

Cinquième article : **Massage avec des extraits de plantes médicinales dans le traitement traditionnel des lombalgies et douleurs chroniques de l'appareil locomoteur humain : Synthèse bibliographique**

Par : **M. S. Dako, H. A. S. Kora, K. M. Kafoutchoni, V. S. Kolawole, L. Yessoufou, F. J. Chadare, A. E. Assogbadjo et M. M. Lawani**

Pages (pp.) 44-82.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) – Juin 2022 – Volume 32 - Numéro 01

Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net> et peut être aussi consulté sur le site web de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) <http://www.inrab.org>

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099



Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Direction Scientifique (DS) - Service Animation Scientifique (SAS)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél. : (+229) 21 30 02 64 ; E-mail : sp.inrab@inrab.org / inrabdg1@yahoo.fr / brabpisbinrab@gmail.com

La rédaction et la publication du bulletin de la recherche agronomique du Bénin (BRAB) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

01 B.P. 884 Recette Principale, Cotonou 01

Tél. : (+229) 21 30 02 64 - E-mail: brabpisbinrab@gmail.com

République du Bénin

Sommaire

Sommaire	i
Informations générales	ii
Indications aux auteurs	iii
Déterminants de l'abandon des foyers améliorés dans les systèmes de production du sel à Djègbadji, au Sud-Bénin E. A. Padonou, E. Totin, B. A. Akakpo, E. Gbenontin et M. A. Kolawole	1
Evaluation of acute toxicity of aqueous extract of <i>Parkia biglobosa</i> and <i>Pterocarpus erinaceus</i> in albino wistar rats V. F. G. N. Dèdèhou, G. G. Alowanou, A. P. Olounladé and S. M. Hounzangbé Adoté	10
Systèmes locaux de culture du pois de terre (pois Bambara) et adaptabilité des producteurs à la variabilité climatique au Bénin C. A. Kanninkpo, Y. Y. Akin, G. Dagbenonbakin et C. A. I. N. Ouinsavi	17
Banana Bunchy Top Disease (BBTD): Distribution, incidence and farmers' knowledge in Benin M. Y. Vodounou, U. Agoi and M. Zandjanakou-Tachin	32
Massage avec des extraits de plantes médicinales dans le traitement traditionnel des lombalgies et douleurs chroniques de l'appareil locomoteur humain : Synthèse bibliographique M. S. Dako, H. A. S. Kora, K. M. Kafoutchoni, V. S. Kolawole, L. Yessoufou, F. J. Chadare, A. E. Assogbadjo et M. M. Lawani	44
Caractérisation de la production du pain à base de farine de blé au Bénin T. K. Bossou, D. S. Dabadé, S. Adetonah, O. D. Bello, G. D. L. Atchouke, K.U.S. Edikou et J. Dossou	83
Evaluation des performances des technologies endogènes les plus prometteuses pour la production de jus d'orange à petite échelle au Bénin P. A. F. Houssou, V. Dansou, A. B. Hotegni, W. A. Sagui, C. Sacca, K. Aboudou et H. Zannou	98
Renforcement des capacités de résilience des ménages ruraux aux changements climatiques en production animale et halieutique au Bénin S. C. Akpovi et P. V. Vissoh	106
Genetic diversity and phylogeny of wild cowpea [<i>Vigna unguiculata</i> L. (Walp)] accessions using Simple Sequence Repeat Markers (SSRM) A. J. C. Quenum, A. Bodian, D. Foncéka, N. Cissé, I. Diédhiou, S. Diallo, D. Diouf and M. S. Mbaye	124
Influence des représentations sociales sur l'adoption de la mécanisation dans la production agricole au Bénin C. L. Hinnou, A. O. A. Ayedoun, G. Maboudou Alidou et R. Okouadé	143

Informations générales

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) édité par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) est un organe de publication créé en mai 1991 pour offrir aux chercheurs béninois et étrangers un cadre pour la diffusion des résultats de leurs travaux de recherche. Il accepte des articles originaux de recherche et de synthèse, des contributions scientifiques, des articles de revue, des notes et fiches techniques, des études de cas, des résumés de thèse, des analyses bibliographiques, des revues de livres et des rapports de conférence relatifs à tous les domaines de l'agronomie et des sciences apparentées, ainsi qu'à toutes les disciplines du développement rural. La publication du Bulletin est assurée par un comité de rédaction et de publication appuyés par un conseil scientifique qui réceptionne les articles et décide de l'opportunité de leur parution. Ce comité de rédaction et de publication est appuyé par des comités de lecture qui sont chargés d'apprécier le contenu technique des articles et de faire des suggestions aux auteurs afin d'assurer un niveau scientifique adéquat aux articles. La composition du comité de lecture dépend du sujet abordé par l'article proposé. Rédigés en français ou en anglais, les articles doivent être assez informatifs avec un résumé présenté dans les deux langues, dans un style clair et concis. Une note d'indications aux auteurs est disponible dans chaque numéro et peut être obtenue sur demande adressée au secrétariat du BRAB. Pour recevoir la version électronique pdf du BRAB, il suffit de remplir la fiche d'abonnement et de l'envoyer au comité de rédaction avec les frais d'abonnement. La fiche d'abonnement peut être obtenue à la Direction Générale de l'INRAB, dans ses Centres de Recherches Agricoles ou à la page vii de tous les numéros. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <http://www.slire.net>. Un thesaurus spécifique dénommé « TropicAgrif » (Tropical Agriculture and Forestry) a été développé pour caractériser les articles parus dans le BRAB et servir d'autres revues africaines du même genre. Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Comité de Rédaction et de Publication du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin - 01 BP 884 Recette
Principale - Cotonou 01 – Tél.: (+229) 21 30 02 64 - E-mail: brabpbinrab@gmail.com – République du Bénin

Éditeur : Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Comité de Rédaction et de Publication : -i- **Directeur de rédaction et de publication :** Directeur Général de l'INRAB ; -ii- **Rédacteur en chef :** Directeur Scientifique de l'INRAB ; -iii- **Secrétaire documentaliste :** Documentaliste archiviste de l'INRAB ; -iv- **Maquettiste :** Analyste programmeur de l'INRAB ; -v- **Opérateur de mise en ligne :** Dr Ir. Sètchéme Charles Bertrand POMALEGNI, Chargé de recherche ; -vi- **Membres :** Dr Ir. Guy A. MENSAH, Directeur de Recherche, Dr Ir. Angelo C. DJIHINTO, Maître de Recherche, Dr Ir. Rachida SIKIROU, Maître de Recherche et MSc. Ir. Gbènakpon A. Y. G. AMAGNIDE.

Conseil Scientifique : Membres du Conseil Scientifique de l'INRAB, Pr. Dr Ir. Brice A. SINSIN (Écologie, Foresterie, Faune, PFNL, Bénin), Pr. Dr Michel BOKO (Climatologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Joseph D. HOUNHOUGAN (Sciences et biotechnologies alimentaires, Bénin), Pr. Dr Ir. Abdourahmane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Pr. Dr Ir. Kakai Romain GLELE (Biométrie et Statistiques, Bénin), Pr. Dr Agathe FANTODJI (Biologie de la reproduction, Elevage des espèces gibier et non gibier, Côte d'Ivoire), Pr. Dr Ir. Jean T. C. CODJIA (Zootechnie, Zoologie, Faune, Bénin), Pr. Dr Ir. Euloge K. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin), Pr. Dr Sylvie M. HOUNZANGBE-ADOTE (Parasitologie, Physiologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Jean C. GANGLO (Agro-Foresterie), Dr Ir. Guy A. MENSAH (Zootechnie, Faune, Elevage des espèces gibier et non gibier, Bénin), Pr. Dr Moussa BARAGÉ (Biotechnologies végétales, Niger), Pr. Dr Jeanne ZOUNDJIHEKPON (Génétique, Bénin), Pr. Dr Ir. Gauthier BIAOU (Économie, Bénin), Pr. Dr Ir. Roch MONGBO (Sociologie, Anthropologie, Bénin), Dr Ir. Gualbert GBEHOUNOU (Malherbologie, Protection des végétaux, Bénin), Dr Ir. Attanda Mouinou IGUE (Sciences du sol, Bénin), Dr DMV. Delphin O. KOUDANDE (Génétique, Sélection et Santé Animale, Bénin), Dr Ir. Aimé H. BOKONON-GANTA (Agronomie, Entomologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Rigobert C. TOSSOU (Sociologie, Bénin), Dr Ir. Anne FLOQUET (Économie, Allemagne), Dr Ir. André KATARY (Entomologie, Bénin), Dr Ir. Hessou Anastase AZONTONDE (Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. Claude ADANDEDJAN (Zootechnie, Pastoralisme, Agrostologie, Bénin), Dr Ir. Paul HOUSSOU (Technologies agro-alimentaires, Bénin), Dr Ir. Adolphe ADJANOHOOUN (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir. Isidore T.GBEGO (Zootechnie, Bénin), Dr Ir. Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Élevage), Dr Ousmane COULIBALY (Agro-économie, Mali), Pr. Dr Ir. Luc O.SINTONDJI (Hydrologie, Génie Rural, Bénin), Dr Ir. Vincent J. MAMA (Foresterie, SIG, Bénin)

Comité de lecture : Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

Indications aux auteurs

Types de contributions et aspects généraux

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) accepte des articles scientifiques, des articles de synthèse, des résumés de thèse de doctorat, des analyses bibliographiques, des notes et des fiches techniques, des revues de livres, des rapports de conférences, d'ateliers et de séminaires, des articles originaux de recherche et de synthèse, puis des études de cas sur des aspects agronomiques et des sciences apparentées produits par des scientifiques béninois ou étrangers. La responsabilité du contenu des articles incombe entièrement à l'auteur et aux co-auteurs. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <http://www.slire.net>. Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Soumission de manuscrits

Les articles doivent être envoyés par voie électronique par une lettre de soumission (*covering letter*) au comité de rédaction et de publication du BRAB aux adresses électroniques suivantes : E-mail : brabpbinrab@gmail.com. Dans la lettre de soumission les auteurs doivent proposer l'auteur de correspondance ainsi que les noms et adresses (y compris les e-mails) de trois (03) experts de leur discipline ou domaine scientifique pour l'évaluation du manuscrit. Certes, le choix des évaluateurs (*referees*) revient au comité éditorial du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. Les manuscrits doivent être écrits en français ou en anglais, tapé/saisi sous Winword ou Word ou Word docx avec la police Arial taille 10 en interligne simple sur du papier A4 (21,0 cm x 29,7 cm). L'auteur doit fournir des fichiers électroniques des illustrations (tableaux, figures et photos) en dehors du texte. Les figures doivent être réalisées avec un logiciel pour les graphiques. Les données ayant servi à élaborer les figures seront également fournies. Les photos doivent être suffisamment contrastées. Les articles sont soumis par le comité de rédaction à des évaluateurs, spécialistes du domaine.

Sanction du plagiat et de l'autoplégat dans tout article soumis au BRAB pour publication

De nombreuses définitions sont données au plagiat selon les diverses sources de documentations telles que « -i- Acte de faire passer pour siens les textes ou les idées d'autrui. -ii- Consiste à copier les autres en reprenant les idées ou les résultats d'un autre chercheur sans le citer et à les publier en son nom propre. -iii- Copie frauduleuse d'une œuvre existante en partie ou dans sa totalité afin de se l'approprier sans accord préalable de l'auteur. -iv- Vol de la création originale. -v- Violation de la propriété intellectuelle d'autrui. » (<https://integrite.umontreal.ca/reglements/definitions-generales/>). Le Plagiat et l'Autoplégat sont à bannir dans les écrits scientifiques. Par conséquent, tout article soumis pour sa publication dans le BRAB doit être préalablement soumis à une analyse de plagiat, en s'appuyant sur quelques plateformes de détection de plagiat. Le **plagiat constaté dans tout article** sera sanctionné par un retour de l'article accompagné du **rapport de vérification du plagiat par un logiciel antiplagiat** à l'auteur de correspondance pour sa correction avec **un taux de tolérance de plagiat ou de similitude inférieur ou égal à sept pour cent (07%)**.

Respecter de certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture

Pour qu'un article soit accepté par le comité de rédaction, il doit respecter certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture. Ne pas oublier que les trois (3) **qualités fondamentales d'un article scientifique** sont la **précision** (supprimer les adjectifs et adverbes creux), la **clarté** (phrases courtes, mots simples, répétition des mots à éviter, phrases actives, ordre logique) et la **brièveté** (supprimer les expressions creuses). **Le temps des verbes doit être respecté**. En effet, tout ce qui est expérimental et non vérifié est rédigé au passé (passé composé et imparfait) de l'indicatif, notamment les parties *Méthodologie (Matériels et méthodes)* et *Résultats*. Tandis que tout ce qui est admis donc vérifié est rédigé au présent de l'indicatif, notamment les parties *Introduction*, avec la citation de résultats vérifiés, *Discussion* et *Conclusion*. Toutefois, en cas de doute, rédigez au passé. Pour en savoir plus sur la méthodologie de rédaction d'un article, prière consulter le document suivant : **Assogbadjo A. E., Aïhou K., Youssao A. K. I., Fovet-Rabot C., Mensah G. A., 2011. L'écriture scientifique au Bénin. Guide contextualisé de formation. Cotonou, INRAB, 60 p. ISBN : 978-99919-857-9-4 – INRAB 2011. Dépôt légal n° 5372 du 26 septembre 2011, 3^{ème} trimestre 2011. Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin.**

Titre

Dans le titre se retrouve l'information principale de l'article et l'objet principal de la recherche. Le titre doit contenir 6 à 10 mots (22 mots au maximum) en position forte, décrivant le contenu de l'article, assez informatifs, descriptifs, précis et concis. Un bon titre doit donner le meilleur aperçu possible de l'article en un minimum de mots. Il comporte les mots de l'index *Medicus*. Le titre est un message-réponse aux 5 W [what (quoi ?), who (qui ?), why (pourquoi ?), when (quand ?), where (où ?)] & 1 H [how (comment ?)]. Il est recommandé d'utiliser des sous-titres courts et expressifs pour subdiviser les sections longues du texte mais écrits en minuscules, sauf la première lettre et non soulignés. Toutefois, il faut éviter de multiplier les sous-titres. Le titre doit être traduit dans la seconde langue donc écrit dans les deux langues français et anglais.

Auteur et Co-auteurs

Les initiales des prénoms en majuscules séparées par des points et le nom avec 1^{ère} lettre écrite en majuscule de tous les auteurs (auteur & co-auteurs), sont écrits sous le titre de l'article. Immédiatement, suivent les titres académiques (Pr., Dr, MSc., MPhil. et/ou Ir.), les prénoms écrits en minuscules et le nom écrit en majuscule, puis les adresses complètes (structure, BP, e-mail, Tél. et pays) de tous les auteurs. Il ne faut retenir que les noms des membres de l'équipe ayant effectivement participé au programme de recherche et à la rédaction de l'article.

Résumé

Un bref résumé dans la langue de l'article est précédé d'un résumé détaillé dans la seconde langue (français ou anglais selon le cas) et le titre sera traduit dans cette seconde langue. Le résumé est une compression en volume plus réduit de l'ensemble des idées développées dans un document, etc. Il contient l'essentiel en un seul paragraphe de 200 à 350 mots. Le résumé contient une **Introduction** (contexte, Objectif, etc.) rédigée avec 20% des mots, la **Méthodologie** (type d'étude, échantillonnage, variables et outils statistiques) rédigée avec 20% des mots, les **Résultats obtenus et leur courte discussion** (résultats importants et nouveaux pour la science), rédigée avec 50% des mots et une **Conclusion** (implications de l'étude en termes de généralisation et de perspectives de recherches) rédigée avec 10% des mots.

Mots-clés

Les 3 à 5 mots et/ou groupes de mots clés les plus descriptifs de l'article suivent chaque résumé et comportent le pays (la région), la problématique ou l'espèce étudiée, la discipline ou le domaine spécifique, la méthodologie, les résultats et les perspectives de recherche. Il est conseillé de choisir d'autres mots/groupes de mots autres que ceux contenus dans le titre.

Texte

Le texte doit être rédigé dans un langage simple et compréhensible. L'article est structuré selon la discipline scientifique et la thématique en utilisant l'un des plans suivants avec les Remerciements (si nécessaire) et Références bibliographiques : *IMReD* (Introduction, Matériel et Méthodes, Résultats, Discussion/Résultats et Conclusion) ; *ILPIA* (Introduction, Littérature, Problème, Implication, Avenir) ; *OPERA* (Observation, Problème, Expérimentation, Résultats, Action) ; *SOSRA* (Situation, Observation, Sentiments, opinion, Réflexion, Action) ; *ESPRIT/SPRIT* [Entrée en matière (introduction), Situation du problème, Problème précis, Résolution, Information appliquée ou détaillée, Terminaison (conclusion)] ; *APPROACH* (Annonce, Problématique (perutable avec Présentation), Présentation, Réactions, Opinions, Actions, Conclusions, Horizons) ; etc.

Introduction

L'introduction c'est pour persuader le lecteur de l'importance du thème et de la justification des objectifs de recherche. Elle motive et justifie la recherche en apportant le background nécessaire, en expliquant la rationalité de l'étude et en exposant clairement l'objectif et les approches. Elle fait le point des recherches antérieures sur le sujet avec des citations et références pertinentes. Elle pose clairement la problématique avec des citations scientifiques les plus récentes et les plus pertinentes, l'hypothèse de travail, l'approche générale suivie, le principe méthodologique choisi. L'introduction annonce le(s) objectif(s) du travail ou les principaux résultats. Elle doit avoir la forme d'un entonnoir (du général au spécifique).

Matériels et méthodes

Il faut présenter si possible selon la discipline le **milieu d'étude** ou **cadre de l'étude** et indiquer le lien entre le milieu physique et le thème. **La méthodologie d'étude** permet de baliser la discussion sur les résultats en renseignant sur la validité des réponses apportées par l'étude aux questions formulées en introduction. Il faut énoncer les méthodes sans grands détails et faire un extrait des principales utilisées. L'importance est de décrire les protocoles expérimentaux et le matériel utilisé, et de préciser la taille de l'échantillon, le dispositif expérimental, les logiciels utilisés et les analyses statistiques effectuées. Il faut donner toutes les informations permettant d'évaluer, voire de répéter l'essai, les calculs et les observations. Pour le matériel, seront indiquées toutes les caractéristiques scientifiques comme le genre, l'espèce, la variété, la classe des sols, etc., ainsi que la provenance, les quantités, le mode de préparation, etc. Pour les méthodes, on indiquera le nom des dispositifs expérimentaux et des analyses statistiques si elles sont bien connues. Les techniques peu répandues ou nouvelles doivent être décrites ou bien on en précisera les références bibliographiques. Toute modification par rapport aux protocoles courants sera naturellement indiquée.

Résultats

Le texte, les tableaux et les figures doivent être complémentaires et non répétitifs. Les tableaux présenteront un ensemble de valeurs numériques, les figures illustrent une tendance et le texte met en évidence les données les plus significatives, les valeurs optimales, moyennes ou négatives, les corrélations, etc. On fera mention, si nécessaire, des sources d'erreur. La règle fondamentale ou règle cardinale du témoignage scientifique suivie dans la présentation des résultats est de donner tous les faits se rapportant à la question de recherche concordant ou non avec le point de vue du scientifique et d'indiquer les relations imprévues pouvant faire de l'article un sujet plus original que l'hypothèse initiale. Il ne faut jamais entremêler des descriptions méthodologiques ou des interprétations avec les résultats. Il faut indiquer toujours le niveau de signification statistique de tout résultat. Tous les aspects de l'interprétation doivent être présents. Pour l'interprétation des résultats il faut tirer les conclusions propres après l'analyse des résultats. Les résultats négatifs sont aussi intéressants en recherche que les résultats positifs. Il faut confirmer ou infirmer ici les hypothèses de recherches.

Discussion

C'est l'établissement d'un pont entre l'interprétation des résultats et les travaux antérieurs. C'est la recherche de biais. C'est l'intégration des nouvelles connaissances tant théoriques que pratiques dans le domaine étudié et la différence de celles déjà existantes. Il faut éviter le piège de mettre trop en évidence les travaux antérieurs par rapport aux résultats propres. Les résultats obtenus doivent être interprétés en fonction des éléments indiqués en introduction (hypothèses posées, résultats des recherches antérieures, objectifs). Il faut discuter ses propres résultats et les comparer à des résultats de la littérature scientifique. En d'autres termes c'est de faire les relations avec les travaux antérieurs. Il est nécessaire de dégager les implications théoriques et pratiques, puis d'identifier les besoins futurs de recherche. Au besoin, résultats et discussion peuvent aller de pair.

Résultats et Discussion

En optant pour **résultats et discussions** alors les deux vont de pair au fur et à mesure. Ainsi, il faut la discussion après la présentation et l'interprétation de chaque résultat. Tous les aspects de l'interprétation, du commentaire et de la discussion des résultats doivent être présents. Avec l'expérience, on y parvient assez aisément.

Conclusion

Il faut une bonne et concise conclusion étendant les implications de l'étude et/ou les suggestions. Une conclusion fait ressortir de manière précise et succincte les faits saillants et les principaux résultats de l'article sans citation bibliographique. La conclusion fait la synthèse de l'interprétation scientifique et de l'apport original dans le champ scientifique concerné. Elle fait l'état des limites et des faiblesses de l'étude (et non celles de l'instrumentation mentionnées dans la section de méthodologie). Elle suggère d'autres avenues et études permettant d'étendre les résultats ou d'avoir des applications intéressantes ou d'obtenir de meilleurs résultats.

Références bibliographiques

La norme Harvard et la norme Vancouver sont les deux normes internationales qui existent et régulièrement mises à jour. Il ne faut pas mélanger les normes de présentation des références bibliographiques. En ce qui concerne le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), c'est la norme Harvard qui a été choisie. Les auteurs sont responsables de l'orthographe des noms cités

dans les références bibliographiques. Dans le texte, les publications doivent être citées de la manière suivante : Sinsin (2020) ou Sinsin et Assogbadjo (2020) ou Sinsin *et al.* (2007). Sachez que « *et al.* » est mis pour *et alteri* qui signifie et autres. Il faut s'assurer que les références mentionnées dans le texte sont toutes reportées par ordre alphabétique dans la liste des références bibliographiques. Somme toute dans le BRAB, selon les ouvrages ou publications, les références sont présentées dans la liste des références bibliographiques de la manière suivante :

Pour les revues scientifiques :

- ✓ **Pour un seul auteur** : Yakubu, A., 2013: Characterisation of the local Muscovy duck in Nigeria and its potential for egg and meat production. *World's Poultry Science Journal*, 69(4): 931-938. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043933913000937>
- ✓ **Pour deux auteurs** : Tomasz, K., Juliusz, M. K., 2004: Comparison of physical and qualitative traits of meat of two Polish conservative flocks of ducks. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 47(4): 367-375.
- ✓ **A partir de trois auteurs** : Vissoh, P. V., R. C. Tossou, H. Dedehouanou, H. Guibert, O. C. Codjia, S. D. Vodouhe, E. K. Agbossou, 2012 : Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements climatiques : le cas des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud-Est Bénin. *Les Cahiers d'Outre-Mer N° 260*, 479-492.

Pour les organismes et institutions :

- ✓ FAO, 2017. L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2017 : Renforcer la résilience pour favoriser la paix et la sécurité alimentaire. Rome, FAO. 144 p.
- ✓ INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique), 2015 : Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH-4): Résultats définitifs. Direction des Etudes Démographiques, Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique, Cotonou, Bénin, 33 p.

Pour les contributions dans les livres :

- ✓ Whithon, B.A., Potts, M., 1982: Marine littoral: 515-542. *In*: Carr, N.G., Whithon, B.A., (eds), *The biology of cyanobacteria*. Oxford, Blackwell.
- ✓ Annerose, D., Cornaire, B., 1994 : Approche physiologique de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées pour l'amélioration de la production en zones sèches: 137-150. *In* : Reyniers, F.N., Netoyo L. (eds.). *Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale*. Ed. John Libbey Eurotext. Paris.

Pour les livres :

- ✓ Zryd, J.P., 1988: Cultures des cellules, tissus et organes végétaux. Fondements théoriques et utilisations pratiques. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, Suisse.
- ✓ Stuart, S.N., R.J. Adams, M.D. Jenkins, 1990: Biodiversity in sub-Saharan Africa and its islands. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland.

Pour les communications :

- ✓ Vierada Silva, J.B., A.W. Naylor, P.J. Kramer, 1974: Some ultrastructural and enzymatic effects of water stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaves. *Proceedings of Nat. Acad. Sc. USA*, 3243-3247.
- ✓ Lamachere, J.M., 1991 : Aptitude du ruissellement et de l'infiltration d'un sol sableux fin après sarclage. Actes de l'Atelier sur Soil water balance in the Sudano-Sahelian Zone. Niamey, Niger, IAHS n° 199, 109-119.

Pour les abstracts :

- ✓ Takaiwa, F., Tnifuji, S., 1979: RNA synthesis in embryo axes of germination pea seeds. *Plant Cell Physiology abstracts*, 1980, 4533.

Thèse ou mémoire :

- ✓ Valero, M., 1987: Système de reproduction et fonctionnement des populations chez deux espèces de légumineuses du genre *Lathyrus*. PhD. Université des Sciences et Techniques, Lille, France, 310 p.

Pour les sites web : <http://www.iucnredlist.org>, consulté le 06/07/2007 à 18 h.

Equations et formules

Les équations sont centrées, sur une seule ligne si possible. Si on s'y réfère dans le texte, un numéro d'identification est placé, entre crochets, à la fin de la ligne. Les fractions seront présentées sous la forme « 7/25 » ou « (a+b)/c ».

Unités et conversion

Seules les unités de mesure, les symboles et équations usuels du système international (SI) comme expliqués au chapitre 23 du Mémento de l'Agronome, seront acceptés.

Abréviations

Les abréviations internationales sont acceptées (OMS, DDT, etc.). Le développé des sigles des organisations devra être complet à la première citation avec le sigle en majuscule et entre parenthèses (FAO, RFA, IITA). Eviter les sigles reconnus localement et inconnus de la communauté scientifique. Citer complètement les organismes locaux.

Nomenclature de pesticides, des noms d'espèces végétales et animales

Les noms commerciaux seront écrits en lettres capitales, mais la première fois, ils doivent être suivis par le(s) nom(s) communs(s) des matières actives, tel que acceptés par « International Organization for Standardization (ISO) ». En l'absence du nom ISO, le nom chimique complet devra être donné. Dans la page de la première mention, la société d'origine peut être indiquée par une note en bas de la page, p.e. PALUDRINE (Proguanil). Les noms d'espèces animales et végétales seront indiqués en latin (genre, espèce) en italique, complètement à la première occurrence, puis en abrégé (exemple : *Oryza sativa* = *O. sativa*). Les auteurs des noms scientifiques seront cités seulement la première fois que l'on écrira ce nom scientifique dans le texte.

Tableaux, figures et illustrations

Chaque tableau (avec les colonnes rendus invisibles mais seules la première ligne et la dernière ligne sont visibles) ou figure doit avoir un titre. Les titres des tableaux seront écrits en haut de chaque tableau et ceux des figures/photographies seront écrits en bas des illustrations. Les légendes seront écrites directement sous les tableaux et autres illustrations. En ce qui concerne les illustrations (tableaux, figures et photos) seules les versions électroniques bien lisibles et claires, puis mises en extension jpeg avec haute résolution seront acceptées. Seules les illustrations dessinées à l'ordinateur et/ou scannées, puis les photographies en extension jpeg et de bonne qualité donc de haute résolution sont acceptées.

Les places des tableaux et figures dans le texte seront indiquées dans un cadre sur la marge. Les tableaux sont numérotés, appelés et commentés dans un ordre chronologique dans le texte. Ils présentent des données synthétiques. Les tableaux de données de base ne conviennent pas. Les figures doivent montrer à la lecture visuelle suffisamment d'informations compréhensibles sans recours au texte. Les figures sont en Excell, Havard, Lotus ou autre logiciel pour graphique sans grisés et sans relief. Il faudra fournir les données correspondant aux figures afin de pouvoir les reconstruire si c'est nécessaire.

Massage avec des extraits de plantes médicinales dans le traitement traditionnel des lombalgies et douleurs chroniques de l'appareil locomoteur humain : Synthèse bibliographique

M. S. Dako^{1*}, H. A. S. Kora², K. M. Kafoutchoni², V. S. Kolawole³, L. Yessoufou¹, F. J. Chadare⁴, A. E. Assogbadjo² et M. M. Lawani¹

¹MSc. Mathieu Serge DAKO*, Unité de Recherche Biomécanique et Performance (URBioP), Laboratoire de Motricité, Performance et Santé (LMPS), Institut National, de l'Education Physique et du Sport (INJEPS), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 169 Porto-Novo, E-mail : coachdako@gmail.com, Tél. : (+229)95058642, République du Bénin

Dr Lafiou YESSOUFOU, URBioP/LMPS/INJEPS/UAC, 01 BP 169 Porto-Novo, E-mail : yessoufoulafiou@yahoo.fr, Tél. : (+229)64744040, République Bénin
Pr Dr Mansourou Mohamed LAWANI, URBioP/LMPS/INJEPS/UAC, 01 BP 169 Porto-Novo, E-mail : bissiriu03@yahoo.fr, Tél. : (+229)97440356, République Bénin

²MSc. Hamzath Akambi Sévè KORA, Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA/UAC), 01 BP 526 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : hamzath.kora@gmail.com, Tél. : (+229)97174997, République Bénin

MSc. Konoutan Médard KAFOUTCHONI, LEA/FSA/UAC, 01 BP 526 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : medar.kafoutchoni@labef-uac.org, Tél. : (+229)94580569, République Bénin

Pr Dr Ir Achille Ephrem ASSOGBADJO, LEA/FSA/UAC, 01 BP 526 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : assogbadjo@gmail.com, Tél. : (+229)95055975, République Bénin

³Dr Ir Valère Salako KOLAWOLE, Laboratoire de Biomathématiques et d'Estimations Forestière (LABEF/FSA/UAC), 04 BP 1525. Cotonou, E-mail : salakovalere@gmail.com, Tél. : (+229)96172729, République Bénin

⁴Dr Ir (MC) Flora Josiane CHADARE, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Laboratoire des Sciences de Nutrition (LSN/FSA/UAC), 01 BP 526 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : fchadare@gmail.com, Tél. : (+229)66324157, République Bénin

*Auteur de correspondance : MSc. Mathieu Serge DAKO, E-mail : coachdako@gmail.com

Résumé

Les douleurs chroniques de l'appareil locomoteur humain et les lombalgies chroniques en particulier, sont des causes des invalidités dans le monde, en Afrique et au Bénin. La synthèse bibliographique, renseigne sur l'anatomie de l'appareil locomoteur humain, ses troubles non spécifiques et leurs prises en charges. Les publications scientifiques ont été sélectionnées à l'aide des moteurs de recherches google scholar, science directe et pubmed. Les investigations montrent que l'appareil musculosquelettique protège les organes internes et confère la mobilité. Les hyper-sollicitations du système, les mauvaises postures, la morphologie et l'exposition prolongée aux vibrations engendrent des troubles musculosquelettiques (TMS) non spécifiques, telle la lombalgie. Leur prise en charge est multidimensionnelle et multidisciplinaire dont le traitement médicamenteux, le traitement non médicamenteux et le recours aux traitements par les plantes médicinales antidouleurs. Cependant, la prise en charge à base de médicaments expose les patients à des effets secondaires potentiellement graves voire mortels, source de fréquentes hospitalisations et sont moins avantageux que les autres traitements. Aussi, ce procédé ne traite-t-il pas la cause d'une douleur mais bloque le signal transmis au cerveau. Par contre, les traitements non médicamenteux offrent de nombreux avantages. Malgré les quelques contre-indications, ils peuvent être une alternative ou un complément efficace à la médication systématique chez les patients polymédicamentés. Bien qu'ils soient une alternative pour atténuer la douleur, ses effets secondaires sont plus fréquents en administration chronique que ponctuel et plus graves en d'automédications. Enfin, une multitude de plantes médicinales dont l'écorce de la tige, les racines et les feuilles, de même que leurs extraits sont abondamment utilisés par voie orale et par le massage dans le monde. L'utilisation de ces différents éléments fragilise les espèces végétales par la réduction de la viabilité et le renouvellement des espèces. Le traitement des maux de dos en Afrique est pauvre et manque de précision.

Mots-clés : Troubles musculosquelettiques, plantes médicinales antidouleurs, lombalgie, douleurs chroniques non spécifiques, massage

Massage with medicinal plant extracts in the traditional treatment of low back pain and chronic pain in the human musculoskeletal system: Literature review

Abstract

Chronic pain in the human musculoskeletal system and chronic low back pain in particular are causes of disability worldwide, in Africa and Benin. The bibliographic summary provides information on the anatomy of the human musculoskeletal system, its non-specific disorders and their treatment. Scientific publications were selected using the google scholar, direct science and pubmed search engines. Investigations show that the musculoskeletal apparatus protects the internal organs and confers mobility. Hyper-solicitation of the system, poor postures, morphology and prolonged exposure to

vibrations cause non-specific musculoskeletal disorders (MSDs), such as low back pain. Their management is multidimensional and multidisciplinary, including drug treatment, non-drug treatment and the use of painkiller medicinal plants. However, drug-based treatment exposes patients to potentially serious or even fatal side effects, a source of frequent hospitalizations and is less advantageous than other treatments. Also, this process does not treat the cause of pain but blocks the signal transmitted to the brain. On the other hand, non-drug treatments offer many advantages. Despite the few contraindications, they can be an effective alternative or complement to systematic medication in polymedicated patients. Although they are an alternative to reduce pain, their side effects are more frequent in chronic administration than punctual and more serious in self-medication. Finally, a multitude of medicinal plants including the bark of the stem, roots and leaves as well as their extracts are widely used orally and by massage in the world. The use of these different elements weakens the plant species by reducing the viability and the renewal of the species. The treatment of back pain in Africa is poor and lacks precision.

Keywords: Musculoskeletal disorders, medicinal plants for pain relief, low back pain, non-specific chronic pain, massage

Introduction

L'Organisation Mondiale de la Santé définit la santé comme « un état de complet bien-être physique, mental et social, qui ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité » (OMS, 2006). Malheureusement la vie quotidienne et/ou professionnelle de l'individu engendre des déséquilibres provoquant ainsi des maladies. L'une de ces dernières constitue les troubles musculo-squelettiques (TMS), ou les traumatismes de l'appareil locomoteur humain qui représentent de nos jours un problème de santé publique au plan mondial (Louw *et al.*, 2007). Ces pathologies surviennent généralement lorsque la charge de travail mécanique est supérieure à la capacité fonctionnelle des différents constituants de l'appareil musculo-squelettique (Hoy *et al.*, 2010). En effet, les activités quotidiennes obligent la plupart des êtres humains à adopter, de façon prolongée et répétitive, des postures qui entraînent à court, moyen et à long terme des TMS. Ainsi, à travers le monde, environ huit personnes sur dix ont souffert au moins une fois dans leur vie de douleurs rachidiennes (Hoy *et al.*, 2012). De même, en Afrique, plus de la moitié de la population active souffre de lombalgie au moins une fois dans sa vie (Hidalgo *et al.*, 2014 ; Hoy *et al.*, 2012) et même chez les femmes en état de grossesses (Lawani *et al.*, 2013). Une étude réalisée récemment au Nord Bénin, a évalué la prévalence des douleurs chroniques (douleurs ayant durée trois mois ou plus) à 31,9% et par ricochet les a définies comme un véritable problème de santé publique (Adoukonou *et al.*, 2014).

La douleur, en général, selon l'Association Internationale pour l'étude de la douleur (IASP), est une « expérience désagréable, sensorielle et émotionnelle, associée à des lésions tissulaires réelles ou potentielles ou décrite en ces termes » (Fontaine *et al.*, 2015). L'Association québécoise de la douleur chronique définit en 2009 la douleur chronique comme étant « caractérisée par une douleur locale ou diffuse récurrente qui persiste pendant des mois, voire des années » (Association Québécoise de la Douleur, 2016). Elle peut survenir à la suite d'un accident, d'une maladie, d'une chirurgie, ou d'une infection, et dure au-delà de la période normale de guérison. Les troubles musculo-squelettiques y compris la lombalgie chronique non spécifique constituent, entre autres, les principales causes de douleur de l'appareil locomoteur humain. Ce dernier est défini comme une douleur fixe de la région lombaire évoluant depuis plus de trois mois. Elle s'accompagne d'un déconditionnement physique, et fréquemment d'une désocialisation progressive et constitue en fait un syndrome multidimensionnel, comportant une forte composante psychosociale. La thérapeutique doit associer antalgiques (à court terme) mais surtout lutte contre le syndrome de déconditionnement par divers programmes de rééducation active, et prise en charge des facteurs psychosociaux (thérapie cognitive ou comportementale) voire professionnels (Verbunt *et al.*, 2003).

En fait, la douleur chronique persiste malgré l'absence de lésion ou de processus traumatique. Par conséquent, l'incapacité à se mouvoir engendre des arrêts de travail parfois répétés ou prolongés souvent accompagnés de retombés psychologiques et sociales (Hoy *et al.*, 2010 ; Manek et MacGregor, 2005). Cette tendance observée au plan mondiale n'épargne aucun domaine d'activités. En outre, de nombreux traitements pharmacologiques et physiques sont disponibles (Quiroz *et al.*, 2014). Toutefois, l'efficacité limitée de ces thérapies médicamenteuses impose une prise en charge pluridimensionnelle, pluridisciplinaire et onéreuse des douleurs. La prise en charge des douleurs de l'appareil locomoteur humain, en biomécanique, s'effectue entre autres, à travers des actions telles que les activités physiques adaptées, la rééducation fonctionnelle, la physiothérapie et la massothérapie. De plus, les traitements médicamenteux présentent souvent des effets secondaires. Le recours à d'autres solutions alternatives s'avère indispensable. Pourtant, vu les effets secondaires de plus en plus sévères induit

par la prise d'antalgiques et le coût élevé de la prise en charge multidimensionnelle et multidisciplinaire des lombalgies chroniques non spécifiques en médecine moderne, une prise en charge à titre gracieux ou faible coût incluant le massage avec des pommades formulées à partir d'extraits de plantes initialement utilisés par la population rurale pour atténuer la douleur dans la prise en charge traditionnelle des lombalgies et douleurs chroniques de l'appareil locomoteur humain s'avère nécessaire.

Méthodologie

Une recherche dans Google Scholar, Science Direct et Pubmed a permis de sélectionner les références bibliographiques à partir des mots clés suivants : « L'appareil musculosquelettique », « les douleurs musculosquelettiques chroniques non spécifiques », « La prise en charge », « lombalgie chronique non spécifique » en anglais et en français de 2019 à 2021. Ces mots ont été utilisés individuellement ou combiné lors des recherches. Les articles abordant les douleurs spécifiques ont été exclus. Un filtrage des articles sur la base de leur résumé ou du contenu entier des articles a été opéré pour retenir les articles pertinents. Ainsi, 166 d'articles ont été retenus dont 146 provenant de google scholar, 15 de science direct et 49 de pubmed.

Rappel anatomique

Le corps humain dispose de certaines données de base qui définissent son anatomie. En effet, des dysfonctionnements sur l'appareil locomoteur humain, en particulier sur le rachis lombaire, engendrent des traumatismes dont les plus complexes du point de vue gestion et prise en charge sont celles n'ayant aucun lien avec des maladies spécifiques. Ces traumatismes dits non spécifiques sont le plus souvent expliqués par les activités menées par les sujets atteints et leur morphologie. Il est question de façon spécifique, dans cette section de faire un rappel anatomique de l'appareil locomoteur humain et de présenter les troubles non spécifiques et leurs prises en charges.

L'appareil locomoteur humain encore appelé système musculo-squelettique ou ostéo-musculaire est un ensemble d'organes qui confère, aux humains, la capacité de se déplacer. Il est composé des os, des muscles, des cartilages, des tendons, des ligaments, des articulations et de tout autre tissu conjonctif (Hoy *et al.*, 2012). Ainsi, le système musculo-squelettique est constitué du système osseux, du système articulaire et du système musculaire, trois sous-systèmes, le tout protégé par une enveloppe qu'est la peau. Cet ensemble confère à l'être humain une morphologie dont la diversité définit les morphotypes.

Système osseux ou squelette

Structuration générale du système osseux humain

Le système osseux ou squelette humain est constitué, chez l'adulte, de 206 os supportés par un réseau de ligaments, cartilages et tendons qui s'interconnectent. Le squelette forme la charpente du corps, protège les organes internes, sert d'attache aux muscles, stocke des sels minéraux en particulier le calcium et le phosphore et produit des cellules sanguines au niveau de la moelle osseuse. Il joue aussi un rôle protecteur sur l'organisme en stockant certains métaux lourds comme le plomb par exemple. Le système squelettique humain est constitué du squelette appendiculaire et du squelette axial. Le squelette appendiculaire comprend les os des membres supérieurs et inférieurs et les ceintures qui les rattachent au squelette axial. Ce dernier forme l'axe du corps et comprend la tête, le rachis et la cage thoracique (Guay, 2005).

La colonne vertébrale ou rachis est une structure complexe aux fonctions multiples qui, de ce fait, est soumise à des contraintes antinomiques que l'homme doit réguler pour que toutes les fonctions puissent s'exercer simultanément. Elle est une structure osseuse complexe qui protège la moelle épinière et soutient la tête, le tronc et l'ensemble du squelette humain. Elle permet la mobilité et la souplesse nécessaire au corps humain pour accomplir les activités physiques quotidiennes demandées. Parmi les grandes fonctions de la colonne vertébrale, on peut préciser les trois principales : la protection, le mouvement et la posture (Jaumard *et al.*, 2011).

Rose-dulcina (2019) souligne que s'agissant de la protection, la colonne vertébrale est constituée d'un empilement d'éléments durs, les vertèbres, et d'éléments fibreux et souples, les disques intervertébraux (Figure 1). Les vertèbres sont constituées de deux parties, en avant le corps vertébral et en arrière l'arc vertébral. Ce dernier constitue le canal médullaire que parcourt la moelle épinière protégée par les arcs vertébraux et les ligaments qui lient les arcs osseux en arrière et les corps vertébraux en avant. Pour ce qui est du mouvement, l'empilement alterné d'éléments souples (c'est-à-dire les disques qui représentent 20 à 30% de la hauteur totale de la colonne) et durs (les vertèbres) permet à la colonne d'assurer, avec l'aide de l'ensemble des muscles qui l'entoure, la mobilité du tronc et le positionnement

dans l'espace de l'homme. Le tronc rend l'homme capable de s'adapter à son environnement et à ses activités. Pour assurer ces actions, les muscles du dos présentent des particularités d'endurance et de force.

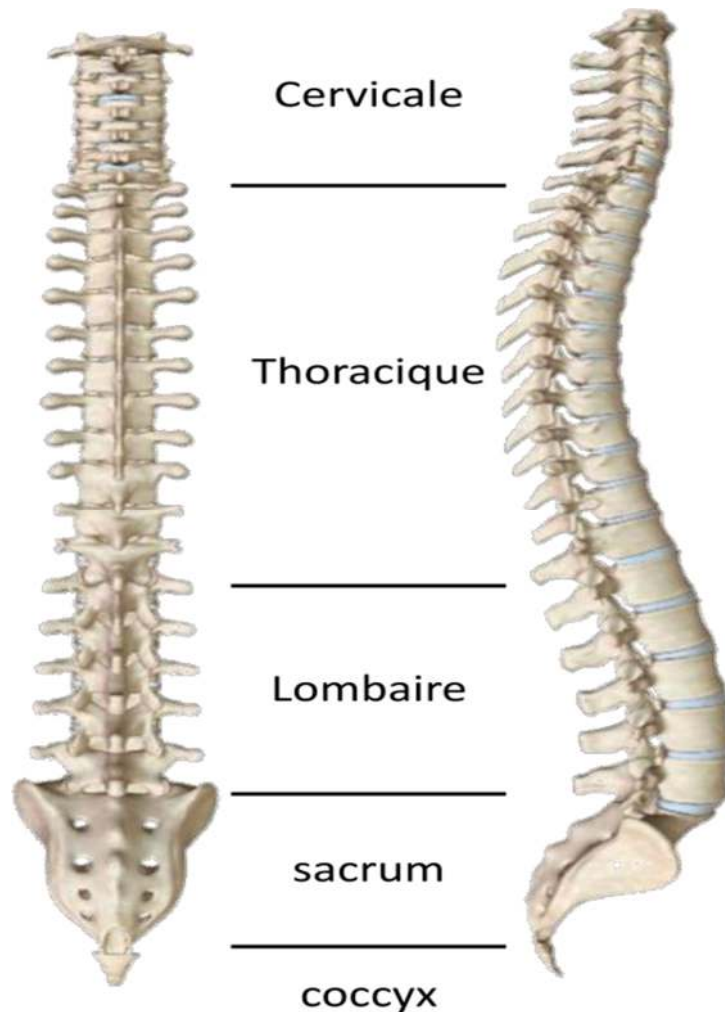


Figure 1. Rachis en vues sagittale et postérieure, une figure générée avec Biodigital, 2018®

Source : Rose-dulcina, 2019

Enfin, concernant la posture, de par sa solidité et les structures musculaires qui l'entourent, la colonne vertébrale permet la position debout. Pour assurer cette action, elle est très robuste à sa partie basse, partie lombaire, constituée de corps vertébraux larges et de disques intervertébraux épais. Ces structures vont progressivement diminuer de volume au fur et à mesure que l'on remonte vers la colonne cervicale. A ce niveau, la colonne ne supporte plus que la tête et son rôle principal est de stabiliser celle-ci et de transmettre au système nerveux central les informations sur la position de la tête. Ces fonctions et les caractéristiques anatomiques de la colonne vertébrale ont des conséquences aux niveaux musculaire et vasculaire. Le rachis est composé des cinq parties suivantes (Rose-dulcina, 2019) : la colonne cervicale ; la colonne thoracique ; la colonne lombaire ; les vertèbres soudées que constituent le sacrum ; le coccyx. Considérant les particularités de la colonne lombaire (sa faiblesse et sa vulnérabilité), sa présentation s'avère nécessaire pour les besoins de prise en charge.

Rachis lombaire

Le rachis lombaire se compose de cinq vertèbres lombaires, dénommées par la lettre L (de L1 à L5). Emilie (2008) a observé que le rachis lombaire fait suite au rachis dorsal (thoracique) et précède le rachis sacré (Figure 1). La région lombaire supporte le poids du tronc et les charges externes. Elle assure l'équilibre de la colonne vertébrale et par conséquent représente un soutien mécanique de l'ensemble du corps humain. Les vertèbres lombaires sont caractérisées par des apophyses transverses, épineuses massives et des angles permettant à décrire les mouvements et les postures de la colonne vertébrale. Elles s'articulent l'une avec l'autre par l'intermédiaire des disques intervertébraux. En général, une vertèbre est une structure osseuse complexe composée de corps

vertébral, d'un trou intervertébral, des apophyses transverses, une apophyse épineuse et des lames vertébrales. Cette vertèbre est presque symétrique dans le plan sagittal. Le disque intervertébral a une forme cylindrique et se compose d'un centre gélatineux appelé noyau pulpeux, d'un anneau fibreux et des couches de cartilages. Il permet de supporter et distribuer les contraintes mécaniques externes. Leurs formes géométriques et leurs rôles varient suivant les régions thoraco-lombaires. À la région cervicale, la hauteur des disques est presque uniforme et elle diminue légèrement du haut vers le bas jusqu'à la sixième vertèbre thoracique et par la suite elle augmente graduellement vers le bas et atteint la plus grande dimension dans la région lombaire. Ainsi, les mouvements du rachis sont possibles grâce à l'existence d'un système articulaire complexe, le segment articulaire rachidien, unité fonctionnelle constituée par ce qui suit (Jaumard *et al.*, 2011) :

- Le complexe disco-corporal ou disco-somatique (ensemble formé par le disque et les deux corps vertébraux) ;
- Les articulations inter-apophysaires postérieures, avec une orientation des facettes articulaires plutôt sagittale au niveau lombaire, jouant un rôle de butées en rotation axiale (en L5-S1, les facettes articulaires sont plus frontales qu'aux étages lombaires supérieurs, de façon à s'opposer au glissement antérieur de L5 sur le plateau sacré) ;
- Les ligaments intervertébraux. Ils agissent comme un système de rigidification et de serrage.

Système articulaire

Structure générale du système articulaire humain

Les articulations établissent la connexion entre les os du corps qui relient le système squelettique en un ensemble fonctionnel (McMillan *et al.*, 2020 ; William et Whiting, 2006). Certaines articulations, telles que le genou, le coude et l'épaule, sont autolubrifiantes, presque sans frottement, et sont capables de résister à la compression et de supporter des charges lourdes tout en exécutant des mouvements fluides et précis (McMillan *et al.*, 2020). D'autres articulations, telles que les sutures entre les os du crâne, autorisent très peu de mouvements (uniquement lors de la naissance) afin de protéger le cerveau et les organes des sens (McMillan *et al.*, 2020). Les articulations peuvent être classées suivant leur structure et leur fonction, quoique les deux types de classifications puissent se chevaucher.

La classification structurelle est déterminée par la façon dont les os se connectent les uns aux autres (Cooper *et al.*, 2015). Elle est basée sur la présence ou l'absence d'un espace entre les os (cavité synoviale) et le type de tissu conjonctif unissant les os ensemble (Tortora et Derrickson, 2018). Les articulations fibreuses, les articulations cartilagineuses et les articulations synoviales sont les articulations distinguées.

La classification fonctionnelle est déterminée par le degré de mouvement entre les os articulés (Cooper *et al.*, 2015). Ainsi, -i- les synarthroses ou articulations immobiles, -ii- les amphiarthroses ou articulations peu mobiles et -iii- les diarthroses ou articulations mobiles sont toutes des articulations synoviales, sont les trois types d'articulations fonctionnelles qui existent. Toutefois, ont diverses formes et permettent des mouvements variés.

Structure articulaire du rachis lombaire

Le rachis lombaire est la partie de la colonne vertébrale articulée avec le sacrum en bas et le rachis thoracique en haut. Il est constitué des articulations T12-L1, L1-L2, L2-L3, L3-L4, L4-L5, L5-S1 et supporte le poids de la partie axiale du corps. Plus volumineuse que les autres vertèbres, la vertèbre lombaire est constituée d'un corps vertébral, de deux lames qui se réunissent pour donner naissance à une apophyse épineuse, les apophyses transverses, le pédicule qui réunit l'arc postérieur au corps vertébral, l'apophyse articulaire supérieure qui se dresse au bord supérieur de la lame à sa jonction avec le pédicule et l'apophyse articulaire inférieure, de tous les vertèbres (Jaumard *et al.*, 2011 ; Lemaire, 2015).

Articulations des corps vertébraux : Le corps des vertèbres lombaires est beaucoup plus volumineux que celui des autres vertèbres, plus étendu dans le plan frontal et prend un aspect réniforme. Le foramen vertébral est petit et triangulaire. L'articulation entre deux corps vertébraux adjacents est constituée par les deux plateaux des vertèbres adjacents réunies entre eux par le disque intervertébral. Il est attaché par les ligaments vertébraux communs antérieurs et postérieurs qui se trouvent tout au long du rachis. La colonne lombaire présente des disques très épais notamment au niveau de la L4 - L5 et L5 - S1, où les disques ont l'épaisseur de la moitié d'une vertèbre lombaire, ce qui peut être à la base de conflits discoradiculaires. Les foramens intervertébraux par lesquels sortent les racines spinales sont limités en

haut et en bas par les pédicules vertébraux et surtout aux disques intervertébraux (Jaumard *et al.*, 2011 ; Lemaire, 2015 ; Viel, 1989).

Articulations des arcs vertébraux : Les arcs vertébraux postérieurs sont réunis par des articulations, appelés zygapophysaires qui sont des articulations entre les apophyses articulaires supérieure et inférieure des vertèbres adjacentes. Au niveau lombaire, les apophyses articulaires supérieures regardent à l'intérieure en dedans et inversement pour les apophyses articulaires inférieures. Ainsi les articulations zygapophysaires lombaires sont de types trochoïdes en forme de pivot. Les différentes orientations de ces apophyses articulaires vont déterminer le degré et l'axe de mouvement de la région lombaire. Il s'agit des mouvements de flexion et d'extension mais très peu de rotation (Alonso *et al.*, 2017 ; Lemaire, 2015 ; Viel, 1989).

Système musculaire

Présentation du système musculaire humain

Le corps humain possède 656 muscles qui sont indispensables aux déplacements du corps dans l'espace ainsi qu'à la motricité de certains viscères. Un tissu musculaire typique est composé de cellules musculaires elles-mêmes contenant des filaments protéiques d'actine et de myosine qui glissent les uns sur les autres, produisant une contraction qui modifie à la fois la longueur et la forme de l'unité contractile qui est le sarcomère et par conséquent de la cellule. Les muscles fonctionnent pour produire de la force et du mouvement. Ils peuvent prendre différentes formes en rapport avec la fonction qu'ils remplissent (muscles longs, les muscles plats et les muscles annulaires). Les muscles lisses et les muscles striés sont les deux catégories de muscles qui existent.

Les muscles lisses (viscéraux) permettent la mobilité des organes internes dont ils constituent les parois (Exemple : la vessie, les intestins). Leur contraction est involontaire, et dépend du système nerveux autonome. Encore appelés muscles squelettiques, les muscles striés sont des muscles dont les extrémités s'insèrent sur le squelette par l'intermédiaire des tendons. Ils sont revêtus d'un tissu conjonctif dense appelé l'épimysium qui ancre le tissu musculaire aux tendons, à chaque extrémité du muscle. Il protège également les muscles du frottement contre d'autres muscles ou l'os. L'épimysium englobe de multiples faisceaux, contenant eux-mêmes 10 à 100 fibres musculaires. Les faisceaux sont eux recouverts de pérmysium qui permet le passage des nerfs et de la circulation sanguine. Ils sont à l'origine des mouvements volontaires. Les tendons forment la liaison entre le muscle et l'os (El Khoury, 2017).

La contraction musculaire (figure 2) se fait sous l'effet de l'adénosine triphosphate (ATP) qui en s'associant à la myosine rompt les ponts d'actine/myosine (figure 3). L'ATP est ainsi hydrolysé en ADP (adénosine diphosphate) grâce à une enzyme et génère de l'énergie nécessaire pour permettre à la myosine de se dissocier de l'actine pour la contraction suivante (Barbero *et al.*, 2019). Un cycle de contraction musculaire est initié par la libération d'ions calcium (Ca^{2+}) due à la fixation d'acétylcholine (neurotransmetteur libéré dans la fente synaptique par les neurones moteurs) sur son récepteur. En s'associant à son récepteur, l'acétylcholine provoque un potentiel d'action à l'origine de l'ouverture des canaux Ca^{2+} et au relâchement des Ca^{2+} des réticulums sarcoplasmiques. Ces ions Ca^{2+} se lient à la protéine troponine qui permet de libérer les sites d'attaches de la myosine sur l'actine facilitant la contraction musculaire. Cette contraction est interrompue suite à l'intervention de l'acétylcholinestérase qui dégrade l'acétylcholine empêchant son association à son récepteur et favorisant le retour des Ca^{2+} dans le sarcoplasme (Schleip *et al.*, 2021).

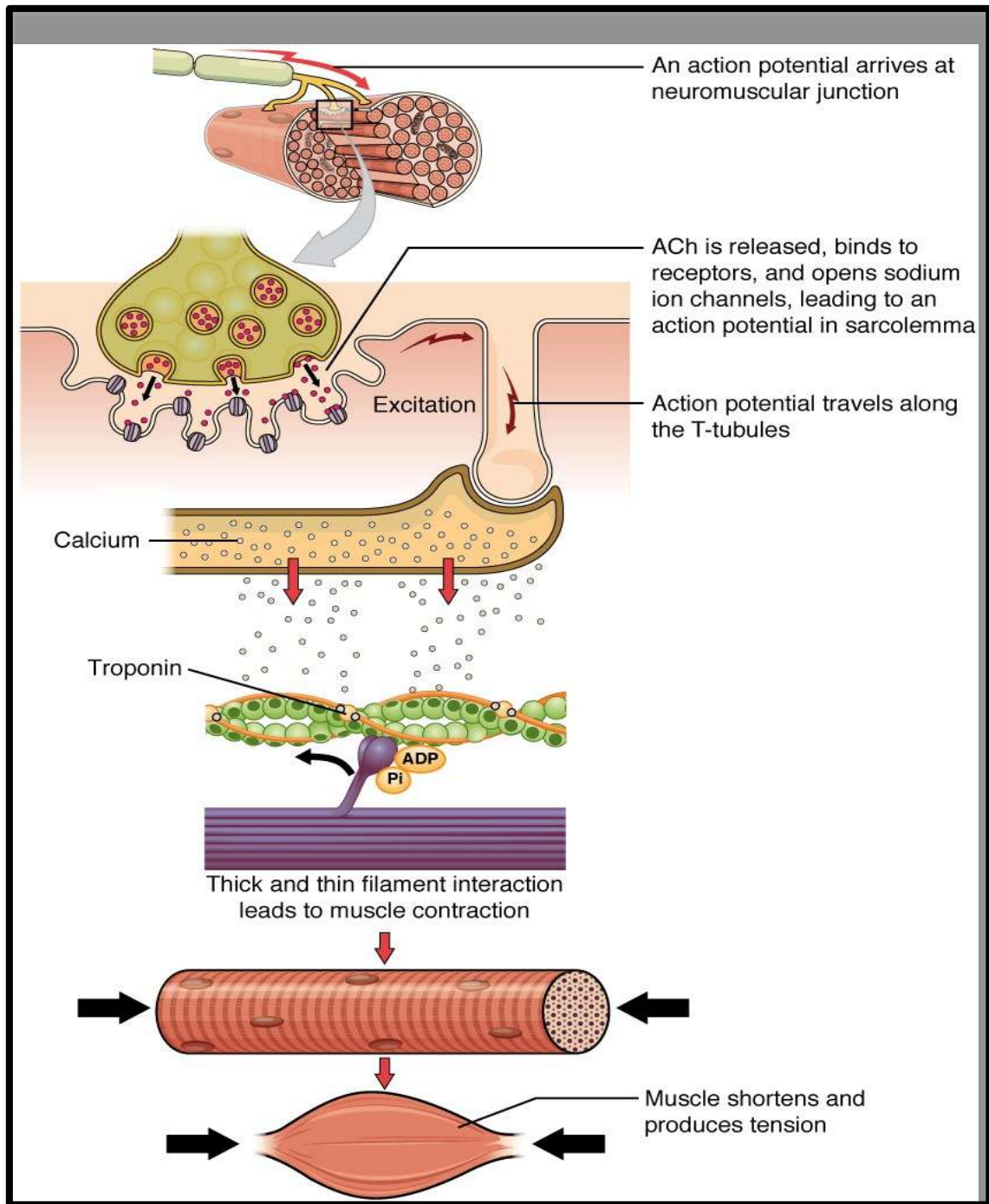


Figure 2. Contraction musculaire

Source : Wikimedia Commons, 2016.

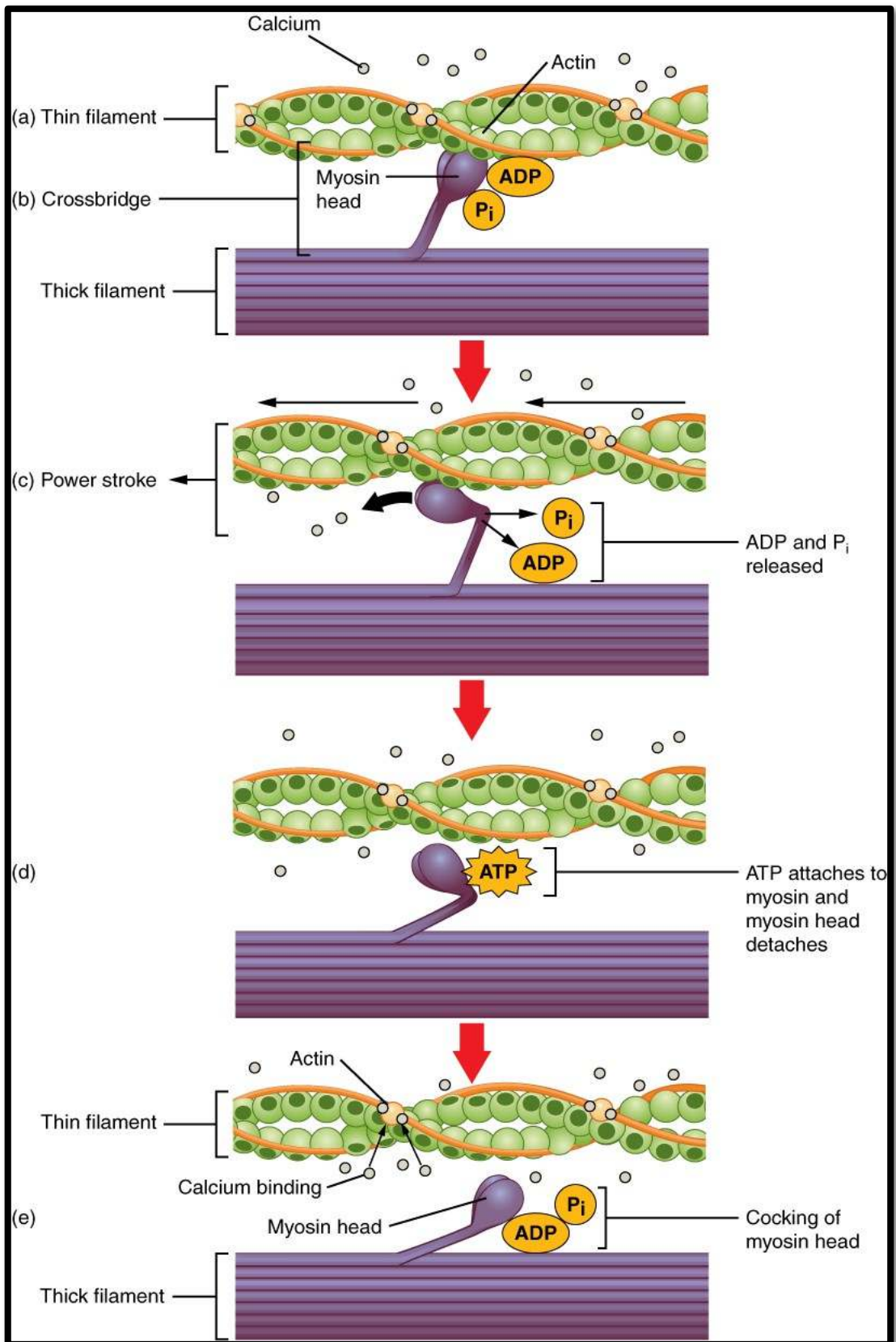


Figure 3. Couplage pont d'actine-myosine.

Source : Wikimedia Commons, 2016.

Des chercheurs ont montré la présence d'autres protéines actives dans le sarcomère et qui ont une part non négligeable dans l'activité des muscles, comme la titine qui va faire l'objet de nos investigations. **La titine ou connectine** : les scientifiques du *Max Delbrück center for molecular*, Berlin, Allemagne comme *Rudolph et al.* (2019) ont suivi le cycle de la titine pour confirmer sa présence dans les muscles striés (muscles squelettiques et cardiaques). Présents dans les actes de l'académie des sciences américaines, Ces travaux ont apporté de nouvelles données sur le développement et le remodelage musculaire, ainsi que de nouvelles perspectives de traitement des troubles musculaires et cardiaques (Wikimedia Commons, 2016). La titine est une protéine élastique et géante ayant une masse moléculaire comprise entre 3.000 et 3.700 kDa ; ce qui fait d'elle la protéine la plus grande du corps humain (*Bang et al.*, 2001). Elle est impliquée dans le contrôle de l'assemblage des protéines sarcomériques qui régule l'élasticité du sarcomère (figure 4).

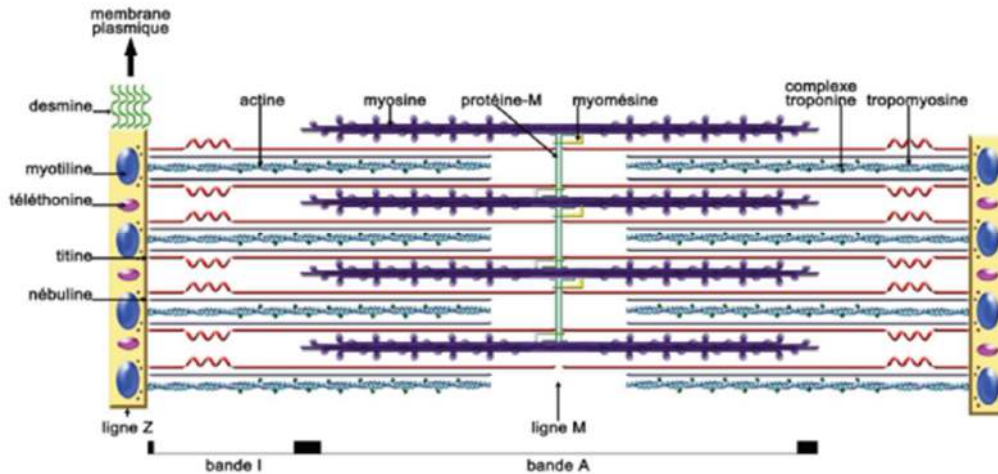


Figure 4. Structure du sarcomère : Représentation schématique de l'organisation des protéines principales du sarcomères

NB : Les filaments d'actines sont ancrés à la ligne Z. L'extrémité N-terminale de la titine est dans la ligne Z et la protéine jusqu'à la ligne M.

Source : Pottecher, 2001

Beaucoup plus présente dans les muscles squelettiques et cardiaques, elle est liée aux filaments de myosine, et s'étend de la ligne Z de la bande I à la ligne M dans la bande H. Elle détient la clé de l'élasticité musculaire par la coordination de son action avec celle de la téléthonine qui permet la stabilité des muscles. Sa fixation et ses interactions avec d'autres protéines musculaires dont l'actine, l'a-actine, la protéine-C, la myoméline, la myosine et la M-protéine, lui permet de contrôler l'intégrité et d'assurer la stabilité mécanique du sarcomère. Par conséquent, la titine est indispensable à la viabilité du sarcomère et sa dégradation affaiblit le muscle. Elle est donc la principale source d'élasticité musculaire en régulant l'élasticité de chaque muscle de notre corps, de manière à ce qu'il fonctionne normalement (*Bang et al.*, 2001 ; *Pottecher*, 2012 ; *Rudolph et al.*, 2019 ; *Taylor et al.*, 2011). Lors du travail musculaire, le déploiement de la titine génère une force capable de s'opposer à la tension d'étirement du sarcomère : pendant la contraction d'un muscle strié, la tension active provient de l'action des filaments minces d'actine sur les filaments épais de myosine et la tension passive résulte de l'extension de la titine (*Granzier et Labeit*, 2004). Les deux protéines sont très solidement liées à échelles nanométriques mais uniquement dans l'axe de la fibre musculaire (*Hackman et al.*, 2002 ; *Itoh-Satoh et al.*, 2002 ; *Taylor et al.*, 2011).

Propriétés et fonctionnement des muscles

Les propriétés musculaires telles que la tonicité, l'élasticité et la rigidité peuvent être mesurées pour représenter l'état fonctionnel du muscle (*Roja et al.*, 2006 ; *Viir et al.*, 2006). Ces mesures peuvent être prises par un outil myométrique portable très récent permettant l'évaluation du tonus, de la raideur et de l'élasticité des muscles, le MyotonPRO (Myoton Ltd, Estonia ; *Loïc*, 2018). Ces trois propriétés expliquent son bon fonctionnement. Car, le tonus musculaire se définit comme étant la tension musculaire passive due aux propriétés viscoélastiques intrinsèques d'un muscle au repos (*Masi et Hannon*, 2008 ; *Simons et Mense*, 1998). Il est indispensable au maintien de l'équilibre, la stabilité et la posture. Le tonus musculaire assure une bonne circulation sanguine dans les muscles et permet d'obtenir une efficacité énergétique du maintien postural avec une légère augmentation des coûts

énergétiques pour une durée prolongée sans fatigue (Gapeyeva et Vain, 2008 ; Masi et Hannon, 2008). Par contre une augmentation du tonus musculaire au-dessus du niveau normal (hypertonie) provoque la compression des vaisseaux sanguins du muscle. Elle perturbe, de ce fait, la circulation sanguine dans le muscle et diminue le volume d'oxygène transporté vers les organes du corps. Elle peut être associée à des douleurs et à une baisse de performances motrices (Gapeyeva et Vain, 2008 ; Kums et al., 2007).

L'élasticité musculaire, quant à elle, est la capacité d'un muscle à retrouver sa forme d'origine après la suppression de l'effet d'une force externe, tandis que la raideur musculaire est sa capacité à résister à la déformation causée par des forces externes (Masi et Hannon, 2008 ; Panjabi, 1992 ; Simons et Mense, 1998). L'élasticité musculaire est importante pour utiliser l'énergie musculaire et augmenter le volume de la circulation sanguine pendant l'effort. Une mauvaise élasticité musculaire entraîne une diminution lente de la tension musculaire pendant l'état de relaxation et, par conséquent, une diminution du volume du flux sanguin. Elle provoque, en outre, une fatigue plus rapide et une vitesse de mouvement limitée (Gapeyeva et Vain, 2008). La vitesse et la facilité du mouvement effectué par le muscle agoniste sont associées à la raideur du muscle antagoniste. L'augmentation de la rigidité des muscles antagonistes nécessite une plus grande force pour l'étirement, ce qui entraîne une plus grande dépense d'énergie et moins de mouvement économique pour les muscles agonistes (Gapeyeva et Vain, 2008). Le mauvais fonctionnement des muscles dû à l'absence de ses trois propriétés peut créer une tension suivie de « nœud de contraction ».

Le « nœud de contraction » encore appelé point gâchette (PG) serait en fait des sarcomères extrêmement raccourcis dans lesquels les filaments d'actine et de myosine seraient engagés au maximum sans relâcher (Travell et Simons, 1992). Bon nombre de mécanismes peuvent causer l'apparition d'un nœud de contraction : des surcharges musculaires intenses, des utilisations répétitives d'un muscle, des microtraumatismes accumulés, des situations stressantes psychologiquement, des désordres viscéraux, des gradients de pression intramusculaire mal répartis, des contractions musculaires excentriques lorsque non accoutumés en sont quelques exemples (Bron et Dommerholt, 2012 ; Dommerholt et al., 2006 ; Gerwin et al., 2004).

Myologie à l'étage lombaire

Les muscles érecteurs du rachis ou spinaux sont parfois appelés lombaires dans le langage courant (tableau I). C'est un ensemble de muscles profonds du dos qui permettent de soulager la pression des disques intervertébraux. En se contractant, ils diminuent les pressions antérieures exercées sur les disques. Ils participent donc grandement à protéger la colonne. Les muscles spinaux peuvent être liés à des douleurs telles que les lombalgies. Ainsi, il convient d'adopter une posture adéquate lors de vos activités quotidiennes, professionnelles et sportives (PROTRAINER, 2012).

Les muscles spinaux ou érecteurs du rachis ne se limitent pas au bas du dos (figure 5). Ils s'étendent en longueur de part et d'autre de la colonne vertébrale. Leur action sur le changement de posture du tronc implique plusieurs autres muscles dont les obliques, le carré des lombes et les transverses (figure 5). Ainsi, le tableau I, conçu à partir des travaux de divers auteurs (Crézé, 2019 ; Jean-Eric, 2013 ; Sauvannet et Coudert, 1983), résume les informations sur les muscles érecteurs du rachis lombaire.

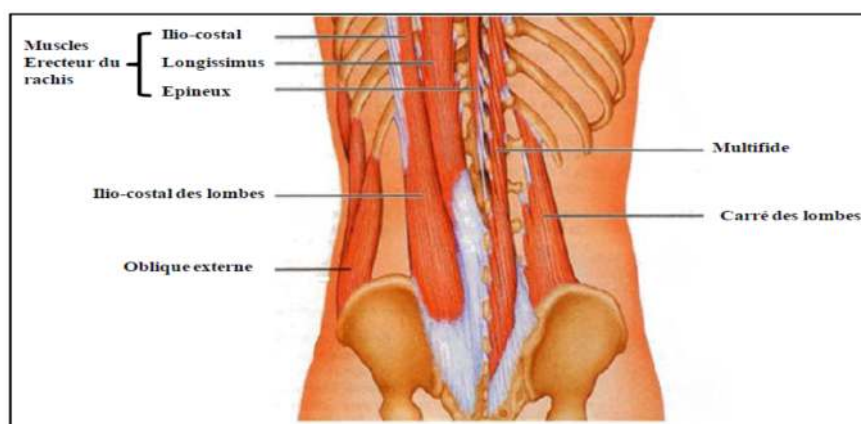


Figure 5. Les muscles lombaires

Source : Jean-Eric, 2013

Tableau I. Description des muscles lombaires

Types de muscles	Muscles	Caractéristiques	Origine	Terminaison	Trajet	Fonction
Muscles érecteurs	Multifidus	Plus profonds, plus larges plus médians des érecteurs du rachis sont situés dans la gouttière vertébrale. Ils s'étendent sur toute la longueur de la colonne vertébrale mais, sont plus développés au niveau de la région lombaire	Processus épineux des vertèbres, au niveau des parties antérieures et postérieures	Processus transverses des vertèbres	Forment un tissage serré, plaqué de part et d'autre du rachis. Le faisceau court est en dehors et en bas tandis que le faisceau long est en dehors et très en bas.	Stabilité du rachis et contrôle de sa stabilité.
	Longissimus	large bande musculaire recouverte par les dentelés postérieurs, il monte en arrière du multifidus et le recouvre	Sacrum, crête iliaque, processus épineux et transverses des cinq vertèbres lombaires. Processus transverses de toutes les vertèbres thoraciques et bord latéral du tubercule des neuf dernières côtes	Processus transverses de toutes les vertèbres thoraciques et bord latéral du tubercule des neuf dernières côtes	Il est vertical. Cette longue bande est large et épaisse en bas, étroite et mince en haut.	Erecteur et extenseur du rachis. Participe à la stabilisation de la charnière costo-transversaire
	Ilio – costal	Le plus latéral et le plus superficiel des muscles spinaux, situé en dehors du long dorsal. Muscle vertical et aplati présentant trois segments : ilio - costal des cervicales, du thorax et des lombes.	Partie lombaire : crête du sacrum et iliaque. Partie thoracique : six dernières côtes.	Partie lombaire : neuf dernières côtes. Partie thoracique : six premières côtes.	Long muscle situé en dehors et en dedans, la partie basse de l'ilio - costal est dense.	Muscle érecteur et extenseur du rachis.
	Epineux	Muscle de la charnière thoraco-lombale. Faisceau le plus médian des muscles érecteurs du rachis, il relie les processus épineux des vertèbres adjacentes.	Des vertèbres L1 à T10, sur les processus épineux.	Des vertèbres T1 à T8, sur les processus épineux.	Trajet vertical, en forme de parenthèse, sauf pour la vertèbre T10.	Stabilisateur de la charnière thoraco-lombale.

Types de muscles	Muscles	Caractéristiques	Origine	Terminaison	Trajet	Fonction
	Interépineux	Réunit les processus épineux entres eux. Il est mince, plat et se situe dans les espaces interépineux, plaqué sur le ligament interépineux. Bien développé sur les cervicales et les lombaires, il est néanmoins absent entre T3 et T11.	Bord inférieur des processus épineux	Bord supérieur des processus épineux	Muscle court, plat, vertical et mono-articulaire	Stabilise la colonne vertébrale et contribue au contrôle de celle-ci, c'est un extenseur du rachis
Autres muscles influençant la mobilité ou la stabilité du rachis lombaire	Intertransversaire	Petits muscles situés entre les processus transverses de deux vertèbres contiguës	Bord inférieur d'un processus transverse	Bord supérieur d'un processus transverse. Muscle absent au thorax	Muscle court, l'intertransversaire est mono-articulaire et vertical	Assure le maintien de la posture en stabilisant les vertèbres adjacentes lors des mouvements de la colonne vertébrale. Ils facilitent ainsi l'action des autres groupes musculaires du dos.
	Obliques interne et externe	Muscles superficiels recouvrant partiellement le transverse avec des fibres obliques. L'oblique externe recouvre l'oblique interne. Les fibres de l'oblique externe présentent un aspect digité.	Oblique interne : partie antérieure de la crête iliaque. Oblique externe : partie inférieure de la cage thoracique (les côtes).	Aponévrose venant se terminer d'une part sur le long cordon fibreux allant du sternum au pubis et d'autre part sur la partie supérieure du tubercule du pubis.	Oblique interne : oblique en haut et en dedans. Oblique externe : oblique vers le bas et dedans.	Flexion, inclinaison et rotation du tronc sur le bassin et vice versa.
	Carré des lombes	Muscle érecteur plus profond avec des faisceaux dirigés vers le haut.	Partie postérieure de la crête iliaque.	12ème côte (T12).	Vertical avec des faisceaux prenant insertion sur les sommets des processus transverses des	Inclinaison homolatérale du tronc sur le bassin.

Types de muscles	Muscles	Caractéristiques	Origine	Terminaison	Trajet	Fonction
					vertèbres lombaires.	
	Transverse	Muscle profond à fibres horizontales recouvrant le carré des lombes.	Sommets des processus transverses des vertèbres lombaires.	Ligament inguinal. Nappe aponévrotique reliée à l'orifice inférieure de la cage thoracique.	Transversal avec des faisceaux s'attachant sur la crête iliaque et sur tout l'orifice inférieur de la cage thoracique.	Stabilisateur de la colonne lombaire. Pas de rôle moteur.
	Psoas	Muscle pair et symétrique qui s'étend de chaque côté des vertèbres lombaires. Son innervation est assurée par des filets issus des premiers nerfs lombaires.	D12 à L5 sur les processus transverses.	Partie antérieure de la cuisse au niveau du petit trochanter du fémur.	Il est oblique vers le bas et l'avant jusqu'à la sortie du canal inguinal, ensuite il devient oblique vers le bas et l'extérieur.	Fléchisseur principal de hanche, il participe à la flexion et la latéroflexion lombaire et contribue à sa stabilité.

Sources : PROTRAINER, 2012 ; Crézé, 2019 ; Jean-Eric, 2013 ; Sauvannet et Coudert, 1983.

Biomécanique du rachis lombaire

En biomécanique, la colonne vertébrale est subdivisée en les systèmes suivants : un système passif composé de vertèbres, de disques et de ligaments ; un système actif formé par les muscles abdominaux et dorsaux qui assurent l'équilibre et la stabilité de la colonne vertébrale. Les mouvements de la colonne vertébrale sont définis par trois plans : plan sagittal, latéral, et horizontal. On distingue les types de mouvements ci-après : le mouvement de flexion sagittal dans le sens antérieur et le mouvement d'extension dans le sens postérieur. Dans le plan latéral, on parle de flexion latérale à droite et à gauche. Le mouvement autour de la direction axiale de la colonne est appelé mouvement de rotation, il est défini comme une rotation des membres supérieurs par rapport à ceux inférieurs.

Les mouvements du rachis lombaire sont caractérisés par la mobilité (analytique et fonctionnelle) et la stabilité. Les mouvements de flexion-extension, d'inclinaison et de rotation constituent la mobilité analytique. Le mouvement de flexion-extension est indispensable à la réalisation des mouvements d'anté et de rétroversion du bassin. Il génère une charge qui se répartit sur les cinq arthrons avec une dominance sur les deux derniers (L4-L5 et L5-S1) qui sont les plus mobiles (Lumineau, 2013). En station érigée, les muscles extenseurs freinent le mouvement de flexion induit par la pesanteur tandis que les abdominaux agissent lors du décubitus dorsal. L'extension en station érigée et procubitus est assurée par les muscles érecteurs du rachis. L'état de ces érecteurs diffère entre un sujet sain et un patient lombalgique, chez qui l'on observe une perte de force et une contracture (Bhanot *et al.*, 2018)

L'inclinaison intègre une rotation automatique se faisant du côté de la convexité (Le Roux et Desmarests, 1994). En station debout, la pesanteur agit sous le contrôle excentrique des antagonistes controlatéraux et notamment le carré des lombes (Lumineau, 2013). Les rotations s'évaluent entre 5° et 10°. Elles intègrent d'une part une inclinaison latérale du fait de la conformation cunéiforme des disques et d'autre part elles créent un cisaillement au niveau discal et sont contre indiquées en amplitude extrêmes notamment pour des disques fragiles. Les fibres des obliques abdominaux (internes et externes) sont les principaux responsables de ces mouvements (Lumineau, 2013).

La région lombaire étant intimement liée au bassin est appelé complexe lombo-pelvi-fémoral notamment pour les mouvements de flexion et d'extension. En effet, l'antéversion du bassin entraîne l'extension des lombes alors que la rétroversion a pour conséquence la flexion du rachis lombaire (Lumineau, 2013). La stabilité est le mot clé du rachis lombaire. Elle est permise par l'encastrement des vertèbres, la limitation des mouvements par encaissement entre les côtes et le bassin, les muscles profonds formant une masse commune et les muscles superficiels essentiellement aponévrotiques. Dans le plan frontal la stabilité passive est permise par la largeur des corps vertébraux alors que la partie aponévrotique du système musculaire, les faisceaux musculaires intertransversaires, les quatre colonnes du rachis ainsi que le carré des lombes constituent la stabilité active. Dans le plan transversal, l'encastrement des vertèbres par la position des processus articulaires postérieurs et l'action bilatérale des composantes obliques des différents muscles de la région lombaire gèrent un équilibre rotatoire de maintien en position neutre (Sauvannet et Coudert, 1983). Dans le plan sagittal le fort plaquage aponévrotique des grands dorsaux et les ligaments axiaux contribuent passivement à la stabilité du rachis lombaire. Au niveau actif, les muscles postérieurs (érecteurs du rachis), mêlés, compacts et aponévrotiques, assurent un travail de maintien efficace. De plus, avec la co-contraction des muscles antérieurs (dont les psoas), ils assurent un rôle d'étai, verrouillant la mobilité lombaire. En effet, ces muscles sont plaqués sur les vertèbres et forment une « poutre composite quasi parfaite » (Sauvannet *et Coudert*, 1983). Cette contraction des deux groupes musculaires permet un ajustement permanent du maintien lombaire autour de la courbure physiologique.

En d'autres termes, le segment lombaire du rachis, est constitué de cinq vertèbres connectées en haut à la zone transitionnelle dorso-lombaire, et reposant en bas sur le socle du sacrum, considéré comme fixe (Viel, 1989). L'analogue mécanique est un tube peu incurvé (figure 6), la pression verticale est supportée par la colonne des articulations inter-corporéales (les disques intervertébraux) et les colonnes des articulations interfacétaires ou « zygapophysies » en langage anatomique moderne. La colonne vertébrale est un support stable (barre homogène). Les déformations font varier la tension de surface de la colonne creuse. La colonne lombaire est comme une colonne creuse dont les tensions de surface varient lorsque l'on s'écarte de l'attitude naturelle (figure 6). Dans la position de lordose moyenne courante, les tensions de surface sont les mêmes tous autour de la colonne creuse. Le changement de position, qu'il s'agisse d'une lordose exagérée ou d'une lordose effacée, résulte forcément en une exagération de tension de surface d'un côté, un écrasement de l'autre (Viel, 1989). Ainsi, il est important de noter que les principales fonctions de la colonne lombaire comprennent le roulement de charge

lourde et la protection de la moelle épinière pendant la locomotion et la flexion/torsion du tronc, offrant une stabilité maximale tout en maintenant une mobilité cruciale du tronc sur les hanches/bassin.

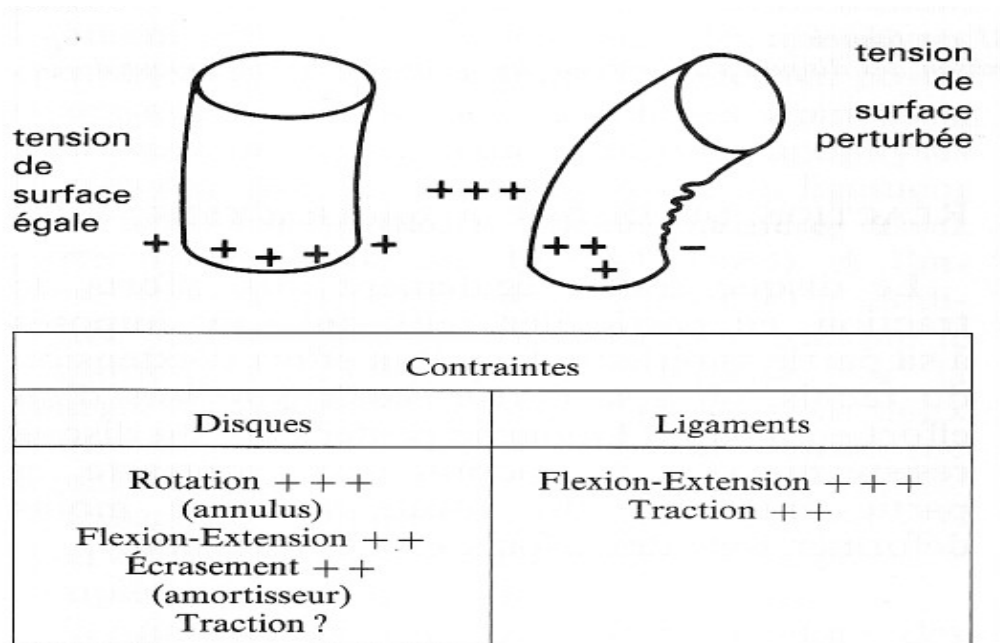


Figure 6. Représentation biomécanique de la colonne lombaire

Source : Viel, 1989

Cette section particulière de la colonne vertébrale doit être la plus résistante en raison des fonctions vitales qu'elle fournit (Boszczyk *et al.*, 2001). Non seulement il a besoin de soutenir tout le poids transféré des sections spinales précédentes (presque tout le corps humain), mais il doit également être en mesure de conserver sa mobilité dans ces conditions intenses. La colonne lombaire, de la flexion à la position droite, peut passer par une fourchette de plus de 50° pour la personne moyenne ($\pm 28,0^\circ$ à partir de 0° de virage) (Troup *et al.*, 1968). En plus du mouvement de flexion, la rotation devient un facteur important, chaque segment lombaire normal ayant la capacité de subir jusqu'à 7°-7,5° de rotation (Haughton *et al.*, 2002). Lorsque le poids est ajouté à ces conditions, comme se pencher pour ramasser un sac à dos ou un poids du sol, une énorme quantité de stress et de tension est induite dans la colonne lombaire (Granhed *et al.*, 1987).

Enveloppe du corps humain : La Peau

La peau est un organe constituant la membrane externe du corps humain, constitué de trois couches, l'épiderme, le derme et l'hypoderme, et soutenu par un tissu conjonctif (Le Dictionnaire médical de Doctissimo, 2018). Cet organe assure plusieurs fonctions telles que : les fonctions barrières, métaboliques, sensorielles, thermorégulatrices, socioculturelles et immunitaires. La fonction sensorielle est assurée par les différents capteurs disséminés dans les couches cutanées (Burkhalter, 2009). Ces capteurs détectent des stimuli qu'ils soient mécaniques, thermiques ou nociceptifs et les transforment en un signal électrique qui est conduit aux centres corticaux et sous-corticaux où leur analyse et intégration conduit à une réponse adaptée (Rabischong, 2013). La fonction barrière est principalement jouée par l'épiderme qui de par sa propriété semi-perméable empêche la pénétration des microorganismes et des potentielles toxines (Teyssou *et al.*, 1997). L'épiderme est constitué de cinq couches : la couche basale, la couche épineuse, la couche granuleuse, la couche claire et la couche cornée (Dréno, 2009). La plus externe, la couche cornée, influence la pénétration des substances appliquées sur la peau grâce à son épaisseur (Lebrun-Vignes et Chosidow, 2004 ; Pecquet et Pons-Guiraud, 2007). De plus des facteurs externes tels que la température cutanée et les modalités d'application des substances sur la peau impactent la pénétration des substances (Alexia, 2018 ; Amandine, 2008). Ces auteurs ont démontré que l'épaisseur de la couche de produit appliqué sur la peau et la fréquence d'application influence la pénétration des éléments actifs tandis que l'élévation de la température cutanée entraîne une vasodilatation favorisant la réabsorption des actifs dans le sang

ainsi que le passage systémique. Après la pénétration, suivent la perméation et la réabsorption qui conduisent les substances dans la circulation sanguine.

L'hémoglobine, l'oxyhémoglobine, la mélanine et les caroténoïdes sont les quatre chromophores responsables des différentes couleurs de la peau humaine. La mélanine est un pigment naturel de la peau qui protège cette dernière des dommages causés par les UV et est abondante dans les peaux noires et indiennes (Rawlings, 2006). La peau noire garde son degré d'élasticité quelle que soit la variation de son épaisseur suite à son exposition au solaire (Rawlings, 2006). Elle est aussi moins sensible aux allergènes par rapport aux autres types de peau (Rawlings, 2006). L'élasticité de la peau diminuait avec l'âge, tandis que les réticulations du collagène augmentaient avec l'âge. L'âge d'apparition de ces changements a été augmenté chez les sujets ayant un début d'utilisation plus précoce des produits cosmétiques (Rawlings, 2006). En somme, tous les éléments décrits ci-haut définissent les caractéristiques intrinsèques présentes chez tous les hommes. Mais en matière de morphologie, les humains présentent des formes variées et diversifiées, d'où la présentation des morphotypes.

Morphologie du corps humain

Considérée comme un chapitre de l'anatomie actuelle, la morphologie s'occupe de l'étude de la configuration générale du corps humain, donc le résultat de l'interaction des facteurs endogènes (héréditaires) et exogènes parmi lesquelles on retrouve les activités quotidiennes et les pratiques physiques intensives. Elle est aussi définie comme l'étude des formes humaines où le modèle du corps est la résultante de cinq facteurs que sont : le squelette, les muscles, les glandes endocrines, les graisses et l'hérédité dont les interactions définissent le potentiel énergétique dans la réalisation d'efforts physiques. La morphologie d'un sujet est appréciée grâce à la biométrie et à l'anthropométrie {Formatting Citation}, deux approches susceptibles de déterminer la forme d'un corps humain ainsi que son potentiel énergétique. En effet, Sheldon (Sheldon, 1954) largement inspiré par les travaux de Viola et Kretschmer, ouvre une nouvelle perspective prenant en compte la variation continue du corps humain et propose que chaque individu soit classé par morphotype (Endomorphe, Mésomorphe et Ectomorphe) comme indiqué sur la figure 7.

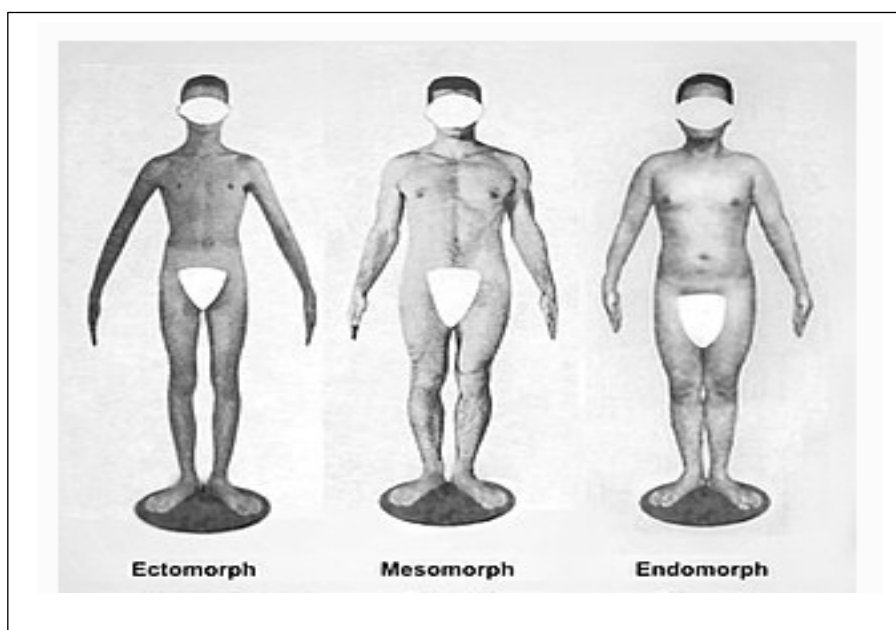


Figure 7. Les Composantes du Somatotype

Source : Sheldon, 1954

Cet indice permet de déterminer le morphotype. Il renseigne les caractéristiques physiques distinctives de chaque morphotype, leur mode d'alimentation et leur régime d'activité physique comme l'entraînement. Ainsi, tout cela est résumé dans le tableau II qui est conçu à partir des résultats obtenus chez divers auteurs (Sheldon, 1954 ; Vandervael, 1980 ; Ferembach *et al.*, 1986).

Tableau II. Caractérisation des morphotypes selon l'indice de de Sheldon

	Ectomorphe	Mesomorphe	Endomorphe
Formule de Sheldon $I = \frac{\text{taille(cm)}}{\sqrt[3]{\text{poids/kg}}}$	I>45	41<I<45	I<41
Caractéristiques physiques	<ul style="list-style-type: none"> - Centre de gravité très haut, membre inférieure très, long ; - Musculature longue et fine ; - Articulations fragiles ; - Épaules et bassin étroits ; - Tronc et visage rectangulaires ; - Faible masse musculaire ; - Muscles secs et tracés ; - Doué pour les sports d'endurance. 	<ul style="list-style-type: none"> - Centre gravité intermédiaire plus musclé et fort que la moyenne, muscle puissant, souple, élastique et équilibré ; - Visage carré et - Epaules larges ; - Corps en X et buste en 'V' ; - Membres longs ; - Ossature et articulations solides (poignets et chevilles épais) ; - Des facilités pour grossir ou maigrir ; - Peut pratiquer tous les sports. 	<ul style="list-style-type: none"> - Centre de gravité bas ; - Visage "rond" ou "carré" ; - Membres inférieures court ; - Ossature épaisse ; - Épaules et bassin larges ; - Masse musculaire importante ; - Musculature ronde et puissante.
Alimentation	<ul style="list-style-type: none"> - Métabolisme rapide et actif, d'où une dépense calorique très forte même au repos ; - Être très calorique ; - Repas, assez riches en glucides ; - Les boissons hypercaloriques à prendre pendant l'entraînement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Métabolisme moyens s'alimente de façon saine et équilibrée ; - Nutrition équilibrée avec un apport en protéines, glucides et lipides adaptés ; - Eviter les graisses ; - Privilégier les protéines pures, des acides aminés et les acides gras essentiels. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tendance à stocker du gras, même en mangeant peu ; - Aspect massif ; - Métabolisme lent ; - Diminue la quantité globale des glucides ; - Limiter la prise de gras.
Entraînement	<ul style="list-style-type: none"> -Privilégier les entraînements courts, intenses et brefs (45 minutes à 01 heure) ; - Ne pas dépasser 3 entraînements par semaine en prise de masse. 	<ul style="list-style-type: none"> - Peut encaisser un gros volume d'entraînement ; - Peut encaisser des fréquences élevées d'entraînements ; - Peut soulever des poids lourds sans gros risques de blessures ; - Ses fibres musculaires sont rapides. 	<ul style="list-style-type: none"> - Faire des efforts de longue durée pour obtenir des résultats ; - Augmenter le nombre de répétitions, de séries, tout en utilisant des poids moyens.

Sources : Sheldon, 1954 ; Vandervael, 1980 ; Ferembach *et al.*, 1986.

Ainsi, contrairement à l'indice de masse corporel (IMC) généralement utilisé pour apprécier la corpulence des individus sans tenir compte des différences morphologiques, l'indice de Sheldon permet d'apprécier la silhouette des individus. En d'autres termes, il est un outil de catégorisation des individus à partir des silhouettes. En gros, conçus comme des conséquences de l'activité humaine sur le corps, les morphotypes sont à même d'engendrer des pathologies sur l'appareil locomoteur humain.

Bref aperçu de quelques troubles musculo-squelettiques chroniques non spécifiques

Les troubles musculo-squelettiques (TMS) des membres et de la colonne vertébrale (figure 8) sont des maladies douloureuses des tissus mous péri articulaires (muscles, tendons, vaisseaux, etc.) et des nerfs périphériques qui sont causées par une surcharge professionnelle (Hagberg *et al.*, 2006).

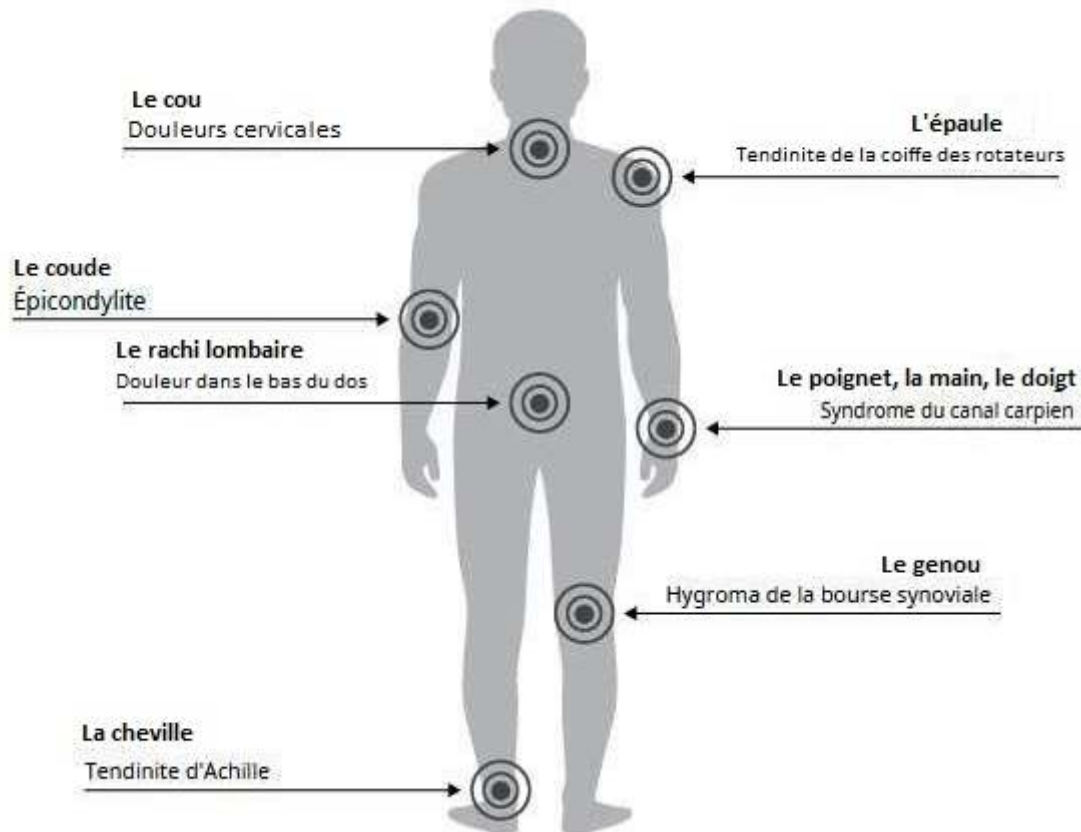


Figure 8. Troubles musculo-squelettiques

Source : Roquelaure, 2018

Les TMS rendent inconfortables les personnes atteintes dans l'exécution de leur travail et détériorent la qualité de leur vie. Dans leurs manifestations les plus graves, les personnes atteintes éprouvent des difficultés à conserver leur emploi et sont exposées à un risque d'incapacité professionnelle de longue durée (Roquelaure, 2018). La littérature scientifique montre clairement que les TMS ont une genèse multifactorielle qui va bien au-delà des facteurs biomécaniques (exigences physiques, travail répétitif, positions inconfortables, vibrations) et des facteurs individuels (âge, taille, poids, antécédents médicaux) et inclut les facteurs psychosociaux au travail (Fassier *et al.*, 2014 ; Roquelaure, 2018). On parle de TMS non spécifiques lorsqu'ils sont moins bien caractérisés en termes cliniques (Roquelaure, 2018). Ces atteintes sont retrouvées sous différentes dénominations telles que troubles musculosquelettiques (TMS), lésions attribuables au travail répétitif, affections périarticulaires, pathologies d'hypersollicitation. Quoi qu'il en soit, l'acronyme TMS est la dénomination la plus utilisée en France. Cependant, l'absence de consensus concernant la terminologie de ces affections témoigne de la relative méconnaissance des mécanismes mis en jeu lors de l'apparition de ces maladies (Cuny-Guerrier *et al.*, 2015). Les formes symptomatiques de TMS non spécifiques sont généralement des syndromes impliquant des douleurs localisées dans une zone anatomique comme le cou (douleur cervicale), l'épaule (douleur scapulaire), le coude (douleur épicondylienne), le dos (dorsalgie), du bas

du dos (douleur lombaire), le genou (hygroma de la bourse synoviale) ou la cheville (tendinite d'Achille) (Boocock *et al.*, 2009 ; Huisstede *et al.*, 2007 ; Van Eerd *et al.*, 2003).

Les douleurs cervicales englobent la **cervicalgie posturale** qui est provoquée par une mauvaise position, au travail le plus souvent due à de mauvaises postures répétées quotidiennement ; et le syndrome du "**text-neck**", douleurs cervicales dues aux mauvaises positions de la tête lors de l'utilisation de smartphones (David *et al.*, 2021). Les douleurs scapulaires englobent la capsulite rétractile, la tendinite, la bursite et le syndrome de la coiffe des rotateurs. La capsulite rétractile est caractérisée par des raideurs et douleurs chroniques de l'épaule survenant sans qu'il y ait lésion importante. Les tendinites et bursites désignent l'inflammation d'un tendon ou d'une bourse séreuse respectivement dans l'épaule. Le tendon sus-épineux et le tendon long du biceps sont particulièrement vulnérables. La capsulite rétractile est causée par l'immobilisation prolongée soit par suite du port prolongé d'une écharpe, soit par suite de la non-utilisation de l'articulation à cause d'une douleur dans le bras. Les tendinites et bursites sont causées par le surmenage ou des microtraumatismes dus à des mouvements répétés. Le syndrome de la coiffe des rotateurs est une douleur et une diminution de fonction de l'épaule par suite d'une inflammation et d'un affaiblissement des muscles de la coiffe des rotateurs. Le syndrome est causé soit par un mouvement violent ou répétitif au niveau de la coiffe des rotateurs, soit par une déchirure traumatique complète du tendon sus-épineux.

La dorsalgie peut être définie comme toute douleur ressentie entre des lignes horizontales passant par T1 et T12. L'association avec une cervicalgie (cervico-dorsalgie) est relativement fréquente (Hoy *et al.*, 2010). D'après la Haute Autorité de Santé (2015), la lombalgie chronique se caractérise par une douleur de la région lombaire évoluant depuis plus de trois mois avec une éventuelle irradiation dans la fesse, la cuisse et la crête iliaque. Divers travaux différencient la lombalgie chronique en lombalgie chronique non dégénérative ou spécifique ou secondaire et la lombalgie non spécifique englobant la lombalgie chronique dégénérative et la lombalgie chronique sans relation retenue avec des lésions anatomiques (Fournier, 2015 ; Haute Autorité de Santé, 2015).

Douleur

Généralités sur la douleur

La douleur est définie comme une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable associée à un dommage tissulaire réel ou potentiel ou décrit en termes d'un tel dommage (Fontaine *et al.*, 2015). Autrement dit c'est « Une expérience sensorielle et émotionnelle et désagréable associée ou ressemblant à celle associée à une lésion tissulaire réelle ou potentielle » (Raja *et al.*, 2020). Cette définition permet de considérer les dimensions sensorielles, affectives, émotionnelles et comportementales de la douleur qui doit être ainsi appréhendée de manière globale et personnalisée pour aboutir à un projet thérapeutique adaptée. Ainsi, il est un phénomène neurophysiologique complexe, multidimensionnel, subjectif et propre à chacun (Acapo *et al.*, 2017). Parmi les différentes méthodes existantes pour évaluer la douleur, les suivantes peuvent être citées : l'Echelle Visuelle Analogique (EVA) ; l'Echelle Verbale Simple (EVS) ; l'Echelle Numérique (EN). Les causes de la douleur sont multiples et elles englobent des maladies inflammatoires et dégénératives des articulations et de la colonne vertébrale, ainsi que des maladies osseuses, métaboliques, infectieuses et néoplasiques (Aeschlimann, 2014). La douleur aiguë et la douleur chronique sont les deux types de douleur à distinguer la douleur aiguë est un signal d'alerte, en général d'intensité forte et relevant, pour une grande partie d'entre elles, de l'urgence. Elle est définie comme durant moins de trois mois et assimilée à un symptôme. Contrairement à une douleur persistante de plus de trois mois qui elle est dite « chronique ». Elle est d'intensité moyenne mais lancinante. Son omniprésence entraîne une souffrance physique et psychique au quotidien. Elle peut être à l'origine d'une exclusion sociale, ou professionnelle (Autorité de santé, 2009). On la considère alors comme une maladie à part entière. La douleur peut avoir diverses origines telles que les suivantes :

- la douleur par excès de nociception due à une stimulation anormale des nerfs périphériques nociceptifs.
- la douleur neuropathique, conséquence d'une lésion nerveuse ou tissulaire modifiant le processus de transmission de l'information et de son contrôle (Bouhassira *et al.*, 2005) ;
- la douleur d'origine psychogène peut être la manifestation somatique d'un trouble émotionnel comme la dépression ou l'anxiété (Ferragut, 2003) ;
- la douleur d'origine idiopathique, sans réelle cause apparente car ses mécanismes physiopathologiques n'ont pas été clairement identifiés, est souvent associée aux troubles psychologiques sans pour autant être systématique (Jubert, 2015).

Transmission de la douleur

L'existence de ces différents systèmes de contrôle suggère qu'un message nociceptif, transmis aux centres supra spinaux, peut engendrer deux types de douleurs par des mécanismes différents ci-après (Boureau *et al.*, 1992) :

- soit des douleurs par excès de nociception liées à une hyperactivité des fibres nociceptives de petit calibre dont l'activité est telle qu'elle ne peut pas être bloquée par les fibres de gros calibre (les contrôles inhibiteurs tel que le contrôle de porte sont submergés). Ces douleurs sont atténuées par les antalgiques classiques qui réduisent le message nociceptif (non opioïdes, opioïdes faibles et opioïdes forts) donnés par voie générale (per os, parentéral) ou si besoin par voie locale (morphinothérapie intrathécale) ou par l'intervention chirurgicale des voies du nociception ;
- soit des douleurs neuropathiques, consécutives à une lésion ou un dysfonctionnement du système somato-sensoriel induisant une dysfonction des modulations physiologiques du message nociceptif et l'apparition d'hyperactivités anormales chez des neurones ne recevant plus un message sensitif normal (phénomène de désafférentation). Ces douleurs neuropathiques, qui siègent donc dans un territoire où la sensibilité est modifiée (critère diagnostique majeur), sont très peu ou pas sensibles aux antalgiques usuels, mais améliorées par certains anti-épileptiques et certains antidépresseurs, par la neurostimulation transcutanée et la stimulation électrique chronique du système nerveux périphérique ou central.

Prise en charge des douleurs musculo squelettiques

La prise en charge des douleurs se fait généralement soit par voie médicamenteuse, soit par voie non médicamenteuse. Les recommandations américaines, anglaises et canadiennes s'accordent pour préconiser une prise en charge multidisciplinaire (Extracts from the British Pain Society Cancer Pain Management Publication, 2010 ; Kahan *et al.*, 2011 ; Manchikanti *et al.*, 2012).

Prise en charge médicamenteuse

Les antalgies, aussi appelés analgésiques, sont des substances qui visent à lutter contre la douleur. Les sportifs emploient fréquemment le terme « antidouleur » pour désigner les substances antalgiques. D'après le Larousse : « *un antidouleur vise à atténuer une souffrance physique* » (Dictionnaire de Français Larousse, 2018). Dans le domaine de la santé le vocabulaire employé est plus précis. On parle de *médicament antalgique* et de *médicament analgésique*. Ce sont deux termes qu'on utilise très souvent de manière synonyme alors qu'ils n'ont pas exactement la même signification puisque l'analgésie correspond à la suppression totale de la douleur alors que l'antalgie correspond à une diminution de son intensité.

Les antalgiques utilisés pour la prise en charge de la douleur sont classiquement hiérarchisés en non opioïdes et opioïdes, en palier 1, 2 et 3 par l'Organisation mondiale de la santé, et d'autres classifications basées sur le mécanisme d'action ont été aussi proposées (Lussier *et* Cruciani, 2003). Les médicaments non opioïdes comprennent le paracétamol, les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), dont l'aspirine et le néfopam. Les opioïdes dits « faibles » regroupent la codéine, le tramadol et la poudre d'opium sont indiqués dans le traitement symptomatique des douleurs modérées à intenses d'emblée ou lors de douleurs ne répondant pas à l'utilisation des antalgiques de palier 1 (non opioïdes). Les antalgiques de palier 3 (opioïdes forts) sont indiqués d'emblée dans les douleurs très intenses et dans les douleurs modérées à sévères ne répondant pas aux antalgiques de palier 2 (opioïdes faibles). Le changement d'opioïdes est une stratégie thérapeutique visant à remplacer un opioïde fort par un autre dans l'objectif d'améliorer le rapport bénéfice/risque. Elle est indiquée lors d'insuffisance d'analgésie, d'effets indésirables non contrôlés par les traitements symptomatiques dans le but de les diminuer ou d'améliorer la qualité de vie en modifiant la forme galénique ou la voie d'administration (Capriz *et al.*, 2017).

Les anti-inflammatoires non stéroïdiens font partie des médicaments les plus prescrits dans l'inflammation et la douleur musculo-squelettique. Ce groupe de médicaments comprend les AINS conventionnels et les inhibiteurs sélectifs de la cyclo-oxygénase COX-2. Qu'ils soient conventionnels ou non, leur efficacité n'est pas à remettre en cause. Ils agissent mieux que le paracétamol dans la douleur inflammatoire persistante et sont recommandés dans l'arthrose ou lorsque les AINS locaux sont inefficaces. Néanmoins, ces prises en charges à base de médicament non opioïde et les AINS exposent les patients à des effets secondaires potentiellement graves voire mortels (tableau III) qui sont à l'origine de fréquentes hospitalisations (Ickowicz, 2009) incite à les prescrire prudemment.

Tableau III. Effets secondaires des antalgiques ou analgésies ou anti-inflammatoire

Fonctions	Effets secondaires ou indésirables des antalgiques ou AINS
Digestif	Nausées, diarrhées, ulcérations voire perforations de la muqueuse digestive, hémorragies digestives (Boukthir <i>et al.</i> , 2010 ; Wallace, 2013).
Cardiovasculaire	risque thrombotique, rétention hydrique, insuffisance cardiaque, hypertension artérielle (J.-P. Fournier <i>et al.</i> , 2014 ; Goodman <i>et al.</i> , 2011 ; Laharie <i>et al.</i> , 2010 ; Mamdani <i>et al.</i> , 2004; Schjerning Olsen <i>et al.</i> , 2014).
Rénaux	Insuffisance rénale aiguë, d'hypovolémie, altération chronique de la fonction rénale ou une insuffisance cardiaque non compensée, néphropathies interstitielles, syndromes néphrotiques (Lapi <i>et al.</i> , 2013 ; Misurac <i>et al.</i> , 2013 ; Warner <i>et al.</i> , 1999)
Infectieux	infections dentaires, varicelle, zona, pneumopathies, infections ORL, cutanées dermo-hypodermes (Louis <i>et al.</i> , 2006 ; Weng <i>et al.</i> , 2011)
Pulmonaire	La bronchoconstriction (Daham <i>et al.</i> , 2011)
Hématologie	Anémies, thrombopénies, neutropénies et agranulocytoses, éosinophilies, effet antiagrégant plaquettaire {Formatting Citation}
Cutané	Dermatite exfoliatrice, syndromes de Stevens-Johnson et de Lyell, les éruptions diverses, l'urticaire, la Photosensibilisation (Peng <i>et al.</i> , 2011)
Toxicité fœtale	Insuffisance cardiaque, hypertension artérielle pulmonaire, détresse cardiorespiratoire, insuffisance rénale avec oligo- ou anamnios, oligurie ou anurie, lésions histologiques rénales. (Goodman <i>et al.</i> , 2011 ; Malviya <i>et al.</i> , 2013)
Gyneco-Obstetricaux	Fausse couches (Goodman <i>et al.</i> , 2011)
Os	Fragilité des os, risque d'ostéoporose et de fracture (P. E. Fournier <i>et al.</i> , 2008).
Autres	Méningites aseptiques, cystites (non infectieuses, syndromes de Reye, hyperuricémies) (Goodman <i>et al.</i> , 2011)

La polymédication, les comorbidités et les effets indésirables des médicaments augmentent avec l'âge ces vingt dernières années (Guthrie *et al.*, 2011), en dépit des améliorations de prise en charge en gériatrie. Paradoxalement, les antalgiques, en particulier les opioïdes demeurent sous-utilisés, et la douleur insuffisamment traitée (Moustafa *et al.*, 2017). En 1986, l'OMS conscient de la dangerosité de la consommation souvent exagérée des antalgiques ou analgésies ou anti-inflammatoire, les regroupe en trois paliers distincts (palier 1, palier 2 et palier 3) suivant leur puissance d'action antalgique donc en fonction de l'intensité de la douleur ressentie (ou des douleurs ressenties) par le patient (Vergne-salle, 1986). À partir du moment où un antalgique devenait moins efficace voire inefficace, on passait au palier supérieur. En outre grâce à cette classification, une fois l'évaluation de la douleur de son patient faite, le prescripteur peut aisément choisir une molécule adaptée. Il convient aussi de préciser qu'en résumé, un médicament antalgique quel qu'il soit ne traite pas la cause d'une douleur mais bloque le signal transmis jusqu'au cerveau (Roulet, 2019).

Prise en charge non médicamenteuse

Du fait d'une perte d'efficacité à long terme ou en raison des effets secondaires, les antalgiques soulagent moins les patients. Des traitements non médicamenteux peuvent être opposés en complément des traitements médicamenteux et non comme une alternative (Jubert, 2015). Dans le tableau IV est présentée une liste non exhaustive des méthodes non médicamenteuses les plus fréquemment utilisées en pratique. En effet, bien qu'ils soient une aide pour atténuer la douleur, ses effets secondaires sont plus fréquents en administration chronique que ponctuel. Ses effets secondaires sont encore plus graves dans les cas d'automédications.

Tableau IV. Prise en charge non médicamenteuse des douleurs chroniques

Les thérapies Complémentaires et médecine douce	Traitements biologiques / naturels : <ul style="list-style-type: none"> • Homéopathie • Phytothérapie • Vitamines Traitements physiques : <ul style="list-style-type: none"> • Ostéopathie • Massages (pression glissée, pétrissage...) • Cryothérapie, thermothérapie, etc.
Approche psychocorporelles ou comportementales	<ul style="list-style-type: none"> • Relaxation et sophrologie • Hypnose • Art-thérapie • Miroir-thérapie • Méditation • Acupuncture, etc.
La neurostimulation périphérique	L'électrostimulation transcutanée (TENS) est un procédé de stimulation électrique à basse fréquence destinée à renforcer les contrôles inhibiteurs de la douleur.
La chirurgie	<ul style="list-style-type: none"> • Chirurgie destructive (destruction sélective et irréversible des fibres nociceptives) • Chirurgie fonctionnelle (implantation d'un neurostimulateur électrique)

Source : Jubert, 2015

Lombalgie

Généralités

La lombalgie est définie par des douleurs lombo-sacrées à hauteur des crêtes iliaques ou plus bas médianes ou latéralisées avec possibilités d'irradiation ne dépassant pas le genou mais avec prédominance des douleurs lombo-sacrées durant au moins trois mois quasi quotidienne sans tendance à l'amélioration. Il est rapporté par certaines études que 50% à 80% de la population est victime à un moment donné de lombalgies ; ce qui les place en tête des problèmes de santé en termes de fréquence de survenue et 5% à 10% de celles-ci évoluent vers la chronicité (Thomson, 2002). De ce fait, les lombalgies sont un véritable problème de santé publique. D'après la Haute Autorité de Santé (HAS), la lombalgie commune correspond à des douleurs lombaires de l'adulte sans rapport avec une cause inflammatoire, traumatique, tumorale ou infectieuse (HAS, 2009). On estime habituellement, sur la base de la pratique clinique, que la lombalgie commune représente la grande majorité des cas (90%) de lombalgies prises en charge par les professionnels de santé. La lombalgie chronique est également une des pathologies les plus fréquentes dans les pays du nord et les pays du sud. Sa prévalence est estimée à 26,9% (Nguyen *et al.*, 2009) et elle constitue le trouble musculo-squelettique le plus fréquent devant les scapalgies et les cervicalgies (Jousse *et al.*, 2008). La lombalgie chronique est définie comme une douleur fixe de la région lombaire évoluant depuis plus de trois mois (Cherin et de Jaeger, 2011). Cependant, pour certains auteurs, la lombalgie chronique n'est pas une pathologie, mais un symptôme douloureux correspondant à divers mécanismes et étiologies (Cherin et de Jaeger, 2011).

Différentes caractéristiques des lombalgies

Différentes classifications sont proposées, prenant en compte différents éléments. Dans le tableau V sont présentées les différentes caractéristiques des lombalgies. **La durée** : La HAS (Autorité de santé, 2009) propose une classification ci-après selon la durée des symptômes : lombalgie aiguë ; lombalgie subaiguë ; lombalgie chronique ; lombalgie récurrente.

La composante neurologique : Une autre classification est faite (Bussièrès *et al.*, 2008) entre lombalgie avec ou sans composante neurologique. Le tableau visé ici est celui de la « sciatique », la présence de signes neurologiques qui doit obliger le thérapeute à une prise en charge spécifique, voire à une réorientation vers d'autres spécialistes.

Le contrôle moteur : Une autre catégorisation des lombalgies non spécifiques qui introduit la distinction entre les types suivants (O'Sullivan, 2005) :

- Lombalgie non mécanique en lien avec des phénomènes d'hypersensibilisation centrale ou avec des facteurs psycho-sociaux (drapeaux jaunes) ;
- Lombalgie mécanique et perturbation du mouvement de type hypomobilité et/ou douleur ;
- Lombalgie mécanique avec perturbation du contrôle moteur.

Chacun des trois sous-groupes correspondrait à 30% des 90% de lombalgies dites « non spécifiques ». On voit apparaître ici la notion de déficience du contrôle moteur, associée à la notion clinique d'instabilité fonctionnelle du rachis (O'Sullivan, 2005).

Tableau V. Différentes classifications des lombalgies

Classification	Caractéristiques
Selon la durée (HAS)	Aiguë, subaiguë, chronique, récidivantes
Présence de composante neurologique (CLIP)	Lombalgie simple Lombalgie avec composante neurologique Lombalgie avec pathologie rachidienne grave suspectée (drapeaux rouges)
Selon le contrôle moteur (O'Sullivan)	Non mécanique avec hypersensibilisation centrale ou facteurs psychosociaux Mécanique avec hypomobilité et/ou douleur Mécanique avec perturbation du contrôle moteur
Présence de facteurs environnementaux (Maigne)	Rachidien : possibilité d'objectiver l'origine du problème Central : hypersensibilisation d'origine centrale Social : facteurs psychologiques et sociaux péjoratifs
Centralisation des douleurs ou préférence directionnelle (Mc Kenzie)	Dérangement : une direction de mouvement ou de posture peut améliorer rapidement les symptômes Dysfonction : douleur uniquement en fin d'amplitude, « raideur » structurelle Postural : lié au maintien prolongé dans des postures extrêmes Autre : lombalgies spécifiques ou non spécifiques

Source : Maigne, 2009

La présence de facteurs environnementaux et personnels : Une autre classification est proposée par Maigne (Maigne, 2009), dans laquelle les trois groupes suivants sont distingués :

- Groupe rachidien : dans ce groupe il existe une possibilité au moins théorique d'objectiver l'origine du problème, par imagerie entre autres. Une réponse positive aux traitements spécifiques est possible ;
- Groupe central : la topographie est diffuse et la douleur est permanente, il n'y a pas de réponse aux traitements habituels, et pas d'anomalie vertébrale. Les douleurs seraient liées à un dysfonctionnement des voies de la douleur avec une hypersensibilisation d'origine centrale, qui se manifeste par une hypersensibilité diffuse. Les facteurs psychologiques participeraient grandement à ce tableau ;
- Groupe social : ici les douleurs sont dépourvues de logique d'organe. Le patient est incapable de faire face aux exigences de la vie professionnelle ou personnelle.

La centralisation des douleurs ou la préférence directionnelle : une dernière classification est celle de Mc Kenzie (Sagi *et al.*, 2011) et s'intéresse à la réponse symptomatique du patient à des mouvements répétés. Cette classification permet d'aborder tous les aspects de la lombalgie : structurel, biologique, fonctionnel, sportif, éducationnel, neurophysiologique, neurologique, social, psychologique, ergonomique, environnemental.

Prise en charge de la lombalgie

La lombalgie commune est une affection ayant une prévalence élevée. La majorité des coûts est attribuée à une minorité de patients chez qui la douleur devient chronique (Donskoff, 2011). Le traitement et la prévention de la lombalgie représentent des enjeux majeurs de santé publique. La

lombalgie chronique s'accompagne d'un déconditionnement physique, et conduit progressivement à une désocialisation. Ainsi, de nombreux facteurs de risque de passage à la chronicité ont été mis en évidence dans la littérature, dont les plus importants sont des facteurs psychosociaux et psychoprofessionnels. Il est désormais admis que la prise en charge de la lombalgie doit être au mieux multidisciplinaire, prenant en compte l'ensemble des composantes de ce syndrome. La thérapeutique doit associer antalgiques (à court terme), mais surtout lutter contre le syndrome de déconditionnement par divers programmes d'exercice, les écoles du dos et les programmes de restauration fonctionnelle du rachis, et une prise en charge des facteurs psychosociaux (thérapie cognitive ou comportementale) voire professionnels. Les indications de la chirurgie dans la lombalgie chronique isolée restent assez limitées (Cherin *et de* Jaeger, 2011). Cependant, les traitements non médicamenteux offrent de nombreux avantages. Certes, ils présentent peu de contre-indication et peuvent être une alternative ou un complément efficace à la médication systématique chez les patients polymédicamentés. C'est le cas au niveau de la massothérapie.

Massothérapie

Daneau (2018), a souligné que "la massothérapie est la manipulation des tissus mous du corps humain dans le but d'apporter un confort et une détente à l'individu traité. La massothérapie peut procurer une sensation de bien-être général en apportant un état de relaxation du corps, en améliorant le sommeil et en contribuant au relâchement des tensions musculaires, à la diminution de la douleur ainsi qu'à l'augmentation de la circulation sanguine." Elle a évolué dans le temps en fonction des différentes pathologies rencontrées, ce qui a permis le développement de différentes approches à savoir le massage classique (massage suédois), le massage utilisant les doigts et la paume des mains incluant des techniques d'étirement (shiatsu), l'application de pressions au niveau des pieds, des mains et des oreilles qui correspond à différentes parties du corps (réflexologie) et le massage travaillant les muscles en profondeur ou relâchement myofascial (Beaton et Hughes, 2013 ; Tsao, 2007). Les propriétés antalgiques du massage, se prêtent difficilement à l'évaluation scientifique du fait de la multiplicité des modalités d'exécution, du savoir-faire propre au thérapeute et de ses résonances psychoaffectives chez le patient. Certaines pratiques suivantes ont la faveur des physiothérapeutes :

- Les techniques superficielles (pressions glissées, frictions ou pétrissages superficiels) produisent une vasodilatation qui favorise d'une part le mécanisme de régénération et de cicatrisation des tissus lésés et d'autre part la libération des adhérences sous-cutanées. Ce sont des manœuvres douces et mesurées, adaptées à la sensibilité du patient, qui inhibent le message nociceptif par la mise en jeu du contrôle segmentaire localisé (Gate-control). Ce type de massage est utile pour lever les infiltrats cellulalogiques, observés particulièrement chez le patient lombalgie, et lutter contre la douleur liée aux adhérences cicatricielles (Tiidus, 1997) ;
- Les techniques à type d'étirements, de pressions ou de frictions favorisent le relâchement musculaire par stimulation du réflexe myotatique inversé. Elles sont indiquées pour le soulagement des douleurs liées aux contractures musculaires d'origine mécanique et aux point-gâchettes (cordons indurés dont la palpation en un point précis provoque une vive douleur locale ainsi qu'une douleur projetée) ;
- Les manœuvres plus appuyées sur les tendons et les ligaments sont appropriés aux douleurs péri-articulaires et tendineuses (tendinites des épaules et épicondylites en particulier). Par frictions transversales, elles provoquent une hyperthermie mécanique et une mobilisation des tissus lésés, permettant alors de restaurer la mobilité des tissus et d'obtenir un effet sédatif et anti-inflammatoire rapidement appréciés (Stasinopoulos et Johnson, 2004).

En résumé, plusieurs techniques de massages permettent de varier les mouvements du toucher afin d'atteindre les objectifs de chaque type de massage. Les techniques les plus connues sont l'effleurage, la friction, le pétrissage, le palper-rouler, le tapotement, la pression, la vibration (Tiidus, 1997). Rulleau *et al.* (2017), définissent l'effleurage comme une manœuvre superficielle où la main du thérapeute glisse et épouse la forme des téguments ; la pression comme une manœuvre qui peut s'apparenter à la réalisation d'un appui plus conséquent que l'effleurage permettant d'aborder les tissus sous-tégumentaires ; le pétrissage qui consiste en une succession de pression et de dépression soit de manière transversale, soit de manière longitudinale ; le palper rouler qui ressemble au pétrissage avec la particularité que la peau malaxée est roulée de façon continue au niveau de la surface cutanée ; la friction qui consiste en un glissement d'une structure anatomique sur une autre structure anatomique ; la vibration qui est assimilée à un mouvement de pression/dépression intermittent donnant lieu à une variabilité de fréquence de réalisation élevée et une intensité faible et la percussion comme une

manœuvre qui consiste à un impact entre la main ou une partie de la main du thérapeute et la zone à traiter (Rulleau *et al.*, 2017).

Le massage est l'une des techniques recommandées comme adjuvant thérapeutique dans la diminution de la douleur liée aux affections musculo squelettiques. En effet, la massothérapie consiste en des actes réalisés de façon manuelle ou instrumentale, notamment à des fins de rééducation, qui ont pour but de prévenir l'altération des capacités fonctionnelles, de concourir à leur maintien et, lorsqu'elles sont altérées, de les rétablir ou de les suppléer. De même, la réadaptation et la rééducation figurent parmi les stratégies des traitements proposées. Ses principaux objectifs sont le traitement de la douleur et de l'inflammation, la prévention et la limitation des déformations, l'entretien ou la récupération de la mobilité et de la stabilité articulaire, le maintien de la trophicité musculaire.

La lombalgie est l'un des troubles musculo-squelettiques les plus courants dans la société moderne (Ad *et al.*, 2016) et la première cause d'absentéisme et d'incapacité (Lewis *et Johnson*, 2006). Vu les effets secondaires généralement liés au traitement classique (médical) de la lombalgie chronique non spécifique, le massage peut souvent être perçu comme une modalité thérapeutique sûre sans aucun risque ni effet secondaire significatif (Ad *et al.*, 2016) et a été recommandé par la Chartered Society of Physiotherapy pour la gestion de diverses affections liées à la douleur, en particulier celles d'origine musculo-squelettique (Lewis *et Johnson*, 2006). En effet, plusieurs études ont montré l'efficacité à court-terme du massage sur la douleur et les incapacités chez des patients atteints de lombalgie chronique non spécifique (Daneau, 2018 ; Lewis *et Johnson*, 2006). Cependant, les scientifiques ne sont pas unanimes quant à l'efficacité du massage seul sur les douleurs et incapacités chez des sujets souffrant de lombalgie chronique non spécifique (Farber *et Wieland*, 2016). Dans tous ces traitements, les produits à base de plantes jouent un rôle très important pour soigner ces troubles. Par ailleurs, très peu d'auteurs mettent directement en évidence les dérivés des plantes médicinales utilisées pour traiter des affections musculosquelettiques en Afrique et particulièrement au Bénin. Il apparaît qu'en matière de plantes médicinales utilisées dans le traitement des troubles musculosquelettiques, l'utilisation des arbres et arbustes attestent ainsi de la forte utilisation des plantes ligneuses dans la pharmacopée traditionnelle (Patrice *et al.*, 2013).

Utilisation des plantes médicinales et leurs produits dérivés dans le traitement des douleurs

Plantes médicinales et leurs produits dérivés les plus utilisées dans le traitement des douleurs

Les plantes médicinales sont de plus en plus utilisées pour traiter les affections musculosquelettiques de par le monde. Dans le tableau VI sont résumés les différents travaux effectués sur les plantes médicinales antidouleurs. Ces travaux ont essentiellement été menés en Afrique et en Asie. Hajdu et Hohmann (Hajdu *et Hohmann*, 2012) révèlent que 37 espèces de plantes sont utilisées dans la médecine traditionnelle indienne pour traiter les douleurs musculaires chroniques. De même, plusieurs travaux mettent en exergue les plantes ayant des propriétés analgésiques utilisées dans la médecine traditionnelle en Inde, au Mexique et au Liban (Wambugu *et al.*, 2011). Cavero et Calvo (Cavero *et Calvo*, 2015) ont documenté les plantes médicinales utilisées pour le traitement des troubles musculosquelettiques au Nivarra en Espagne à travers des entretiens semi-structurés et une revue de littérature. Ces travaux montrent que 38 espèces appartenant à 24 familles de plantes dont les Asteraceae et Lamiaceae, les Rosaceae, les Boraginaceae, Cucurbitaceae, Equisetaceae, Malvaceae, Oleaceae et Urticaceae, sont utilisées dans le traitement des troubles musculosquelettiques en Espagne. Les feuilles et les racines sont les parties les plus utilisées. En Hongrie, Babulka (2007) a répertorié 80 plantes médicinales utilisées en médecine populaire dans le traitement des rhumatismes. Bien que la plupart de ces plantes soient utilisées par voie interne ou sous forme de cataplasme, les huiles essentielles de certaines espèces sont utilisées en application transcutanée. Au Bangladesh, Seraj *et al.* (2013) ont documenté les différentes formulations utilisées par les tradipraticiens dans le traitement des douleurs musculaires. Cette étude montre que plus de 53 formulations différentes sont utilisées pour soigner diverses affections musculosquelettiques. Un total de 65 espèces appartenant à 39 familles intervient dans ces différentes formulations. Ces travaux révèlent que *Calotropis procera* intervient au moins dans huit formulations, montrant ainsi le fort potentiel de cette plante dans le traitement des douleurs musculaires. Au Bangladesh, plus de 20 plantes sont utilisées en application externe comme cataplasme ou par massage pour soigner les affections musculaires et les douleurs inflammatoires au nombre desquelles *Parthenocissus quinquefolia*, *Vitex negundo*, *Phyla nodiflora*, *Lantana camara*, *Pouzolzia zeylanica*, *Streblus asper*, *Eryngium foetidum*, *Trema orientalis*, *Withania somnifera*, *Solanum violaceum*, *Zanthoxylum rhetsa*, *Borreria articularis*, *Ficus heterophylla*, *Artocarpus*

lakoocha; *Mucuna pruriens*, *Cassia occidentalis*, *Bixa orellana*. Les feuilles sont les parties les plus utilisées et leurs mixtures sont directement appliquées sur les parties à soigner. De même, le jus issu de la macération des fruits de *Ricinus communis*, ainsi que son huile sont utilisés pour traiter les douleurs. Plusieurs travaux se sont penchés sur les plantes antiinflammatoires et analgésiques. C'est le cas des espèces du genre *Cassia* (Sini *et al.*, 2010).

Tableau VI. Résumé des investigations sur les troubles musculaires et les plantes médicinales utilisées dans leurs traitements

Affections traitées	Plante utilisée	Partie de la plante	Mode d'application	Region d'étude	Auteurs
Douleur articulaire	<i>Ocimum basilicum</i>	Rameaux feuillés	Cataplasme	Cote d'Ivoire	Kouadio Béné <i>et al.</i> , 2016
Rhumatisme	<i>Vitex doniana</i>	Feuille	Voie orale	Nigeria.	Iwueke AV Nwodo OFC Okoli CO., 2006
Douleur articulaire Rhumatisme entorses	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Beurre Racines	Massage Voie orale	Cote d'Ivoire Burkina-Faso	Diarassouba <i>et al.</i> , 2008
Arthrite Douleur musculaire Douleurs lombaires	<i>Bridelia micrantha</i>	Feuille	Voie orale	Nigeria.	Betti & Lejoly, 2010 ; Rita <i>et al.</i> , 2014
Arthrite Douleurs musculaires	<i>Calotropis procera</i>	Racine	Massage	Bangladesh Pakistan	Qureshi <i>et al.</i> , 2006 ; Sultana <i>et al.</i> , 2006
Douleurs musculaires	<i>Annona squamous</i>	Racine	Voie orale	Bangladesh	Seraj <i>et al.</i> , 2013
Douleurs lombaires	<i>Spathodea campanulate</i> <i>Annickia chlorantha</i> <i>Triplochiton scleroxylon</i> <i>Albizia adianthifolia</i>	Ecorce de la tige	Massage	Cameroun	Betti <i>et al.</i> , 2010
Douleurs musculaires	<i>Securidaca longipedunculata</i>	Ecorce de la racine	Massage	Burkina Faso	Patrice <i>et al.</i> , 2013
Douleurs musculaires	<i>Moringa oleifera</i>	Racine	Cataplasme	Bangladesh	Siddhuraju <i>et al.</i> , 2003
Douleurs articulaires aiguës	<i>Strychnos henningsii</i>	Ecorce	Voie orale	Kenya	Wambugu <i>et al.</i> , 2011
Douleur musculaire	<i>Passiflora incarnata</i> <i>Paeonia lactiflora</i>	Feuille	Voie orale	Hongrie	Goetz, 2019

Betti *et al.* (2010) ont recensé 24 espèces végétales utilisées localement par les populations Badjoué, Bulu, Zimé et pygmées Baka dans le traitement des maux de dos au Cameroun. Ces espèces sont distribuées dans 24 genres et 17 familles. Les espèces telles que *Baillonella toxisperma*, *Piptadeniastrum africanum* et *Pterocarpus soyauxii* largement citées dans le Dja sont également connues pour les mêmes usages dans d'autres pays africains. Béné *et al.* (2016) ont répertorié et catalogué les plantes médicinales utilisées par les Brong de la Côte d'Ivoire. Ces travaux révèlent que *Portulaca quadrifida* est utilisé dans le traitement des douleurs après une chute. De même, les feuilles de *Ricinus communis* utilisée par voie cutanée à travers une macération sont utilisées pour soigner les enflures aux articulations. Au plan thérapeutique, ces plantes comportent des tanins qui ont des propriétés astringentes prononcées qui hâtent la guérison des blessures et des muqueuses

enflammées. Gning *et al.* (2014) ont examiné la richesse de la pharmacopée Malinké et l'importance des ligneux dans la santé des populations de Khossanto au Sénégal. Ces auteurs rapportent que le beurre de karité est utilisé pour le massage corporel pour traiter des douleurs articulaires et de la fatigue. Dans plusieurs pays, le massage du corps avec du beurre de karité combiné avec de la poudre de l'écorce de la racine ou le tronc de *Calotropis procera* permet de traiter les douleurs générales (Patrice *et al.*, 2013). En dehors des applications externes, d'autres moyens de préparation des plantes sont utilisés pour soigner les affections. Ainsi, la décoction des feuilles de *Piliostigma reticulatum* en combinaison avec les feuilles de *Guiera senegalensis* au Burkina Faso, de même que l'infusion des racines de *Capparis corymbosa*, administrée par voie orale.

Zerbo *et al.* (2013) et Patrice *et al.* (2013) mentionnent l'application de la mixture des graines de *Pterocarpus erinaceus* associée au beurre de karité (*Vitellaria paradoxa*) pour traiter la paralysie musculaire. L'utilisation de *Detarium microcarpum*, *Diospyros mespiliformis*, *Gardenia erubescens* et *Securidaca longipedunculata* pour soigner les douleurs musculaires est également rapportée. La décoction des racines et feuilles de *Prosopis africana*, *Combretum micranthum* en bain réduit la fatigue générale. Ces auteurs rapportent aussi que le massage à partir de la mixture des écorces et feuilles de *Annona senegalensis* est utilisée dans le traitement des douleurs musculaires. Les fleurs, les feuilles et les racines de *Moringa oleifera* servent à traiter des inflammations, des maladies musculaires (Siddhuraju et Becker, 2003). En Afrique du Sud, l'huile issue des graines de *Trichillia emetica* est utilisée pour traiter les douleurs articulaires aiguës. Ces travaux révèlent également que la décoction de l'écorce de *Strychnos henningsii* traite également des douleurs articulaires, de même que les feuilles de *Catharanthus roseus* et les racines de *Sclerocarya birrea*.

Kaou *et al.* (2008) mettent l'accent sur les racines de *Senna occidentalis* pour traiter des affections musculaires chroniques. Wambugu *et al.* (2011) ont investigué les plantes médicinales utilisées pour gérer les douleurs articulaires chroniques dans les comtés de Machakos et Makueni au Kenya à travers des entretiens. Les résultats montrent que 32 genres et 23 familles de plantes médicinales sont utilisés pour traiter les douleurs articulaires chroniques. *Pavetta crassipes*, *Strychnos henningsii*, *Carissa spinarum*, *Carissa edulis*, *Fagaropsis hildebrandtii* et *Zanthoxylum chalybeum* sont les plantes les plus citées dans le traitement. *Carissa edulis* et *Carissa spinarum* sont appliqués sur la zone douloureuse pour diminuer la douleur. Wambugu *et al.* (2011) montrent également que certaines plantes sont documentées pour la première fois comme étant importante dans la gestion des douleurs articulaires chroniques au Kenya. Il s'agit d'*Acacia mellifera*, *Amaranthus albus*, *Balanites glabra*, *Grewia fallax*, *Lactuca capensis*, *Launaea cornuta*, *Pappea capensis* et *Pennisetum glaucum*. Toutefois, la voie orale est le principal mode d'administration de ces plantes.

Au Bénin, *Bombax brevicuspe* est utilisé pour le traitement des entorses et des fractures d'os (<http://bj.chm-cbd.net>). Dans le traitement des arthroses, les plantes médicinales utilisées sont celles qui permettent d'agir sur la structure et l'évolution du cartilage. Ce sont les insaponifiables de diverses plantes telles que le maïs, l'avocat, le soja et par la suite des plantes qui renferment des substances qui agissent sur la douleur et sur l'inflammation. Goetz (2011), souligne qu'il est possible d'utiliser des plantes comme la piscidie, la passiflore, la pivoine. *Paeonia lactiflora* a un effet anti-inflammatoire, un effet direct sur la synovie. *Passiflora incarnata* agit comme sédatif et antalgique. Les travaux de Bossokpi (2002) ont montré que les extraits aqueux de *Fagara zanthoxyloides* agissent sur l'inflammation et la douleur, les extraits aqueux et organiques empêchant l'oxydation, réduisant le temps de coagulation sanguine et inhibent le développement des champignons. De plus en plus, le massage est reconnu comme efficace dans le traitement des troubles musculosquelettiques. Le massage améliore l'issue de la douleur des lombalgies aiguës, subaiguës et chroniques uniquement dans le suivi à court terme. De façon générale, les huiles essentielles sont d'un grand intérêt pour lutter contre les inflammations, mais le plus souvent en usage transcutané. Les feuilles sont les parties les plus souvent utilisées pour fabriquer ces huiles. L'utilisation fréquente des feuilles est justifiée par l'abondance des groupes chimiques qu'elles contiennent, car elles sont connues comme le lieu de synthèse des métabolites secondaires du végétal (Kumar *et al.*, 2013). L'étude pharmacologique de la lotion de la crème de massage à base de *Chrysanthemum balsamita* met en évidence l'action anti-inflammatoire, l'action stimulatrice sur la circulation périphérique et l'action tonique et myorelaxante. De l'étude clinique, il ressort que la lotion à base de *Chrysanthemum balsamita* est efficace pour le traitement des affections rhumatologiques et orthopédiques (Rou, 2013).

Une multitude de plantes médicinales est utilisée à travers le monde pour traiter les troubles musculosquelettiques. Des études montrent que l'écorce de la tige des arbres ou arbustes, les racines et les feuilles sont abondamment utilisées, de même que les huiles extraites de ces plantes. La répartition des informations suivant les caractéristiques des espèces utilisées d'une part et celles des recettes

d'autre part, montrent une prépondérance des arbres et des arbustes pour les types morphologiques et des feuilles, racines et écorces des arbres ou arbustes pour les organes végétaux prélevés. Ces différents éléments fragilisent les espèces en réduisant la viabilité et le renouvellement des populations de l'espèce. Il est nécessaire d'assurer une gestion durable de ces ressources naturelles afin d'assurer la pérennité de leur utilisation. La littérature sur les plantes médicinales utilisées spécifiquement dans le traitement des maux de dos en Afrique est pauvre et manque de précision quant à la nature des traitements. Toutefois, il faudrait remarquer que la voie orale est le mode d'administration le plus rapporté suivi du massage. Par ailleurs, très peu d'auteurs mettent directement en évidence les dérivés des plantes médicinales utilisées pour traiter des affections musculosquelettiques. Il apparaît qu'en matière de plantes médicinales utilisées dans le traitement des troubles musculosquelettiques, les arbres et arbustes attestent ainsi de la forte utilisation des plantes ligneuses dans la pharmacopée traditionnelle (Patrice *et al.*, 2013).

Présentation de *Securidaca longipedunculata*

Securidaca longipedunculata (figure 9) est une plante de la famille des Polygalaceae, notamment utilisée pour ses vertus cosmétiques et médicinales, en médecine traditionnelle africaine.

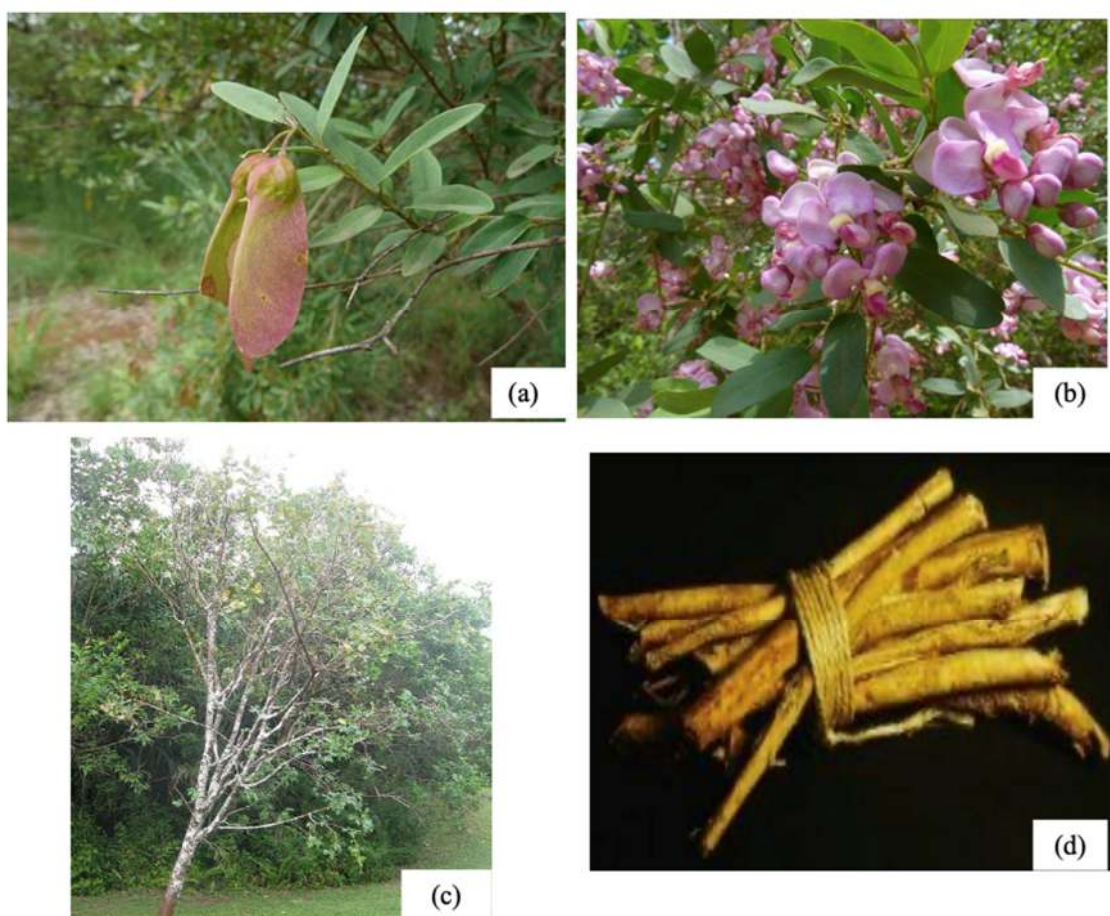


Figure 9. Photo de *Securidaca longipedunculata* (a) feuilles, (b) fleur, (c) arbre, (d) racines

Source : SEYILAABE HTKM, 2011

S. longipedunculata est rencontré principalement dans des biotopes de type sahélien où la pluviométrie se situe entre 500 et 1.000 mm par an. Elle se présente comme un arbre isolé, atteignant jusqu'à 5 mètres de haut. Elle fleurit d'octobre à novembre, les fleurs sont d'un violet intense et dégagent une odeur forte. Le fruit peut rester sur l'arbre durant plusieurs mois. Elle est appelée "arbre à serpent", un surnom donné car elle est utilisée pour soigner des morsures de serpent et comme répulsif contre des reptiles (Kerharo *et al.*, 1964). Les racines servent dans différentes préparations en médecine traditionnelle africaine. L'huile essentielle produite à partir des racines contient du salicylate de méthyle à plus de 90% (Nébié *et al.*, 2004).

Les racines de l'arbre sont utilisées pour traiter la toux, les maux de dents, la goutte, la fièvre, la constipation, le diabète et les infections microbiennes. Elles possèdent également des propriétés anti-inflammatoires qui aident à réduire les douleurs arthritiques (Ojewole, 2008). Une combinaison d'extrait de méthanol et du composant de salicylate de méthyle provenant des racines de la plante crée un poison qui est utilisé sur les flèches pour chasser en Afrique de l'Ouest (Ojewole, 2008). Selon nos informateurs, *S. longipedunculata* est appelé « peta » en fongbé, « ipeta » en yorouba et Nagogbé, « Trekpa » en mahi, « Iguili » en Eu fulbé. Elle est une plante versatile dont les racines sont vendues dans tous les marchés au Bénin. La communauté rurale a renseigné sur ces vertus multiples. En effet, pour nos informateurs, les racines, écorces et feuilles sont souvent utilisés en prise orale pour traiter diverses maladies telles que les myomes et fibromes chez les femmes, les maladies sexuellement transmissibles, les infections, les hernies, les toux, la fièvre, l'ascaridiose, la constipation, les maux de tête, les rhumatismes, les maux de ventre, le paludisme, la tuberculose, la douleur, l'épilepsie, la pneumonie, les infections cutanées..., et il est également utilisé comme aphrodisiaque pour les hommes ainsi qu'en massage, en cataplasme ou en bain contre les douleurs musculosquelettiques, les enflures, la fatigue et la courbature.

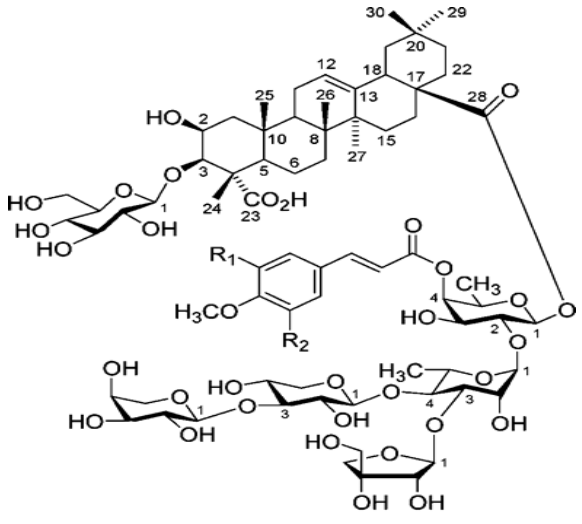
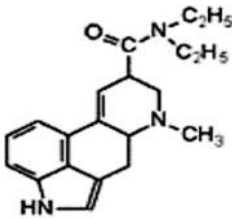
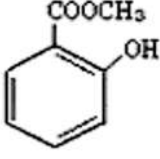
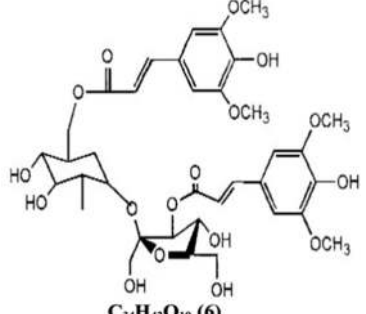
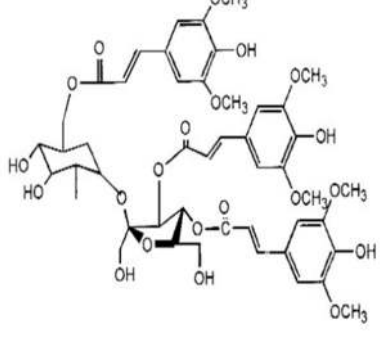
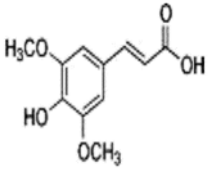
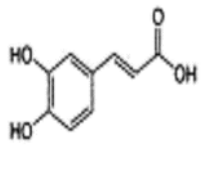
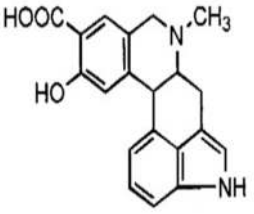
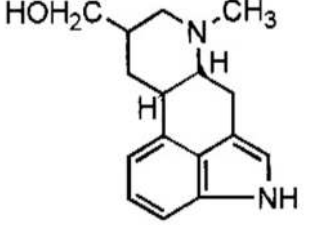
En phytochimie, les racines de *Securidaca longipedunculata* sont riches en saponosides triterpénoïdes. Aussi, des saponines triterpéniques (i) ont été isolées dans les extraits méthanoliques de l'écorce des racines (Stevenson *et al.*, 2009). Des alcaloïdes à la structure de l'ergotine (ii) ont été isolés dans les écorces de racines de la plante (Scandole *et al.*, 1994). En effet, des études phytochimiques effectuées sur les racines ont détecté qu'elles contiennent environ 0,2% d'alcaloïdes. Les écorces des racines mais aussi celle du tronc contiennent de la coumarine, des oses et holosides, des mucilages, des stérols, des terpènes, des alcaloïdes et des saponosides dans les feuilles et dans les écorces de racines (Rapisarda *et al.*, 1998). Le salicylate de méthyle (iii) a été identifié comme composant principal (90%) des racines de la plante (Belmain *et al.*, 2001 ; Nèbié *et al.*, 2004). Deux nouvelles xanthones (1,7-diméthoxy-2-hydroxy-xanthone et 1,4-dihydroxy-7-méthoxy-xanthose) ont été isolées des racines de l'espèce (Meyer *et al.*, 2008). L'acide sinapique (iv) et l'acide caféique (v) ont été également isolés des écorces de racines (Mahmood *et al.*, 1993). Par ailleurs, C₃₄H₄₂O₁₉ (vi) et C₄₅H₅₂O₂₃ (vii), deux nouveaux sucres ont été identifiés toujours dans les écorces des racines. L'elymoclavine (viii) et le dihydroelymoclavine (xix) ont été également isolés à partir de l'extrait méthanolique des racines récoltées en Guinée Bissau (Meyer *et al.*, 2008). De même les hétérosides cardiotoniques, des flavonoïdes et des tanins ont également été détectés dans les feuilles et les écorces de racine (Lassine, n.d.). Les structures des constituants(i), (ii), (iii), (iv), (v), (vi), (vii), (viii) et (xix) sont représentées dans le tableau VII.

Concernant les propriétés pharmacologiques de l'espèce, les études ont mise en évidence l'activité antipaludique de la securinine et des alcaloïdes isolés des racines, avec une concentration inhibitrice de 5,35 mg/ml. Par ailleurs, les extraits aqueux et chloroformiques des racines ont une activité antibactérienne contre un grand nombre d'agents pathogènes tels que *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Klebsilla pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella gallinarum*, *Staphylococcus albus* et *S. aureus* (Joseph *et al.*, 2006). Les dérivés d'acide cafféoylquininique isolés des racines ont montré une activité inhibitrice sur le Virus de l'Immuno-déficience Humaine (VIH) *in vitro* (Joseph *et al.*, 2006). De même, extraits méthanoliques et dichlorométhanoliques des écorces de racines ont une activité antivirale sur le virus de la poliomyélite avec une concentration effective de 10 à 50 mg/ml (Beuscher *et al.*, 1994). Une forte activité pesticide du salicylate de méthyle présent dans les extraits méthanoliques de racines de *S. longipedunculata* a été rapporté par Jayasekara *et al.* (2005). Des activités anti-trypanosomiasis, antiparasitaires, purgatives, sédatives et insecticides des racines de la plante ont également été mises en évidence. Plusieurs études ont également rapporté les activités antalgique, anti-inflammatoire et hypoglycémiantes des racines de la plante (Ojewole, 2008). De même une propriété stimulante de la fonction érectile chez les hommes souffrant de dysfonctionnement érectile est attribuée aux xanthones isolées des racines de la plante (Meyer *et al.*, 2008). Des propriétés anti-convulsivantes, anxiolytiques, et sédatives des racines ont été démontrées à partir des extraits aqueux (Adeyemi *et al.*, 2010).

Les études toxicologiques réalisées sur *Securidaca longipedunculata*, rapporté par Lassine (2011), ont montré que la dose létale (DL50) du lyophilisat de macéré aqueux concentré à 10% des racines est de 5 g/kg par voie orale, soit 53,76 g/kg de poudres sèches (Lassine, 2011). Par contre la DL50 de l'extrait brut de saponosides à partir des racines fraîches est de 0,875 g/kg par voie orale et 50 mg/kg par voie parentérale chez les rats. De même, la dose létale minimale de l'extrait éthanoïque brut des écorces de tronc est déterminée à 50 mg/kg par voie parentérale chez les rats. Une ingestion des racines par voie orale produit une irritation du tube digestif. Bien que les extraits de cette espèce aient généralement peu de toxicité à de faibles concentrations, des efforts sont nécessaires pour étudier sa toxicité

potentielle. De plus, les propriétés pharmacocinétiques des extraits et des composés de ces espèces doivent être explorées car il n'y a pas suffisamment de données disponibles sur ces aspects (Ishamae et al., 2015).

Tableau VII. Structures de quelques constituants présents dans les écorces de racine et les feuilles de *Securidaca longipedunculata*

 <p>1 R₁ = R₂ = H; Securidacaside A 2 R₁ = R₂ = OCH₃; Securidacaside B</p> <p>Saponines Triterpeniques (i)</p>	 <p>Ergotine (ii)</p>	 <p>Salicylate de Méthyle (iii)</p>
 <p>C₃₄H₄₂O₁₉ (vi)</p>	 <p>C₄₅H₅₂O₂₃ (vii)</p>	 <p>Acide Sinapique (iv)</p>  <p>Acide Caféique (v)</p>
 <p>Elymoclavine</p> <p>(viii)</p>	 <p>Dihydroelymoclavine</p> <p>(xix)</p>	

Source : Lassine, 2011 ; Mahmood et al., 1993 ; Meyer et al., 2008

En terme de fabrication de pommades à base de *S. longipedunculata*, Lassine (2011) a fait des essais de préparation de pommades à base des écorces de racine et des feuilles de *S. longipedunculata*. L'auteur a utilisé comme excipients le beurre de karité et de la vaseline blanche et a préparé les pommades à des pourcentages de 10, 15 et 20%. Les pommades obtenues présentaient une bonne

homogénéité et une bonne stabilité à température inférieure à 30°C mais fondaient au-delà de ce seuil. Aussi, il a été démontré que les composés telles que les coumarines et les saponines triterpéniques passent plus facilement dans le beurre de karité que dans la vaseline blanche (Lassine, 2011). En ce qui concerne la tolérabilité cutanée, le même auteur a rapporté un Indice d'Irritation Primaire (IIP) nul 24 et 72 heures après application des pommades traduisant une absence totale d'irritation.

Présentation de *Vitellaria paradoxa*

De la famille des Sapotacées, le karité (*Vitellaria paradoxa*) est un arbre sauvage d'Afrique tropicale qui peut vivre trois siècles. Tout en rameaux, avec un feuillage vert sombre, le karité peut atteindre une quinzaine de mètres de haut et le diamètre de son tronc peut faire plus d'un mètre. Le karité pousse essentiellement en Afrique, dans les savanes arborées des régions sahéliennes. Les fruits se récoltent de mai à septembre et la production moyenne est de 15 à 20 kilos de fruits par arbre (Lovett et Haq, 2000). Les fruits sont la partie la plus utilisée. Chaque amande renferme une matière grasse qui équivaut à la moitié de son poids servant à produire le beurre de karité (Figure 10).



Figure 10. Photo du beurre de Karité

Source : Africa Green Magazine, 2021

Le beurre de karité s'obtient traditionnellement après que les fruits ont été mis à fermenter dans des trous creusés dans le sol et recouverts de terre mouillée. La pulpe ayant disparu, les noix sont séchées au soleil, puis chauffées dans des fours à bois. Ensuite, elles sont décortiquées, pilées et broyées. Puis, de l'eau bouillante est ajoutée pour obtenir une pâte onctueuse qui est ensuite malaxée, pétrie et enfin pressée pour en extraire la matière végétale qu'est le beurre de karité.

De nombreux produits cosmétiques, notamment les hydratants, les lotions et les rouges à lèvres, reposent sur le beurre de karité. Son application soulage les douleurs rhumatismales et articulaires et guérit les plaies, gonflements, dermatites, ecchymoses et autres problèmes de peau. Il est utilisé traditionnellement pour soulager l'inflammation des narines. Dans le cadre de cette étude, il va avoir un rôle d'excipient dans la formulation des différentes pommades.

Conclusion

L'analyse bibliographique sur l'anatomie humaine permet de comprendre le mécanisme des troubles musculosquelettiques (TMS) ainsi que leurs spécificités. Elle offre, par la même occasion, la possibilité de catégoriser les sujets selon leur morphologie. De même, l'importance de l'utilisation des plantes médicinales antidouleurs, à travers le massage comme une thérapie alternative et complémentaire dans la prise en charge des TMS non spécifiques en général et la lombalgie chronique non spécifique en particulier, est mise en exergue. Cependant, la synthèse bibliographique sur les plantes médicinales antidouleurs en application externe reçoit peu d'attention. Par conséquent, il urge de faire une étude ethnobotanique des plantes médicinales antidouleurs en application externe et d'en apprécier l'efficacité du massage avec leurs extraits dans la prise en charge traditionnelle des lombalgies et douleurs chroniques de l'appareil locomoteur humain spécifiquement au Bénin où la pratique est répandue et où la flore et les connaissances endogènes offrent des opportunités.

Références bibliographiques

- Acapo, S., P. Seyrès, E. Savignat, 2017 : Définition et évaluation de la douleur. *Kinesithérapie*, 17(186), 44–55; <https://doi.org/10.1016/j.kine.2017.02.132>.
- Ad, F., A. Baskwill, E. Irvin, I.M. Massage, K. Farber, L.S. Wieland, 2016: For Low - Back Pain. *Explore: The Journal of Science and Healing*, 12(3), 215–217; <https://doi.org/10.1016/j.explore.2016.02.014>.
- Adeyemi, O.O., A.J. Akindede, O.K. Yemitan, F.R. Aigbe, F.I. Fagbo, 2010: Anticonvulsant, anxiolytic and sedative activities of the aqueous root extract of *Securidaca longepedunculata* Fresen. *Journal of Ethnopharmacology*, 130(2), 191–195; <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.04.028>.
- Adoukonou, T., D. Gnonlonfoun, A. Kpozehouen, C. Adjien, B. Tchaou, F. Tognon-Tchegnonsi, H. Adechina, R. Covi, D. Houinato, 2014 : Prévalence et caractéristiques des douleurs chroniques avec caractère neuropathique en population générale à Parakou au nord du Bénin en 2012. *Revue Neurologique*, 170(11), 703–711; <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2014.07.013>.
- Aeschlimann, A.G., 2014 : Traitement de la douleur du point de vue du rhumatologue. *Rev Med Suisse*, 10, 1382–1386.
- Africa Green Magazine, (2021) : Le beurre de karité, un produit incontournable. Retrieved April 23, 2022, from <http://www.africagreenmagazine.com/2021/01/le-beurre-de-karite-un-produit.html>.
- Alexia, R., 2018 : Comment favoriser la pénétration des actifs cosmétiques : de la formulation galénique à la cosmétique instrumentale. Thèse, Université Toulouse III Paul Sabatier, 155 p.
- Alonso, F., C.M. Kirkpatrick, W. Jeong, C. Fisahn, S. Usman, T. Rustag, M. Loukas, J.R. Chapman, R.J. Oskouian, R.S. Tubbs, 2017: Lumbar Facet Tropism: A Comprehensive Review. *World Neurosurgery*, 102(June), 91–96; <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.02.114>.
- Amandine, G., 2008 : *Pénétration transcutanée des substances actives : application en dermocosmétologie*. Thèse, Université Henri Poincaré-Nancy 1, 190 p.
- Association Québécoise de la Douleur, 2016 : Renforcer les services de première ligne, développer les connaissances et les compétences des patients et des professionnels de la santé afin de mieux prévenir et traiter la douleur chronique. » Rapport In *Mémoire de l'Association québécoise de la douleur chronique*, 57; https://www.csbe.gouv.qc.ca/fileadmin/www/2016/PanierServices_Memoires_Recus/AQDC.pdf.
- Autorité de santé, H., 2009 : Douleur chronique : reconnaître le syndrome douloureux chronique, l'évaluer et orienter le patient. *Douleur et Analgésie*, 22(1), 51–68; <https://doi.org/10.1007/s11724-009-0119-6>.
- Babulka, P., 2007 : Plantes médicinales du traitement des pathologies rhumatismales : de la médecine traditionnelle à la phytothérapie moderne. *Phytothérapie*, 5(3), 137–145; <https://doi.org/10.1007/s10298-007-0240-8>.
- Bang, M.L., T. Centner, F. Fornoff, A.J. Geach, M. Gotthardt, M. McNabb, C.C. Witt, D. Labeit, C.C. Gregorio, H. Granzier, S. Labeit, 2001: The complete gene sequence of titin, expression of an unusual ≈700-kDa titin isoform, and its interaction with obscurin identify a novel Z-line to I-band linking system. *Circulation Research*, 89(11), 1065–1072; <https://doi.org/10.1161/hh2301.100981>.
- Barbero, M., A. Schneebeli, E. Koetsier, P. Maino, 2019: Myofascial pain syndrome and trigger points: Evaluation and treatment in patients with musculoskeletal pain. *Current Opinion in Supportive and Palliative Care*, 13(3), 270–276; <https://doi.org/10.1097/SPC.0000000000000445>.
- Batonat, M., 2010 : Petits maux de la grossesse : étude de la lombalgie, Thèse, Université Paris Descartes, 89 p. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00558463/document>.
- Beaton, K., Hughes, T., 2013: *The effectiveness of massage therapy for the treatment of nonspecific low back pain: a systematic review of systematic reviews*. 733–741.
- Belmain, S.R., G. Neal, D.E. Ray, P. Golob, 2001: Insecticidal and vertebrate toxicity associated with ethnobotanicals used as post-harvest protectants in Ghana. *Food and Chemical Toxicology*, 39(3), 287–291; [https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(00\)00134-4](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(00)00134-4).
- Béné, K., D. Camara, N.B.Y. Fofie, Y. Kamga, Y.C. Yapo, S.A. Ambe, G.N. Zirihi, 2016 : Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le Département de Transua , District du Zanzan (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 27(2), 4230–4250; <http://www.m.elewa.org/JAPS>.
- Betti, J.L., Lejoly, J., 2010 : Contribution à la connaissance des plantes médicinales de la réserve de biosphère du Dja au Cameroun : plantes utilisées dans le traitement des maux de dos. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4(1), 193–200; <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v4i1.54246>.
- Beuscher, N., C. Bodinet, D. Neumann-Haefelin, A. Marston, K. Hostettmann, 1994: Antiviral activity of African medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 42(2), 101–109; [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(94\)90103-1](https://doi.org/10.1016/0378-8741(94)90103-1).
- Bhanot, K., N. Kaur, L.T. Brody, J. Bridges, D.C. Berry, J.J. Ode, 2018: Hip and Trunk Muscle Activity During the Star Excursion Balance Test in Healthy Adults. *Journal of Sport Rehabilitation*, 28(7), 682–691; <https://doi.org/10.1123/JSR.2017-0145>.
- Boocock, M.G., J.M.K. Collier, P.J. McNair, M. Simmonds, P.J. Larmer, B. Armstrong, 2009: A Framework for the Classification

- and Diagnosis of Work-Related Upper Extremity Conditions: Systematic Review. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 38(4), 296–311; <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2007.10.006>.
- Bossokpi, I.P.L. 2002 : Etude des activités biologiques de *Fagara zanthoxyloides* Lam (Rutaceae), Thèse, Université de Bamako, 127 p.
- Boszczyk, B.M., A.A. Boszczyk, R. Putz, 2001: Comparative and functional anatomy of the mammalian lumbar spine. *The Anatomical Record*, 264(2), 157–168; <https://doi.org/10.1002/ar.1156>.
- Bouhassira, D., N. Attal, H. Alchaar, F. Boureau, B. Brochet, J. Bruxelle, G. Cunin, J. Fermanian, P. Ginies, A. Grun-Overdyking, H. Jafari-Schlupe, M. Lantéri-Minet, B. Laurent, G. Mick, A. Serrie, D. Valade, E. Vicaut, 2005: Comparison of pain syndromes associated with nervous or somatic lesions and development of a new neuropathic pain diagnostic questionnaire (DN4). *Pain*, 114(1–2), 29–36; <https://doi.org/10.1016/j.pain.2004.12.010>.
- Boukthir, S., S.M. Mazigh, N. Kaach, O. Bouyahya, A. Sammoud, 2010: The effect of non-steroidal anti-inflammatory drugs and *Helicobacter pylori* infection on the gastric mucosa in children with upper gastrointestinal bleeding. *Pediatric Surgery International*, 26(2), 227–230; <https://doi.org/10.1007/s00383-009-2492-x>.
- Boureau, F., M. Luu, J.F. Doubrère, 1992: Comparative study of the validity of four French McGill Pain Questionnaire (MPQ) versions. *Pain*, 50(1), 59–65; [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(92\)90112-O](https://doi.org/10.1016/0304-3959(92)90112-O).
- Bron, C., Dommerholt, J.D., 2012: Etiology of myofascial trigger points. *Current Pain and Headache Reports*, 16(5), 439–444. <https://doi.org/10.1007/s11916-012-0289-4>.
- Burkhalter, A., 2009 : De la peau au toucher Univers sensible. Thèse centre Sama Swiss Ayurvedic, Medical Academy Sarl, 26 p.
- Bussièrès, A.E., J.A.M. Taylor, C. Peterson, 2008: Diagnostic Imaging Practice Guidelines for Musculoskeletal Complaints in Adults—An Evidence-Based Approach—Part 3: Spinal Disorders. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 31(1), 33–88; <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2007.11.003>.
- Capriz, F., S. Chapiro, L. David, M. Floccia, C. Guillaumé, V. Morel, C. Berlemont, J.M. Gautier, B. Hérisson, G. de Montgazon, P. Poulain, G. Pickering, 2017 : Consensus multidisciplinaire d'experts en douleur et gériatrie: utilisation des antalgiques dans la prise en charge de la douleur de la personne âgée (hors anesthésie). *Douleurs*, 18(5), 234–247; <https://doi.org/10.1016/j.douleur.2017.07.007>.
- Cavero, R.Y., Calvo, M.I., 2015: Medicinal plants used for musculoskeletal disorders in Navarra and their pharmacological validation. *Journal of Ethnopharmacology*, 168, 255–259; <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.03.078>.
- Cherin, P., de Jaeger, C., 2011 : La lombalgie chronique : actualités, prise en charge thérapeutique. *Médecine & Longévité*, 3(3), 137–149; <https://doi.org/10.1016/j.mlong.2011.08.002>.
- Cooper, A., W. John, A. Jones, M. Kendra, 2015: *Human Anatomy and Physiology I Book*, (2015th ed.). 2014, 37 p. <https://oer.galileo.usg.edu/biology-collections/4/>.
- Crézé, M., 2019 : Les muscles paravertébraux lombaires : de l'anatomie à l'étude en élastographie ultrasonore et par résonance magnétique, appliqué à la lombalgie. Thèse de Doctorat, Université Paris-Saclay, 235.
- Cuny-Guerrier, A., S. Caroly, F. Coutarel, A. Aublet-Cuvelier, 2015 : Quelle prévention des TMS dans l'activité de l'encadrement de proximité en sous-traitance interne? Un cas dans le secteur de la découpe de viande. <http://Journals.Openedition.Org/Pistes>, 17–2, 67 p. <https://doi.org/10.4000/PISTES.4549>.
- Daham, K., W.L. Song, J.A. Lawson, M. Kupczyk, A. Gülich, S.E. Dahlén, G.A. FitzGerald, B. Dahlén, 2011: Effects of celecoxib on major prostaglandins in asthma. *Clinical and Experimental Allergy*, 41(1), 36–45; <https://doi.org/10.1111/j.1365-2222.2010.03617.x>.
- Daneau, C., 2018 : L'influence de la massothérapie sur la fatigue musculaire et les douleurs lombaires: changements physiologiques ou cliniques?. Thèse, Université du Québec, 70 p.
- David, D., C. Giannini, F. Chiarelli, A. Mohn, 2021: Text neck syndrome in children and adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health* (MDPI), 18(4), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041565>.
- Dommerholt, J., C. Bron, J. Franssen, 2006 : Myofascial trigger points: An evidence-informed review. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 14(4), 203–221; <https://doi.org/10.1179/106698106790819991>.
- Donskoff, C., 2011 : Place de la prise en charge globale dans la lombalgie chronique. *Revue Du Rhumatisme*, 78, S79–S82; [https://doi.org/10.1016/S1169-8330\(11\)70016-3](https://doi.org/10.1016/S1169-8330(11)70016-3).
- Dréno, B., 2009 : Anatomie et physiologie de la peau et de ses annexes. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, 136(SUPPL. 10), S247–S251. [https://doi.org/10.1016/S0151-9638\(09\)72527-X](https://doi.org/10.1016/S0151-9638(09)72527-X).
- El Khoury, G., 2017 : Influences des niveaux d'activité physique et de performance physique sur la densité minérale osseuse, la géométrie osseuse de la hanche et le score de l'os trabéculaire chez de jeunes hommes en surpoids et obèses. Thèse, Université de Rennes 2, 284 p. <http://www.theses.fr/2017REN20021/document>.
- Emilie, S., 2008 : Personnalisation des propriétés mécaniques de l'os vertébral à l'aide d'imagerie à basse dose d'irradiation : prédiction du risque de fracture (Issue novembre). Thèse, École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, 140 p.

- Extracts from the British Pain Society, 2010: Cancer Pain Management Publication. *Reviews in Pain*, 4(2), 24–25; <https://doi.org/10.1177/204946371000400206>.
- Farber, K., Wieland, L.S., 2016: Massage for Low-back Pain. *Explore*, 12(3), 215–217; <https://doi.org/10.1016/j.explore.2016.02.014>.
- Fassier, J.B., A. Petit, C. Yven, P. Sappey, F. Bernieri, E. Soyeux, Y. Roquelaure, 2014 : Douleurs et travail: Aider le patient à garder un emploi. *Douleurs*, 15(1), 11–19; <https://doi.org/10.1016/j.douler.2013.12.004>.
- Ferembach, D., C. Susanne, M.-C. Chamla, 1986 : *L'Homme, son évolution, sa diversité. Manuel d'anthropologie physique*. Bulletins et Mémoires de La Société d'Anthropologie de Paris. (CNRS (Ed.); CNRS et Doin édit), 572; https://www.persee.fr/doc/bmsap_0037-8984_1986_num_3_3_1604_t1_0189_0000_1.
- Ferragut, E. 2003 : *Le corps dans la prise en charge psychosomatique*. -masson - Grand format - Le Hall du Livre NANCY. Elsevier-masson, pp. 26-29.
- Fontaine, D., S. Blond, P. Mertens, M. Lanteri-Minet, 2015 : Traitement neurochirurgical de la douleur chronique. *Neurochirurgie*, 61(1), 22–29; <https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2014.11.008>.
- Fournier, J.-P., A. Sommet, G. Durrieu, J.-C. Poutrain, M. Lapeyre-Mestre, J.-L. Montastruc, 2014: Drug interactions between antihypertensive drugs and non-steroidal anti-inflammatory agents: a descriptive study using the French Pharmacovigilance database. *Fundamental & Clinical Pharmacology*, 28(2), 230–235; <https://doi.org/10.1111/fcp.12014>.
- Fournier, N., 2015: Red flags, yellow flags, questionnaires d'évaluation et place de la kinésithérapie au sein du processus de diagnostic standardisé de la lombalgie non spécifique. *Kinésithérapie, La Revue*, 15(161), 37–44; <https://doi.org/10.1016/j.kine.2014.11.084>.
- Fournier, P.E., S. Leal, J.L. Ziltener, 2008 : Anti-inflammatoires non stéroïdiens: Utilisation en médecine du sport. *Revue Médicale Suisse*, 4(166), 1702–1705.
- Gapeyeva, H., Vain, A., 2008: *Methodical guide by H. Gapeyeva, A. Vain PRINCIPLES OF APPLYING MYOTON*. Journal Article, MÜOMEETRIA Ltd, 22; http://www.diasu.com/en/files/Instructions_Rehabilitation.pdf.
- Gerwin, R.D., J. Dommerholt, J.P. Shah, 2004: An expansion of Simons' integrated hypothesis of trigger point formation. *Current Pain and Headache Reports*, 8(6), 468–475; <https://doi.org/10.1007/s11916-004-0069-x>.
- Gning, O.N., O. Sarr, L.E. Akpo, 2014 : Richesse de la pharmacopée malinké : rôle médicinal de l'arbre a Khossanto : (Kédougou, Sénégal oriental). *Journal of Applied Biosciences*, 74(1), 6043; <https://doi.org/10.4314/jab.v74i1.11>.
- Goetz, P., 2011 : Phytothérapie de l'inflammation (partie I). *Phytothérapie*, 9(5), 310–317; <https://doi.org/10.1007/s10298-011-0661-2>.
- Goodman, L.S., S. Louis, L.L. Brunton, B. Chabner, B.C. Knollmann, 2011: *Goodman & Gilman's pharmacological basis of therapeutics*. Book, McGraw-Hill, 2084.
- Granhed, H., R. Jonson, T. Hansson, 1987: The Loads on the Lumbar Spine During Extreme Weight Lifting. *Spine*, 12(2), 146–149; <https://doi.org/10.1097/00007632-198703000-00010>.
- Granzier, H.L., Labeit, S., 2004: The Giant Protein Titin: A Major Player in Myocardial Mechanics, Signaling, and Disease. *Circulation Research*, 94(3), 284–295; <https://doi.org/10.1161/01.RES.0000117769.88862.F8>.
- Guay, M., 2005 : *Anatomie fonctionnelle de l'appareil locomoteur : os, articulations, muscles*. Google Livres. (les presses de l'université de Montréal (Ed.); 3rd ed.), 9-155; https://books.google.bj/books?hl=fr&lr=&id=eJRtGlCzhcIC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Le+système+osseux+ou+squelette+humain+est+constitué,+chez+l'adulte,+de+2006+os+supportés+par+un+réseau+de+ligaments&ots=jQTA5rNWoh&sig=dl0P-4JmzRYFCStNSZwvFRWA1s&redir_esc=y#v=onepage.
- Guthrie, B., C. McCowan, P. Davey, C.R. Simpson, T. Dreischulte, K. Barnett, 2011: High risk prescribing in primary care patients particularly vulnerable to adverse drug events: Cross sectional population database analysis in Scottish general practice. *Bmj*, 342(7812), 1–12; <https://doi.org/10.1136/bmj.d3514>.
- Hackman, P., A. Vihola, H. Haravuori, S. Marchand, J. Sarparanta, J. De Seze, S. Labeit, C. Witt, L. Peltonen, I. Richard, B. Udd, 2002: Tibial Muscular Dystrophy Is a Titinopathy Caused by Mutations in TTN, the Gene Encoding the Giant Skeletal-Muscle Protein Titin. *American Journal of Human Genetics*, 71(3), 492–500; <https://doi.org/10.1086/342380>.
- Hagberg, M., L. Burström, A. Ekman, R. Vilhelmsson, 2006: The association between whole body vibration exposure and musculoskeletal disorders in the Swedish work force is confounded by lifting and posture. *Journal of Sound and Vibration*, 298(3), 492–498; <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2006.06.024>.
- Hajdu, Z., Hohmann, J., 2012: An ethnopharmacological survey of the traditional medicine utilized in the community of Porvenir, Bajo Paraguá Indian Reservation, Bolivia. *Journal of Ethnopharmacology*, 139(3), 838–857; <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.12.029>.
- Haughton, V.M., B. Rogers, M.E. Meyerand, D.K. Resnick, 2002: Measuring the axial rotation of lumbar vertebrae in vivo with MR imaging. *AJNR. American Journal of Neuroradiology*, 23(7); <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12169466>.
- Haute Autorité de Santé., 2015 Fiche Lombalgie chronique de l'adulte et chirurgie. Journal Article, *Haute Autorité de Santé*, 2.
- Hidalgo, B., H. Nielens, M. Gilliaux, T. Hall, C. Detrembleur, 2014: Use of kinematic algorithms to distinguish people with

chronic non-specific low back pain from asymptomatic subjects: A validation study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 22(2), 59–74; <https://doi.org/10.2340/16501977-1836>.

Hoy, D., P. Brooks, F. Blyth, R. Buchbinder, 2010: The Epidemiology of low back pain. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 24(6), 769–781; <https://doi.org/10.1016/j.berh.2010.10.002>.

Hoy, D., C. Bain, G. Williams, L. March, P. Brooks, F. Blyth, A. Woolf, T. Vos, R. Buchbinder, 2012: A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis and Rheumatism*, 64(6), 2028–2037; <https://doi.org/10.1002/art.34347>.

Huisstede, B.M.A., H.S. Miedema, A.P. Verhagen, B.W. Koes, J.A.N. Verhaar, 2007: Multidisciplinary consensus on the terminology and classification of complaints of the arm, neck and/or shoulder. *Occupational and Environmental Medicine*, 64(5), 313–319; <https://doi.org/10.1136/oem.2005.023861>.

Ickowicz, E., 2009: Pharmacological management of persistent pain in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(8), 1331–1346; <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2009.02376.x>.

Ishamae, N., L. MCGaw, J.F. Finnie, J.V. Staden, Mongalo, N.I., 2015: *Securidaca longipedunculata* Fresen (Polygalaceae): A review of its ethnomedicinal uses, phytochemistry, pharmacological properties and toxicology. *Journal of Ethnopharmacology*, 165(2), 215–226; <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.02.041>.

Itoh-Satoh, M., T. Hayashi, H. Nishi, Y. Koga, T. Arimura, T. Koyanagi, M. Takahashi, S. Hohda, K. Ueda, T. Nouchi, M. Hiroe, F. Marumo, T. Imaizumi, M. Yasunami, A. Kimura, 2002: Titin Mutations as the Molecular Basis for Dilate Cardiomyopathy. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 291(2), 385–393; <https://doi.org/10.1006/bbrc.2002.6448>.

Jaumard, N.V., W.C. Welch, B.A. Winkelstein, 2011: Spinal Facet Joint Biomechanics and Mechanotransduction in Normal, Injury and Degenerative Conditions. *Spinal Facet Joint Biomechanics and Mechanotransduction in Normal, Injury and Degenerative Conditions*, 133(7); <https://doi.org/10.1115/1.4004493>.

Jayasekara, T.K., P.C. Stevenson, D.R. Hall, S.R. Belmain, 2005: Effect of Volatile Constituents from *Securidaca Longepedunculata* on Insect pests Of Stored Grain. *Journal of Chemical Ecology*, 31(2), 303–313; <https://doi.org/10.1007/s10886-005-1342-0>.

Jean-Eric., 2013 : November 23: *Mal de dos : envisager de changer de décocheur et sa technique*. Web Page, Arc Académie, 1; <http://arcacademie.nursit.com/spip.php?article534>.

Joseph, C., M. Moshi, J. Sempombe, M. Nkunya, 2006: 4-Methoxy-benzo[1,3]dioxol-5-yl)- *Phenylmethanone*: an antibacterial benzophenone from *securidaca longepedunculata*. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 3(3), 80–86; <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v3i3.31169>.

Jousse, M., C. Nguyen, S. Poiradeau, F. Rannou, M. Revel, A. Papelard, 2008 : Rééducation dans les cervicalgies communes : ce que je fais, ce que je discute et pourquoi ? Fondement sur les preuves et stratégies du clinicien. *Revue Du Rhumatisme*, 75(8), 763–769; <https://doi.org/10.1016/j.rhum.2008.07.002>.

Jubert, H., 2015 : Prise en charge des douleurs chroniques au sein du réseau de santé patient et l'assurance maladie ? In *Doctorat*. Thèse, Université angers, 90.

Kahan, M., A. Mailis-Gagnon, L. Wilson, A. Srivastava, 2011: Canadian guideline for safe and effective use of opioids for chronic noncancer pain: Clinical summary for family physicians. Part 1: général population. *Can Fam Physician*, 57(11), 1257–1266.

Kaou, A.M., V. Mahiou-Leddé, S. Hutter, S. Aïnouddine, S. Hassani, I. Yahaya, N. Azas, E. Ollivier, 2008: Antimalarial activity of crude extracts from nine African medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(1), 74–83; <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.11.001>.

Kerharo, J., J.G. Adam, F.J. Kerharo, 1964 : Plantes médicinales et toxiques des Peul et des Toucouleur du Sénégal. *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée*, 11(12), 543–599; <https://doi.org/10.3406/jatba.1964.2795>.

Kumar, S., B.S. Bajwa, S. Kuldeep, A.N. Kalia, 2013: Anti-Inflammatory Activity of Herbal Plants : A Review. *International Journal Of Advances In Pharmacy, Biology And Chemistry*, 2(2), 272–281.

Kums, T., J. Erelina, H. Gapeyeva, M. Pääsuke, A. Vain, 2007: Spinal curvature and trunk muscle tone in rhythmic gymnasts and untrained girls. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 20(2–3), 87–95; <https://doi.org/10.3233/BMR-2007-202-306>.

Lapi, F., L. Azoulay, H. Yin, S.J. Nessim, S. Suissa, 2013: Concurrent use of diuretics, angiotensin converting enzyme inhibitors, and angiotensin receptor blockers with non-steroidal anti-inflammatory drugs and risk of acute kidney injury: Nested case-control study. *BMJ (Online)*, 346(7890), 1–11; <https://doi.org/10.1136/bmj.e8525>.

Laharie, D., C. Droz-Perroteau J., Bénichou, M. Amouretti, P. Blin, B. Bégau, E. Guiard, S. Dutoit, S. Lamarque, Y. Moride, F. Depont, A. Fourier-Réglat, N. Moore, 2010: Hospitalizations for gastrointestinal and cardiovascular events in the CADEUS cohort of traditional or Coxib NSAID users. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 69(3), 295–302; <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2009.03588.x>.

Larousse. (2018) : Définitions : antidouleur. Dictionnaire de français. Retrieved April 23, from

<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/antidouleur/4044>.

Lassine, D.D., 2011 : *Formulation de pommade antalgique et anti-inflammatoire à base de Securidaca longepedunculata Fresen (Polygalaceae)*. Thèse, Université de Bamako, 177.

Lawani, M.M., N. Tigri, F. Messan, G. Dumas, 2013 : La prévalence des maux de dos chez 197 femmes enceintes Béninoises des villes de Porto-Novo et Tanguéta. *Journal de La Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, 15(1), 9–13.

Le Dictionnaire médical de Doctissimo., 2018 : November 19: *Peau. web Page*, <https://www.doctissimo.fr/sante/dictionnaire-medical/peau-2>.

Le Roux, P., Desmarests, J., 1994 : Réflexions sur les lois ostéopathiques de Fryette. *Ann. Kinésithérapie - Masson*, 21(5), 235–238.

Lebrun-Vignes, B., Chosidow, O., 2004: Dermocorticoïdes. *Annal Dermatol Venereol*, 131, 39–48.

Lemaire A., 2015 : Lomalgies chroniques. Evaluation des facteurs mécaniques des membres inférieurs au moyen des relations moment-vitesse. *Thèse, Université de Nantes Angers le Mans*. 287 p. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01226454/document>.

Lewis, M., Johnson, M.I., 2006: The clinical effectiveness of therapeutic massage for musculoskeletal pain: a systematic review. *Physiotherapy*, 92(3), 146–158; <https://doi.org/10.1016/j.physio.2006.02.008>.

Loïc, T., 2018 : Dysfonctions vertébrales et posturales après simulations de la microgravité. Thèse In *Université de Strasbourg* (Issue 2: Université de Strasbourg) 70.

Louis, M.L., F. Launay, J.M. Guillaume, F. Sabiani, K. Chaumôtre, K. Retornaz, J.M. Gennari, G. Bollini, 2006 : Dermohypodermite nécrosante compliquant la varicelle chez l'enfant sous anti-inflammatoires non stéroïdiens. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur*, 92(5), 504–507; [https://doi.org/10.1016/s0035-1040\(06\)75839-1](https://doi.org/10.1016/s0035-1040(06)75839-1).

Louw, Q.A., L.D. Morris, K. Grimmer-Somers, 2007: The prevalence of low back pain in Africa: a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 8(105), 1–14; <https://doi.org/10.1186/1471-2474-8-105>.

Lovett, P.N., Haq, N., 2000: Evidence for anthropic selection of the Sheanut tree (*Vitellaria paradoxa*). *Agroforestry Systems*, 48(3), 273–288; <https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1006379217851>.

Lumineau, J., 2013 : La prise en charge des patients lombalgiques en milieu libéral. *Institut De Formation Régional Aux Métiers De La Rééducation Et Réadaptation*, 40.

Lussier, D., Cruciani, R.A., 2003: Choreiform movements after a single dose of methadone. *Journal of Pain and Symptom Management*, 26(2), 688–691; [https://doi.org/10.1016/S0885-3924\(03\)00256-2](https://doi.org/10.1016/S0885-3924(03)00256-2).

Mahmood, N., P.S. Moore, N. DeTornmasl, F. DeBlrnone, S. Colman, A.J. Hay, C. Pizza, 1993: Inhibition of HIV infection by caffeoylquinic acid derivatives. *Antiviral Chemistry & Chemotherapy*, 4(4), 235–240; <https://doi.org/10.1016/j.tox.2008.06.010>.

Maigne, J.Y., 2009 : Le mal de dos : Pour une prise en charge efficace. *Journal de Réadaptation Médicale*, 30, 134–136; <https://doi.org/10.1016/j.jrm.2010.01.013>.

Malviya, M.N., A. Ohlsson, S.S. Shah, 2013: Surgical versus medical treatment with cyclooxygenase inhibitors for symptomatic patent ductus arteriosus in preterm infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2013(3) <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003951.pub3>.

Mamdani, M., D.N. Juurlink, D.S. Lee, P.A. Rochon, A. Kopp, G. Naglie, P.C. Austin, A. Laupacis, T.A. Stukel, 2004: Cyclooxygenase-2 inhibitors versus non-selective non-steroidal anti-inflammatory drugs and congestive heart failure outcomes in elderly patients: A population-based cohort study. *Lancet*, 363(9423), 1751–1756; [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)16299-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)16299-5).

Manchikanti, L., S. Abdi, S. Atluri, C.C. Balog, R.M. Benyamin, M.V. Boswell, K.R. Brown, B.M. Bruel, D.A. Bryce, P.A. Burks, A.W. Burton, A.K. Calodney, D.L. Caraway, K.A. Cash, P.J. Christo, K.S. Damron, S. Datta, T.R. Deer, S. Diwan, 2012: American Society of Interventional Pain Physicians (ASIPP) guidelines for responsible opioid prescribing in chronic non-cancer pain: Part I—evidence assessment. *Pain Physician*, 15(3 Suppl), 67–116; <https://doi.org/10.36076/ppj.2012/15/s67>.

Manek, N.J., MacGregor, A.J., 2005: Epidemiology of back disorders: prevalence, risk factors, and prognosis. *Current Opinion in Rheumatology*, 17, 324–330; <https://doi.org/10.1097/01.bor.0000154215.08986.06>.

Masi, A.T., Hannon, J.C., 2008: Human resting muscle tone (HRMT): Narrative introduction and modern concepts. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 12(4), 320–332; <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2008.05.007>.

McMillan, I.R., E. Bouffouix, M.C. Morel-Bracq, G. Carin-Levy, J.P. Beauthier, P. Lefèvre, 2020 : *Anatomie et neurophysiologie appliquée pour l'ergothérapie*, Book, (D. B. Supérieur (Ed.); 1ère édit), 3; https://books.google.bj/books?id=C8rsDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=les++os++articulations+-+mouvements+article+pdf&hl=fr&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=les+os+articulations+mouvements+article+pdf&f=true

Meyer, J.J.M., N.C. Rakuambo, A.A. Hussein, 2008: Novel xanthenes from *Securidaca longepedunculata* with activity against erectile dysfunction. *Journal of Ethnopharmacology*, 119(3), 599–603; <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.06.018>.

Misurac, J.M., C.A. Knoderer, J.D. Leiser, C. Nailescu, A.C. Wilson, S.P. Andreoli, 2013: Nonsteroidal anti-inflammatory drugs are an important cause of acute kidney injury in children. *Journal of Pediatrics*, 162(6), 1153–1159.e1;

<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.11.069>.

Moustafa, F., N. Macian, F. Giron, J. Schmidt, B. Pereira, G. Pickering, 2017: Intervention Study with Algoplus®: A Pain Behavioral Scale for Older Patients in the Emergency Department. *Pain Practice*, 17(5), 655–662; <https://doi.org/10.1111/papr.12498>.

Nébié, R.H.C., R.T. Yaméogo, A. Bélanger, F.S. Sib, 2004: Salicylate de méthyle, constituant unique de l'huile essentielle de l'écorce des racines de *Securidaca longepedunculata* du Burkina Faso. *Comptes Rendus Chimie*, 7(10–11), 1003–1006. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2003.12.025>.

Nguyen, C., S. Poiraud, M. Revel, A. Papelard, 2009 : Lombalgie chronique : facteurs de passage à la chronicité. *Revue Du Rhumatisme*, 76(6), 537–542; <https://doi.org/10.1016/j.rhum.2009.03.003>.

O'Sullivan, P., 2005: Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: Maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Manual Therapy*, 10(4), 242–255; <https://doi.org/10.1016/j.math.2005.07.001>.

Ojewole, J.A.O., 2008: Analgesic, anti-inflammatory and hypoglycaemic effects of *Securidaca longepedunculata* (Fresen.) [Polygalaceae] root-bark aqueous extract. *Inflammopharmacology*, 16(4), 174–181; <https://doi.org/10.1007/s10787-007-0016-7>.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2006 : Constitution de l'Organisation Mondiale de la Santé, Statut, (OMS 45 (Ed)) 20; https://www3.paho.org/hr-ecourse-f/assets/_pdf/Module1/Lesson1/M1_L1_1.pdf.

Panjabi, M.M., 1992: *The Stabilizing System of the Spine . Part I . Function , Dysfunction , Adaptation , and Enhancement*. 5(4).

Patrice, Z., M. Compaore, N.T.R. Meda, A. Lamien-Meda, M. Kiendrebeogo, 2013: Potential Medicinal Plants Used by Traditional Healers in Western Areas of Burkina Faso. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6(11), 1–15; <https://doi.org/10.20959/wjpps201711-10360>.

Pecquet, C., Pons-Guiraud, A., 2007 : Progrès en Dermato-Allergologie. Journal Article, *John Libbey Eurotext.*, 18 p.

Peng, J., D. Shi, K.A. Goodman, D. Goldstein, C. Xiao, Z. Guan, S. Cai, 2011: Early results of quality of life for curatively treated rectal cancers in Chinese patients with EORTC QLQ-CR29. *Radiation Oncology*, 6(1), 2–9; <https://doi.org/10.1186/1748-717X-6-93>.

Pottecher, J., 2012 : *Muscle Squelettique et Ischemie-Reperfusion Experimentale des Membres : Mécanismes impliqués dans la protection ou les effets délétères de la cyclosporine et facteurs limitant les conditionnements pharmacologique et ischémique*. Thèse, Université de Strasbourg, 224.

PROTRAINER., 2012 : *Muscles érecteurs du rachis : anatomie et exercices pour les renforcer et les étirer*. Retrieved October 27, 2020, from <https://protrainer.fr/blog/muscles-spinaux/>.

Quiroz, D., A. Towns, S.I. Legba, J. Swier, S. Brière, M. Sosef, T. van Anel, 2014: Quantifying the domestic market in herbal medicine in Benin, West Africa. *Journal of Ethnopharmacology*, 151, 1100–1108; <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.12.019>.

Rabischong, P., 2013: Anatomie compréhensive des fonctions motrices. Book In D. B. S. SA (Ed.), *De Boeck Supérieur SA (De Boeck U: De Boeck Supérieur SA)*, 81-172.

Raja, S.N., D.B. Carr, M. Cohen, N.B. Finnerup, H. Flor, S. Gibson, F.J. Keefe, J.S. Mogil, M. Ringkamp, K.A. Sluka, X.J. Song, B. Stevens, M.D. Sullivan, P.R. Tutelman, T. Ushida, K. Vader, 2020: The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*, 161(9), 1976–1982; <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>.

Rapisarda, A., M.P. Germano, L. Lauk, M. La Rosa, R. Sanogo, S. Ragusa, 1998: Daphne gnidium L. Bark and Leaf Extracts: Skin Damage by Topical Application. *Phytotherapy Research*, 12, 49–51.

Rawlings, A.V., 2006: Ethnic skin types : are there differences in skin structure and function ? *International Journal of Cosmetic Science*, 28, 79–93.

Roja, Z., V. Kalkis, A. Vain, H. Kalkis, M. Eglite, 2006: Assessment of skeletal muscle fatigue of road maintenance workers based on heart rate monitoring and myotonometry. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 1(1), 1–9; <https://doi.org/10.1186/1745-6673-1-20>.

Roquelaure, Y., 2018: Musculoskeletal Disorders and Psychosocial Factors at Work. In *SSRN Electronic Journal*. : ETUI aisbl, Brussels; <https://doi.org/10.2139/ssrn.3316143>.

Rose-dulcina, K., 2019 : *Caractérisation de l'asymétrie neuromusculaire des personnes souffrant de lombalgie chronique non-spécifique*. Thèse, Université Grenoble Alpes, 171 p.

Rou, E., 2013 : *Article original Pharmacognosie Contribution à l'étude clinique des taxons chimiques de l'espèce Chrysanthemum balsamita L.* 219–224; <https://doi.org/10.1007/s10298-013-0793-7>.

Roulet, L., 2019 : Bien prescrire les antalgiques pour la prise en charge des douleurs aiguës. *Pharmacie Des Hôpitaux Du Nord Vaudois & de La Broye*, 12, 6 p.

Rudolph, F., J. Hüttemeister, K. da Silva European Medicines Agency, R. Jüttner, L. Yu, N. Bergmann, D. Friedrich, S. Preibisch, E. Wagner, S.E. Lehnart, C.C. Gregorio, M. Gotthardt, 2019: Resolving titin's lifecycle and the spatial organization

- of protein turnover in mouse cardiomyocytes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(50), 25126–25136; <https://doi.org/10.1073/pnas.1904385116>.
- Rulleau, T., C. Rivette, L. Toussaint, 2017 : Le massage, approche basée sur les preuves. *EMC - Kinésithérapie - Médecine Physique - Réadaptation*, 30(2), 1–7; [https://doi.org/10.1016/S1283-0887\(16\)75642-8](https://doi.org/10.1016/S1283-0887(16)75642-8).
- Sagi, G., P. Boudot, D. Vandeput, 2011 : Méthode McKenzie : diagnostic et thérapie mécanique du rachis et des extrémités. *EMC - Kinésithérapie - Médecine Physique - Réadaptation*, 7(1), 1–21; [https://doi.org/10.1016/S1283-0887\(11\)56660-5](https://doi.org/10.1016/S1283-0887(11)56660-5).
- Sauvannet, R., Coudert, E., 1983 : A propos des mécanismes de la stabilité rachidienne lombaire. *Annales Kinésithérapie*, Masson (Ed) 10(3), 65–71.
- Scandola, M., D.E. Games, C. Costa, G. Allegri, A. Bertazzo, O. Curcuruto, P. Traldi, 1994: Structural study of alkaloids from securidaca longipedunculata roots. II. Isolation and characterization by supercritical fluid chromatography/mass spectrometry. *Journal of Heterocyclic Chemistry*, 31(1), 219–224; <https://doi.org/10.1002/jhet.5570310137>.
- Schjerning O., A.M., E.L. Fosbøl, G.H. Gislason, 2014: The impact of NSAID treatment on cardiovascular risk - Insight from Danish observational data. *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology*, 115(2), 179–184; <https://doi.org/10.1111/bcpt.12244>.
- Schleip, R., T.W. Findley, L. Chaitow, P. Huijing, 2021: *Fascia: The Tensional Network of the Human Body - E-Book: The science and clinical applications in manual and movement therapy*. Elsevier Health Sciences, ((Ed.); 2nd ed.), 566; https://books.google.bj/books?hl=fr&lr=&id=GrNTEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA422&dq=%22Donnelly%22+et+simons.,+2019+acetylcholinesterase&ots=K6Yr0aE7lg&sig=c2XE_iJzcSMfRTf9SajV48RG9E&redir_esc=y#v=onepage&q=%22Donnelly%22+et+simons.%2C+2019+acetylcholinesterase&f.
- Seraj, S., F.I. Jahan, A.R. Chowdhury, M. Monjur-E-Khuda, M.S.H. Khan, S.A. Aporna, R. Jahan, W. Samarrai, F. Islam, Z. Khatun, M. Rahmatullah, 2013: Tribal Formulations for Treatment of Pain: A Study of the Bede Community Traditional Medicinal Practitioners of Porabari Village in Dhaka District, Bangladesh. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 10(1), 26–34; <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v10i1.5>.
- SEYILAABE, HTKM, 2011 : La chronique du mardi au jardin botanique: le *Securidaca longipedunculata*. Retrieved January 23, 2020, from http://seyilaabe-htkm.blogspot.com/2011/12/la-chronique-du-mardi-au-jardin_13.html.
- Sheldon, W.H., 1954: *Atlas of Men Guide for Somatotyping the Adult Male At all Ages*. Gramercy Publishing Company; https://www.google.com/search?q=sheldon+wh+atlas+of+men+.+harper+and+brothers+new+york+1954&biw=2000&bih=915&sxsrf=APq-WBtxWrRsXM4QlpaITYAbPGDU0oIVkA:1650263372753&tbm=isch&source=iu&ictx=1&vet=1&fir=nQHxz2UIVoF4RM%252Crr3MneYWkb8UiM%252C_%253Bbcmwew4UUEa.
- Siddhuraju, P., Becker, K., 2003: Antioxidant Properties of Various Solvent Extracts of Total Phenolic Constituents from Three Different Agroclimatic Origins of Drumstick Tree (*Moringa oleifera* Lam.) Leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 2144–2155.
- Simons, D.G., Mense, S., 1998: Understanding and measurement of muscle tone as related to clinical muscle pain. *Pain*, 75(1), 1–17; [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(97\)00102-4](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(97)00102-4).
- Sini, K. R., M. Karpakavalli, P. T. Sangeetha, 2010: Analgesic and Antipyretic Activity of *Cassia occidentalis* Linn. *World Applied Sciences Journal*, 11(10), 1216–1219.
- Stasinopoulos, D., Johnson, M. I., 2004: Cyriax physiotherapy for tennis elbow/lateral epicondylitis. *British Journal of Sports Medicine*, 38(6), 675–677; <https://doi.org/10.1136/bjism.2004.013573>.
- Stevenson, P.C., T.K. Dayarathna, S.R. Belmain, N.C. Veitch, 2009: Bisdesmosidic saponins from *Securidaca longepedunculata* roots: evaluation of deterrence and toxicity to Coleopteran storage pests. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(19), 8860–8867; <https://doi.org/10.1021/jf901599j>.
- Taylor, M., S. Graw, G. Sinagra, C. Barnes, D. Slavov, F. Brun, B. Pinamonti, E.E. Salcedo, W. Sauer, S. Pyxaras, B. Anderson, B. Simon, J. Bogomolovas, S. Labeit, H. Granzier, L. Mestroni, 2011: Genetic variation in titin in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy-overlap syndromes. *Circulation*, 124(8), 876–885; <https://doi.org/10.1161/CirculationAHA.110.005405>.
- Tente, B., M. Baglo, J. Dossoumou, H. Yedomonhan, 2012 : Impacts des activités humaines sur les ressources forestières dans les terroirs villageois des communes de Glazoué et de Dassa-Zoumè au centre-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(5), 2022–2030; <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v5i5.22>.
- Teyssou, R., J.L. Koeck, Y. Buisson, 1997 : La flore cutanée. *Revue Française Des Laboratoires*, 1997(291), 49–55; [https://doi.org/10.1016/S0338-9898\(97\)80114-X](https://doi.org/10.1016/S0338-9898(97)80114-X).
- Thomson, J.W., 2002: The Future of Globalization. *Cooperation and Conflict*, 37(3), 247–265; <https://doi.org/10.1177/0010836702037003671>.
- Tiidus, P.M., 1997: Manual Massage and Recovery of Muscle Function Following Exercise: A Literature Review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 25(2), 107–112; <https://doi.org/10.2519/jospt.1997.25.2.107>.
- Tortora, G.J., Derrickson, B., 2018 : *Anatomie et physiologie*. (2018 De Boeck Supérieur (Ed.)), 1240; <https://books.google.bj/books?hl=fr&lr=&id=R6x2DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=Tortora+et+al+2018+classification+struc>

turelle+os&ots=GhAr6ZxmaY&sig=Esa02-cCJwm959wPO4-cwQ3Ku0Y&redir_esc=y#v=onepage&q=Tortora et al 2018 classification structurelle os&f=false.

Travell, J.G., Simons, D.G., 1992: Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual; Vol. 2., The Lower Extremities. 1st Edition. ISBN-13: 978-0683083675. ISBN-10: 0683083678. <https://www.amazon.com/Myofascial-Pain-Dysfunction-Extremities-Hardcover/dp/0683083678>.

Troup, J.D.G., C.A. Hood, A.E. Chapman, 1968: Measurements of the sagittal mobility of the lumbar spine and hips. *Annals of Physical Medicine*, 9(8), 308–321; <https://doi.org/10.1093/rheumatology/9.8.308>.

Tsao, J.C.I., 2007: Effectiveness of Massage Therapy for Chronic, Non-Malignant Pain: A Review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 4(2), 165–179; <https://doi.org/10.1093/ecam/nel109>.

Van Eerd, D., D. Beaton, D. Cole, J. Lucas, S. Hogg-Johnson, C. Bombardier, 2003: Classification systems for upper-limb musculoskeletal disorders in workers. *Journal of Clinical Epidemiology*, 56(10), 925–936; [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(03\)00122-7](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(03)00122-7).

Vandervael, F., 1980 : *Biométrie Humaine masson. Book*, (P. Masson (Ed.); 3è) 164; https://www.google.com/search?q=vandervael+f+1980+biom%C3%A9trie+humaine+masson+&sxsrf=ALiCzsa5LCZMuhVKQqYVKvJR3bkS8p2kMw:1655048902940&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiYhMjPoj4AhVGAsAKHZmNCJ0Q_AUoAXoECAEQAw&biw=2000&bih=986&dpr=0.8#imgrc=nouJa2vYgWr8UM.

Verbunt, J.A., H.A. Seelen, J.W. Vlaeyen, G.J. Van de Heijden, P.H. Heuts, K. Pons, J.A. Knottnerus, 2003: Disuse and deconditioning in chronic low back pain: concepts and hypotheses on contributing mechanisms. *European Journal of Pain*, 7(1), 9–21; <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S109038010200071X>.

Vergne-salle, P., 1986 : Les paliers analgésiques de l'OMS : Sont-ils appropriés pour la douleur articulaire ? De l'AINS aux opioïdes. *International Association for the Study of Pain*, 18.

Viel, E., 1989 : Biomécanique de la colonne lombaire. *Journal Article, Ann Kinesither*, 16(1–2), 59–68.

Viir, R., K. Laiho, J. Kramarenko, M. Mikkelsen, 2006: *Repeatability Of Trapezius Muscle Tone Assessment By A Myometric Method. Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 6(2), 215–228.

Wallace, J.L., 2013: Mechanisms, prevention and clinical implications of nonsteroidal anti-inflammatory drug-enteropathy. *Journal Article, World Journal of Gastroenterology*, 19(12), 1861–1876; <https://doi.org/10.3748/wjg.v19.i12.1861>.

Wambugu, S.N., P.M. Mathiu, D.W. Gakuya, T.I. Kanui, J.D. Kabasa, S.G. Kiama, 2011: Medicinal plants used in the management of chronic joint pains in Machakos and Makueni counties, Kenya. *Journal of Ethnopharmacology*, 137(2), 945–955; <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.06.038>.

Warner, T.D., F. Giuliano, I. Vojnovic, A. Bukasa, J.A. Mitchell, J.R. Vane, 1999: Nonsteroid drug selectivities for cyclooxygenase-1 rather than cyclo-oxygenase-2 are associated with human gastrointestinal toxicity: A full in vitro analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96(13), 7563–7568., <https://doi.org/10.1073/pnas.96.13.7563>.

Weng, T., C. Chen, H. Toh, H. Tang, 2011: Ibuprofen worsens *Streptococcus pyogenes* soft tissue infections in mice. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 44(6), 418–423; <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2011.04.012>.

Wikimedia Commons. (2016.). *File:1008 Skeletal Muscle Contraction.jpg* - Web Page, Retrieved April 17, 2020, 1; from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1008_Skeletal_Muscle_Contraction.jpg.

William, C., Whiting, R.S., 2006: *Dynamic Human Anatomy*. Book, (L. of C.C.P. Data (Ed.)), 321; [https://books.google.bj/books?id=QvJ6DwAAQBAJ&pg=PA314&lpg=PA314&dq=pdf+Whiting+WC,+Rugg+S+\(2006\)+Dynatomy:+Dynamic+human+anatomy.+Human+Kinetics+1&source=bl&ots=vDQfnGcbUo&sig=ACfU3U310EcOTNFmSg7y0123mqm6-ALSww&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwi-krLcOOXzAhVLqxoKHa6](https://books.google.bj/books?id=QvJ6DwAAQBAJ&pg=PA314&lpg=PA314&dq=pdf+Whiting+WC,+Rugg+S+(2006)+Dynatomy:+Dynamic+human+anatomy.+Human+Kinetics+1&source=bl&ots=vDQfnGcbUo&sig=ACfU3U310EcOTNFmSg7y0123mqm6-ALSww&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwi-krLcOOXzAhVLqxoKHa6).