitement chirurgical
 - hernie discale ayant nécessité un traitement chirurgical
- scoliose « vraie » moyenne ; importante et très importantes thoracique ; thoracolumbaire ; lombaire ; double
- traumatismes importants du membre supérieur ayant nécessité une opération chirurgicale : fracture ; luxation :
 - luxation acromio-claviculaire grade II et III
 - fracture de la clavicule
 - fracture de l'humérus
 - rupture des tendons de la coiffe des rotateurs
 - instabilité de l'épaule avec luxation ou sub-luxation

- fracture de l'omoplate
- fracture du coude
- fracture du poignet
- rupture de poulie doigts de la main

III.3 RECUEIL DE DONNEES

III.3.1) DEROULEMENT D'UNE SEANCE

Chaque patient a eu une séance de 35 minutes où se sont exclusivement déroulés les tests. Il n'y a pas eu de traitement ostéopathique pratiqué dans le cadre de cette étude.

Chaque patient a été reçu et a bénéficié dans un premier temps d'un bref interrogatoire afin d'obtenir les informations nécessaires :

- nom ; prénom
- âge
- lieu de résidence
- antécédents médicaux, chirurgicaux, traumatismes
- nombre d'années de pratique de l'escalade
- fréquence entraînement
- niveau d'escalade en falaise

Puis j'ai procédé au déroulement du protocole de tests ostéopathiques. J'ai pu noter toutes les informations recueillies sur la grille du protocole de tests (une grille par patient).

III.3.2) LIEU DES SEANCES

Le lieu des séances se trouvait au sein du cabinet de ma tutrice de mémoire madame Sophie Pigot D.O Ostéopathe à Saint Laurent du Var (06). Un seul patient a été vu au sein de la clinique de l'école EUROSTEO-IOPS à Meyreuil (13).

III.3.3) PERIODE

Les tests ont été pratiqués entre octobre 2014 et janvier 2015.

III.4 METHODE D'ANALYSE

III.4.1) EVALUATION DES PRINCIPALES DYSFONCTIONS OSTEOPATHIQUES : PAR PATIENT

A été réalisée une analyse des principales dysfonctions ostéo-articulaires et fasciales retrouvées chez les patient testés. Celles-ci se trouvent sur le tableau du schéma 57. Les dysfonctions qui m'ont semblées les plus marquées sont surlignées en gras.

III.4.2) EVALUATION DES PRINCIPALES DYSFONCTIONS OSTEOPATHIQUES : SCORE GLOBAL

J'ai également établi une analyse de la répartition des dysfonctions ostéo-articulaires et fasciales le plus fréquemment retrouvées dans mon échantillonnage de patients.

III.5 PRESENTATION DES PATIENTS

Voici une présentation de mes dix patients testés ; certains d'entre eux présentent parfois des douleurs aux coudes et/ou aux épaules mais aucun d'eux n'est en période d'arrêt d'entraînement au moment de la séance.

Sujet n°1 ce patient a eu une longue période d'arrêt de l'escalade suite à un accident toutefois il grimpe très régulièrement depuis plusieurs années (à haut niveau) et alterne avec des période d'arrêt du sport suite à des douleurs chroniques aux coudes. Au moment de la séance il n'est pas en arrêt de pratique de l'escalade depuis 3 mois. Le test de flexion debout n'a pas été réalisé car peu objectivable.

- Thierry ; 36 ans ; Antibes ; .
- Date de la séance : 2/10/2014

- Antécédents médicaux : 2012 pyélonéphrite rein gauche ; depuis 2012 épicondylites bras gauche / épicondylite et épitrochléite bras droit.
- Antécédents chirurgicaux : 2004 amputation trans-tibiale jambe gauche suite à un accident d'escalade ; port de prothèse
- Antécédents traumatiques : chute de 25 mètres en escalade en 2004
- Nombre d'années de pratique de l'escalade : 18 ans
- Entraînement hebdomadaire : deux séances
- Niveau d'escalade en falaise : 8a

Sujet n°2

- Romain ; 37 ans ; Nice
- Date de la séance : 11/10/2014
- Antécédents médicaux : épitrochléite bilatérale depuis 6 mois ; douleur acromio-claviculaire droite depuis 2 ans ; tendinites sus-épineux bilatérales depuis 3 mois ; douleur interphalangienne index main droite depuis 3 semaines
- Pas d'antécédents chirurgicaux
- Antécédents traumatiques : AVP voiture 2013 pas de notion de traumatisme (pas de lésion objectivable)
- Nombre d'années de pratique de l'escalade : 18 ans
- Entraînement hebdomadaire : deux séances
- Niveau d'escalade en falaise : 7b

Sujet n°3

- Laurent ; 41 ans ; Nice
- Date de la séance : 2/10/2014
- Antécédents médicaux : asthme
- Antécédents chirurgicaux : 2003 hernie inguinale ; 2005 ligament croisé genou droit
- Pas d'antécédents traumatiques
- Nombre d'années de pratique de l'escalade : 10 ans
- Entraînement hebdomadaire : deux séances

- Niveau d'escalade en falaise : 7a

Sujet n°4

- Serge ; 50 ans ; Biot
- Date de la séance : 6/11/2014
- Antécédents médicaux : prostatite 2013
- pas d'antécédents chirurgicaux
- Antécédents traumatiques : AVP moto à l'âge de 18 ans avec fracture pied gauche traité orthopédiquement et whiplash
- Nombre d'années de pratique de l'escalade : 15 ans
- Entraînement hebdomadaire : deux séances
- Niveau d'escalade en falaise : 7a

Sujet n°5

- Arnaud ; 38 ans ; Antibes
- Date de la séance : 6/11/2014
- Pas d'antécédents médicaux
- Pas d'antécédents chirurgicaux
- Pas d'antécédents traumatiques
- Nombre d'années de pratique de l'escalade : 12 ans
- Entraînement hebdomadaire : une à deux séances
- Niveau d'escalade en falaise : 7b

Sujet n°6

- Florent ; 32 ans ; Nice
- Date de la séance : 12/11/2014
- Antécédents médicaux : 2013 épicondylite coude gauche
- Pas d'antécédents chirurgicaux
- Antécédents traumatiques : AVP voiture 2013 pas de notion de traumatisme (pas de lésion objectivable)
- Nombre d'années de pratique de l'escalade : 15 ans

- Entraînement hebdomadaire : deux à trois séances
- Niveau d'escalade en falaise : 7b

Sujet n°7

- Julien ; 32 ans ; Cannes
- Date de la séance : 24/11/2014
- Antécédents médicaux : douleur de type inflammatoire triceps brachial bras gauche ; douleur en grim pant phalange proximale index main droite
- Antécédents chirurgicaux : âge de 12 ans ostéotomie tibiale genou gauche
- Pas d'antécédents traumatiques
- Nombre d'années de pratique de l'escalade : 15 ans
- Entraînement hebdomadaire : une à deux séances
- Niveau d'escalade en falaise : 7b

Sujet n°8

- Jean-Baptiste ; 29 ans ; Marseille
- Date de la séance : 19/12/2014
- Antécédents médicaux : tendinite biceps brachial 2 bras
- Antécédents chirurgicaux : 2010 ligamentoplastie cheville gauche ; 2012 ligamentoplastie et menisectomie genou gauche
- Antécédents traumatiques : nombreuses chutes avec chocs violents en escalade
- Nombre d'années de pratique de l'escalade : 12 ans
- Entraînement hebdomadaire : une à deux séances
- Niveau d'escalade en falaise : 7b

Sujet n°9

- Olivier ; 42 ans ; Nice
- Date de la séance : 26/12/2014
- pas d'antécédents médicaux
- Antécédents chirurgicaux : à l'adolescence synovectomie genou gauche ; 2012 conflit sous acromial épaule droite

- Antécédents traumatiques : 1997 AVP voiture avec whiplash
- Nombre d'années de pratique de l'escalade : 22 ans
- Entraînement hebdomadaire : une à deux séances
- Niveau d'escalade en falaise : 7b

Sujet n°10

- Remi ; 32 ans ; Aix en Provence
- Date de la séance : 24/01/2015
- Antécédents médicaux : épicondylite coude gauche lors de la pratique intensive du bloc en escalade et amélioration spontanée lors de l'arrêt de cette pratique (pratique annuelle de deux à trois semaines lors de vacances)
- Pas d'antécédents chirurgicaux
- Pas d'antécédents traumatiques
- Nombre d'années de pratique de l'escalade : 12 ans
- Entraînement hebdomadaire : une à deux séances
- Niveau d'escalade en falaise : 7a

III.6 EVALUATION DES PRINCIPALES DYSFONCTIONS OSTÉOPATHIQUES : PAR PATIENT

En gras sont mentionnées les dysfonctions ostéopathiques les plus marquées.

DYSFONCTIONS PAR PATIENT

	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	n°7	n°8	n°9	n°10
BASSIN										
TFD	non réalisé		G			D	G	D	D	D
TFA	IUL G	t G/G	t D/D	Flexion bilatérale		t G/D	t D/G	IUL D	t D/D	t G/D
Rebond sacré	oui							oui		
Roulement iliaques	post G		ant D			ant D	ant G	ant D	ant D	ant D
Symphyse pubienne	post/sup D		ant/inf D			ant/inf D		ant/inf D	ant/inf D	ant/inf D
RACHIS et COTES										
C0/C1	G	D	D		D		D	D	G	G
Cervical	C6	C3	C4 C7	C3 ers D C4	C4		C2	C4 ers D	C2	C4 C7 frs D
Dorsal	D2 D4 D11 D12 ers D	D1 D2 frs G D4 ers D D9 D12 sur D11 F° bilat	D4 D8 D12 frs D	D3 frs G D5 D12 sur D11 f° bilat	D2 frs G D5 frs G D12 frs G	D3 D4 D10 D12	D2 frs D D8 D12 sur D11 f° bilat	D3 ers G D8 frs G D12 flexion bilat	D1 D2 D3 frs G D12 frs G	D1 D2 D3 tripode D11 D12 frs G
Lombaire	L2 L3 frs G	L1 L2 L3 ers D	L3 ext bilatérale	L3 ers G	L2	L1 extension bilatérale	L3 frs G	L1 L4 ext° bilat	L3 frs D	L1 frs G
Côtes	K5 D K6	K2 K3 K4 D	K4 K9	K3 K5 K4 G	K2 K5 G	K4	K2 G K3 K8	K8 K9	K3 K4 G	K3 K4 G

SCHEMA 57 TABLEAU D'ANALYSE DES DYSFONCTIONS PAR PATIENT

DYSFONCTIONS PAR PATIENT- suite

	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	n°7	n°8	n°9	n°10
EPAULE										
K1	inspi haute G	inspi haute G			inspi haute G	inspi haute G	inspi haute G	inspi haute G	inspi haute DT	inspi haute DT
sterno-costoclaviculaire	décompression DT	glissement sup G	glissement ant DT	glissement ant DT	décompression DT glissement sup G	glissement ant G	décompression G	décompression D	glissement ant DT glissement sup DT	
acromio-claviculaire	glissement int DT glissement post DT	glissement int DT glissement post DT	glissement int DT	glissement int G	glissement int G	glissement int G	glissement post G glissement int G	glissement post G	glissement int DT	glissement post DT glissement int G
gléno-humérale	décompression DT	glissement post DT	glissement post DT	rot ant G glissement ant G	rot ant G glissement ant G	décompression G	décompression G glissement post G	glissement post G	glissement ant D	glissement ant G
omo-seratothoracique	retard scapula G en ABD	retard scapula G en antépulsion	sonette ext plus difficile à DT	retard scapula G en rétropulsion	retard scapula G en ABD		retard scapula G en ABD	retard scapula D en antépulsion	sonette int plus difficile à DT	retard scapula DT en ABD
COUDE										
huméro-ulnaire	ABD G RI G	ABD DT RE DT	ADD DT RI DT	RI DT ADD DT	ABD G	ABD G	ABD DT RI DT	ABD DT	ABD DT	ABD G
décompression fossète olécranienn	G en compression	DT en compression	DT en compression	DT en compression	G en compression	G en compression	G en compression		DT	DT en compression
décompression interligne huméro-radial	G en compression	DT en compression	DT en compression	G en compression	G en compression	G en compression	G en compression		G	DT en compression
radio ulnaire supérieure		ant D	post G	post D ant G	post G	post G		ant DT	ant DT	ant DT
POIGNET										
	1ere rangée ant G	2eme rangée post DT	1ere rangée post DT	densité osseuse G	densité osseuse G	1ere rangée ant G		2eme rangée post DT	1ere rangée ant D	densité osseuse G
FASCIAS										
	clavipectoral G membrane interosseuse DT		membrane interosseuse G	loge antérieure bras D	clavipectoral G membrane interosseuse DT	membrane interosseuse DT	clavipectoral DT	membrane interosseuse G loge antérieure bras G	clavipectoral D	loge antérieure avnt bras G

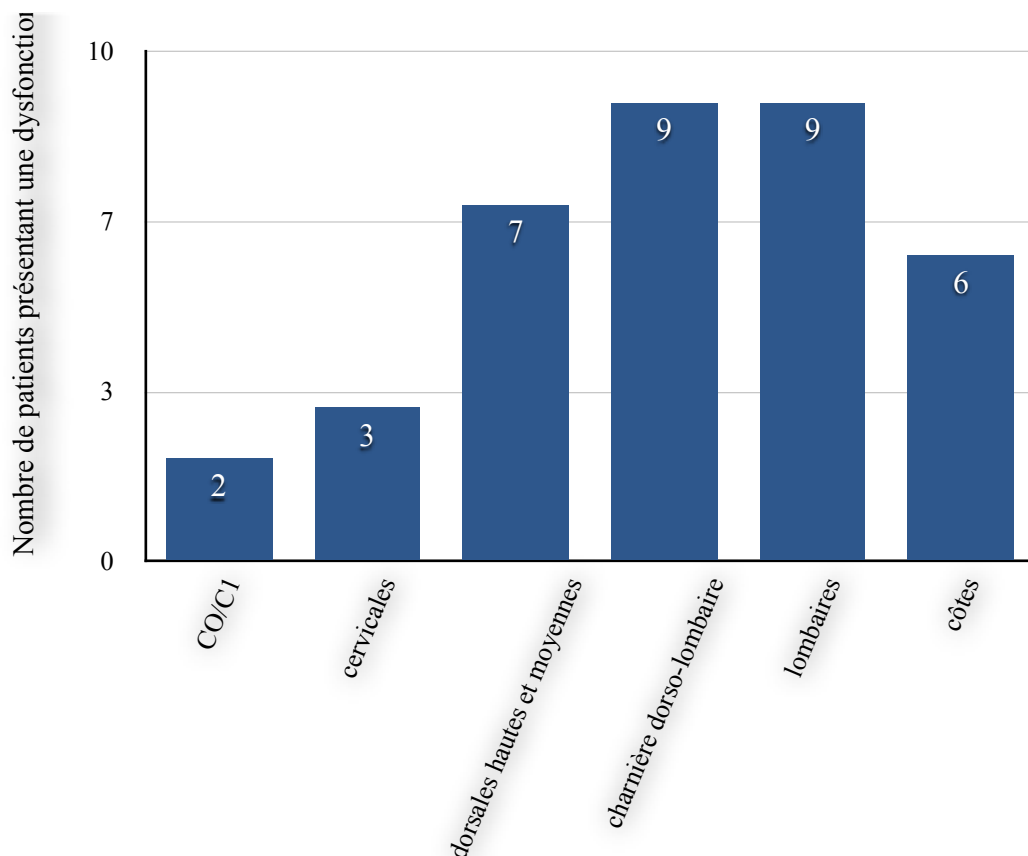
III.7 EVALUATION DES PRINCIPALES DYSFONCTIONS OSTÉOPATHIQUES : SCORE GLOBAL

Ces tests ont permis de mettre en évidence les dysfonctions marquées chez chaque patient et ainsi de pouvoir établir une répartition des dysfonctions les plus souvent présentes chez ce type de patient pratiquant l'escalade régulièrement.

III.7.1) DYSFONCTIONS BASSIN

Les tests dynamiques et de mobilité m'ont surtout aidés à déceler une éventuelle importante dysfonction de bassin d'origine traumatique perturbant la mobilité du rachis lombaire. J'ai retrouvé chez 2 patients un rebond lombaire positif ; ces mêmes patients présentaient tous une dysfonction de charnière dorso-lombaire.

III.7.2) DYSFONCTIONS RACHIS



Le niveau vertébral concerné selon les principales dysfonctions :

- **C0/C1** : 2 patients présentent une dysfonction marquée de l'occiput.
- **rachis cervical : C3/C4**
- **rachis dorsal : D4.** Les dysfonctions de dorsales hautes sont très souvent présentes (7 patients sur 10). Les dysfonctions de dorsales moyennes sont fréquemment retrouvées (7 patients sur 10) toutefois celle-ci ne sont pas les plus fixées sur le rachis.
- **charnière dorso-lombaire : D12/L1** est la plus fréquente ; on note toutefois une dysfonction retrouvée chez 3 patients : la vertèbre D12 en dysfonction par rapport à la vertèbre sus-jacente D11. Nous reviendrons dessus par la suite.
- **lombaires : L3**
- **côtes** : la dysfonction est retrouvée le plus souvent homolatéral à la vertèbre en dysfonction (4 fois sur 6). Le côté (droit ou gauche) de la côte en dysfonction correspond au côté de la facette articulaire vertébrale en dysfonction et 5 fois sur 6 ce même côté correspond à l'épaule présentant le plus de dysfonctions.

III.7.3) DYSFONCTIONS MEMBRE SUPERIEUR

III.7.3 (a) EPAULE

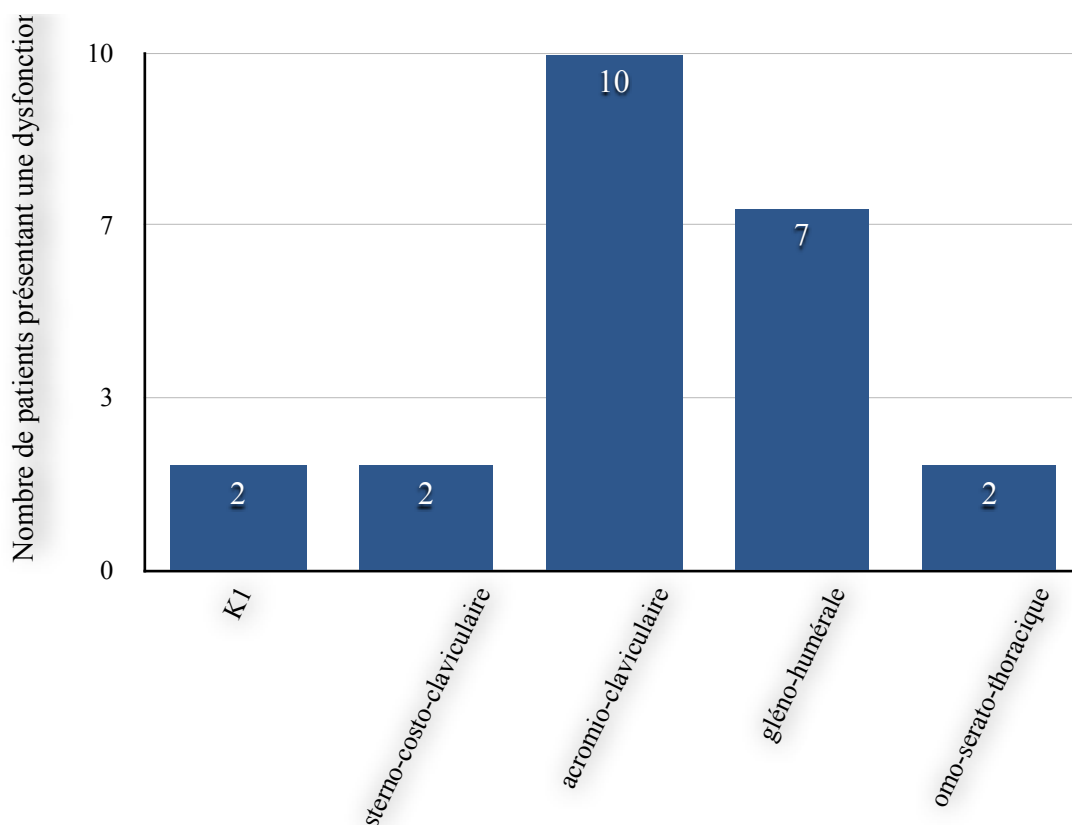


schéma 59 répartition des dysfonctions d'épaule et K1

Le type de dysfonction principale rencontrée :

- **K1** : **dysfonction en inspiration haute** homolatéral au membre supérieur présentant les dysfonctions importantes d'épaule.
- **sterno-costoclaviculaire** : **dysfonction de décompression** controlatéral à l'épaule présentant les dysfonctions importantes.
- **acromio-claviculaire** : cette dysfonction est très intéressante car on la retrouve chez tous les patients testés. Sur les 10 patients ; 7 d'entre eux présentent une

dysfonction unilatérale de glissement interne de l'acromion sous la clavicle homolatéral au membre supérieur présentant les dysfonctions les plus marquées.

- **gléno-humérale** : Sur les 7 patients présentant une telle dysfonction ; 4 d'entre eux présentent une **dysfonction de glissement antérieur** de la tête humérale.

III.7.3 (b) COUDE

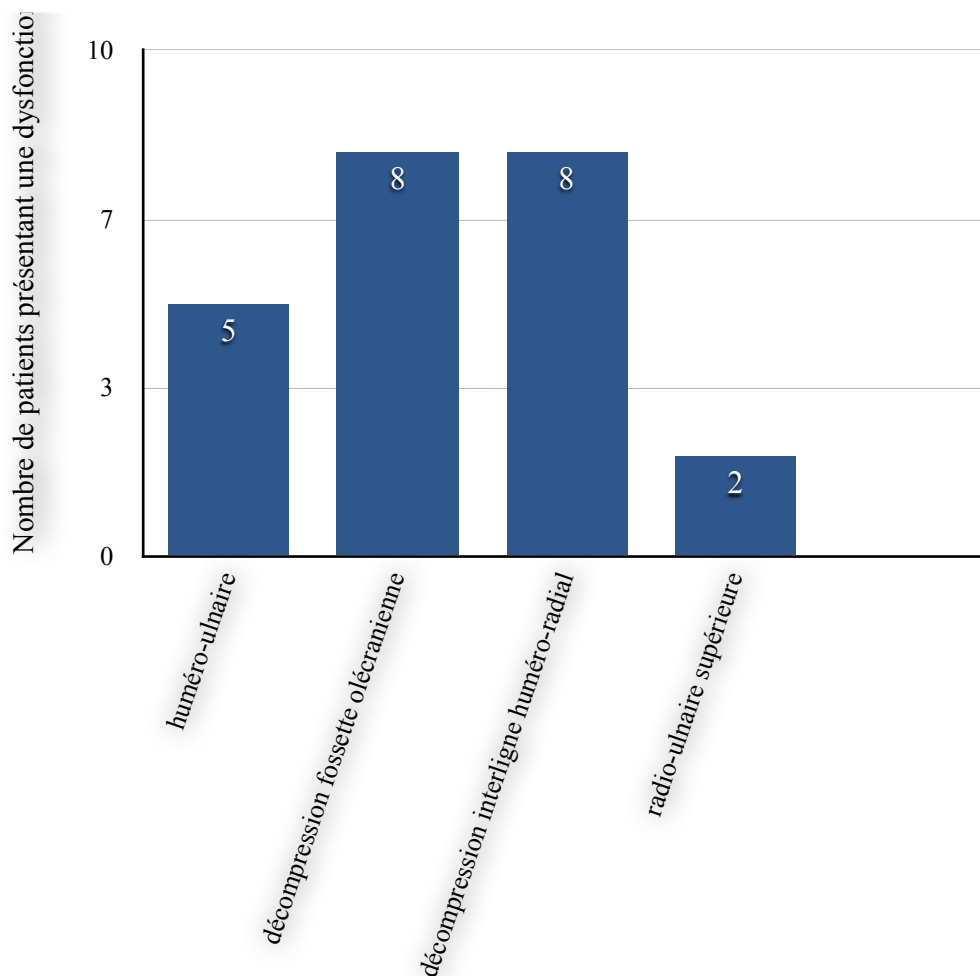


schéma 60 répartition des dysfonctions de coude

Le type de dysfonction principale rencontrée :

- **huméro-ulnaire** : **dysfonction** de l'ulna par rapport à l'humérus **en abduction** toujours homolatéral à l'épaule présentant les dysfonctions les plus marquées.

- **compression de la fossette olécranienne** : j'ai pu retrouver chez 8 grimpeurs cette dysfonction de compression. En effet, chez tous les grimpeurs testés ; le verrouillage de l'olécrane dans la fossette olécranienne est marquée aux deux coudes. Toutefois, il y avait toujours une moindre mobilité du côté du membre supérieur présentant le plus de dysfonctions. J'ai pu comparer sur des personnes ne pratiquant pas l'escalade ce test afin de m'assurer de cette appréciation de compression.
- **compression de l'interligne huméro-radial** : cette fréquente dysfonction se situe presque toujours (7 fois sur 8) du côté du coude en compression.
- **radio-ulnaire supérieure** : dysfonction de **tête radiale postérieure** par rapport à l'ulna toujours homolatéral au coude et au poignet ayant les dysfonctions les plus marquées.

III.7.3 (c) POIGNET

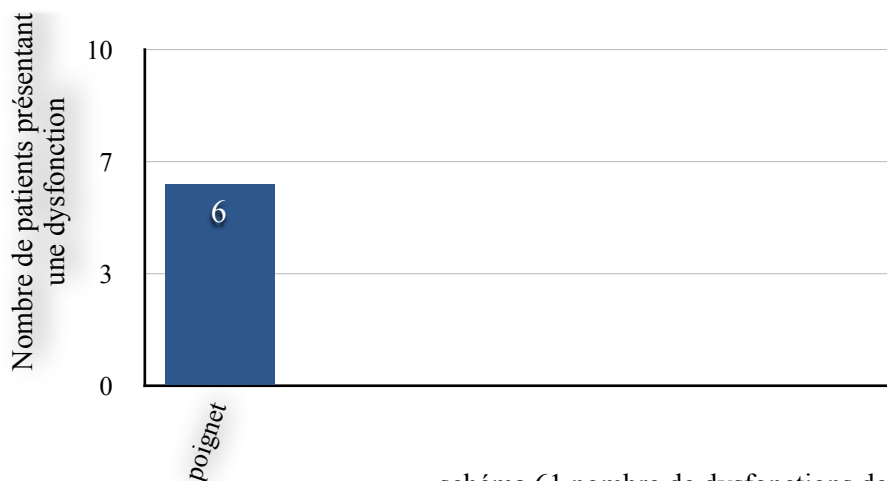


schéma 61 nombre de dysfonctions de poignet retrouvées sur les dix patients

Sur ces 6 patients ; 3 d'entre eux présentent sur ce poignet **une densité osseuse plus importante** que sur le poignet controlatéral. Cette densité s'applique toujours au

poignet homolatéral à l'épaule et au coude présentant les dysfonctions les plus marquées.

III.7.3 (d) FASCIAS

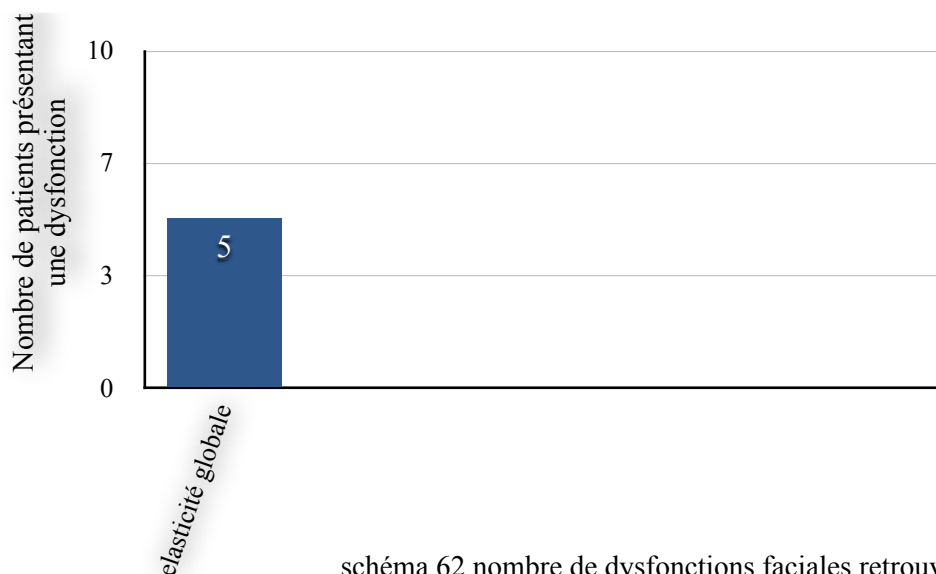


schéma 62 nombre de dysfonctions faciales retrouvées sur les dix patients

Sur mes tests fasciaux, j'ai chez tous les grimpeurs testés retrouvé des différences d'appréciation des tissus notamment concernant **la membrane inter-osseuse**. Toutefois chez trois patients il était évident que dans le test d'élasticité globale ; se manifestaient des tensions fasciales clavi-pectorales dans l'unité dorso-thoracique presque toujours homolatéral au membre supérieur présentant les dysfonctions les plus marquées.

III.8 ANALYSE DU SCORE GLOBAL

LES DYSFONCTIONS RETENUES

Sont retenues afin de permettre une discussion les 5 dysfonctions principales présentes sur au moins 8 patients sur 10 :

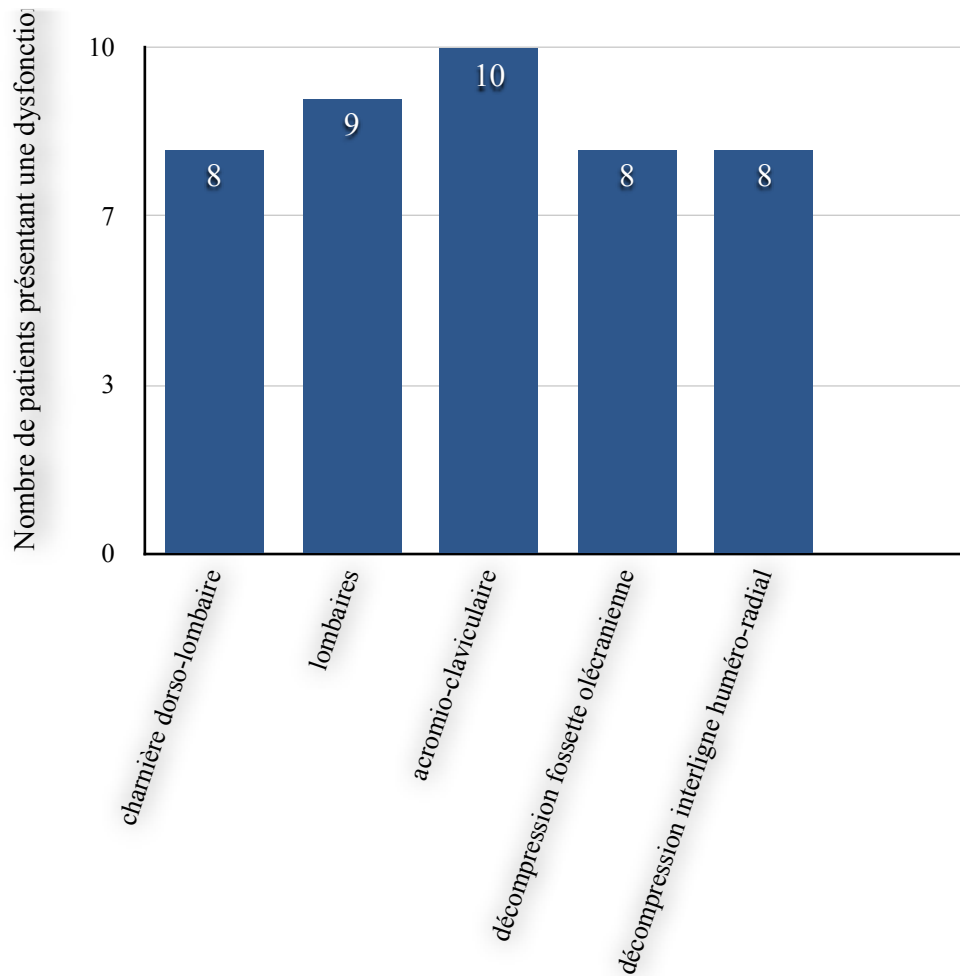


schéma 63 les cinq dysfonctions retenues sur les dix patients

III.9 DISCUSSION

Nous retrouvons ces quatre dysfonctions ; charnière dorso-lombaire, lombaires, acromio-claviculaire et décompression de l'interligne huméro-radial ; présentes sur au moins huit grimpeurs sur dix. Est-ce qu'un schéma dysfonctionnel peut être imposé par une adaptation anatomique à la pratique de l'escalade ? Aussi, est-ce que

ce possible schéma dysfonctionnel est en lien avec une anatomie qui n'est plus dévolue à la suspension?

DYSFONCTION DE LA CHARNIERE DORSO-LOMBAIRE CHEZ LE GRIMPEUR

La charnière dorso-lombaire est le siège de fréquentes dysfonctions en ostéopathie. En effet, la vertèbre D12 est une vertèbre transitionnelle entre le rachis lombaire où le mouvement de rotation est presque inexistant et le rachis dorsal où ce mouvement de rotation est libre ; il y a là une certaine « rupture » d'harmonie du mouvement. La vertèbre D12 est dite « anticlinale » car les apophyses épineuses des vertèbres sous-jacentes et sus-jacentes sont dirigées vers l'apophyse épineuse de D12⁵³. C'est au niveau de cette charnière dorso-lombaire que se produisent beaucoup de contraintes mécaniques produites par les muscles lors des déplacements⁵⁴.

Le grimpeur mobilise beaucoup le segment dorsal en rotation notamment en escalade en dévers ; bien qu'il soit gêné par les côtes dans l'amplitude de ses mouvements ; il utilise au maximum cette capacité de rotation du rachis dorsal pendant que le rachis lombaire est verrouillé en extension en rapprochant son bassin au plus près de la paroi provoquant une antéversion de ce dernier.

Dans mes tests j'ai retrouvé sur ces dysfonctions de charnière dorso-lombaire : 5 dysfonctions en ERS(1) ou FRS(4) ; 1 dysfonction en flexion bilatérale ; 3 dysfonctions de vertèbre D12 par rapport à la vertèbre D11.

Selon les lois de Fryette, on définit une dysfonction vertébrale de la vertèbre sus-jacente par rapport à la vertèbre sous-jacente. Cependant ; nous pourrions supposer qu'une telle dysfonction de vertèbre sous-jacente par rapport à la sus-jacente puisse exister. J'essaie par là de comprendre ce qui pourrait se produire par la biomécanique : la vertèbre D12 voit une de ses facettes articulaires supérieures (ou les deux) converger ou diverger par rapport à la facette articulaire inférieure de la vertèbre

⁵³ cours anatomie ; faculté de médecine de Nice ; 2009

⁵⁴ Hansen ; A pathologic anatomical study on disc degeneration in dog ; *acta.ortho.scand* ; 1951 ; 20 ; 280-293

supérieure (D11). L'ensemble de cette articulation se « verrouille » ; sachant que l'orientation des facettes articulaires citées ci-dessus est conforme à l'orientation d'une vertèbre dorsale tandis que l'orientation des facettes articulaires inférieures de D12 a une conformité lombale. La mobilité de la vertèbre sous-jacente est perturbée. Cette explication purement mécanique peut être en lien avec une contraction musculaire prolongée des muscles érecteurs du rachis qui sont forts chez le grimpeur. Le grimpeur a besoin d'augmenter sa lordose lombaire quand il escalade ; il sollicite intensivement le muscle grand dorsal (de manière unilatérale également) qui devient plus fort. Il est le muscle du « grimper ». Celui-ci s'insère sur D12. Plus le muscle est étiré, plus ses faisceaux neuro-musculaires déchargent et stimulent les cellules médullaires de la corne antérieure de la moelle, et plus le muscle se contracte (I.M.Korr ; 1976).

Aussi Irvin.M.Korr dans son livre « les bases physiologiques de l'ostéopathie » explique qu'une vertèbre en dysfonction cinétique va jouer sur les vertèbres sus et sous-jacentes par le biais des muscles mono-articulaires (inter-épineux et inter-transversaires notamment). L'ensemble des muscles spinaux courts et spinaux longs pourraient maintenir la zone en état de facilitation ; maintenant le déséquilibre articulaire qui s'est créé. Ainsi, la vertèbre D12 pourrait se trouver en dysfonction par rapport à D11 afin de répondre à un type de locomotion spécifique recrutant intensivement les muscles dorsaux.

Sur ce type de dysfonction, je n'ai retrouvé que des dysfonctions de flexion bilatérale ; soit une problématique de convergence articulaire. Je ne sais pas si une problématique de divergence articulaire peut se manifester sur une telle dysfonction car je n'ai pas pu l'observer. Afin de mettre en évidence cette dysfonction ; ma tutrice de mémoire m'a aidé à déceler ce type de dysfonction chez un patient afin que je puisse par la suite l'objectiver seule (avec sa présence) lors de mes tests. Le test spécifique (qui complète le test en inclinaison, rotation, flexion, extension) se pratique en effectuant une extension localisée de la vertèbre testée par rapport à la vertèbre sus-jacente. On teste ainsi sur 2 niveaux au dessous et au dessus de la vertèbre que l'on a trouvée en restriction de mobilité sur le rocking. La comparaison nous permet ainsi de définir si il existe une restriction de mobilité de cette vertèbre

par rapport à la sus-jacente. On affine ensuite les paramètres de mobilité de cette vertèbre.

DYSFONCTION DES LOMBAIRES CHEZ LE GRIMPEUR

Sur les 9 patients présentant une dysfonction sur une vertèbre lombaire, le niveau concerné était 6 fois sur 9 : L3.

Située au sommet de la lordose lombaire avec des plateaux parallèles entre eux et horizontaux L3 est la première vertèbre vraiment mobile du rachis lombal ; L4 et L5 étant fortement amarrées au bassin formant une transition sacrée statique plutôt que dynamique⁵⁵⁵⁶. L3 possède un arc postérieur très développé qui sert de point d'appui au muscle inter-épineux (insertion la plus basse sur l'apophyse épineuse de L3) dans son action de redressement du rachis. Aussi, les muscles profonds érecteurs du rachis tels que le long dorsal qui est plus médial que le muscle ilio-costal s'insère aussi sur les apophyses transverses de L3. Ce muscle a la particularité d'avoir des faisceaux supérieurs se terminant sur l'épineuse et le corps de L3 ; et des faisceaux iliaques et sacrés partant des transverses de L3.

Ainsi l'ensemble de ces muscles prend L3 comme amarrage alors que son rôle est déjà dévolu à une mobilité accrue sur le segment lombaire. Elle n'a de cesse d'être sollicitée par les muscles dans leur action d'extension du rachis lombaire.

En escalade, le grimpeur en déséquilibre permanent est à la recherche de stabilité grâce à ses appuis podaux lui permettant d'incliner le rachis ; permettre une rotation du tronc et surtout de s'étendre au plus haut point à la recherche de la prise salvatrice. L'extension du rachis est de ce fait recrutée en permanence lors de l'acte de grimper d'où la sollicitation du rachis lombaire ; cette action est nécessaire afin que les deux bras en abduction atteignent la verticale en étant portés en flexion maximum (A.I.Kapandji ; 2008).

De ce fait, les insertions distales du muscle long dorsal sur L3 peuvent probablement la « tracter » crânialement par leurs puissantes fibres musculaires.

⁵⁵ Eddouard Siffredi ; « eddouardsiffredi.free.fr » ; source Internet

⁵⁶ Les lignes de force de Littlejohn ; cours Eurosteo ; mars 2015

Notons aussi que le muscle diaphragme a comme insertion postérieure le pilier droit en L3. Une dysfonction de diaphragme peut entraîner ce dernier en dysfonction ; répercutant L3. Toutefois n'oublions pas les viscères abdominaux pouvant possiblement amener L3 en dysfonction ; toutefois le modèle mécanique me paraît être l'objet principal du schéma dysfonctionnel du grimpeur.

Ces dysfonctions de D12 et L3 m'interpellent car il est vrai que la charnière dorso-lombaire est fréquemment retrouvée en dysfonction chez beaucoup de patients ; sportifs ou non sportifs ; toutefois concomitamment la présence de L3 en dysfonction me suggère d'investiguer ce questionnement.

Existe-il un lien anatomique entre une dysfonction de D12 et L3? Pourquoi malgré la prise en compte de la biomécanique particulière de D12 et L3 ; celles-ci se trouvent presque toujours en dysfonction chez le grimpeur? Il y-a-t-il un rapport avec la suspension outre le fait que les muscles érecteurs du rachis soient sur-sollicités?

Nous avons noté l'observation de Broca sur la présence des apophyses styloïdes lombaires chez l'homme de D11 à L2. Celles-ci émanent de la partie postérieure des apophyses transverses et sont parfois présentes chez les anthropoïdes et les humains. Ces apophyses styloïdes lombaires constituent le point d'insertion d'un muscle nommé « lombo-stylien » confondu dans le muscle long dorsal chez l'homme et qui permet d'engrener solidement les facettes articulaires vertébrales entre elles.

Broca pense que la présence de cette apophyse n'est pas aussi rare chez l'homme et qu'elle serait liée à la force exercée par le sujet ; avec une puissante musculature.

Le grimpeur régulier a développé une musculature postérieure (et antérieure) puissante ; peut être que ces « reliquats » d'apophyses se sont développées chez ce dernier au lieu de s'atrophier ?

On peut imaginer que les insertions des fibres musculaires du muscle long dorsal sur les apophyses styloïde des vertèbres D11, D12, L1 et L2 entraînent :

- D11 en flexion avec ses facettes articulaires inférieures qui reculent un peu
- D12 ne se mobilise plus correctement car une de ses facettes articulaires supérieures (ou inférieures); ou les deux sont « cristallisées» par les muscles

environnants. Elle peut se trouver en dysfonction par rapport à la vertèbre sus-jacente (ou sous-jacente)

- L1 et L2 prennent le relai de « rotule » de l'axe dorso-lombaire afin de compenser la perte de mobilité de D12 ; alors qu'elles ne sont pas physiologiquement les vertèbres les plus mobiles du rachis lombaire
- L3 dans son rôle de vertèbre pivot dans la statique vertébrale ; récepteur de la ligne de gravité du corps est d'une part tirée en extension par les muscles à insertion iliaque et d'autre part par les faisceaux du muscle long dorsal et inter-épineux ; elle est « engrenée » entre deux forces musculaires contraires. L3 est de même perturbée par les vertèbres supérieures soumises à un axe et une biomécanique erronées ; une mobilité faussée ; un étirement chronique des structures et une mauvaise circulation à hauteur de l'axe supérieur.

Chez le chimpanzé, la région dorsale a « envahie » la région lombaire puisqu'il possède 13 vertèbres dorsales et 4 vertèbres lombaires. Toutefois la direction des apophyses épineuses du rachis thoracique et lombaire est la même que chez l'homme. Son point pivot de mobilité est D13 et L3 sert de pivot de gravité et de relai musculaire pour les mêmes raisons que celles évoquées chez le grimpeur ; L4 étant considéré comme la vertèbre « fulcrante » de transition avec le sacrum.

D'ailleurs, Littlejohn définit L3 chez l'homme comme un pivot fort ; point de rencontre des lignes de force antéro-postérieure et postéro-antérieure ; toutes les dysfonctions ascendantes ou descendantes pouvant l'affecter.⁵⁷

Ainsi nous pourrions considérer que comme chez les quadrupèdes dont le chimpanzé, cette vertèbre L3 est certes connue pour être un pivot de gravité ; répartissant la transmission des forces descendantes vers l'acetabulum mais plus spécifiquement chez le grimpeur ; elle est l'élément clé du relais des forces encourues par cette traction permanente de l'épimère pendant que D12 effectue son travail de pivot de mobilité ; elle même sur-sollicitée par ses insertions musculaires et tractée crânialement.

⁵⁷biomécanique et lignes de forces ; « cleo-isolille.fr » ; source internet

Nous pourrions supposer ; spécifiquement chez le grimpeur ; que D12 présente une dysfonction spécifique liée à la suspension ; entraînant une perte de mobilité de L3 par un lien mécanique.

DYSFONCTION DE L'ACROMIO CLAVICULAIRE CHEZ LE GRIMPEUR

Les grimpeurs testés présentent 7 fois sur 10 une dysfonction de glissement interne de l'acromion sous la clavicule.

Pourquoi celle-ci est-elle retrouvée chez le grimpeur? Est-elle en lien avec la suspension? En ayant comparé l'anatomie de l'homme et du chimpanzé ; je vais essayer de donner une explication à ces particularités anatomiques et biomécaniques.

Le grimpeur sollicite le muscle deltoïde comme abducteur du bras de manière intensive dans son répertoire gestuel afin d'appréhender une prise. Dans un deuxième temps seront sollicités les muscles adducteurs du bras et fléchisseurs du coude en chaîne fermée.

Le bord latéral de l'acromion donne insertion sur sa face inférieure au muscle deltoïde. Selon Kapandji « lors de l'abduction pure, le faisceau acromial du muscle deltoïde est la première portion à entrer en scène lors de ce mouvement ».

Notons que chez le chimpanzé, l'acromion plus long et plus étroit projette loin devant la cavité glénoïde, augmentant ainsi le levier du muscle deltoïde (; Terry et Chopp, 2000). Cette fonctionnalité est dans un but d'arboricolarisme.

Ainsi, l'anatomie de l'homme présente un bras de levier moins important que celui du chimpanzé ; la puissance du muscle deltoïde s'en retrouve amoindrie.

Nous pourrions supposer que le grimpeur présente une dysfonction de glissement interne de l'articulation acromio-claviculaire liée aux contraintes biomécaniques au cours de l'escalade qui l'obligent à avoir un décalage de l'articulation acromio-claviculaire pour compenser ce bras de levier du deltoïde qui est moins puissant chez lui.

Aussi, le positionnement dorsal de la large et peu longue scapula du chimpanzé présentent des fosses sus-épineuses et sous-épineuses profondes avec des muscles sus et sous-épineux développés ; une cavité glénoïde orientée cranio-latéralement ;

l'ensemble de ces caractéristiques contribue à répartir les charges uniformément dans l'articulation gléno-humérale du chimpanzé afin de permettre de grands mouvements de circumduction (Larson, 1993; Hunt, 1992).

7 patients sur 10 présentaient dans mes tests une dysfonction de glissement antérieur de la tête humérale dans l'articulation gléno-humérale bien que celle-ci n'ait pas permis de l'inclure dans le score global.

Chez l'homme, la cavité glénoïde est orientée en dehors, en avant et un peu en haut ; nous pourrions supposer que si la tête humérale est en dysfonction de glissement antérieur elle permet une plus grande amplitude de mouvements notamment concernant l'antépulsion du bras. Selon Kapandji, « lorsque l'épaule est portée en avant, dans un mouvement d'antépulsion, la glène tend à s'orienter vers l'avant. C'est alors que le diamètre transversal est le plus large ». Aussi, le muscle grand dorsal ; adducteur très puissant a tendance à luxer la tête humérale vers le bas⁵⁸.

Le muscle sub-scapulaire ; rotateur interne du bras et adducteur de l'humérus s'insère sur le trochin ; si ce dernier devient très puissant il peut éventuellement entraîner par son insertion terminale antérieurement la tête de l'humérus. Chez le chimpanzé, le sub-scapulaire a besoin de fournir une plus grande énergie pour la suspension (Ziegler ; 1964).

La partie supérieure de la tête humérale a la zone d'appui la plus étendue avec la glène ; toutefois si la tête humérale est située un peu plus en avant et en bas nous pourrions émettre l'hypothèse que cette dysfonction entrainerait une capacité d'antépulsion du bras plus importante. D'ailleurs ; il n'existe pas de centre fixe de rotation concernant la tête humérale mais une série de centres instantanés de rotation ; dont un « cercle de dispersion » centré à la partie inférieure de la tête lors du mouvement de flexion du bras (A.I.Kapandji).

Ces deux hypothèses sont uniquement le fruit de réflexions personnelles de modèles biomécaniques qui ne peuvent être vérifiées à ce jour.

Ces deux dysfonctions ostéopathiques ; glissement interne de l'articulation acromioclaviculaire et glissement antérieur de la tête humérale pourraient être les conséquences d'une adaptation biomécanique du grimpeur afin de se rapprocher du

⁵⁸ A.I.Kapandji ; Anatomie Fonctionnelle membre supérieur I ; 6ème édition ; 2008 ; Maloine ; p72

modèle anatomique du chimpanzé qui a une amplitude de mouvements plus importante que l'homme pour la suspension.

DYSFONCTION DE COMPRESSION DE LA FOSSETTE OLECRANIENNE ET DE COMPRESSION DE L'INTERLIGNE HUMERO-RADIAL

J'ai retrouvé chez huit grimpeurs une fossette olécranienne où l'on peut difficilement décompresser l'olécrane ; aussi ce même coude présentait presque toujours (7 fois sur 8) une compression de l'articulation huméro-radiale.

L'anatomie comparée entre homme et chimpanzé nous donnera peut-être des éléments importants permettant la compréhension de ces dysfonctions.

Chez Pan, la fosse olécranienne est plus importante, la configuration de la trochlée humérale confère un verrouillage et une stabilité du coude plus marquées que chez l'homme (B.Senut ; 1981).

L'anatomie du coude de l'homme diffère donc de celle du chimpanzé ; toutefois les muscles moteurs de l'extension pourraient expliquer ces deux dysfonctions.

L'extension du coude est, en pratique, due à l'action d'un seul muscle, le triceps brachial formé de trois corps charnus qui se terminent par un seul tendon commun sur l'olécrane. Le muscle anconé participe aussi à l'extension mais il est surtout stabilisateur du coude.

L'efficacité du muscle long triceps (portion longue s'insérant sur la scapula ; il est bi-articulaire) et donc du muscle triceps entier, dépend aussi de la position de l'épaule : ce fait découle sa nature bi-articulaire (A.I.Kapandji).

La force du triceps est plus grande lorsque l'épaule est en flexion (en antéposition) ; le long triceps reporte sur l'extension du coude une partie de la puissance des muscles fléchisseurs de l'épaule (muscle grand pectoral et muscle deltoïde), illustrant le rôle des muscles bi-articulaires (A.I.Kapandji).

Il s'agit là d'une gestuelle fréquente en escalade, cette configuration se retrouvant particulièrement dans l'escalade en dévers lorsque le grimpeur est statique : flexion de l'épaule à 90° et extension du coude.

Rappelons que le muscle long triceps forme avec le muscle grand dorsal un couple adducteur de l'épaule ; l'hyper-sollicitation de ces derniers en escalade rend le muscle triceps brachial fort.

De ce fait, l'utilisation de manière optimum du muscle long triceps pourrait entraîner un verrouillage de l'olécrane en le « plaquant » dans la fossette olécranienne.

Toutefois pourrions-nous envisager que les tractions musculaires encourues par les muscles fléchisseurs de l'avant bras aient modifié quelque peu l'anatomie du coude? Chez le chimpanzé, la lèvre latérale trochléaire est très développée; la largeur de la trochlée humérale par rapport à la largeur bi épicondylienne est supérieure à celle de l'homme et ses bords sont bien définis ; les condyles sont aussi plus importants que ceux de l'homme augmentant considérablement la stabilité de l'articulation du coude dans la suspension (B.Sennut ; 1989).

Le grimpeur développe une musculature épitrochléenne très forte (muscle fléchisseur du carpe, muscle fléchisseur radial du carpe, muscle fléchisseur ulnaire du carpe, muscle fléchisseur superficiel des doigts). L'ensemble des insertions proximales de cette musculature pourrait avoir une répercussion sur un remodelage osseux plus important ; conférant à l'épitrochlée un développement en conséquence.

Les épicondyliens (muscles court extenseur radial du carpe, muscle extenseur commun des doigts, muscle extenseur du Vème doigt, muscle extenseur ulnaire du carpe et muscle anconé) sont aussi recrutés pour stabiliser le poignet dans une position facilitatrice en escalade. Peut-être que leurs attaches proximales auraient mis en jeu de plus fortes tractions ; ayant pour conséquence un potentiel développement osseux plus important de l'épicondyle.

Nous suggérons que ; le jeu des tractions musculaires entraînant un remodelage des condyles pourraient éventuellement mettre en compression le coude, déjà « écrasé » par la tension du triceps brachial ; se reflétant sur le verrouillage de l'olécrane dans la fossette olécranienne.

Cette hypothèse peut être complétée par une réflexion sur la dysfonction de l'interligne huméro-radial retrouvée chez les 8 patients présentant une compression du coude.

En extension complète de l'avant bras sur le bras, seule la moitié antérieure de la cupule radiale s'articule avec le capitulum de l'humérus. Si les muscles épicondyliens sont forts, ceux-ci viennent potentiellement « plaquer » la tête radiale lors de la contraction simultanée des chaînes de la préhension : fléchisseurs/ extenseurs de l'avant-bras. Cette mesure pourrait servir à coapter correctement l'articulation huméro-radiale ; résistant peu à des efforts de traction (A.I.;Kapandji). Cette hypothèse serait la suite logique de la compression de l'olécrane dans la fossette olécranienne.

Aussi, le ligament annulaire, coacteur actif dans l'articulation radio-ulnaire supérieure permet un bon maintien lors des efforts de traction axiale de la tête radiale ; effort observé lors de l'escalade. Ce maintien est renforcé par la membrane inter-osseuse ; structure très dense observée sur les sujets lors de cette étude.

Je suppose ; suivant le principe de Littlejohn « la fonction gouverne la structure » ; que les grimpeurs ayant un usage intensif de leur membre supérieur aient développé une adaptation en compression du coude propice à la suspension afin de le stabiliser au mieux.

III.10 LIMITES DE L'ETUDE

Les hypothèses quand aux possibles dysfonctions ostéopathiques liées à une adaptation de l'anatomie de l'homme pour la suspension comportent de nombreuses limites dans cette étude :

- l'observation des sujets a été réalisée sur sujet vivant ; je n'ai évidemment pas eu la possibilité de pratiquer une dissection sur un cadavre de « grimpeur » afin d'établir une observation de l'anatomie.
- les tests ont tous été réalisés par le même praticien : moi-même ; entraînant un biais de praticien sur les tests ostéopathiques pratiqués et donc des résultats peu objectifs. De plus, je connais personnellement tous les grimpeurs testés.
- l'interprétation d'un schéma dysfonctionnel en fonction du score global n'est que le fruit d'une réflexion ; en aucun cas ces hypothèses ont été validées sur le

« terrain » par une consultation d'ostéopathie avec un patient présentant ces dysfonctions se reportant à son motif de consultation.

- la littérature portant sur l'anatomie du chimpanzé est ancienne et il est envisageable que des données plus récentes puissent exister ; toutefois je n'en ai pas trouvées.

IV. CONCLUSION

Les dysfonctions retrouvées chez le grimpeur dans cette étude sont : la charnière dorso-lombaire, la lombaire L3, glissement interne de l'articulation acromio-claviculaire, compression de l'olécrane dans la fossette olécranienne, compression de l'interligne huméro-radial.

Ces dernières nous donnent quelques pistes d'une potentielle adaptation anatomique de l'homme moderne ; pratiquant un sport qui reflète notre passé arboricole.

Selon cette étude, l'escalade inciterait le corps à effectuer un « retour dans le temps » vers nos origines primitives.

Pourtant, l'anatomie de l'homme n'est plus adaptée à l'escalade intensive et nous avons pu observer les dysfonctions ostéopathiques mises en place par cette pratique sportive.

Ces dysfonctions retrouvées sur le membre supérieur et le rachis du grimpeur doivent interpeller l'ostéopathe dans sa pratique. Doivent-elles être corrigées ou non?

En effet ; il est indispensable pour le praticien d'avoir à l'esprit que ces dysfonctions sont des mécanismes adaptatifs mis en place par le corps pour un type de locomotion particulier. Le choix de traiter ou non la zone anatomique doit être en lien avec le schéma dysfonctionnel selon la plainte du patient. Ce choix doit être cohérent ; car un traitement inapproprié impliquerait une potentielle décompensation d'adaptations nécessaires à la pratique de l'escalade. Un choix de traitement adapté doit conduire l'ostéopathe à traiter la dysfonction s'il détermine celle-ci comme étant primaire.

Cette réflexion autour des mécanismes d'adaptation me permet de me questionner d'avantage quand à ma pratique professionnelle. J'espère que cette étude m'aidera

dans le futur à me poser les bonnes questions quand au choix d'un axe de traitement afin d'améliorer la plainte d'un patient.

De plus, ce travail m'a permis d'investiguer un domaine tel que l'anthropologie. Cette spécialité est passionnante ; elle m'a conduit vers la connaissance de l'origine de l'homme ; me permettant d'explorer son étude dans le rang qu'il occupe dans la série animale. Cette expérience est très enrichissante personnellement mais aussi professionnellement. En effet ; cela me permettra certainement de poser un regard différent sur l'anatomie humaine et sur nos caractères primitifs ayant évolués vers une spécialisation de la bipédie.

Enfin, ce mémoire de fin d'études me rappelle que l'anatomie est une connaissance fondamentale afin d'être un bon ostéopathe. Andrew Taylor Still ne disait-il pas : « l'ostéopathie c'est de l'anatomie, encore de l'anatomie, toujours de l'anatomie »...

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES

FROMENT A, *ANATOMIE IMPERTINENTE Le corps humain et l'Evolution*, Odile Jacob, 2013

GOODMAN M., *Serological analysis of the systematics of recent hominoids*. Hum. Biol., 1963

CRUBEZY E. BRAGA J. LARROUY G., *ANTHROPOBIOLOGIE*, Masson, 2002

PICQ P., *AU COMMENCEMENT ETAIT L'HOMME De Toumaï à Cro-Magnon*, Odile Jacob, 2003

TINLAND F., *SYSTEMES NATURELS SYSTEMES ARTIFICIELS*, Ed. Champ Vallon, 1991

Laurent Guyon, Olivier Broussouloux, *ESCALADE ET PERFORMANCE*, Amphora, 2004

B.Calais-Germain, *ANATOMIE POUR LE MOUVEMENT*, Ed Désiris, Italie, 2009

A.I.Kapendji, *ANATOMIE FONCTIONNELLE TETE ET RACHIS*, tome III, 2007, Maloine

A.I.Kapendji, *ANATOMIE FONCTIONNELLE MEMBRE SUPERIEUR*, tome I, 2007, Maloine

Willem Vrolik, *RECHERCHE D'ANATOMIE COMPAREE SUR LE CHIMPANZE*, Amsterdam j.Muller, 1841, consultation à la bibliothèque d'anatomie comparée au musée d'histoire naturelle de Paris

B.Senut, *L'humérus et ses articulations chez les hominidés plio-pleistocènes*, Ed du CNRS, 1981, consultation à la bibliothèque d'anatomie comparée au musée d'histoire naturelle de Paris

G.Olivier, Extrait de *MAMALIA* Tome 29 N°1, 1965, Paris, consultation bibliothèque d'anatomie comparée au musée d'histoire naturelles Paris

B.Senut, *Le coude des primates hominoïdes Anatomie Fonction Taxonomie Evolution*, Ed CNRS, Paris, 1989, consultation bibliothèque d'anatomie comparée au musée d'histoire naturelles Paris

traité de zoologie ; tome 16 ; fasc 3 ; mammifères musculature arthrologie ; Masson ; 1991 ;
consultation bibliothèque d'anatomie comparée au musée d'histoire naturelles Paris

Irvin M.Korr ; *BASES PHYSIOLOGIQUES DE L'OSTEOPATHIE* ; ed. Frison-Roche ; Paris ; ed 1993

Annales de Kinésithérapie, 2000, Ed Masson

ARTICLES

DUTRILLAUX B, *Notre nouvel arbre de famille*, *La Recherche*, n°298, 54-61, 1997
Anne Caroline Berthet, Journal « 20 minutes », Juillet 2007 selon une étude de l'Institut Français du textile et de l'habillement 2006

Dr Marcel Baudouin, *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 1919, Volume 16, num4, 202

J.LAVERGNE, G.VANNEUVILLE, S.SANTONI, *Précis d'Anatomie Comparée Crânio-facial des Vertébrés*, 1996, Edition 33 heures de France

Auteurs Inconnus, Source Internet WIKIPEDIA, « bipédie » selon un article de Kevin D.Hunt, *International Journal of Primatology*
« Origine(s) de la bipédie chez les hominidés », December 1993, Volume 14, issue 6

Broca, *L'ordre des primates : parallèle anatomique de l'homme et des singes*, Volume 4, num 4, 1869, bulletins de la société d'anthropologie de Paris

R.Harthmann, « *les singes anthropoïdes et leur organisation comparée à celle de l'homme* », 1886, consultable sur la bibliothèque numérique Gallica

H.Rouvière, *L'indice condylo-occipital ; ses rapports avec l'orientation du trou occipital*, *Bulletins et mémoires de la société d'anthropologie de Paris*, 1944, vol 5, num 5

J.B Bouvier, *Contributions à l'étude de l'ostéologie comparée du chimpanzé*, impr. Gauthier-Villars, 1879, bibliothèque numérique Medica

R.Harthmann, *Les singes anthropoïdes et leur organisation comparée à celle de l'homme*, Felix Alcan Paris, 1886, vol 8, Bibliothèque scientifique internationale

T.H.H.HUXLEY, *Elements d'anatomie comparée des animaux vertébrés*, librairie J.B.Baillière et fils Paris, 1875, consultation numérique Bibliothèque Nationale de France

M.Baudouin, E.Hue, *sur les vertèbres lombaires des Néolithiques*, 1912, vol 9, num 6, bulletin de la société préhistorique de France

P.Broca, « *sur les apophyses styloïdes lombaires* », 1877, bulletins de la société d'anthropologie de Paris, vol 12, num 12

M.C Berthiaume, *L'orientation de la cavité glénoïde de la scapula chez les grands singes et l'humain moderne: une étude comparative et ontogénique*, Département d'Anthropologie Faculté des Arts et Sciences, Montreal, 2009

J.-L. Voisin et A. Balzeau, *Structures internes claviculaires chez Pan, Gorilla et Homo. Méthode d'analyse et résultats préliminaires*, Bulletins et mémoires de la société d'anthropologie de Paris, 2004, p4, source internet revues.org

J.L. Voisin, *L'épaule néandertalienne : identique ou différente de celle de l'homme moderne ?* Article de l'Institut de Paléontologie Humaine, 2010, source internet.

Hansen ; *A pathologic anatomical study on disc degeneration in dog ; acta.ortho.scand ; 1951 ; 20 ; 280-293 ; source internet*

MEMOIRES

J-L Voisin, *Reflexion sur le processus coracoïde des hominoïdes et des atèles ; application a quelques hominidés fossiles*. Compte rendus de l'Académie des Sciences/Earth and Planetary Sciences, 2001

DELACOUR H., *La motricité en escalade, Analyse et Evaluation*, Mémoire du BEES 2ème degré en escalade, session 1998-1999

<http://ethesis.inp-toulouse.fr/archive/00000646/01/raharison.pdf>

Beyeler C., *Pratique intensive de l'escalade et dysmorphie*, mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de kinésithérapeute, 2005, kinescalade.fr

Bouvier, Jean-Baptiste Marie Henri ; *Contributions à l'étude de l'ostéologie comparée du chimpanzé* ; thèse pour le doctorat en médecine Paris ; impr. Gauthier-Villars 1879 ; bibliothèque numérique Gallica

Guillaume Nicolas. *Des données anatomiques à la simulation de la locomotion : application à l'homme, au chimpanzé et à Lucy (A.L. 288-1)* Université Rennes 2, 2007.

INTERNET

https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikipédia:Accueil_principal

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

<http://gallica.bnf.fr>

<http://www.biusante.parisdescartes.fr/histmed/medica.htm>

<http://www.bibliothequescientifiquenumerique.fr>

<http://www.persee.fr/web/revues/home>

<http://www.revues.org>

<https://ent.univ-paris13.fr/applications/claroline/claroline/backends/download.php/VVZfQ291cnNfMi9VV181MDFfQU5BVE9NSUUucGRm?cidReset=true&cidReq=DUSPN>

[PNAS.ORG](http://www.pnas.org)

<http://tice33.ac-bordeaux.fr/Ecolien/LinkClick.aspx?fileticket=Viz5yE%2FxAyQ%3D&tabid=2571&mid=5120&language=fr-FR>

<http://www.esqueletons.org>

http://freeborel.free.fr/meca_biomec/files_disp_prises/reso_charniere.htm

ENSEIGNEMENT SCOLAIRE (sources personnelles)

Eurostéo-iops Aix-en-Provence

Faculté de médecine de Nice

TABLE DES ILLUSTRATIONS

schéma 1. Classification traditionnelle taxinomique de Linné d'après A.Desecures

schéma2. Classification moderne taxinomique de Goodman d'après A.Desecures

schéma 3. Arbre phylogénétique des grands singes selon Lecointre G. et Le Guyader H. source snv.jussieu.fr

schéma 4. Répartition des chimpanzés en Afrique selon Jane Goodall. source janegoodall.fr

schéma 5. Comparaison Homo/Pan troglodyte selon auteur inconnu modifié par A. Desecures

schéma 6. Passage d'une forme quadrupède (marche sur les phalanges ou « knuckle walking ») à une forme bipède (hanche et genoux fléchis) chez un chimpanzé bonobo *Pan Paniscus* selon G. Nicolas source. source tel.archives-ouvertes.fr

schéma 7. Grimpeur des années 1980. source internet.

schéma 8. Escalade en extérieur. image internet

schéma 9. Escalade en S.A.E. image internet

schéma 10. Escalade sur pan. image internet

schéma 11. Image d'un « vol » en escalade (chute). image internet

schéma 12. grimpeur sur ses appuis de pieds en équilibre stable. image internet

schéma 13. ligne de force croisée en escalade. source freeborel.fr

schéma 14. chaînes de la préhension. source kinescalade.fr

schéma 15. muscles profonds des chaînes brachio-scapulaires. source kinescalade.fr

schéma 16. muscles superficiels des chaînes brachio-scapulaires. source kinescalade.fr

schéma 17. biomécanique de l'escalade avec illustration d'un grimpeur sur mur vertical et en dévers. dessins auteurs inconnus et modifié par A. Desecures

schéma 18. illustration couverture du livre de W. Vrolik « recherches d'anatomie comparée du chimpanzé » 1841 consulté à la bibliothèque d'anatomie comparée à Paris

schéma 19. courbures d'Homo et de Pan. auteur inconnu et modifié par A. Desecures
image internet

schéma 20. Tableau de répartition du nombre de vertèbres rachidiennes chez l'homme et chez le chimpanzé d'après A. Desecures

schéma 21. vertèbre cervicale type chez l'homme. auteur inconnu. univ-brest.fr

schéma 22. squelette chimpanzé d'après W.Vrolik « anatomie comparée du chimpanzé »

schéma 23. Vertèbre dorsale type chez l'homme. auteur inconnu. univ-brest.fr

schéma 24. Vertèbre lombaire type chez l'homme. auteur inconnu. univ-brest.fr

schéma 25. troisième lombaire d'un chimpanzé adulte d'après W.Vrolik « anatomie comparée du chimpanzé »

schéma 26 bassin d'homme et bassin de femme. auteur inconnu. image wikipédia

schéma 27 bassin chimpanzé. auteur inconnu. source hominidés.com

schéma 28. Complexe articulaire de l'épaule auteur inconnu. theses.ulaval.ca

schéma 29 Clavicule Homo et clavicule de Pan vue supérieure. eskeletons.org

schéma 30. Morphologie générale de la scapula d'après Platzer. source internet

schéma 31. cage thoracique homo et cage thoracique pan. auteur inconnu.
sophiejacopin.com

schéma 32. scapula homo et scapula pan d'après eskeletons.org

schéma 33 articulation sterno-costo-claviculaire chez l'homme. auteur inconnu.
jim.fr

schéma 34 articulation scapulo thoracique. auteur inconnu. univ-brest.fr

schéma 35 articulation acromio-claviculaire chez l'homme selon Antoine Locuratolo
(Slideplayer) source internet « la ceinture scapulaire et le membre supérieur »

schéma 36 humérus homo et humérus pan vue antérieure d'après eskeletons.org

schéma 37 extrémités proximales d'humérus d'après B. Senut « L'humérus et ses
articulations chez les hominidés plio-pleistocènes » 1981

schéma 38 articulation gléno-humérale chez l'homme. auteur inconnu.
eikon.servftp.net

schéma 39 cavité glénoïdienne de la scapula dessins B. Senut « L'humérus et ses
articulations chez les hominidés plio-pleistocènes » 1981

schéma 40 articulation sous deltoïdienne chez l'homme. auteur inconnu. gremmo.net

schéma 41 articulation du coude chez l'homme. auteur inconnu et modifié par A.
Desecures. dematice.org

schéma 42 humérus humain et humérus chimpanzé vue postérieure. eskeleton.org

schéma 43 main d'homme et main de chimpanzé. auteur inconnu. vetagro-sup.fr

schéma 44 muscles postérieurs du tronc plan profond selon B. Boutillier. anatomie-
humaine.com

schéma 45 muscles postérieurs du tronc plan superficiel selon B. Boutillier.
anatomie-humaine.com

schéma 46 muscles carré des lombes, psoas et iliaque. auteur inconnu. sante-
medecine.commentcamarche.net

schéma 47 les muscles abdominaux chez l'homme. auteur inconnu. musculation.com

schéma 48 les muscles du cou chez l'homme. auteur inconnu. bougepourlaplanete.fr

schéma 49 illustration Pilardeau n°4. source internet

schéma 50 illustration Pilardeau n°2. source internet

schéma 51 illustration Pilardeau n°3. source internet

schéma 52 illustration Pilardeau n°9. source internet

schéma 53 illustration Pilardeau N°8. source internet

schéma 54 illustration Pilardeau n°11. source internet

schéma 55 planche anatomie membre supérieur chimpanzé extrait du livre recherches d'anatomie comparée sur le CHIMPANZE W.VROLIK 1841

schéma 56 Grille des tests ostéopathiques pratiqués sur les 10 patients réalisée avec l'aide de ma tutrice de mémoire Pigot Sophie Ostéopathe D.O

schéma 57 Tableau d'analyse des dysfonctions par patient

schéma 58 répartition des dysfonctions de rachis et côtes

schéma 59 répartition des dysfonctions d'épaule et K1

schéma 60 répartition des dysfonctions de coude

schéma 61 nombre de dysfonctions de poignet retrouvées sur les dix patients

schéma 62 nombre de dysfonctions faciales retrouvées sur les dix patients

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	3
RESUME	5
SOMMAIRE	6
INTRODUCTION	8
I) DU GRAND SINGE AU GRIMPEUR	10
I.1 A L'ORIGINE IL Y AVAIT DES ESPECES	10
I.2 NOS ANCETRES LES GRANDS SINGES	13
I.3 UN PROCHE ANCETRE COMMUN	16
I.4 DU CHIMPANZE A L'HOMME	17
I.5 LE CHIMPANZE ET SES PARTICULARITES : GENERALITES	19
I.6 COMPARAISON SCHEMATIQUE HOMO/PAN TROGLODYTE	28
I.7 REPERTOIRE LOCOMOTEUR DES GRANDS SINGES ET DES HOMMES	30
I.8 APPERCU HISTORIQUE DE LA PRATIQUE DE L'ESCALADE	33
I.9 APPROCHE GESTUELLE ET MECANIQUE DE L'ESCALADE	36
I.9.1 généralités	36
I.9.2 processus d'équilibration et aspects biomécaniques	38
I.9.3 la gestuelle des l'escalade	42
I.9.4 chaînes musculaires sollicitées	43
I.9.5 anatomie pour le mouvement	46
II) ANATOMIE COMPAREE DU CHIMPANZE ET DE L'HOMME	48
II.1 ARTHROLOGIE DE L'HOMME ET DU CHIMPANZE	48
II.1.1 RACHIS	48
II.1.1.a) les courbures	49
II.1.1.b) le rachis	53
II.1.1.b (1) le rachis cervical	53

II.1.1.b (2) le rachis dorsal	57
II.1.1.b (3) le rachis lombaire et sacré	61
II.1.1.b (4) le bassin	67
II.1.2 MEMBRE SUPERIEUR	68
II.1.2.(a) le complexe articulaire de l'épaule	70
II.1.2.(b) ceinture scapulaire	71
II.2 MYOLOGIE DE L'HOMME	94
II.2.1 LE TRONC	94
II.2.2 LES MUSCLES DU COU	99
II.2.3 LES MUSCLES DU MEMBRE SUPERIEUR	100
II.3 MYOLOGIE DU CHIMPANZE	110
II.3.1 MUSCLES DU COU	110
II.3.2 MUSCLES DU TRONC	110
II.3.3 MUSCLES SCAPULO-HUMÉRAUX	113
II.3.4 MUSCLES DES BRAS, AVANT-BRAS ET MAINS	113
III) DESCRIPTION DE L'ETUDE ET DE LA METHODE	116
III.1 L'ETUDE	116
III.1.1) BUTS ET INTERETS	116
III.1.2) ELABORATION DES TESTS OSTEOPATHIQUES	116
III.1.3) PRESENTATION DES TESTS OSTEOPATHIQUES	116
III.2 LA POPULATION	118
III.2.1) RECRUTEMENT DES SUJETS	118
III.2.2) CRITERES D'INCLUSION	118
III.2.3) CRITERES D'EXCLUSION	118
III.3 RECUEIL DE DONNEES	119
III.3.1) DEROULEMENT D'UNE SEANCE	119
III.3.2) LIEU DES SEANCES	119
III.3.3) PERIODE	120
III.4 METHODE D'ANALYSE	120

III.4.1) EVALUATION DES PRINCIPALES DYSFONCTIONS OSTEOPATHIQUES PAR PATIENT	120
III.4.2) EVALUATION DES PRINCIPALES DYSFONCTIONS OSTEOPATHIQUES : SCORE GLOBAL	120
III.5 PRESENTATION DES PATIENTS	120
III.6 EVALUATION DES PRINCIPALES DYSFONCTIONS OSTEOPATHIQUES PAR PATIENT	124
III.7 EVALUATION DES PRINCIPALES DYSFONCTIONS OSTEOPATHIQUES : SCORE GLOBAL	127
III.7.1) DYSFONCTIONS BASSIN	127
III.7.2) DYSFONCTIONS RACHIS	127
III.7.3) DYSFONCTIONS MEMBRE SUPERIEUR	129
III.7.3 (a) épaule	129
III.7.3 (b) coude	130
III.7.3 (c) poignet	131
III.7.3 (d) fascias	132
III.8 ANALYSE DU SCORE GLOBAL	132
III.9 DISCUSSION	133
III.10 LIMITES	143
IV) CONCLUSION	144
BIBLIOGRAPHIE	146
TABLE DES ILLUSTRATIONS	149
TABLE DES MATIERES	154
ANNEXES	157

ANNEXES

Convention de stage clinique externe 2014/2015

CONVENTION DE STAGE CLINIQUE EXTERNE

La présente convention régit les rapports entre :

EUROSTEO Groupe IOPS

Organisme de formation sis Château de la Saurine - 1985 Route de Martina - 13590 MEYREVIL

Tél : 04 42 58 63 72,

Représentée par Sandra CHOULET, Responsable de Formation

Tél : 04 42 58 63 72

Ci-après dénommé « L'Organisme de formation »

Et Nom de l'Etablissement d'accueil : Cabinet de Sophie PIGOT

Adresse : Les Jardins de Florence, 68 Avenue Pignatières, 06700 ST LAURENT DU VAR

N° SIRET : 402 655 732 00 53

Tél : 06 17 04 64 38

Représenté par Madame Sophie PIGOT, titulaire du cabinet

Ci-après dénommé « l'Etablissement d'accueil »**Concernant le stage de :**

Nom et Prénom du stagiaire : Madame Alexandra DESECURES

Adresse du stagiaire : 57 Avenue Henri Dunant, Villa Chambrun, Imp. Clothilde, 06100 NICE

Tél : 06 72 91 45 75

Ci-après dénommé « le stagiaire »**Ayant pour Maître de stage :**

Nom et Prénom du Maître de stage : Madame Sophie PIGOT

Adresse du maître de stage : Les Jardins de Florence, 68 Av. Pignatières, 06700 ST LAURENT DU VAR

Tél : 06 03 51 10 21

Adresse mail : pigosteo@orange.fr

Ci-après dénommé « le Maître de stage »**Il est convenu ce qui suit :****ARTICLE 1 : ACCUEIL DES STAGIAIRES**

L'établissement d'accueil, accepte d'accueillir le stagiaire, apprenant de l'organisme de formation.

ARTICLE 2 : OBJECTIFS PEDAGOGIQUES DU STAGE

Le stage a pour objet de mettre le stagiaire en situation professionnelle de consultation ostéopathique.

Le stagiaire effectuera des soins ostéopathiques sous la responsabilité et l'encadrement du maître de stage.

ARTICLE 3 : ENGAGEMENT DU MAITRE DE STAGE

Pendant la durée du stage, le stagiaire n'est pas lié à un contrat de travail avec l'Etablissement d'Accueil.

Le maître de stage certifie avoir souscrit une police d'assurance en responsabilité professionnelle qui le couvre en tant que maître de stage et pour les actes d'ostéopathie qu'il pratique pendant la durée du stage clinique.

Le Maître de stage s'engage :

- à transmettre à l'établissement EUROSTEO Groupe IOPS la copie du justificatif de son enregistrement, en qualité d'ostéopathe auprès des services préfectoraux,
- à remplir la fiche de validation du stagiaire en fin de stage (Annexe 1),
- à remplir le document de suivi validation des compétences cliniques du stagiaire (Annexe 4),
- à vérifier la présence du (des) stagiaire(s) aux dates convenues,
- à ne pas valider le stage en cas d'absences injustifiées et répétées du (des) stagiaire(s),
- à vérifier que le(s) stagiaire(s) respecte(nt) les règles établies dans la présente convention,
- à permettre au(x) stagiaires d'observer sa pratique et l'intégration de sa pratique au fonctionnement de l'établissement d'accueil,
- à mettre le(s) stagiaire(s) en situation professionnelle de consultations ostéopathiques sous sa responsabilité, sous sa constante surveillance et avec son accompagnement permanent, bienveillant et attentif,
- à remplir le document de validation de consultation pour chaque présence du stagiaire (Annexe 2).

ARTICLE 4

Le stagiaire ne peut prétendre à aucune rémunération durant toute la période de leur stage.

Aucune convention de stage ne peut être conclue pour remplacer un salarié en cas d'absence, de suspension de son contrat de travail ou de licenciement, pour exécuter une tâche régulière correspondant à un poste de travail permanent, pour faire face à un accroissement temporaire de l'activité de l'entreprise, pour occuper un emploi saisonnier.

L'établissement d'accueil s'engage à ne faire exécuter par le stagiaire que des travaux qui concourent à sa formation d'ostéopathe quelques soient les compétences professionnelles que le stagiaire pourrait détenir au titre de l'exercice de sa profession.

ARTICLE 5 : DATE, DUREE et LIEU DU STAGE

Les stages auront lieu les jours et les horaires suivants :

- les jeudis, de 13 h à 15 h et les vendredis, de 14 h à 19 h. Hors période de vacances du stagiaire, du maître de stage ou de l'établissement d'accueil et sous réserve des patients disponibles.
Période : du 29 septembre 2014 au 30 juin 2015

La présence le cas échéant du stagiaire au sein de l'Etablissement d'accueil la nuit, le dimanche ou un jour férié doit être indiquée.

Lieu du stage (s'il y a plusieurs lieux, indiquer les adresses précises) :

ARTICLE 6 : ENGAGEMENT DU STAGIAIRE

Le stagiaire atteste, par la présente, qu'il est couvert par une assurance en responsabilité civile professionnelle, qui le garantit dans le cadre de sa formation en Ostéopathie incluant les stages externes.

Le stagiaire doit obligatoirement avoir validé ses examens théoriques de sémiologie correspondant à son année d'enseignement pour pouvoir prendre en charge un patient.

Le stagiaire sera tenu au secret professionnel. Tout document écrit doit être validé par le responsable du stage qui est attentif au respect professionnel.

Le stagiaire se limite à des conseils d'hygiène de vie adaptés au cas du patient.
Toute prescription ou toute demande d'arrêt de traitement médical sont interdites.

Le stagiaire est tenu de respecter le règlement intérieur de l'Etablissement d'accueil relatif à l'hygiène, à la sécurité et à la discipline générale.

Le stagiaire se présentera sur le lieu de stage 15 minutes avant le début de celui-ci. Il aura une tenue vestimentaire correcte et portera une blouse blanche permettant de l'identifier comme stagiaire ostéopathe.

Le stagiaire s'engage à tout mettre en oeuvre pour assurer la sécurité et l'information des patients qu'il prend en charge. Le stagiaire s'engage à prendre en charge avec respect et attention son patient, en lui apportant les soins les plus appropriés à son état et dans le plus grand respect de sa personne.

Le stagiaire s'engage à faire signer pour chaque patient (ou son représentant légal en cas de patient mineur), le document de consentement (modèle présenté en annexe 3).

Le stagiaire conserve les exemplaires signés des documents de consentement et transmet régulièrement les copies de ces documents à l'établissement de formation EUROSTEO Groupe IOPS pour validation et comptabilisation de consultations ostéopathiques.

Le stagiaire fait remplir au maître de stage le document de validation de consultation présenté en annexe 2 et le transmet régulièrement à l'établissement de formation EUROSTEO Groupe IOPS pour validation et comptabilisation de consultations ostéopathiques.

Le stagiaire tient à jour les dossiers des patients qui lui sont confiés et les conserve au sein de l'établissement d'accueil.

ARTICLE 7 : ENGAGEMENT DE L'ORGANISME DE FORMATION

L'organisme de formation, atteste avoir reçu du maître de stage les documents suivants :

- Justificatif d'inscription en qualité d'ostéopathe auprès des services préfectoraux.
- Attestation d'assurance en Responsabilité Civile Professionnelle garantissant son activité d'ostéopathe et de maître de stage en ostéopathie.

ARTICLE 8 : ENGAGEMENT DE L'ETABLISSEMENT D'ACCUEIL

L'établissement d'accueil atteste qu'il est assuré en responsabilité civile en cas de faute qui lui serait imputable à l'égard du stagiaire et pour les dommages causés par le stagiaire pendant la durée de son stage ou à l'occasion de sa présence dans l'établissement.

ARTICLE 9

Les stagiaires utilisent uniquement des techniques qui leur ont été enseignées au cours de la formation.

ARTICLE 10

Les stagiaires s'engagent à respecter strictement la réglementation de l'Ostéopathie décrite dans les textes réglementaires et notamment les articles 2 et 3 du Décret n° 2007-435 du 25 mars 2007 relatif aux actes et aux conditions d'exercice de l'ostéopathie :

Article 2 :

« Les praticiens mentionnés à l'article 1er sont tenus, s'ils n'ont pas eux-mêmes la qualité de médecin, d'orienter le patient vers un médecin lorsque les symptômes nécessitent un diagnostic ou un traitement médical, lorsqu'il est constaté une persistance ou une aggravation de ces symptômes ou que les troubles présentés excèdent son champ de compétences. »

Article 3 :

I - Le praticien justifiant d'un titre d'ostéopathe ne peut effectuer les actes suivants :

- 1° Manipulations gynéco-obstétricales ;
- 2° Touchers pelviens.

II. - Après un diagnostic établi par un médecin attestant l'absence de contre-indication médicale à l'ostéopathie, le praticien justifiant d'un titre d'ostéopathe est habilité à effectuer les actes suivants :

- 1° Manipulations du crâne, de la face et du rachis chez le nourrisson de moins de six mois ;
- 2° Manipulations du rachis cervical.

ARTICLE 11

Les stagiaires s'interdisent de prendre en charge les patients suivants :

- Femme enceinte
- Nourrissons
- Enfants (Moins de 7 ans)

ARTICLE 12

Les stagiaires s'interdisent de réaliser des techniques structurelles (Mobilisation articulaire non forcée à haute vitesse et faible amplitude restant dans le champ de l'amplitude physiologique) sur les vertèbres cervicales (Cervicales hautes et jonction cervico occipitale et cervico dorsale comprises)

Les stagiaires s'interdisent de réaliser des techniques structurelles utilisant des bras de levier longs ou courts mettant en jeu la région cervicale.

ARTICLE 13

En cas de problèmes survenus au sein de l'établissement d'accueil du fait de l'activité du stagiaire, il peut être mis fin à la présence du stagiaire concerné, sans aucun préavis par le responsable, après avis du maître de stage.

ARTICLE 14

En fin de stage, le maître de stage remplit, pour chaque stagiaire, la fiche d'évaluation placée en annexe et la transmet à l'organisme de formation.

ARTICLE 15 : LIEN EXISTANT ENTRE LE MAITRE DE STAGE ET L'ÉTABLISSEMENT D'ACCUEIL

Le lien existant entre le maître de stage ostéopathe et l'Établissement d'accueil (*ayer les mentions inutiles*) :

- ~~— Contrat-salarié,~~
- ~~— Convention de vocation,~~
- Titulaire du cabinet Libéral/Établissement d'accueil
- ~~— Autre + _____~~

Fait à Meyreuil, le 24 septembre 2014

En trois exemplaires originaux,

L'Établissement d'accueil

PIGOT Sophie
OSTEOPATHE
06 00 0050 2

68 Av. des Pignatières
06 208 St Laurent du Var
Tél. 04-93 14 11 30

Établissement de formation



Le stagiaire