



UNIVERSITÉ TOULOUSE III PAUL SABATIER
Faculté des sciences pharmaceutiques

Année universitaire 2021-2022

THÈSE 2022/TOU3/2021

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Clara MONTBROUSSOUS

LES PLANTES ADAPTOGENES CHEZ LE SPORTIF

-

Enquête de terrain chez différents sportifs sur la prise des
compléments alimentaires ou médicaments à base de plantes

Soutenance le 13 Mai 2022

Directeur de thèse-VANSTEELANDT Marieke

JURY

Président- Professeur LE LAMER Anne-Cécile

1^{er} assesseur : VANSTEELANDT Marieke

2^{ème} assesseur : CAZES Jean-Florent

3^{ème} assesseur : BENOIT Yohan

**PERSONNEL ENSEIGNANT
de la Faculté des Sciences Pharmaceutiques de l'Université Paul Sabatier
au 1er octobre 2020**

Professeurs Emérites

Mme BARRE A.	Biologie Cellulaire
M. BENOIST H.	Immunologie
M. BERNADOU J.	Chimie Thérapeutique
M. CAMPISTRON G.	Physiologie
M. GAIRIN J.E.	Pharmacologie
Mme NEPVEU F.	Chimie analytique
M. ROUGE P.	Biologie Cellulaire
M. SALLES B.	Toxicologie

Professeurs des Universités

Hospitalo-Universitaires

Mme AYYOUB M.	Immunologie
M. CESTAC P.	Pharmacie Clinique
M. CHATELUT E.	Pharmacologie
Mme DE MAS MANSAT V.	Hématologie
M. FAVRE G.	Biochimie
Mme GANDIA P.	Pharmacologie
M. PARINI A.	Physiologie
M. PASQUIER C. (Doyen)	Bactériologie - Virologie
Mme ROQUES C.	Bactériologie - Virologie
Mme ROUSSIN A.	Pharmacologie
Mme SALLERIN B.	Pharmacie Clinique
M. VALENTIN A.	Parasitologie

Universitaires

Mme BERNARDES-GÉNISSON V.	Chimie thérapeutique
Mme BOUTET E.	Toxicologie - Sémiologie
Mme COUDERC B.	Biochimie
M. CUSSAC D. (Vice-Doyen)	Physiologie
M. FABRE N.	Pharmacognosie
Mme GIROD-FULLANA S.	Pharmacie Galénique
M. GUIARD B.	Pharmacologie
M. LETISSE F.	Chimie pharmaceutique
Mme MULLER-STAU MONT C.	Toxicologie - Sémiologie
Mme REYBIER-VUATTOUT K.	Chimie analytique
M. SEGUI B.	Biologie Cellulaire
Mme SIXOU S.	Biochimie
M. SOUCHARD J-P.	Chimie analytique
Mme TABOULET F.	Droit Pharmaceutique
M. VERHAEGHE P.	Chimie Thérapeutique

Maîtres de Conférences des Universités

Hospitalo-Universitaires

M. DELCOURT N.	Biochimie
Mme JUILLARD-CONDAT B.	Droit Pharmaceutique
M. PUISSET F.	Pharmacie Clinique
Mme ROUCH L.	Pharmacie Clinique
Mme ROUZAUD-LABORDE C.	Pharmacie Clinique
Mme SERONIE-VIVIEN S (*)	Biochimie
Mme THOMAS F. (*)	Pharmacologie

Universitaires

Mme ARELLANO C. (*)	Chimie Thérapeutique
Mme AUTHIER H.	Parasitologie
M. BERGE M. (*)	Bactériologie - Virologie
Mme BON C. (*)	Biophysique
M. BOUAJILA J. (*)	Chimie analytique
M. BROUILLET F.	Pharmacie Galénique
Mme CABOU C.	Physiologie
Mme CAZALBOU S. (*)	Pharmacie Galénique
Mme CHAPUY-REGAUD S.	Bactériologie - Virologie
Mme COLACIOS C.	Immunologie
Mme COSTE A. (*)	Parasitologie
Mme DERAEEVE C. (*)	Chimie Thérapeutique
Mme ECHINARD-DOUIN V.	Physiologie
Mme EL GARAH F.	Chimie Pharmaceutique
Mme EL HAGE S.	Chimie Pharmaceutique
Mme FALLONE F.	Toxicologie
Mme FERNANDEZ-VIDAL A.	Toxicologie
Mme GADEA A.	Pharmacognosie
Mme HALOVA-LAJOIE B.	Chimie Pharmaceutique
Mme JOUANJUS E.	Pharmacologie
Mme LAJOIE-MAZENC I.	Biochimie
Mme LEFEVRE L.	Physiologie
Mme LE LAMER A-C.	Pharmacognosie
M. LE NAOUR A.	Toxicologie
M. LEMARIE A.	Biochimie
M. MARTI G.	Pharmacognosie
Mme MONFERRAN S.	Biochimie
M. SAINTE-MARIE Y.	Physiologie
M. STIGLIANI J-L.	Chimie Pharmaceutique
M. SUDOR J. (*)	Chimie Analytique
Mme TERRISSE A-D.	Hématologie
Mme TOURRETTE-DIALLO A. (*)	Pharmacie Galénique
Mme VANSTEELANDT M.	Pharmacognosie
Mme WHITE-KONING M. (*)	Mathématiques

(*) Titulaire de l'habilitation à diriger des recherches (HDR)

Enseignants non titulaires

Assistants Hospitalo-Universitaires

Mme LARGEAUD L.	Immunologie
M. LE LOUEDEC F.	Pharmacologie
M. MOUMENI A.	Biochimie
M. PAGES A.	Pharmacie Clinique
Mme SALABERT A.S	Biophysique
Mme TRIBAUDEAU L.	Droit Pharmaceutique

Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche (ATER)

M. François-Xavier TOUBLET	Chimie Thérapeutique
----------------------------	----------------------

REMERCIEMENTS

A Mme Marieke VANSTEELANDT,

Tout d'abord merci d'avoir accepté d'être ma directrice de thèse. Malgré votre congé maternité, vous avez su être présente au bon moment. Vous m'avez accompagné tout au long de cette thèse, je vous remercie pour votre soutien et votre sollicitude à mon égard. Vous êtes quelqu'un de compétente et très pédagogue. Je vous souhaite plein de bonnes choses pour la suite.

A Mme LE LAMER Anne-Cécile,

Je vous remercie d'avoir accepté tardivement d'être ma présidente de jury. Je ne voyais pas une autre personne que vous pour représenter une thèse en pharmacognosie. Merci également pour l'enseignement que vous nous m'avez apporté et de nous avoir partagé votre passion.

A Monsieur Jean-Florant CAZES,

Je suis très émue que tu aies accepté de faire partie de mon jury. Il est vrai qu'en tant qu'ami de la famille depuis de nombreuses années je ne voyais personne d'autre siéger à ta place. Je me souviens encore des premières sorties ensemble où j'avais tout juste 16 ans ... Tu as toujours été très protecteur à mon égard et toujours à l'écoute. Mes frères ont la chance d'avoir un ami comme toi sur qui ils peuvent compter et ce dans n'importe quelles circonstances. Tu es un véritable exemple pour la profession que se soit dans tes engagements, au travail mais aussi au travers de tes compétences et de ton envi d'entreprendre. Patron de ta pharmacie, gérant et créateur du groupement PharmaXV et de l'école avec Jéjé, associé avec Alex, puis surtout en étant papa deux fois...

Tu peux être fier de tout ce que tu as déjà accompli. Mais le plus important doit rester ta famille, je te souhaite beaucoup de bonheur avec **Lucie** (une personne elle aussi très attachante avec qui j'ai toujours plaisir à discuter). Sans oublier vos deux adorables petits garçons **Mathis et Théo** avec qui vous formez une très belle famille.

Gros bisous à vous quatre.

A **BENOIT Yohan** et **LATAPIE Sylvain** du laboratoire des « Jardins d'Occitanie ». Merci pour votre collaboration et l'aide que vous m'avez apporté. Merci d'avoir partager vos valeurs et votre énergie pour ces plantes si spéciales. Yohan tu as accepté de faire parti de mon jury de thèse et je t'en remercie. On se recontacte vite pour les brochures en Septembre. Très bonne continuation à vous deux.

A ma maman,

Maman les mots ne suffisent pas pour formuler tout ce que je ressens pour toi.

Un merci, si simple soit-il ne pourrait pas non plus exprimer toute ma gratitude envers toi.

Mais je te le dis quand même : je t'aime plus que tes quiches.

Déjà merci pour tout l'amour que tu m'apportes, merci pour ton soutien sans faille depuis le début, pour ton écoute et tous tes petits conseils - même si des fois je râle, je sais que c'est pour mon bien et au fond je les retiens toujours. Et oui ce sont ces petites choses, ces petites attentions qui font ce que nous sommes et qui font que nous sommes si complices nous deux.

Il faudrait une thèse entière pour raconter tous les moments qu'on a vécu ensemble. Aussi je ne te remercierai jamais assez pour tous ces aller-retours au tennis. Sans toi jamais je n'aurais pu m'épanouir autant dans ce sport. Cela n'était pas toujours facile (souvenir de ma défaite contre Charlotte De Rouilhan : qu'est-ce que ce retour fut long ...). Ces trajets je n'en garde que des souvenirs inoubliables. Te souviens-tu de cette revanche à Auch pour la qualification des Petits-As ? Qu'elle consécration ça devait être pour toi !

Ou encore lorsqu'on s'ambiançait durant nos trajets en voiture. Je remercie d'ailleurs toute l'équipe radio de Nostalgie avec son tube formidable « Il était une fois », qui passait toujours sur le chemin du retour des entraînements.

Parlons maintenant de mes études, tu m'as été d'une aide formidable et tu m'as donné un cadre idéal pour bucher et sans toi je n'aurais sûrement pas réussi comme j'ai réussi. Mention spéciale pour la petite balade digestive et de décompression avant de réattaquer. Tu m'aménais la petite tisane ou le petit café toujours quand il fallait. Nous avons une relation mère-fille rêvée et surtout qui dure toujours. Si je suis une jeune femme accomplie aujourd'hui c'est grandement à toi que le dois et jamais je ne pourrai te rendre tout l'amour que tu m'as donné.

Merci pour tout le bonheur que tu apportes dans la famille.

Merci pour tes succulents repas que tu prépares avec tant de gentillesse. Tu resteras de loin la meilleure cuisinière que j'ai rencontrée. Et tes quiches... meilleures qu'en Lorraine !!

Puis, quelle magnifique mamie tu fais maintenant !
Aujourd'hui que j'écris j'ai envie de te dire je t'aime.

A mon papa,

Tu as bâti une famille comme tu le dis si bien dans un coin de paradis. Tu es un père fabuleux qui est une source d'inspiration et un exemple de simplicité. Ta force à toi se trouve dans ta bravoure et ton empathie envers toutes les personnes que tu côtoies. J'aimerais gagner ta sagesse, ta patience et ton calme. Merci pour tout l'amour que tu m'as donné. Merci pour ta bienveillance à mon égard et sache que tu comptes plus que tout pour moi. Dans le travail, tu m'as transmis ta passion à rendre les gens heureux. Ton savoir m'impressionnera toujours. Tu as le sens de l'écoute, la patience, l'empathie. Cela fait de toi un pharmacien extraordinaire reconnu dans tout le pays Toy, en France et jusqu'à Tahiti.

Si j'ai cette passion pour le métier de pharmacien c'est grandement à toi que je le dois.

Merci pour ton aide durant mes études, tu m'a donné de précieux conseils que ce soit dans le travail ou même durant ma vie en général. Travailler à tes côtés pendant les saisons m'a beaucoup apporté et je ne serai jamais là où j'en suis sans toi. Tu peux être fier de ta pharmacie et de ton personnel que tu as toujours tiré vers le haut. J'adore travailler avec toi. Et ce serait une véritable fierté et un aboutissement de collaborer ensemble dans quelques années. Tu es un homme d'un calme innée, couplé à d'une joie de vivre sans pareille et ce côté épicurien que tu as et dont j'ai hérité reste ta marque de fabrique. J'adore toujours autant partager des moments chaleureux avec toi. Je t'amènerai aussi au fameux

« bouririquitotoloco », et c'est une promesse que je te fais là. C'est toujours un plaisir de se retrouver en famille, surtout autour d'un bon repas et autour de bons vins ...

Merci pour tout Papa, ta pupuce qui t'aime.

Maman et Papa,

Nous avons vraiment de la chance de vous avoir tous les trois. Vous êtes des parents modèles, idéaux, toujours jeunes (malgré la technologie). Vous avez fait beaucoup de sacrifices tout au long de votre vie pour nous et nous ne vous en remercions jamais assez. Vous êtes un couple royal qui dure maintenant depuis 40 ans...et vous pouvez être fier de ce que vous avez construit entre nous cinq. Quelle famille on forme, pour le meilleur et pour le pire !

Maintenant vous voilà papi et mamie pour la troisième fois... nouveau grade mais tellement de bonheur. Ce rôle vous le remplissez à merveille avec vos petits enfants. La famille s'agrandit et ça va nous faire passer encore des moments fabuleux tous ensemble. Je vous aime, gros poutous à vous deux.

A mon frère Jérôme,

A mon grand-frère Jéjé dit « l'original » : un esprit fou dans un corps sain. Tu as cette faculté d'embellir toutes les choses que tu touches que ce soit dans tes relations, tes entreprises, en amour, dans ton travail ainsi que dans ton cocon familial. Et oui partout où tu passes tu laisses un souvenir impérissable de quelqu'un de joyeux, d'honnête, d'excentrique, d'investi, mais surtout quelqu'un d'entier. Tu as parfois un fort caractère mais qu'est-ce que tu as bon fond. J'aime ta personnalité : ton côté blagueur, ta joie de vivre mais aussi ton côté protecteur qui m'a souvent agacé étant plus jeune, néanmoins comment pourrai-je te le reprocher. Jérôme j'aime beaucoup travailler avec toi et très franchement tu ne cesses de m'épater. Tu es un super pharmacien qui officie avec passion. Les valeurs du rugby dans lesquelles tu as baigné et que tu chéris par dessus tout se ressentent même jusque dans ta pharmacie. En effet ton esprit d'équipe reste remarquable et ta pharmacie : une famille où il fait bon vivre. Tu as le sens des bonnes choses et ta touche épicurienne que tu tiens sûrement de nos parents (voire l'inverse qui sait) m'a grandement influencée. Tout ça pour te dire que je t'aime énormément frangin. Tu comptes beaucoup à mes yeux. Merci pour tout l'amour que tu me portes : tes petits textos, tes petites attentions pleines d'amour, ton soutien permanent... Tu m'apportes beaucoup Jéjé. Sache que j'espère toujours être présente pour toi. Je trouve qu'en grandissant, nous devenons de plus en plus proches et complices. On dit qu'on se ressemble beaucoup et ce n'est pas pour rien.

J'espère que tu es fier du parcours que tu as fait jusqu'à présent. Parce que moi je le suis. Et maintenant que tu es papa d'un amour de **Johan**, ta prochaine mission c'est d'être un père formidable et un mari attentionné envers Céssou. Mais ça, j'en suis sûre que tu réussiras et haut la main. Tu abordes ce rôle déjà extrêmement bien.

Bientôt une maison, deux patios (vivement les apéros) ... Bref des projets encore des projets, ça tombe bien ça rime avec Jéjé !

Gros bisous frérot.

PS : Je suis contente que ça aille mieux avec Louis depuis qu'il a perdu sa « stache » !

A mon frère Alexis,

Alex tu es une énigme pour moi : même en pleine tempête tu trouverais toujours le mot pour me faire rire. Beaucoup me disent qu'ils te jalouent : tu as ce don d'être résilient face au stress. Je t'avoue en être parfois moi aussi jalouse. Tu sues la joie de vivre et ta simplicité fait de toi quelqu'un de très attachant : partout où tu passes tu rends les gens joyeux. Comme moi tu refuses et repousses le conflit : sauf quand il s'agit de bouffe ou de bière.

J'adore vraiment passer des moments avec toi, tu me partages toujours tes bons conseils. Tu es de ces personnes qui offrent sans compter et cela fait de toi un grand frère formidable.

Merci Alex pour ta bienveillance envers nous tous et toutes tes petites intentions me font tellement du bien. Tu es indispensable dans la famille et dans tes groupes d'amis. Tu es quelqu'un de simple, d'attachant, de rigolo et tu m'apportes beaucoup. Tu as toujours su me protéger et me soutenir pendant mes études avec toujours des petits conseils que ça soit dans ma vie étudiante ou dans ma vie en générale. Nous avons toujours été très proches et nous avons partagé beaucoup de choses et cela est loin d'être fini.

Du point de vue professionnel, tu es devenu un super patron reconnu par toute ton équipe. Tu es un pharmacien génial, à ton image, avec beaucoup d'empathie. J'adore travailler avec toi. Les trajets ensemble nous permettent de bien rigoler (pour changer) et d'écouter la fameuse banque RTL2 (il faudra penser à appeler un jour d'ailleurs). Tu peux être aussi fière de la carrière rugbystique que tu as réalisée, elle s'est peut-être arrêté trop tôt mais c'est pour toi justement le début d'une nouvelle vie (futur champion de Villemur en tennis déjà !)

Merci tout simplement d'être comme tu es fréro.

Puis, tu es maintenant Papa depuis 3 ans passé et même papa deux fois depuis peu de temps. Tu remplis ce rôle merveilleusement bien. Merci pour ces deux beaux petits enfants que vous nous avez fait, **Nono l'asticot** et maintenant la petite **Romy**, vous avez deux enfants adorables et je suis tellement heureuse d'être leur tatie.

A mes deux grand frères, merci tout simplement d'exister. Vous êtes des frangins qui ont tout fait ensemble. Et cette relation que vous avez entretenue durant vos années étudiantes et pendant votre carrière au SCG, cette flamme là il faut la faire perdurer. Car la vie est faite de mouvement, de départs, d'arrivées. Elle peut parfois rassembler ou séparer. Mais je compte sur vous deux pour toujours l'entretenir. Car Jéjé et Alex forment un tout pour moi déjà, puis pour la famille, vos proches, etc. Et à nous trois nous formons une fratrie soudée.

Me voilà dans la vie active et nous allons travailler ensemble, et je vous souhaite tout le meilleur. Bravo à vous deux. Votre brave petite sœur qui vous aime fort.

A ma belle sœur Céline (« Céssou » ou « Cécsou »)

Ma belle- sœur adorée ! Même maintenant ma belle sœur officielle et j'en suis très fière. Tu fais partie réellement de la famille Montbroussous. Plus de 15 ans qu'on se connaît maintenant... Je me revois en cinquième avec mon livre d'anglais au stade d'Argelez où tu m'aidais à faire les devoirs... Que le temps passe vite ! J'ai vraiment de la chance de t'avoir, tu es une fille tellement géniale et pleine de vie. Tu as une énergie que j'adore, tu es à l'écoute avec tes proches et je sais que je pourrai toujours compter sur toi. Nous passons toujours de supers moments en famille et c'est loin d'être terminé. Tu es une maman comblée et heureuse dans ce nouveau rôle. Je vous souhaite que du bonheur avec Jéjé et le petit Johan qui est tout simplement adorable. Je suis une vraie tatie comblée, merci pour ce beau cadeau que vous avez fait à la famille.

Bientôt la maison également, cela va être top. Nous n'avons pas fini de partager de bons moments ensemble... Ne change rien ma Céssou. Gros bisous.

Un gros bisou à ta sœur **Mumu, Clément et les deux adorables petit Nina et Eliott**, toujours un plaisir de se voir et de discuter ensemble ou de partager un bon moment autour d'un succulent repas.

Une grosse pensée bien sur à **Eliane**, partie trop vite. Tu étais une femme extraordinaire et très attachante. J'ai toujours passé de très bon moments avec toi. Nous pensons fort à toi.

A ma belle sœur Agathe (Gathe ou Gathoune) ,

Ah ma petite Gathe ! Quelle belle sœur géniale ! Nous aussi ça commence à faire longtemps qu'on se connaît.... Je te revois au bord du stade à Tarbes avec maman quand tu cherchais Alexis sur le stade et que tu ne le voyais pas...Bref, tu m'as vu grandir et évolué.

Tu es la gentillesse incarnée ma Gathe, tu es sensible, à l'écoute, pleine de vie et tout le temps enthousiaste. On ne peut se sentir que bien quand on est avec Gathoune.

Je suis très heureuse d'être ta belle sœur, nous pouvons parler de tout et je sais que je compter sur toi dans n'importe quelles situations. Tu es en plus une super maman, attentionné avec pleins d'amour. Vous formez tous les 4 une famille rêvée, merci pour le bonheur que vous apportez avec les petits. Je te fais de gros bisous ma Gathe.

Toutes la famille **Baules** est à ton image, gentille, remplie de joie avec une très forte complicité. Gros bisous à **Marjorie, Pierre, Lucile et Marcel et Sara** et

A toute ma famille aveyronnaise et lyonnaise,

Merci pour ses supers moments passés ensemble, même s'ils sont rares, cela reste toujours précieux.

Papi et Mamie « poule » alias « **Mine et Franc** », merci d'avoir toujours avoir été là pour nous. Merci pour votre gentillesse. J'espère être la petite fille modèle à vos yeux. J'ai passé de très bons moments avec vous dans ma jeunesse. Puis c'est toujours un plaisir de se voir et de partager de bons repas aveyronnais. On ne se voit pas souvent malheureusement. Mais sachez que je pense très fort à vous. Prenez bien soin de vous, je vous embrasse très fort.

Une grosse pensée à **Lili** et **André**, pour qui c'est toujours un plaisir de se voir, voir, je vous fais de gros bisous.

Je remercie la branche lyonnaise des Montbroussous, **Christophe, Béa, Anaïs**. C'est toujours un bonheur de vous retrouver le temps d'un repas, de fêtes, d'événements en tout genre. Ces moments sont précieux et je les conserve au plus profond de mon cœur. Des circonstances très malheureuses se sont passées, nous pensons régulièrement à vous et vous savez que vous pouvez toujours compter sur nous.

Ma petite cousine **Anaïs**, pas si petite que ça car te voilà étudiante. Croque cette période à pleine dent, profite pleinement de tes études car tu vas t'apercevoir que cela passe très vite. Je suis persuadé que tu vas réussir haut la main tous tes projets et entreprises car tu es une jeune fille ravissante, intelligente et pétillante. Je te souhaite bonheur et réussite que ça soit aussi bien dans ta vie privée que dans ta sphère professionnelle même si pour le moment elle se cantonne au jagger bombe du jeudi soir ;). J'apprécie beaucoup passer des moments avec toi, on ne se voit pas souvent mais je nous souhaite à l'avenir de passer encore plus de temps ensemble. Tu me manques et tu pourras toujours compter sur ta grande cousinette dans la joie ou la douleur. Je serai celle qui rigole à tes blagues, celle qui t'écoute, ton épaule pour pleurer et ta bonne étoile. Gros bisous je pense fort à toi.

Comment ne pas penser à toi **Guillaume** ? Tu nous manques à tous petit cousin... Tu étais toi aussi un jeune homme vif, adorable, sensible et largement apprécié auprès des gens que tu côtoyais. En bref une bonne personne et j'imagine le grand frère rêvé. Nous avons passé de

très bons moments ensemble. J'aurai tellement voulu te connaître un peu plus, te voir grandir, t'accomplir et bien sûr comme tous être encore plus présent pour toi. Tu en es allé cependant nous ne t'oublierons jamais.

Merci à la **famille Gayrard, Gilou, Chris, Lolo et Marion, Fred**, et la famille **Solignac, Jean-Marc, Christelle, Coralie, Maxime**, nous ne voyons pas beaucoup mais c'est toujours avec plaisir de se retrouver et de passer de bons moments autour d'un bon petit repas par exemple. J'espère en vivre encore beaucoup et qu'on aura l'occasion de se retrouver tous très vite. Merci pour votre joie de vivre et votre gentillesse. Je vous souhaite à tous pleins de bonheurs. Et félicitation à **Lolo et Marion** pour ce beau petit bébé, un de plus, c'est génial de voir la famille s'agrandir comme ça, pleins de bonheur à vous trois à Mayotte.

Une grosse pensée à **Papie et Mamie chat**, partis trop tôt, papi je ne t'ai pas beaucoup connu malheureusement, mamie nous avons partagé de très bons moments ensemble. Je pense fort à vous.

A **Alex**, tu es un peu comme mon troisième frère, je me rappellerai toujours de la période où tu vivais avec nous, j'étais petite mais j'en garde de très très bons souvenirs. Je me souviens encore du poème « la loba la loba » en espagnol que tu me faisais réciter quand j'étais en cinquième, de tes pantoufles de l'Olympique de Marseille, des tes jeux sur l'ordinateur- « tout le monde veut prendre sa place »-de tes sorties de chez le coiffeur toutes les semaines...Nous avons passé beaucoup de moments ensemble. Maintenant, nous nous voyons moins mais c'est toujours un plaisir de se retrouver. Tu feras toujours partie de la famille Montbroussous. Tu peux être fier de la famille que tu as fondée, tu as une famille en or et nous sommes très contents de te voir épanoui. Gros bisous à toi ainsi qu'à **Sandrine** et tes deux magnifiques petits **Ruben et Raphael**.

A **Janine et Martine**, vous faites parties pour moi de la famille Montbroussous, je garderai toujours de très bons souvenirs de tous ces moments partagés ensemble dans ma jeunesse, on en a partagé des bons petits repas ensemble et je me rappelle que vous disiez toujours que « j'étais une bonne convive », sachez que cela n'a pas changé ! Merci pour toutes ces invitations et moments passés avec vous, je suis moins présente mais sachez que je pense

souvent à vous et que c'est toujours un plaisir de venir vous voir, vous comptez beaucoup pour moi.

Une grosse pensée au brave **Titou** qui était un chien très attachant et gentil.

A **Rosy**, merci pour toutes ces années passées dans la maison Montbroussous, tu fais comme partie de la famille maintenant. Tu une femme avec un grand cœur, toujours à l'écoute et disponible pour les autres. Merci pour tout **Rosy**.

A la famille Marserou-Lacombe,

A **Geneviève et Jean-Marie**, cela va faire quelques temps que je vous connais maintenant et je vous remercie pour tous ces supers moments passé ensemble, vous m'avez de suite très bien accueillie dans la famille et je me suis sentie vite à l'aise avec vous. C'est toujours un plaisir de se voir et de partager un bon week-end dans vos Corbières. Comme beaucoup de gens qui me voient attablée, vous avez très vite compris que j'ai un coup de fourchette mémorable. Déguster vos vins, se balader dans votre « país » si charismatique me ravie toujours autant. Aussi vos visites dans le pays Toy sont des moments de partage que Louis apprécie beaucoup. Sachez que vous pouvez venir passer un séjour à Luz quand vous le voulez, moi-même ou mes parents nous vous accueillerons avec plaisir : nos Pyrénées sont grandes ouvertes !

Ensuite, je tiens bien sur à vous remercier pour votre aide précieuse pour cette thèse, vous vous êtes tous les deux portés volontaires pour la corriger et vous l'avez fait avec brio.

Geneviève, tu m'as suivi intensément depuis ces quelques mois dans la rédaction de ma thèse, tu l'as relue à plusieurs reprises, tu m'as donnée de super conseils et cela m'a beaucoup aidé.

Tu as énormément de travail dans ton usine, tu es une bosseuse comme j'en ai rarement vu et je ne sais pas comment tu as pu trouver tout ce temps pour m'épauler. Tu as consacré un temps incalculable pour ma thèse et je ne sais pas comment te remercier.

Je suis très contente et honorée que vous soyez là pour assister à ma thèse et pour fêter ça ensemble. A charge de revanche : monter la brèche de Rolland toutes les deux par exemple...

(Il suffit juste d'un peu d'orga pour caler ça.)

Gros bisous à tous les deux.

A **Nicole, Pascal, Mèmène, Frédérine, Pierre-jean, Anne, Jacques, Léa, Emilie** pour votre sympathie envers moi, votre accueil et les repas partagés ensemble qui sont tout le temps très

agréables et conviviales. Un grand merci à Mèmène pour ces cakes au raisin qui m'ont donné la force de supporter votre petit-fils. Gros bisous à vous tous et vive les Corbières !

A toute la famille Vieira, cette amitié entre ces deux familles est unique et hors du commun, nous passons toujours de supers moments ensemble, **Francis et Anne-Marie** toujours dans la simplicité et dans la rigolade, merci pour toutes ces invitations, les vacances à Lacanau pour lesquels j'en garde un super souvenir, les sorties skis, les différentes soirées. Vous êtes des personnes généreuses, qui aiment beaucoup profiter de la vie. Je suis très heureuse de l'amitié que vous entretenez avec avec mes parents.

Merci à toi **Charlotte** (« **Chayo** » à l'époque), on se connaît depuis un petit moment maintenant, je n'oublierai jamais les étés passés ensemble quand on était plus jeunes : ces vacances à Biarritz, les vacances à Lacanau avec les énormes petit-déjeuner qu'on se faisait à 11 h du matin et bien sur tous ces moments passés à Luz, la salle de jeu était notre grande amie surtout la Nintendo 4 ! Bien sur aussi toutes les pistes de ski qu'on a dévalé ensemble ... J'ai souvenir de la fois où on était coincé au niveau de la piste bleu... Ou aussi quand on s'était fait enfermer par la baby-sitter dans ta maison à Luz : ces parents indignes !

C'est une joie de se retrouver, nous passons toujours de très bons moments et il faudrait vraiment essayer de se voir encore plus régulièrement. Je te souhaite en tout cas que du bonheur dans ta vie privée et dans ta vie professionnelle. Gros bisous et à très vite pour nighter ensemble !

Merci à **Julie et Nico**, toujours un plaisir de se retrouver et de se voir. Vous êtes des personnes extra, je vous souhaite que du bonheur avec **Gaël** et **Clémence**, gros bisous à eux. **Julie et Gaël**, vous avez une petite fille adorable je suis très heureuse pour vous gros bisous à **Albane**.

Aux Vermande, Cathérine et Marine, vous êtes des personnes tellement appréciables et gentilles, je suis très heureuse à chaque fois de vous voir. Sachez que vous pouvez toujours compter sur la famille montbroussous.

Catherine, ton amitié avec mes parents est sacrée, tu comptes beaucoup pour eux.

Ma Marinette, je t'apprécie beaucoup plus que tu ne le penses, tu fais partie de la grande famille des Toy. J'adore passer des moments avec toi, partager un bon repas ou une bonne bringue. Tu es une personne géniale. Je serai toujours là pour toi, j'espère qu'on se verra encore plus régulièrement, je te souhaite que tu bonheur dans ton nouveau boulot. Gros bisous.

Richard, tu es parti trop tôt, tu étais une personne tellement géniale avec plein d'humour, j'adorai passer des moments avec toi tu me faisais beaucoup rire... Papa et toi étaient vraiment complémentaire et il me parlait beaucoup de toi... Tu nous manques et on pense très fort à toi.

A la famille **Limare et Magnac, Jean-Claude, Marie-Claude, Valérie, Marc, Stéphanie, Emma, Clément, Marie**, merci pour m'avoir toujours bien accueillie, merci pour votre bienveillance à mon égard et pour tous repas et moments passés ensemble durant les mois d'été à Luz. C'est toujours un plaisir de se retrouver.

Clément et Lucie à charge de revanche, je vous attends à Toulouse ! Pleins de bonheurs à vous deux en tout cas, vous formez un couple épanoui.

Gros bisous à tous

Passons maintenant **aux équipes de pharmacie**,

A toute l'équipe de la pharmacie de l'Ardiden, pour m'avoir fait grandir durant tous ces mois d'été. C'est un peu grâce à vous que j'en suis là. C'était mes premières expériences et cela fut un succès. Merci donc à **Agnes, Chantal, Théodore, Pascale et Eric**. Merci à **Nathalie et Laura** qui sont malheureusement parties de « the pharmacie » mais qui m'on suivies pendant tous ces mois d'étés.

Je remercie particulièrement **Éric** avec qui j'ai partagé de très bons moment en dehors du travail y compris au tennis, merci pour votre accueil avec **Vivi** chez vous avant l'entraînement, le gouter m'était précieux... Vous êtes maintenant bientôt grands-parents, je suis tellement contente pour vous. Je vous embrasse et merci d'être là le jour de ma thèse, ça me touche beaucoup.

A toute l'équipe de la pharmacie Cathalau, merci à **Pierre, Gene, Marianne, Mounia, Lolo, Nathalie, Cathy, Lydia, Jennifer, Marion, Lola, Stéphanie, Yann** pour m'avoir aussi bien accueillie dès le début dans la pharmacie. Mais j'ai su très vite trouver mes marques et je me suis sentie rapidement à l'aise avec vous. Vous êtes une équipe splendide, compétente, sérieuse, et tellement complémentaire. Vous êtes toutes et tous si différents. C'est un peu cela qui fait la force cette pharmacie. Je suis très fière de travailler avec vous et j'ai hâte de m'investir encore plus. Pour vous c'est une centaine de poutous.

Merci particulièrement à **Pierre** et à **Isabelle**, merci pour votre gentillesse à mon égard. Vous êtes des personnes très attachantes avec qui c'est toujours un plaisir de passer des moments. Vous êtes des personnes entières avec une joie de vivre que tout le monde adore. Merci d'être là pour ce moment très important pour moi. Gros bisous à vous deux.

A toute l'équipe de la pharmacie du collège, merci à **Julie, Mélanie, Charline, Pauline, Marie-Hélène, Betty, Fabienne, Séverine, Fabien et maintenant Marie**. Ah j'allais oublier Mélanie B..... (non je rigole bien sur). En toute simplicité vous êtes géniaux, j'adore travailler avec vous pour le meilleur et pour le pire. Sacré Covid ! L'ambiance est à l'image de chacune et chacun d'entre vous : simple, jeune et convivial. Vous êtes une équipe formidable et de belles personnes. J'ai beaucoup de chances d'être dans une équipe comme la vôtre. Une centaine de poutous pour vous aussi !

Maintenant merci à tous **mes amis** qui sans vous je ne serai pas là ou j'en suis aujourd'hui,

A Claire Dupin alias « la Dupe », écrire ton prénom me remémore tant de souvenirs. Tout a commencé nous avons à peine 8 ans avec cette première tournée estivale autour du tennis. Et cela n'était que le début car durant tous nos étés et ce jusqu'à nos 16 ans il n'était pas question de se louper. Pourtant c'est l'appel des bals et des férias qui a clôturé cette magnifique raison de se retrouver. Je me souviens de cette épopée vers Tyrosse en autostop : quel échec !

On en a vécu des matchs endiablés que ça soit en tant que meilleure ennemie ou que meilleure coéquipière. Il y a eu ensuite les premières sorties, les premiers murs (ma mère nous a sacrément grillé la troisième fois), puis les premières cuites (je dois une fière chandelle à toi et ton sèche cheveux, désolé Nathalie), nos premières vacances d'été entres copines (ce blabla étrange pour rejoindre le Cap d'Agde le lendemain d'une bringue chez Tonton, notre voyage à Biarritz avec son lot d'anecdotes, je crois que ta tente est marquée à vie), notre période estudiantine dans la ville rose où ensemble nous avons écumer les bars jusqu'à plus soif. Il m'est impossible de tout écrire tellement nous avons vécu des choses ensemble. Sache que tu es plus qu'importante pour moi ma Dupine. Nos vies ont fait que nous nous voyons moins dorénavant. Mais sache que je serai toujours là pour toi. J'espère que la cité phocéenne te sied bien. Je ne te souhaite que du bonheur dans cette nouvelle vie. Plein de réussite dans tes

entreprises : tant en amour que dans ta vie professionnelle ! Epanouie toi, tu le mérites en tout cas. J'ai hâte de venir passer un petit séjour chez les marseillais, putain con !

Tu me manques ma poule, je te fais de gros bisous. Gros bisous également à **Roland, Nathalie, Lucile, Anouck**, des personnes plus qu'attachantes, gentilles et toujours accueillantes je vous envoie milles poutous !

A mes amis du pays toy alias le plus beau des pays,

Fanny Madalla, toujours un plaisir de se retrouver ! Nous passons de très bons moments à chaque fois (souvent très alcoolisés++). Je te souhaite en tout cas que du bonheur que ça soit dans la vie professionnel ou privée. Tu es une fille géniale. J'espère pouvoir passer encore plus de moments ensemble. Merci d'être là le jour de ma thèse, ça me fait très plaisir. Gros bisous ma poulette

Charline Madalla, qu'est ce que le pays toy ferait sans toi ?? Tu es la reine du pays toy ma chacha ! Tu as le sens de l'amitié et de la famille très poussé et c'est ça qui est beau chez toi. Tu es de la génération plus de mes frères mais c'est vrai que je te considère comme une vraie amie. On en a fait déjà des soirées ensemble, tu m'as fais sortir quand j'étais plus jeune et tu m'as aidé dans quelques situations ! Le fameux selfi de minuit aussi...il est sacré celui là ! Et il y en a encore bien d'autres à faire ! Tu mérites toi aussi réussite et épanouissement. Merci d'être là pour ce jour très important pour moi. Je te fais de gros bisous.

Julie Puyo, ma petite toy parisienne ! Merci pour ces supers moments ensemble, on s'est encore plus rapprochés ces dernières années et c'est génial. Tu es une superbe fille pleine de vie, de projets et de joie. Tu es épanouie dans ce que tu fais et je suis très heureuse pour toi. Tu mérites beaucoup de bonheur. J'espère qu'on aura l'occasion de se voir encore plus. Gros bisous Juju.

La Prisse, merci pour tous ces bons moments partagés au tennis la Prisse. On se connaît depuis très très très longtemps maintenant...Je me souviens comme si c'était hier quand on était voisins et qu'on s'entraînait au tennis sur le mur du garage. Puis tous ces entraînements avec JP, les allés retour à Lourdes, nos matchs endiablés, nos titres...c'était une belle époque. Nous ne voyons moins mais c'est toujours un plaisir de se voir dans notre pays toy.

Je te souhaite beaucoup de réussite pour cette année très importante pour toi. Tu mérites bonheur et épanouissement. Gros bisous la Prisse

Quentin, merci pour tous ces moments passés au tennis petit cocoye. Nous avons vécu de supers moments ensemble, les tournées dans les landes, le voyage à San-Sébastien, au Cap d'Agde, les gouter pré-entraînements chez toi indispensables.

Et maintenant ...futur papa !! Je te souhaite que du bonheur dans cette nouvelle vie, tu mérites bonheur et épanouissement. Merci d'être là pour ma thèse ça me fait très plaisir. Une pensée à ton frère **Hugo** avec qui j'ai toujours plaisir de voir. Bisous

A mes amis du lycée alias « les bombasses du 65 », merci pour tous ces moments passés ensemble. Les années lycée auraient été tellement différentes sans vous. Nous avons vécu des moments forts et inoubliables. Le coco a vu de tout avec nous ...Vous êtes des vraies amies sur qui je sais je peux compter à tout moment. Nous avons de la chance d'avoir un groupe aussi solide depuis maintenant plus de 10 ans...Nous nous voyons moins mais le principal c'est que à chaque fois que l'on se voit rien ne change. Puis cela est loin d'être fini, il nous reste beaucoup de choses à vivre encore ensemble ! Nous n'avons pas fini de faire les folles, de sortir, de danser, de rigoler et il faudrait s'organiser au moins deux ou trois week-end par ans pour toutes se retrouver. Sachez en tout cas que vous pouvez toujours compter sur moi les filles.

Manon, notre petite prof du groupe ! Je nous revois comme si c'était hier lors de nos premiers moments au lycée...tout a commencé par un « tu es forte en maths », puis « c'est quoi ton 06 » dans le parc d'argelez...Nous avons passés des moments inoubliables toutes les deux.

Notamment cette année de seconde qui restera vraiment gravée à vie. Qu'est ce qu'on a rigolé...Le délire avec Mr Boé, nous fous rire à n'en plus finir, les cours de muscu, nos soirées devant « paranormal activités », nos premières soirées dont les premiers bals avec nos fameux rosé pamplemousse. Je me souviendrai toujours aussi de cette soirée toute les deux avec notre malibu ananas (il n'a pas fait long feu celui là) et notre escapade à Sazos. Bref, impossible de décrire tous les moments passés ensemble mais en tout cas ce qui est sûr c'est que c'est loin d'être fini. Tu es vraiment une fille géniale Manon.

Merci en tout cas d'être toujours là pour moi. Tu es une véritable amie sur qui je peux compter.

Je te souhaite que du bonheur dans ta vie professionnelle et dans ta vie amoureuse avec **Pascal** (avec qui j'ai toujours plaisir de voir et de discuter), vous formez un couple superbe et épanoui.

J'espère qu'on aura l'occasion de se voir encore plus. Je te fais de gros bisous ma belle

Laetitia, « ma pingouine », nous aussi on en a vécu des choses ensemble...Et même que la première soirée au coco c'était toutes les deux et on avait à peine 16 ans... Je nous revois arriver à minuit devant la boîte puis on était bien accompagnés entourés des copains de mes frères !! Ah quelle époque ! Toujours des moments et des soirées de folies ensemble... Nous avons toujours eu des anecdotes à n'en plus finir...On s'est « jamais échappés » !

Tu es une fille superbe, rigolote, toujours le sourire, toujours le mot pour rire. On se voit beaucoup moins malheureusement tu me manques pingouine j'espère qu'on va rattraper tout ça car on en a des choses à faire encore ! Je te souhaite que du bonheur en tout cas. Aies confiance en toi, ton travail va payer tu mérites d'être épanoui. Au niveau de ta vie amoureuse tu es très bien accompagnée maintenant avec notre chère **Guillaume** (toujours un plaisir de le voir et de parler avec lui il est très sympathique ce petit). Vous vous êtes bien trouvés tous les deux, vous formez un couple rêvé.

Je te fais de gros bisous pingouine.

Lisiane, ma petite Lisou merci pour tous ces moments passés ensemble, merci d'avoir été une voisine de classe rêvée, on s'est toujours entraïdées, tu m'as toujours aidée (surtout avec Baudier), et on a surtout bien rigolé. Les soirées avec toi sont toujours très joviales, dansantes et c'est ça qu'on adore chez toi, toujours partante pour danser jusqu'au bout de la nuit surtout sur du latino !

Tu mérites épanouissement Lisou dans tous les domaines. Je te souhaite beaucoup de bonheur avec **Antony**, vous avez l'air de vous être vraiment bien trouvés je suis très contente pour toi. Maintenant te voilà partie à Madagascar pour une superbe expérience. Tu vas nous manquer mais c'est génial ce que tu vas faire, profite surtout à fond, prends-en plein les yeux et au niveau humanitaire je pense que tu vas être comblée... Reviens nous avec pleins de choses à raconter. Gros bisous Lisou

Hélo, la maman du groupe comme on dit ! Qu'est ce qu'on ferait sans toi ma petite Hélo...Merci d'être comme tu es tout simplement. Tu es une amie rêvée, toujours à l'écoute,

attentionnée, dans l'empathie, sensible mai aussi toujours avec le sourire, rigolote et tout cela avec ton petit caractère que tout le monde connait et adore et qui te rend unique. Nous avons passés des supers moments et surtout c'est toujours le cas j'adore passer du temps avec toi. C'est que le début d'une longue lignée. Tu mérites toi aussi beaucoup de bonheur. Je suis très heureuse pour toi que tu t'épanouisses autant en amour avec **Dorian**, un garçon pour qui j'ai hâte de faire la connaissance d'ailleurs.

Gros bisous ma petite Hélo

Marie, merci ma poule tout simplement d'être comme tu es. Merci pour déjà tous ces moments passés ensemble et c'est sûr que c'est le début d'une longue amitié.

Sans histoires, sans prise de tête, toujours dans la rigolade, tu es une fille géniale, on s'est encore plus rapprochées ces dernières années et j'en suis très heureuse. Tu es quelqu'un de simple, de sensible, à l'écoute et de très joviale. J'adore passer des moments avec toi. Tu mérites toi aussi beaucoup d'épanouissements dans ta vie en général. Ta rencontre avec Paul a permis aussi que tu intègres le fameux groupe de l'ICAM... des sacrés phénomènes mais c'est génial de partager ça aussi ensemble. Je te souhaite en tout cas beaucoup de bonheur avec Paul. Tu mérites d'être heureuse.

Gros bisous ma poule !

A mes amis de la fac le sang, sans vous tout aurait été si différent...J'en suis sûre que je ne serai pas là où j'en suis sans vous.

C'était des années de folies. Nous avons passé des moments et des soirées inoubliables. Petit souvenir de nos soirées au fameux donjon...Il a vu de tout celui ci !

Nous sommes tous très complémentaires et c'est ce qui fait la force de notre groupe. Vous êtes des personnes superbes et de véritables amis. On est tous un peu éloignés malheureusement mais ce qui est sur nous sommes inséparables. Les amis de fac c'est des amis qu'on garde à vie, c'est même un peu comme la fafa ! Pleins de cœurs sur vous.

A ma Mich,

Mich et mich sont sur un bateau mich tombe à l'eau ? Qui reste t-il ? Une mich mais laquelle ?

Cette phrase symbolise bien notre amitié...Tout était si évident avec toi. Dès le premier jour de la rentrée sans forcément bien se connaître, nous avons directement senti un lien très fort. D'ailleurs, la première soirée nous avons fini à 7h chez des inconnus en tenue romaine et à

courir jusqu'au métro pour arriver en TP le lendemain...Oupsi... Puis première soirée, déjà premier surnom : « Michelle » qui s'est très vite écourté en « Mich ». Ce surnom est maintenant universel ! Même les serveurs du BL l'emploient, on peut s'applaudir bravo la Mich ! Tu m'as apprivoisé, je t'ai apprivoisé. J'ai su direct qu'on était fait pour être de grandes amies. Une grande carrière de danseuse sur table nous attendait et tu étais ma partenaire privilégiée. Tout cela était le début d'une longue et longue lignée de soirée...et cette lignée n'est pas prête à s'arrêter. Ces années étudiantes auraient été tellement différentes sans toi, on se souviendra toujours de nos mardi soir (« On est quel jour aujourd'hui ? » Mich répondu « Mardi Mich » avec l'œil pétillant...), des fameuses sorties goûters qui finissaient souvent par un bon happy hours à 18 h et qui se terminaient à 6 h du matin au bazar... Nul doute que le bazar aurait fait faillite sans nous, tout comme le BL ou la Tantina et bien d'autres sûrement. On regrette la faillite de toutes les autres échoppes toulousaines : on ne peut pas être partout...

Ce stage au Vietnam aussi avec Malau (Quel stage !) ...rien à dire de plus à part que c'était juste exceptionnel et inoubliable. Vivement le prochain grand voyage (Bali !!)

La bringue a permis de nous rassembler mais pas que, il y a aussi les Pyrénées parce que toi aussi tu as eu la chance d'être née à Lourdes !

Nous sommes aussi de grandes confidentes et nous sommes très complémentaires. Sache que tu pourras toujours compter sur moi ma mich. Nous avons partagé beaucoup de choses et vécu une vie étudiante rêvée : on était coloc séparée, puis voisine dans la rue des 36 Mich. On disait toujours quand vous voyez une Mich il y a forcément l'autre pas loin. Ou bien alors : « Où sont les Michs ? » « Au bar... » (et c'est toujours le cas).

Tu es une fille géniale, sensible, douce, à l'écoute et partante pour tout. La vie a fait que nous nous voyons que trop peu mais je suis sûre que la tendance va finir par s'inverser. Puis, avec les michs ce qui est à retenir c'est que la distance ne nous a pas séparé bien au contraire elle a montré à quel point on avait une amitié hors du commun. Nos folles années étudiantes sont passées trop vite et sont uniques avec cette rencontre des michs mais je te promets ce n'est que le début ma Mich, le début d'une longue très longue amitié.

Merci pour tout Mich. Tu mérites bonheur et épanouissement dans tous les domaines.

Gros bisou à **Kévin** (une très belle personne aussi avec qui j'ai toujours plaisir de voir et de discuter) qui partage ton quotidien depuis quelques années et qui te rend heureuse. Mich manque à Mich. Gros poutoux de Mich à Mich.

A **Mathou**, ah ma petite mathou...Tu es une fille en or. Tu as toujours le sourire, tu es partante pour tout, tu es prête à tout pour les gens que tu aimes et tu mets la bonne ambiance partout. Merci tout simplement d'être comme tu es et merci d'être toujours là pour moi quand j'en ai besoin.

Tu peux être aussi très fière du parcours que tu as fait et des expériences du point de vue professionnel que tu as déjà. Tu es une fille bosseuse et reconnue dans tous les CHU de Toulouse. Tu seras une biologiste très disputée tu peux en être sûre...

J'ai beaucoup de chance d'avoir une amie comme toi. Depuis ces derniers temps surtout, on a créé un lien d'amitié vraiment très fort. On fait un beau duo toutes les deux aussi, surtout quand on nous voit en soirée, jamais dans l'excès ! Mon but aussi est de cocher avec toi toute la liste de restaurants et endroits sympatiques à Toulouse que tu as sélectionnée on en a des choses à découvrir !

Puis, nous avons fait déjà un voyage inoubliable à la réunion (pénurie de rhum à notre départ...), des petits week-ends toujours très sympathique et très distingués...Puis ce n'est que le début, nous avons déjà trop perdu de temps.

Nous sommes de plus en plus proches, complémentaires et complices et j'en suis très heureuse.

Bref, j'ai déjà hâte des prochains moments ensemble, c'est toujours simple, sans prise de tête, toujours dans la bonne humeur et toujours distingué !

Sache en tout cas que tu pourras toujours compter sur moi. Tu mérites beaucoup de bonheur toi aussi dans ta vie privée ou professionnelle. J'en suis sûre que tu vas t'épanouir dans tous les secteurs, tu le mérites tellement.

Tout ça pour dire que ce n'est que le début d'une longue amitié ça j'en suis sûre et que tu pourras toujours compter sur moi.

Reste comme tu es ma Mathou.

A très très vite pour de nouvelles aventures,

Gros poutous partout

A **Malau**, ma petit malau ! (Ou malaucul)

Tu sais que j'ai rarement vu une personne comme toi. Zen, toujours cool, jamais stressée, toujours la bonne humeur, toujours le sourire et le petit mot qui fait rire...C'est tellement génial de passer du temps avec toi. Tu apaises et rends l'atmosphère tellement décontractant.

Tu ne dis jamais non, ça va toujours, tu te plains jamais, partante pour toi, tu détestes les

conflits, tu avances dans ta vie sans te pauser des questions et tu aimes surtout profiter de la vie ! Bref, tu es géniale !!!

Je sais que je peux compter sur toi dans n'importe quelles situations.

Nous avons passé des moments extra aussi durant notre folle vie étudiante. Nous en avons bu des pichets au BL pour l'heure de l'happy hours...

Ce voyage au Vietnam m'a permis aussi d'encore plus te connaître et m'a permis de voir à quel point tu es une fille hors du commun et une véritable amie. Nous avons découvert un trio avec mich juste sans faille...vivement les prochains voyages !!!

Ça fait quelques mois qu'on se voit mais cela n'a rien changé entre nous. Puis surtout bientôt une nouvelle expérience pour vous avec Antoine...Le pays toy !!!! Je suis trop contente que vous veniez passer quelques mois dans les Pyrénées et que tu viennes travailler chez mon père. Nous allons rattraper le temps perdu cet été !! Ça va être génial de bosser ensemble c'est sur : le mouton noir et le coco sont pas prêts !!!

Je te souhaite que du bonheur en tout cas dans vie professionnel et dans ta vie amoureuse avec **Antoine ton fiancée** (un super gars qui te rends heureuse depuis maintenant quelques années) : tu n'es pas prête à ton mariage tu vas avoir honte de nous !

Changes rien Malau.

Gros bisous

A **Chlochlo alias « Micha »**, ah ma micha !! Toi aussi qu'est ce que je t'adore.... Tu es tellement attachante comme fille. Pareil dès le début de la fac on s'est très vite retrouvées. C'était inévitable !!! D'abord par la série B puis après c'est l'appel des soirées et de la danse endiablée qui nous a rassemblé...Nous avons passés des moments et des soirées déjà inoubliables. L'appel du mardi des michs ...celui là était sacré, rare fut les appels où tu n'es pas venue... alors que tu étais en pyjama tranquillement chez toi tu arrivais toujours à craquer (personne ne résiste aux michs surtout sur sur latino !). Bref c'était des années extra. Tu es partie à Porto, ton départ fut dur mais qu'est ce que j'étais heureuse pour toi que tu aies pu faire ce que tu avais envie. Et cela nous a pas empêché d'être toujours autant proches, nous ne voyons dès que c'est possible, dès la moindre occasion et dès qu'on peut faire un petit weekend nous sommes les premières à l'organiser.

Merci encore aussi de nous avoir rejoint au Vietnam... Nous nous souviendrons à vie de ce voyage. Puis c'était surtout le début d'une grande lignée ...nous avons pleins de choses à faire

et à découvrir ensemble. Déjà prépare toi à que je débarque à Porto, on va la fêter ta thèse oui pour toi aussi !!!!

Tu es une personne douce, sensible, à l'écoute de tes proches et de tes amis et toujours partante pour faire la fête ou pour organiser un weekend !

Bref, Je sais que je pourrai toujours compter sur toi et tu es une vraie amie.

J'en suis sûre que tu vas trouver épanouissement en amour et dans ton travail. Tu le mérites vraiment. Bientôt toi aussi dans la vie active et donc te voilà de retour parmi nous dans quelques mois et dans notre chère ville rose...J'ai trop hâte !

Tout ça pour te dire que tu es une personne extra micha. Reste comme tu es.

Je te fais de gros bisous ma micha

A **Lulu**, ma petit lulu que j'adore ! Tu es très importante pour moi tu sais. Tu es une fille en or pleine de vie et avec un cœur énorme. Tu as le sens de l'amitié et de la famille poussé.

Merci pour toute la joie que tu portes autour de toi.

Nous avons passé des moments magiques durant nos études. Les happy hours au BL étaient sacrés...Je nous revois à la sortie d'un bazar manger notre brave kebab à 5 h du matin...je pense que tout Toulouse nous a entendu !! Et la soirée tartiflette qui a fini au champagne au bazar. Des anecdotes et encore des anecdotes...Les moments avec toi sont toujours géniaux, on peut discuter de tout, se confier, rigoler, pleurer.

La vie a fait que nous nous voyons moins malheureusement mais quand on se retrouve c'est comme si on se n'était jamais quittées. Sache en tout cas que tu pourras toujours compter sur moi Lulu.

Tu mérites beaucoup de bonheur toi aussi que ça soit dans ton travail futur ou en amour. Mais en ce qui concerne ta vie amoureuse, **Mr Bebew** t'épanouit complètement et tu as l'air d'être comblé. Je suis très heureuse pour vous. Gros bisous d'ailleurs à ce gentil Monsieur pour qui c'est toujours un plaisir de passer un moment ensemble.

J'espère qu'on va se voir plus régulièrement Lulu, c'est vital !

Je te fais de gros poutous ma Lulu.

A **Cha**, ma petite chachou ! Merci merci pour tous ces moments magiques à la fac. La série B sans toi aurait été si différente...Les lendemains de soirées en TP auraient été beaucoup plus triste et les cours d'anglais encore plus ! Qu'est ce qu'on a rigolé pendant ces cours d'anglais et qu'est ce qu'on était nulles !! Les soirées d'intégrations étaient assez mémorables aussi

(enfin de ce qu'on se souvient...). En tout cas, c'était vraiment des années uniques qui sont passées trop vite mais qui resteront gravés à jamais. Mais c'est loin d'être fini et on en a des choses à faire encore et des pistes de danse à tester.

Tu es une fille géniale Chachou, tu as ton caractère que tout le monde connaît mais qu'est ce que tu as bon fond. On t'adore comme tu es !

La ville rose te pleure mais je suis tellement heureuse pour toi que tu te soies rapproché de Bordeaux et donc de ta famille. Paul doit être très content d'avoir sa Tatie pas loin. Tu as l'air épanouie en tout cas dans ta nouvelle vie bordelaise.

D'ailleurs j'ai hâte de de venir passer un weekend vous voir chez les bordelais !

Je te souhaite que du bonheur dans tous les secteurs de ta vie.

Gros bisous Chachou

A **Isa**, notre petite guadeloupéenne du groupe ! Quelles soirées et moments passés avec toi aussi durant ces années folles !!! De la soirée d'intégration aux apéros donjon (« Il fait noir », « J'ai peur du noirrr ») tu étais jamais la dernière. Qu'est ce que tu nous a fais rire avec tes danses et ton accent guadeloupéen (ça fait longtemps que tu nous l'as pas fait d'ailleurs). C'est vrai que les soirées avec toi on se n'ennuie jamais il y a toujours des anecdotes à raconter !

La série B aurait été bien triste sans toi. Ça aurait été plus dur ces lendemains de soirée en TP pour lesquels notre taux d'alcoolémie était encore bien élevé.

Tu as ton côté perché et naïf qui sans lui enlèverai tout ton charme ! Tu es quelqu'un de très sensible, à l'écoute de tes proches et toujours le mot pour rire.

La vie a fait que nous nous voyons moins malheureusement mais c'est tellement un plaisir quand on se retrouve. C'est toujours dans la bonne humeur et dans la rigolade.

Vivement un weekend bordelais toutes ensemble ! Ils ne sont pas prêts...

J'espère que tu vas trouver épanouissement dans ta nouvelle vie. Tu le mérites en tout cas.

Je te souhaite en tout cas pleins de bonheur avec **Arthur**. Vous avez l'air en tout cas de bien profiter de la vie et cela est très important.

Je te fais de gros bisous Isa

A **Johan**, mon binôme de l'enfer ! Tu es un gars super Jojo. Nous avons passés des moments géniaux durant notre vie étudiante. Tu étais le seul mec du groupe mais c'était complètement naturel. Toutes les soirées Donjon tu étais présent ! Je garde un très bon souvenir de notre

collaboration en tant que binômes ! On s'est sauvés la mise plusieurs fois ! Tu es partie depuis quelques temps retrouver tes proches dans ton cher pays et je suis très heureuse pour toi car je savais à quel point tu étais proche de ta famille et de ta région. Tu es maintenant un homme marié et comblée par **Adeline**. Je vous souhaite que du bonheur en tout cas **Jojo**, profitez de la vie les jeunes mariés ! Et j'espère qu'on aura l'occasion de se voir plus régulièrement. C'est toujours un plaisir de passer du temps ensemble. Promis, on viendra avec Louis te rendre visite !

Gros bisous de ton binôme préféré

A **mes porcinettes adorées**, Merci pour tout **Inès, Mich, Flora, Salomé, Caro, C.A, Léa, Romane, Morgane, Alexandra**... Nous pouvons être fières des deux années qu'on a passé ensemble. Nous avons réussi à former un groupe solide, nous étions débutantes et nous avons en plus fini par la gagner cette coupe... Merci bien sur à **Mr Baragnon** pour toute ta patience, ta pédagogie et pour avoir réussi à nous avoir fait partager ta passion de l'ovalie. Des soirées bien sur mémorables, des troisième mi-temps bien arrosées au BL, c'était tout simplement génial. Nous ne voyons moins malheureusement mais c'est toujours un plaisir de se retrouver, vous êtes des superbes personnes et toujours de bonne humeur. Il faudrait se promettre d'organiser un à deux weekends par ans pour se retrouver entre porcines... Gros bisous bisous de cochon (ronronn)

Message particulier à **Inès**,

Ma petit Inès, tu es quelqu'un de formidable. J'ai rarement vu une personne aussi entière que toi. Tu as le cœur sur la main, tu es généreuse, sensible, souriante, partante pour tout, toujours de bonne humeur. Bref, tout le monde aimerait avoir une amie comme toi !!!

Au début de notre rencontre tu étais la « petite » du groupe... Tu t'es très vite bien intégrée, on t'a « apprivoisé » au BL avec la mich (je me souviens du premier mardi au black quand je t'ai raccompagné chez toi après..) puis après ça tu étais la première à vouloir faire la troisième mi-temps (On était fières avec Mich !). Rapidement nous avons eu un lien très fort et direct j'ai su que tu allais être une vraie amie. Puis maintenant tu es plus une « petite », tu rentres bientôt en sixième année, que le temps passe vite ! En tout cas, ça j'en suis sûre et tu peux l'être aussi tu seras une superbe pharmacienne avec beaucoup d'empathie, ce métier est vraiment fait pour toi.

C'est si simple avec toi, les moments ensemble passent toujours très vite et font toujours beaucoup de bien.

Tu pourras toujours compter sur moi ma Inès. Restes comme tu es surtout tu es une fille géniale.

Ce qui est sûr c'est que nous deux c'est le début d'une longue amitié.

Maintenant nouvelle vie dans ce nouvel appartement à Toulouse, avec **Baptiste**, ça va vous changer la vie je suis très heureuse pour vous. Je vous souhaite en tout cas beaucoup de bonheur à tous les deux les amoureux, vous formez un couple épanoui. (Vivement la crémaillère !)

Gros bisous à tous les deux

Aux copains narbonnais, **Lucas et Marylou, Leo et Manon, Clément**, merci pour m'avoir aussi bien accueillie dans votre groupe de choc. Une Toy parmi les braves narbonnais c'était pas gagné. Puis je vous ai pris un peu votre Loulou donc je comprends que ça pouvait être difficile de m'accepter ;) Non en vrai vous êtes des personnes superbes, très attachantes avec pleins de joies de vivre. Nous passons toujours de bons moments ensemble et c'est toujours un plaisir de se retrouver dans vos chères Corbières. Je vous fais de gros bisous à tous.

Aux copains d'ICAM, merci à **Paul, Paul A, Thomas, Pierre-Louis**...et bien d'autres encore pour toutes ces soirées et moments à vos côtés. Vous m'avez très bien accueilli dans le groupe et je vous en remercie. Les soirées avec vous sont toujours dans la bonne humeur et dans l'excès ! Vous êtes de vrais potes maintenant !

Merci à **Paul le breton** pour nous avoir provoqué ma rencontre avec **Louis** (Louis-Sarah-Sarah-Louis), ça commençait mal avec le prénom mais ça c'est plutôt bien fini.

Bisous les mecs

A Louis, le meilleur pour la fin on va dire...

Merci tout simplement d'être là pour moi depuis maintenant presque cinq ans.

Qui aurait cru que cette rencontre au bazar un mardi à 5 h du matin et cet after au célèbre donjon nous amènerait là où on en est aujourd'hui ?

Nous avons eu des vies tellement différentes depuis le début et vécu déjà tellement de choses. Nous avons partagé nos dernières années étudiantes ensemble, nous avons festoyer ensemble le mardi soir, nous avons partagé une coloc, nous nous sommes installés ensemble, nous avons surmonté ce fameux confinement, nous avons vécu un moment séparé pour au final toujours se retrouver.

Sans toi, je ne serai pas là où j'en suis. Tu as souvent réussi à me tempérer dans des moments de stress et tu m'as toujours soutenu quand j'en avais besoin.

Tu n'es pas comme les autres, tu es assez unique. D'ailleurs, tu amènes ton savoir et ta bonne humeur à tous tes proches, tu sais faire partager ta passion de vigneron, tu arrives à vendre du vin à toute la France entière tu as la sagesse d'aimer tout le monde, tu n'aimes pas le conflit, tu vies ta vie toujours à fond, tu es tout simplement toi.

Bref, qu'est ce qu'on ferait sans Louis ?

Tu réussis toujours à me faire sourire ou même à me faire éclater de rire et c'est ça aussi que j'adore dans notre couple : simplicité, joie de vivre, « carpe diem ». On vit au jour le jour sans prise de tête tout en profitant de la vie et de nos proches.

Merci bien sur également pour ton aide précieuse durant cette thèse, merci de m'avoir supporté cela n'a pas été tout le temps facile, désolé pour les soirées prises de têtes sur l'enquête, je t'en ai fais voir de toutes les couleurs et tu as toujours été patient.

Sans toi je pense que j'aurai très vite abandonné ce questionnaire !!!

Je suis aussi très fière de toi, de ton parcours, de ta persévérance, de ton envie tous les jours d'apprendre.

Comment te remercier pour ta présence, ta bienveillance, ton amour à mon égard ?

Je ne suis pas sûre que le mot merci suffise. Merci pour tout ce que tu fais pour moi, pour nous. Tu as fait des sacrifices je le sais mais je vais te prouver mon amour chaque jour.

Je t'aime

Table des matières

<u>LISTE DES FIGURES</u>	31
<u>LISTE DES TABLEAUX</u>	32
<u>LISTE DES GRAPHIQUES</u>	33
<u>INTRODUCTION</u>	38
I. La place de la phytothérapie dans la médecine et la découverte des « plantes adaptogènes »	41
A. L'origine de la phytothérapie : de l'Antiquité à aujourd'hui	41
B. Définitions générales	43
1. Phytothérapie.....	43
2. Plantes médicinales- Drogues végétales.....	44
3. Principes actifs	44
4. Totum	44
5. Matières premières	45
C. Aspects réglementaires	45
1. Statut des plantes médicinales.....	45
2. Les plantes médicinales : régime juridique	47
2.1 Les préparations à base de plantes	47
2.2 Les médicaments à base de plantes.....	47
2.3 Les compléments alimentaires	49
2.4 La nutriviigilance	50
2.5 Approvisionnement du pharmacien	51
D. La qualité des plantes médicinales	51
1. Sources des plantes médicinales.....	52
1.1 Plantes « sauvages ».....	53
1.2 Plantes cultivées.....	54
2. Modes de production	55
3. Modes d'extraction.....	59
4. Utilisations des plantes médicinales : les formes utilisées	61
5. Exemple d'une plante adaptogène cultivée : le ginseng (<i>Panax ginseng</i> C.A Meyer)	63
5.1 Culture traditionnelle	63
5.2 Exemple d'une culture française en Haute-Garonne : « Les Jardins d'Occitanie ».....	64
E. L'origine des plantes adaptogènes	69
F. Présentation des plantes adaptogènes	70
1. Le stress physiologique	70
2. Définition de la notion « d'adaptogène »	72
3. Etudes pharmacologiques et pharmacodynamiques.....	73
4. Différence entre plantes stimulantes et plantes adaptogènes	78
5. Le rôle des adaptogènes dans la phytothérapie	80
II. Enquête de terrain chez différents sportifs	84
A. Problématique et objectifs	84
B. Cadrage méthodologique de l'étude	84
1. Type d'enquête	84
2. Population d'étude, critère d'inclusions et d'exclusions	84
3. Description du questionnaire.....	85
4. Déroulement de l'enquête.....	85
5. Outil de recueil	85

C. Résultats.....	86
1. Âge des participants à l'enquête.....	86
2. Répartition hommes/femmes.....	87
3. Temps de pratique des disciplines.....	87
4. Catégorie des sportifs.....	88
5. Nombre d'heures hebdomadaires.....	89
6. Les sports pratiqués.....	90
7. Habitudes avant épreuves sportives.....	91
8. Terme « phytothérapie ».....	94
9. Prise de compléments ou médicaments à base de plantes chez le sportif.....	97
10. Intérêt des compléments alimentaires ou médicaments à base de plantes chez le sportif n'en consommant pas.....	112
D. Discussion.....	115
1. Habitudes particulières pour améliorer performances ou récupération.....	115
2. Prises de compléments alimentaires ou médicaments à base de plantes/ consommation de plantes adaptogènes.....	117
3. Risque des compléments alimentaires.....	122
4. La place et le rôle du pharmacien d'officine.....	123
III. Les plantes adaptogènes dans l'optimisation de l'effort chez le sportif.....	126
A. Historique du sport et sa place dans le monde.....	126
B. Intérêt des adaptogènes chez le sportif.....	127
1. Comment optimiser l'effort chez le sportif ?.....	127
2. L'utilisation des plantes adaptogènes chez le sportif.....	131
C. Etudes de trois plantes adaptogènes.....	133
1. Le ginseng.....	133
1.1 Histoire.....	133
1.2 Les différentes espèces du ginseng.....	134
1.3 Description botanique de <i>Panax ginseng</i>	135
1.4 Composition chimique du ginseng.....	136
1.4.1 Les saponosides du ginseng : les ginsénosides.....	137
1.4.2 Composition du ginseng rouge et conversion des ginsénosides dans le processus thermique.....	141
1.5. Usages reconnus.....	145
1.6. Activités pharmacologiques : intérêt du ginseng au cours de l'activité physique.....	146
1.7. Autres activités pharmacologiques.....	161
2. L'éléuthérocoque.....	163
2.1 Histoire.....	163
2.2 Botanique.....	164
2.3 Etudes physico-chimiques : les composants de l'éléuthérocoque.....	164
2.4 Usages reconnus.....	174
2.5 Activités pharmacologiques : intérêt de l'éléuthérocoque dans l'activité physique.....	175
2.6 Autres activités pharmacologiques.....	184
3. La rhodiola.....	186
3.1 Histoire.....	186
3.2 Botanique.....	186
3.3 Etudes physico-chimiques : les composants de la rhodiola.....	187
3.4 Usages reconnus de la rhodiola.....	195
3.5 Activités pharmacologiques : intérêt du rhizome de rhodiola au cours de l'exercice physique.....	196
3.6 Autres activités pharmacologiques.....	203
IV. Cas comptoir en officine : utilisations en pratique.....	205
A. Le ginseng (<i>Panax ginseng</i> C.A. Meyer).....	206
1. Indications du ginseng chez un sportif.....	206
2. Mises-en pratique en officine.....	207
3. Contre-indications et précautions d'emplois.....	219
4. Effets secondaires et toxicités.....	220

5. Interactions médicamenteuses	220
B. L'éléuthérocoque (<i>Eleutherococcus senticosus</i> Maxim.)	221
1. Indications de l'éléuthérocoque chez le sportif	221
2. Mises-en pratique en officine	221
3. Contre-indications et précautions d'emplois	223
4. Effets indésirables et toxicités	224
5. Interactions médicamenteuses	224
C. La rhodiola (<i>Rhodiola rosea</i> L.)	225
1. Indications de l'éléuthérocoque chez le sportif	225
2. Mises-en pratique en officine	225
3. Contre-indications et précautions d'emplois	227
4. Effets indésirables et toxicités	227
5. Interactions médicamenteuses	228
D. Synthèse des effets de ces plantes adaptogènes sur la performance sportive : la racine du ginseng (<i>Panax ginseng</i> C.A Meyer), la racine de l'éléuthérocoque (<i>Eleutherococcus senticosus</i> Maxim.), le rhizome de la rhodiola (<i>Rhodiola rosea</i> L.)	228
<u>CONCLUSION</u>	232
<u>ANNEXES</u>	235
.....	237
.....	238
.....	252
<u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :</u>	253

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Part de la valeur de commercialisation de la cueillette par rapport à la culture en 2020- Source Enquête France Agrimer auprès de groupements de producteurs, 2020.....	55
Figure 2 : Les différents procédés de transformation jusqu'à l'extraction-Source « Grand manuel de phytothérapie » du Dr Eric Lorrain,2019.....	60
Figure 3 : Ombrière du ginseng à Seysses-Source les « Jardins d'Occitanie ».....	66
Figure 4 - Figure 5 : Culture du Ginseng à Seysse-Source « Les Jardins d'Occitanie »	68
Figure 6: Les mécanismes d'actions probables d'un adaptogène-Source BLOCH C., Thèse Université de Lorraine Sciences pharmaceutiques, 2016	74
Figure 7: Effets des adaptogènes sur la réponse au stress-Source PANOSSIAN A., WIKMAN G., 2016	76
Figure 8 : Différence entre adaptogènes et stimulants au niveau de la performance-Source MOLINOS DOMENE A., Journal of Human Sport and Exercise, 2013.....	78
Figure 9 : La glycolyse-Source Métabolisme des glucides/Cours pharmacie	129
Figure 10 : Le cycle de Krebs-Source cours TERMINALE STL, p.63	130
Figure 11 : Les différentes filières énergétiques chez le sportif- Source BPJEPS,2019.....	131
Figure 12 : Le Panax ginseng-Source Nutragreenbio.....	133
Figure 13 : Dessin du père Jartoux dans sa lettre du 12 Avril 1711-Source Gestion des Risques Interculturels désignée par WPZOMM,2011.....	135
Figure 14 : Racines du ginseng- Source Darwin Nutrition.....	136
Figure 15 : Biosynthèse des ginsénosides stéroïdiques-Source YUN-SOO K., Journal of Medicinal Plant Research,2010.....	138
Figure 16 : Structure chimique des différents ginsénosides-Source BAHUKHANDI A., Ginseng saponin,2011	139
Figure 17 : Exemples de formules de ginsénosides PPD : Protopanaxadiol PPT : Protopanaxatriol OT : Octillol OA : Acide oléanolique -Source BAHUKHANDI A.,Ginseng saponin,2011.....	140
Figure 18 : Le mécanisme de conversion des ginsénosides pendant le processus d'obtention du ginseng rouge-A : les ginsénosides protopanaxatriols ; B : les ginsénosides protopanaxadiol-Source SANG MYUNG L.,Characterization of Korean Red Ginseng (Panax ginseng Meyer) : History, preparation,method, and chemical composition,2015.....	142
Figure 19 : Les effets du composé k-Source XI-DING Y., a review of biotransformation and pharmacology of ginsenoside compound K,2015	143
Figure 20 : Approche expérimentale et conception de l'étude-Source CALDWELL L., DUPONT W., BEELER K., VOLEK J. KRAEMER W.,2018	152
Figure 21 : L'éléuthérocoque-Source Darwin Nutrition.....	163
Figure 22: L'éléuthérocoque-Source Epoch time	164
Figure 23 : Acide Oléanolique-Source Department of Pharmacognosy University, Shanghai	166
Figure 24 : Eléuthéroside I-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014.....	166
Figure 25 : Eleuthérosides L et M-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014	167
Figure 26 : Syringarésinol-Source Department of Pharmacognosy University of Shanghai	168
Figure 27 : Liriodendrine = Eleuthéroside E-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014	168
Figure 28 : Syringa-résinol-diglucoside = Eleuthéroside D-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014.....	169
Figure 29 : Eleuthérosides B4 ou sésamine-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014	169
Figure 30 : Isofraxidine= Eléuthéroside B1-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014	170
Figure 31 : Eleuthéroside C-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014.....	171
Figure 32 : Daucostérol = Eleuthéroside A-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014	171
Figure 33 : Syringine=Eleuthéroside B-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014.....	172

<i>Figure 34 : Coniférine-Source Department of Pharmacognosy University, Shanghai</i>	173
<i>Figure 35 : Acide caféique-Source Department of Pharmacognosy University, Shanghai</i>	173
<i>Figure 36: La Rhodiola rosea-Source Naturemania</i>	186
<i>Figure 37 : Structure de p-tyrosol-Source MOUGIN N., , Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine,2011</i>	188
<i>Figure 38 : Structure de la salidroside-Source MOUGIN N., , Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine,2011</i>	188
<i>Figure 39 : Structure de la rosavine-Source MOUGIN N., , Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine,2011</i>	189
<i>Figure 40 : Structure de la rosarine-Source MOUGIN N., , Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine,2011</i>	189
<i>Figure 41 : Structure de la rosine-Source Pharmazutisches Institut der Universita t, An der immenbourg, Bonn, Germany</i>	190
<i>Figure 42 : Structure du 2-phényl-chromane-Source MOUGIN N., Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine,2011</i>	190
<i>Figure 43 : Structure de la rhodioline-Source Pharmazutisches Institut der Universitat, An der immenbourg, Bonn, Germany</i>	191
<i>Figure 44: Structure de la rosiridine-Source : Pharmazutisches Institut der Universitat, An der immenbourg, Bonn, Germany</i>	191
<i>Figure 45 : Structure de l'acide caféique-Source MOUGIN N., , Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine, 2011</i>	192
<i>Figure 46: Structure de la catéchine-Source MOUGIN N., Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine, 2011</i>	192
<i>Figure 47 : Structure de l'Epigallocatechin-3-0-gallate-Source MOUGIN N., , Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine, 2011</i>	193

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Répartition des surfaces (ha) des plantes médicinales de 2017 à 2021 en France métropolitaine-Source France Agrimer d'après les déclarations de la PAC, 2020</i>	53
<i>Tableau 2 : Période de récolte des plantes en fonction de la partie récoltée (12)</i>	56
<i>Tableau 3 : Récapitulatif des différentes formes galéniques en phytothérapie</i>	62
<i>Tableau 4: : Protocole de la thérapie adjuvante avec ADAPT-323 sur des patients atteints de COVID-19</i>	82
<i>Tableau 5: Prise de compléments alimentaires ou de médicaments à base de plantes en fonction de l'activité sportive et de la catégorie du sportif</i>	99
<i>Tableau 6: Intérêt des sportifs sur le sujet des compléments alimentaires ou des médicaments à base de plantes chez les sportifs n'en consommant pas</i>	114
<i>Tableau 7 : Comparaison entre la composition du ginseng blanc et rouge-Source BAHUKHANDI A., Ginseng saponin,2011</i>	144
<i>Tableau 8 : L'évolution de la lactémie sous placebo et ginseng au repos, à la fin de l'exercice et après 2,5 et 10 minutes de récupération passive-Source COLLOMP K., WHRIGHT F., COLLOMP R., SHAMARK K.,1996</i>	148
<i>Tableau 9 : Mise en évidence de la puissance maximale (W) sur les sauts balistiques avant et après un exercice intense pour tous les participants (n=19)-Source CALDWELL L., DUPONT W., BEELER K., VOLEK J. KRAEMER W.,2018</i>	155
<i>Tableau 10 : Effets de l'éleuthérocoque sur le taux du glycogène tissulaire-Source ZHANG X.-L., REN F., HUANG W., DING R.-T., ZHOU Q.S., Liu X.W.,2011</i>	178
<i>Tableau 11 : Composition chimique des huiles essentielles de R. rosea-Source MOUGIN N., , Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine,2011</i>	194
<i>Tableau 12 : Cas comptoir 1 en lien avec les racines de ginseng rouge en poudres et en gélules végétales du laboratoire « Les Jardins d'Occitanie »</i>	212

Tableau 13: Cas comptoir 2 en lien avec les racines de ginseng blanc associées avec de la spiruline en poudre du laboratoire « Les jardins d'Occitanie ».....	213
Tableau 14: Cas comptoir 3 en lien avec les racines de ginseng blanc en poudres ou en gélules du laboratoire « Les Jardins d'Occitanie »	214
Tableau 15 : Cas comptoir 4 en lien avec l'infusion composées de feuilles de menthe poivrée et de feuilles de ginseng du laboratoire « Les Jardins d'Occitanie ».....	215
Tableau 16: Autres cas comptoirs avec d'autres produits du marché.....	216
Tableau 17: Autres cas comptoirs avec d'autres produits du marché.....	217
Tableau 18: Synthèse des effets des trois plantes adaptogènes (Panax ginseng, Eleuthérocooccus senticosus, Rhodiola rosea).....	231

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Âge des sportifs participants à l'enquête (nTotal=212).....	86
Graphique 2 : Répartition homme/femmes des sportifs dans l'enquête (nTotal=212)	87
Graphique 3 : Temps de pratique du sportif (nTotal=212).....	87
Graphique 4 : Catégorie des sportifs ayant répondu à l'enquête (nTotal=212).....	88
Graphique 5 : Nombre d'heures hebdomadaires d'entraînement chez le sportif (nTotal=212).....	89
Graphique 6 : Part de pratiques sportives dans l'étude (nTotal=302).....	90
Graphique 7 : Pourcentage des sportifs ayant des habitudes pour améliorer les performances et la récupération (nTotal=212).....	91
Graphique 8 : Habitudes des sportifs pour améliorer les performances et la récupération en fonction de la catégorie (nTotal=130).....	92
Graphique 9 : Habitudes des sportifs pour améliorer les performances et la récupération en fonction du temps hebdomadaire d'entraînement (nTotal=130).....	92
Graphique 10 : Habitudes particulières chez le sportif pour augmenter les performances et favoriser la récupération (nTotal=268).....	93
Graphique 11 : Connaissance et compréhension du terme « phytothérapie » chez les sportifs (nTotal=212).....	94
Graphique 12 : Prise de compléments ou médicaments à base de plantes (nTotal=212)	97
Graphique 13 : Prise de médicaments ou de compléments alimentaires à base de plantes en fonction de l'âge(nTotal=93).....	100
Graphique 14 : Les plantes/produits consommés par les sportifs (nTotal= 143).....	102
Graphique 15: Les plantes adaptogènes consommées par les sportifs (nTotal=143)	103
Graphique 16 : Origine de la préconisation des produits/plantes consommés par les sportifs (nTotal=93).....	104
Graphique 17 : Temps de la connaissance des produits/plantes consommés par les sportifs (nTotal=93).....	105
Graphique 18 : Objectifs de la supplémentation pour les sportifs (n=145).....	106
Graphique 19: Schéma de prise des produits à base de plantes chez le sportif (nTotal=93).....	107
Graphique 20 : Lieu d'achat des consommateurs (nTotal=97)	108
Graphique 21 : Conseils lors de la délivrance des produits (nTotal=93).....	109
Graphique 22: Conseils lors de la délivrance des produits en pharmacie (nTotal=56).....	109
Graphique 23: Répercussions bénéfiques de la prise des produits dans la vie sportive (nTotal=93)	110
Graphique 24: Utilisations en dehors de la sphère sportive des produits consommés par les sportifs (nTotal=93).....	111
Graphique 25: Intérêt des plantes chez le sportif ne consommant pas de produits à base de plantes (nTotal=119).....	112
Graphique 26: Les performances réalisées par les sujets sous placebo (Pla) et sous ginseng (Gin)- Source COLLOMP K., WHRIGHT F., COLLOMP R., SHAMARK K.,1996.....	148

<i>Graphique 27 : Comparatif de l'effort moyen perçu pendant la période de repos de deux minutes suivant chaque série de presse jambes 5*12 en fonction de la supplémentation en Ginseng ou en placebo-Source CALDWELL L., DUPONT W., BEELER K., VOLEK J. KRAEMER W.,2018</i>	<i>153</i>
<i>Graphique 28: Modification de la douleur musculaire moyenne en fonction de la supplémentation en ginseng ou en placebo-Source CALDWELL L., DUPONT W., BEELER K., VOLEK J., KRAEMER W.,2018</i>	<i>153</i>
<i>Graphique 29 : (A) La puissance de crête moyenne (W) sur les sauts balistiques avant et après un exercice de résistance intense (B) Les effets de supplément pour la puissance de crête. Données présentées pour les répondants uniquement (n=13) – Source CALDWELL L., DUPONT W., BEELER K., VOLEK J. KRAEMER W.,2018.....</i>	<i>154</i>
<i>Graphique 30 : Effet de GOP pendant l'effort physique de la souris-Source BAO L. , XIAXIA CAI J., WANG J., ZHANG Y.,SUN B. , YONG L.,2016</i>	<i>156</i>
<i>Graphique 31-Graphique 32: Effet de GOP pendant l'effort physique de la souris sur la LDH, l'azote uréique sérique (SUN) et le glycogène hépatique-Source BAO L. , XIAXIA CAI J., WANG J., ZHANG Y.,SUN B., YONG L.,2016</i>	<i>156</i>
<i>Graphique 33-Graphique 34 : Effet de GOP pendant l'effort physique chez la souris sur l'expression de l'ARNm et sur la teneur en ADN mitochondriale-Source BAO L., XIAXIA CAI J., WANG J., ZHANG Y.,SUN B., YONG L.,2016</i>	<i>157</i>
<i>Graphique 35: Effet de l'administration de Rg1 sur les niveaux de MDA chez des rats subissant un exercice intensif-Source SZU-HSIEN Y., HUIT-YU H., MAKKIJARJUNA K., SHIN-DA L., CHIA-HUA K.,2018.....</i>	<i>158</i>
<i>Graphique 36: Effet de Rg1 sur le niveau de GSH et sur le rapport GSH/GSSG chez des rats subissant un exercice intensif-Source SZU-HSIEN Y., HUIT-YU H., MAKKIJARJUNA K.,SHIN-DA L., CHIA-HUA K.,2018.....</i>	<i>159</i>
<i>Graphique 37: Effets du Rg1 sur le GPx (A), GR(B) et GST (C) chez des rats subissant un exercice intensif- Source SZU-HSIEN Y.,HUIT-YU H., MAKKIJARJUNA K.,SHIN-DA L.,CHIA-HUA K.,2018</i>	<i>160</i>
<i>Graphique 38: Effets du Rg1 sur la CAT chez des rats subissant un exercice intensif-Source SZU-HSIEN Y., HUIT-YU H., MAKKIJARJUNA K.,SHIN-DA L.,CHIA-HUA K.,2018</i>	<i>160</i>
<i>Graphique 39: Effet de l'éleuthérocoque sur le poids corporel chez les souris-Source ZHANG X.-L., REN F., HUANG W., DING R.-T., ZHOU Q.S., Liu X.W.,2011.....</i>	<i>176</i>
<i>Graphique 40: Effets de l'éleuthérocoque sur la durée du temps de nage jusqu'à épuisement des souris-Source ZHANG X.-L., REN F., HUANG W., DING R.-T., ZHOU Q.S., Liu X.W.,2011</i>	<i>176</i>
<i>Graphique 41: Effets de l'éleuthérocoque sur le dosage du lactate sanguin chez les souris-Source ZHANG X.-L., REN F., HUANG W., DING R.-T., ZHOU Q.S., Liu X.W.,2011.....</i>	<i>177</i>
<i>Graphique 42: Effets de l'éleuthérocoque sur l'azote uréique du sérum chez les souris-Source ZHANG X.-L., REN F., HUANG W., DING R.-T., ZHOU Q.S., Liu X.W.,2011.....</i>	<i>178</i>

LISTE DES ABREVIATIONS

INSEE : Institut national des statistiques et des évaluations économiques

ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

MPUP : Matières premières à usage pharmaceutiques

PUI : Pharmacie à usage intérieur

BPF : Bonnes pratiques de préparation

CSP : Code de la santé publique

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

DGCCRF : Direction générale de la concurrence de la consommation et de la répression des fraudes

AFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments

PAAM : Plantes à parfum, aromatiques et médicinales

CCM : Chromatographie sur couche mince

EPS : Extrait de plantes sèches

SIPF : Suspensions intégrales de plantes fraîches

SNSR : Etat de résistance non spécifique

p-SAPK : Protéine kinase activée par le stress

HPA : Axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien

HSP : Protéine de choc thermique

ACTH : Hormone corticotrope hypophysaire ou adrénocorticotrophine

NO : Monoxyde d'azote

SNC : Système nerveux central

HPMC : Committee on Herbal Medicinal Products (Monographies communautaires des plantes)

EMA : European Medicines Agency (Agence européenne des médicaments)

ADN : Acide désoxyribonucléique

PGWB: Physiological General Well-Being Index

BCAA : Branched-Chain Amino Acids (Acides Aminés Ramifiés)

AFNOR : Association française de normalisation

ANC : Apports nutritionnels conseillés

ERO : Espèces réactives de l'oxygène

ADN : Acide désoxyribonucléique

ADP : Adénosine diphosphate

PC : Phosphagène

NADH : Nicotinamide adénine di nucléotide

LDH : Lactate déshydrogénase

ATP : Adénosine triphosphate

OMS : Organisation mondiale de la santé

ESCOP : Coopérative scientifique Européenne de phytothérapie

VO2 max : Consommation maximale d'oxygène

Tf : Temps final

Pla : Placebo

Gin : Ginseng

CK : Créatinine kinase

IL-6 : Interlukine-6

EPR : Évaluation de l'effort perçu

GOP : Oligopeptides du ginseng

ADNm : Acide désoxyribonucléique messenger

LDH : Lactate déshydrogénase

SUN : Azote uréique sérique

BLA : Acide lactique sanguin

MDA : Malondialdéhyde

Rapport GSH/GSSH : Rapport glutathion réduit sur glutathion oxydé

CAT : Catalase

GPx : Glutathion peroxydase

GR : Glutathion réductase

GST : Glutathion S-transférase

DHEA : Déhydroépiandrostérone

NO synthase : Oxyde nitrique synthase

TNF alpha : Facteur de nécrose tumorale alpha

IL-1B : Interleukine-1b

UV : Ultraviolet

Tmax : Temps maximal

VCO₂ : Volume du dioxyde de carbone

BUN : Azote uréique du sang

GOT : Transaminase glutamique oxaloacétique

GPT : Transaminase glutamique pyruvique

FAS : Fatty acid synthase (acide gras synthase)

TBARS : Thiobarbituric Acid Reactive Substance

COX-2 : Cyclooxygénase 2

PLA₂ : Phospholipase A₂

DER : Drug extract ratio (rapport drogue extrait)

INR : International Normalized Ratio (rapport normalisé international)

IMAO : Inhibiteur non sélectif de la monoamine oxydase

INTRODUCTION

L'activité physique induit de nombreux bienfaits sur la santé. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, « pratiquer une activité physique régulière et adaptée réduit le risque d'hypertension, de cardiopathies coronariennes, d'accident vasculaire cérébral, de diabète, de cancer du sein et du colon, de dépression et de chute ».

En 2015, d'après l'Insee, 45% des femmes et 50% des hommes de 16 ans ou plus déclarent avoir pratiqué une activité physique ou sportive au cours des douze derniers mois. Un tiers de femmes comme d'hommes en pratiquent une régulièrement, au moins une fois par semaine. Les professionnels de santé doivent continuer à promouvoir une pratique physique régulière.

De par sa proximité et sa disponibilité, le pharmacien d'officine est amené à être en contact avec des sportifs de tous niveaux et il devient de plus en plus sollicité.

Toutes les activités sportives amènent à des exigences physiques ou mentales. Le sport professionnel voire même amateur puise dans les ressources pour faire face à ses limites physiques. Pour une compétition ou pour un entraînement, les sportifs n'hésitent pas à se dépasser et à se lancer des défis pour repousser leurs limites. L'exploit sportif conduit au dépassement de soi ce qui peut amener une certaine souffrance physique ou psychique.

De ce fait, lorsque le sportif n'atteint pas ses objectifs ou franchit ses propres limites, de nombreuses pratiques dopantes peuvent avoir lieu. Le dopage consiste en l'utilisation de produits dopants, substances permettant d'augmenter de manière artificielle les performances sportives d'un individu. En général, les dopants sont des médicaments détournés de leur usage normal : stimulants, analgésiques, hormones, β -bloquants, etc. (Annexe 2).

Ils ont pour but d'atténuer la fatigue, d'augmenter le volume et la force musculaire.

Ces pratiques peuvent être volontaires ou involontaires.

Le pharmacien a donc un grand rôle à jouer dans la lutte contre le dopage de par sa connaissance des médicaments, plus particulièrement dans le cadre du dopage involontaire. En ce qui concerne le dopage volontaire, la prévention et l'information des risques font partie également du rôle du pharmacien.

Il faut faire la distinction entre le dopage et les conduites dopantes. Une conduite dopante se définit par « la consommation d'un produit pour affronter ou surmonter un obstacle réel ou

ressenti par l'usage ou son entourage dans le but d'optimiser la performance ». Nous sommes tous concernés à partir du moment où on veut atteindre un objectif. Par exemple, prendre du café pour se stimuler, ou avoir recours à des compléments alimentaires pour améliorer ses performances physiques, font partie des conduites dopantes.

Amateurs ou professionnels, les sportifs ont pour but d'optimiser leurs performances et se surpasser. Le sportif cherche à réduire l'impact que peut avoir ses efforts physiques sur son organisme. Les sportifs sont en général conscients des dangers de l'utilisation de certains produits et se tournent de plus en plus vers la micronutrition ou la médecine naturelle. Les conseils du pharmacien peuvent être précieux. Il devra donc apprendre aux sportifs à se soigner, à se stimuler et à favoriser la récupération avec des substances non conventionnelles comme la phytothérapie, l'aromathérapie, l'oligothérapie ou encore avec l'homéopathie. Les conseils hygiéno-diététiques sont également essentiels pour la performance d'un sportif.

Nous allons étudier plus particulièrement le domaine de la phytothérapie et plus spécifiquement celui des plantes adaptogènes, plantes encore méconnues en France mais qui connaissent une forte expansion.

La phytothérapie est une pratique millénaire basée sur une médecine naturelle avec modalité de soins utilisant des plantes ou leurs extraits. Cette médecine « par les plantes » est aujourd'hui reconnue et démontrée scientifiquement.

Le pharmacologue russe Nikolai Lazarev employa pour la première fois en 1947 la notion d'adaptogène et décrit ce terme comme « une substance pharmacologique capable d'induire dans un organisme, un état de résistance augmentée non spécifique, permettant de contrebalancer les signaux du stress et de s'adapter à un effort exceptionnel ».

Les propriétés pharmacologiques et dynamiques de ces plantes seraient efficaces pour atténuer la fatigue mentale et physique, augmenter la performance ou la récupération sportive. Le pharmacien a un rôle à jouer dans leur délivrance, leurs précautions d'emplois et leurs schémas de prise.

Nous allons dans un premier temps décrire l'histoire des plantes médicinales, les différents termes importants dans la phytothérapie, l'aspect réglementaire ainsi que leur mode de production, d'extraction et les formes galéniques utilisées. La culture locale du ginseng sera approfondie avec le laboratoire « Les Jardins d'Occitanie », laboratoire français situé en Haute-Garonne depuis dix ans.

Ensuite, nous allons nous consacrer à l'histoire et aux mécanismes d'action des plantes adaptogènes ainsi qu'à leurs intérêts chez un sportif.

Nous présenterons par la suite les résultats d'une enquête réalisée auprès de sportifs de tous niveaux pendant deux vagues de sollicitations différentes : la première au printemps 2021 et la deuxième entre Décembre 2021 et Février 2022. Cette enquête a pour but d'étudier la prise des compléments alimentaires ou de médicaments à base de plantes chez le sportif.

Ensuite, nous étudierons trois plantes adaptogènes très connues sur le marché : le ginseng, l'éleuthérocoque et la rhodiola. Pour finir, nous mettrons en pratique ces trois plantes en travaillant sur les différentes indications, les conseils en officine, les précautions d'emploi, les effets indésirables et les interactions médicamenteuses.

I. La place de la phytothérapie dans la médecine et la découverte des « plantes adaptogènes »

A. L'origine de la phytothérapie : de l'Antiquité à aujourd'hui

La phytothérapie est une science très ancienne. Les plantes ont été considérées comme des médicaments pour les humains dans plusieurs civilisations.

En plus de leur côté nourrissant, l'Homme, à partir de ces plantes, a su trouver très tôt des remèdes à ses maux. (1)

Le papyrus égyptien Ebers fut le premier recueil consacré aux plantes médicinales et fut écrit en 1500 avant notre ère. Durant l'Antiquité, un recueil de remèdes nommé « la pharmacopée » fut élaboré. (2)

Un médecin grec Dioscoride, au premier siècle après J-C, écrivit un ouvrage « De materia medica » (« Sur la matière médicale ») dans lequel sont exposées environ 600 plantes. Quelques temps après, il devient même le premier herbier illustré. Cela fait de cet ouvrage une des principales références en Europe jusqu'à la fin du XVIIème siècle. Il est traduit en plusieurs langues. (2)

Au Moyen-Age, l'usage des plantes pour se soigner était très important et cela a beaucoup inspiré les médecines gréco-latines.

Des extraits de plantes comme le pavot ou le chanvre indien utilisés pour lutter contre la douleur ont été retrouvés par des archéologues à l'occasion de fouilles.

C'est essentiellement le monde arabe médiéval qui va, le premier, tenter de codifier la Pharmacognosie d'une manière scientifique entre les VIIIème et XIIIème siècles.

Au XIIIème siècle, le pharmacologiste arabe Ibn-Beitar (1197-1248) décrivit 1500 drogues différentes, en grandes parties végétales. Cet ouvrage parvint à la connaissance du monde occidental par le biais d'une traduction latine (dont l'auteur est inconnu), le "*Corpus simplicium medicamentarum*". (3)

Du XIIème siècle jusqu'au XVIIIème siècle, l'alchimie est au premier plan dans toute l'Europe occidentale : la recherche d'or, de la pierre philosophale et de l'élixir universel ont fait de cette époque un véritable tournant.

Par la suite, un évènement bouscula complètement cette période avec la découverte des routes maritimes de l'Amérique par Christophe Colomb (1451-1506) en 1492 et celle des Indes en 1498 par Vasco de Gama (1469-1524). En effet, cela a permis de découvrir de nouvelles plantes comme la Cacaoyer, le Théier et le Caféier. (2)

L'invention de l'imprimerie en 1450 a transformé l'herboristerie Européenne. Des herbiers imprimés se multiplièrent, on vit apparaître des répertoires qui facilitèrent l'usage des plantes. A partir du XVIème siècle, des plantes médicinales lointaines telles que le thé, le café, le quinquina, l'ipéca ont connu une introduction croissante et ont entraîné un clivage entre les ruraux qui utilisaient plus souvent des plantes locales et les bourgeois qui utilisaient des plantes d'origines étrangères. (2)

Le XIXème siècle est un véritable tournant. De nombreux progrès scientifiques sont apparus notamment en chimie et en physique et ont permis de mettre en évidence les principes actifs de végétaux.

L'identification de molécules telles que la morphine de l'opium du pavot, la colchicine du colchique, la coumarine du mélilot et la découverte de la digitaline ont été réalisées.

Durant la première partie du XIXème siècle, l'acide salicylique précurseur chimique de l'aspirine est extrait du saule blanc ; en 1860 il est synthétisé pour la première fois. L'aspirine est créée en Allemagne en 1899 à partir de la Spirée (ou reine-des-prés).

Pour la première fois, les chimistes améliorent un composant naturel afin d'augmenter l'efficacité de ce dernier. (2)

C'est à partir de ce moment-là que la chimie pharmaceutique voit le jour dans la seconde moitié du XIXème siècle. De nombreux chercheurs arrivent à déterminer l'action sur l'organisme de ces substances extraites des plantes.

Louis Pasteur à la fin du XIXème siècle, a pu identifier les micro-organismes responsables de maladies infectieuses. Les recherches sur la quinine ont permis de développer un traitement contre le paludisme.

Au début du XXème siècle, la phytothérapie déclina en Occident avec l'arrivée de médicaments de synthèse (naissance du premier antibiotique en 1928).

Toutefois, cette médecine à base de plantes est loin d'avoir disparu de la pharmacopée.

L'utilisation de la phytothérapie proprement dite est toujours d'actualité en utilisant la plante

entière ou ses extraits. De plus, les principes actifs végétaux sont utilisés pour la recherche pharmacologique et pour l'élaboration des médicaments de synthèse. (4)

Ce changement des mentalités a sûrement été influencé par les nombreux scandales médiatiques tel que le Médiator ou la Diane 35 qui ont ébranlé la confiance de la population pour les molécules de synthèse. (2)

B. Définitions générales

1. Phytothérapie

La phytothérapie est une pratique millénaire qui vient du mot grec *python*, « plante » et *therapeia*, « traitement ». Cela correspond à une thérapie utilisant les plantes ou ses extraits.

En d'autres termes, cette thérapie permet de se soigner à l'aide de végétaux, c'est l'art de se soigner par les plantes. (2)

Le but est de prévenir et traiter des troubles fonctionnels et des états pathologiques bénins par des plantes médicinales. Dans les conditions normales d'utilisation, les plantes sont souvent dénuées de toxicité même si de nombreux effets indésirables ont été découverts au cours des dernières années, preuve que la phytothérapie n'est pas une médecine « douce » (Exemple : germandrée petit chêne et hépatite parfois fulminante, badiane du japon et convulsions, aristoloche et néphropathie).

Au niveau de la santé publique, la phytothérapie peut éviter l'iatrogénie et n'induit pas de dépendance ni d'accoutumance. Des précautions sont quand même à prendre avec des plantes laxatives telles que le séné renfermant des dérivés anthracéniques qui peuvent induire au long cours une dépendance.

La phytothérapie est devenue de plus en plus une médecine à part entière grâce au regain d'intérêt de la population. Elle nécessite donc un cadre réglementaire strict afin d'assurer une bonne dispensation et une bonne utilisation des différents produits disponibles. (3)

Elle est basée sur le principe de précaution, ce dernier est employé pour justifier toutes sortes de recommandations auprès de la population dans une démarche de santé publique. Une maîtrise par un professionnel de santé est impérative pour l'usage de la phytothérapie. Une vigilance accrue est obligatoire pour permettre de dépister les cas de confusion lors de la délivrance en pharmacie entre des médicaments et des produits de santé, d'identifier la

falsification de certains compléments ou encore éviter un mésusage lié à un défaut d'information. (3)

2. Plantes médicinales- Drogues végétales

Une plante est dite médicinale lorsqu'au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses ; elle peut avoir également des usages alimentaires, condimentaires ou encore servir à la préparation de boissons hygiéniques (boissons non alcoolisées).

Selon la Pharmacopée Européenne, « les drogues végétales sont essentiellement des plantes, parties de plantes ou algues, champignons, lichens, entiers fragmentés ou coupés, utilisés en l'état, soit le plus souvent sous forme desséchée, soit à l'état frais ». (5)

Certains exsudats n'ayant pas subi de traitements spécifiques sont également considérés comme des drogues végétales. Les drogues végétales doivent être définies avec précision par la dénomination scientifique botanique selon le système binomial (genre, espèce, variété, auteur). En d'autres termes, la drogue végétale est la partie d'une plante utilisée à des fins thérapeutiques. Cela correspond à la partie la plus riche en principes actifs issue de plantes fraîches ou desséchées. (4)

3. Principes actifs

Le principe actif est une molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'Homme ou l'animal. Dans le cadre de la phytothérapie, le principe actif est toujours contenu dans une drogue végétale. Cette drogue peut être soit en l'état soit sous forme de préparation. En fait, dans le langage courant, le terme se substitue à celui de constituant à effet thérapeutique. En phytothérapie, la notion de principe actif est plus complexe en raison du principe de « Totum ». (3)

4. Totum

Ce terme a été défini par le Dr Paul Belaiche au début des années 80 : « le totum présente l'ensemble des principes actifs fonctionnant en synergie, il est plus efficace que le principe actif isolé et souvent en tempère les effets secondaires. La plante dans son totum présente des potentialités d'actions très variées, pour un résultat plus sûr, plus complet sur le terrain du malade. » (3)

En clair, en phytothérapie, on ne prescrit pas une molécule mais une plante renfermant un ensemble de principes actifs issus par exemple d'un procédé d'extraction ou de poudres de plantes à partir d'une matière première de qualité. Cela a pour but de restituer la totalité de son potentiel thérapeutique. (6)

L'efficacité du totum est supérieure à la somme des propriétés de chacun des constituants de la plante.

5. Matières premières

Ce sont les produits (principes actifs, excipients gaz, solvants...) utilisés pour la fabrication de médicaments ou de compléments alimentaires. (6)

Ils vont être par la suite transformés par le processus de fabrication. Une monographie disponible dans la pharmacopée française qualifie chaque matière première.

C. Aspects réglementaires

1. Statut des plantes médicinales

En France, pour être reconnue comme « médicinale » une plante doit être inscrite, soit à la Pharmacopée Européenne, soit à la Pharmacopée Française.

La Pharmacopée européenne actuellement en vigueur est la 10^{ème} édition. (7)

Elle est constituée de textes applicables réglementairement à l'ensemble des 38 états membres de l'Union Européenne signataires de la Convention relative à l'élaboration de la Pharmacopée Européenne. Cette Pharmacopée est complétée, pour certains états dont la France, par une Pharmacopée nationale.

La première Pharmacopée Française date de 1818. Celle actuellement en vigueur correspond à la 11^{ème} édition (janvier 2017). (8)

C'est un recueil, à caractère réglementaire, des matières premières (d'origine végétale, animale et chimique) susceptibles d'entrer dans la composition des médicaments (principes actifs et excipients).

Selon la définition de la Pharmacopée Française « Les plantes médicinales sont des drogues végétales au sens de la Pharmacopée Européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Ces plantes médicinales peuvent aussi avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques ».

L'ANSM propose une liste de plus de 500 plantes médicinales et cette dernière est révisée régulièrement (dernière révision en 2017). (5) (9)

- la liste A correspond aux plantes médicinales utilisées traditionnellement. Elles peuvent être destinées à la production de substances isolées (par exemple : le pavot somnifère ou morphine) ou bien à l'utilisation de préparations à base de plantes en phytothérapie (*Harpagophytum* en poudre ou extrait de racine).

- la liste B correspond à des plantes médicinales utilisées traditionnellement en l'état ou sous forme de préparation dont les effets indésirables potentiels sont supérieurs au bénéfice thérapeutique attendu. Elle correspond à des plantes qui ont été anciennement exploitées à des fins médicinales mais qui ne peuvent plus être employées en phytothérapie en raison de leur toxicité importante. Certaines sont utilisées pour la préparation de teintures mères, homéopathiques destinées à être diluées (l'aconit par exemple).

En France, la vente des plantes médicinales inscrites à la Pharmacopée relève du monopole du pharmacien (art.L.4211-1 5°), bien que 148 plantes puissent être vendues en dehors du monopole pharmaceutique.

Pour chaque plante, il existe donc une monographie qui met en évidence l'identité de la plante.

- Le nom français et latin,
- La définition de la substance végétale,
- Les caractères organoleptiques,
- L'identification botanique,
- L'identification chimique,
- Des essais permettant notamment de détecter tous corps étrangers,
- Les dosages d'un ou plusieurs constituants.

2. Les plantes médicinales : régime juridique

2.1 Les préparations à base de plantes

Les préparations sont des médicaments préparés en pharmacie pour les besoins spécifiques d'un ou plusieurs patients. On distingue deux types de préparations réalisées à partir de plantes médicinales, d'extraits ou d'huiles essentielles (6) :

- **Les préparations magistrales** sont basées sur l'utilisation de matières premières à usages pharmaceutiques (MPUP). Ces dernières sont destinées à une fabrication de remèdes sur-mesure tout en étant individualisée selon chaque personne. En effet, elles sont réalisées pour un patient particulier selon une prescription médicale, en raison de l'absence de spécialité disponible ou adaptée,
De plus, elles disposent d'un statut réglementaire de médicament. Dans ce cas-là, le parcours est tracé et les garanties sont maximales. Elles sont préparées par un pharmacien d'officine ou par une pharmacie à usage intérieur (PUI) d'un établissement de santé,
- **Les préparations officinales** : inscrites à la pharmacopée ou au formulaire national, elles sont préparées en pharmacie d'officine et destinées à être dispensées aux patients de la pharmacie.

Toutes les préparations, magistrales et officinales sont réalisées et délivrées sous la responsabilité d'un pharmacien dans le respect des bonnes pratiques de préparation (BPF). A la suite de la délivrance de plantes médicinales au public, une inscription à l'ordonnancier est fortement recommandée pour permettre une traçabilité de chaque lot.

2.2 Les médicaments à base de plantes

Un médicament à base de plantes est un médicament dont la substance active est exclusivement une ou plusieurs substances végétales ou préparation à base de plantes ou une association de plusieurs substances végétales ou préparations à base de plantes. (Art.L.5221-1,16° CSP). (5)
Ils sont commercialisés dans une spécialité possédant une autorisation délivrée en France par l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé (ANSM) afin de garantir leur qualité, leur innocuité (sécurité) et leur intérêt thérapeutique (efficacité) dans les indications revendiquées. Le parcours est exclusivement bien balisé.

Dans les médicaments à base de plantes, les principes actifs sont obligatoirement des drogues végétales (substances issues de plantes fraîches, desséchées, utilisées à des fins thérapeutiques) et/ou des préparations à base de drogues végétales.

Comme tout médicament, les médicaments à base de plante possèdent des indications thérapeutiques mentionnées dans la notice ou dans le Résumé des Caractéristiques du Produit (RCP) de leur dossier d'AMM.

L'ANSM autorise les médicaments à base de plantes selon trois modalités : (3)

- Demande d'autorisation de mise sur le marché sur la base d'un dossier complet, qui donne lieu à une autorisation de mise sur le marché (AMM) délivrée par l'ANSM. L'efficacité et la sécurité du médicament doivent être démontrées sur une base d'essais cliniques et non cliniques,
- Demande d'autorisation de mise sur le marché sur la base d'usage médical bien établi, qui fait référence à un dossier bibliographique qui aboutit à l'obtention d'une AMM accordée par l'ANSM. Dans ce cas, le niveau de sécurité est considéré comme acceptable et l'efficacité est reconnue sur la base d'un usage médical bien établi depuis au moins 10 ans en France, dans l'Union Européenne ou dans l'Espace économique Européen,
- Demande d'enregistrement pour les médicaments traditionnels à base de plantes qui donne lieu à un enregistrement par l'ANSM. Dans ce cas, l'efficacité est considérée comme plausible sur la base de la longue utilisation et de l'expérience. La sécurité est documentée sur la base d'un rapport d'expert et de données de sécurité. Il s'agit ici d'une procédure d'autorisation simplifiée, prévue pour les médicaments qualifiés de « médicaments traditionnels à base de plantes », à condition de satisfaire à les 5 critères cumulatifs suivant, de façon à garantir leur innocuité et une efficacité minimale :
 - 1) Posséder des indications exclusivement appropriées à des médicaments traditionnels à base de plantes conçus et destinés à être utilisés sans la surveillance d'un médecin à des fins de diagnostic, de prescription ou de suivi du traitement,
 - 2) Être exclusivement destinés à une administration selon un dosage et une posologie spécifiée,
 - 3) Être destinés à une administration par voie orale, externe et/ou par inhalation,

- 4) La durée de l'usage traditionnel à des fins médicales est d'au moins 30 ans avant la date de la demande, dont au moins 15 ans dans l'Union Européenne,
- 5) Les données sur l'usage traditionnel du médicament sont suffisantes : en particulier, l'innocuité du produit doit être démontrée dans les conditions d'emploi spécifiées et les effets pharmacologiques ou l'efficacité du médicament doivent être plausibles du fait de l'ancienneté de l'usage et de l'expérience. (Art. L. 5121-14-1 et R.5121-107-3 et suivants CSP). Ce sont des produits destinés à l'automédication, avec des marges de manœuvre telles que la sécurité doit l'emporter sur l'efficacité.

2.3 Les compléments alimentaires

Lorsque les plantes sont utilisées en dehors du cadre médicamenteux précisé précédemment et en dehors d'un usage purement alimentaire, elles ont le statut de complément alimentaire.

Un texte fondateur, la directive 2002/46/CE du Parlement Européen et du Conseil du 10 Juin 2002 définit les compléments alimentaires comme des denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal. La directive 2002/46/CE a été transposée en droit Français par le Décret N°2006-352 du 20 mars 2006 (modifié par le Décret n° 2011-329 du 25 mars 2011) relatif aux compléments alimentaires. (10)

Ces produits constituent une source de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés. Ils sont commercialisés sous forme de doses, c'est-à-dire présentés sous forme de gélules, de pastilles, de comprimés, de pilules et autres formes similaires, ainsi que de sachets de poudre, d'ampoules de liquide, de flacons munis d'un compte-gouttes et d'autres mesurées de faibles quantités.

Les procédures de mise sur le marché des compléments alimentaires sont différentes de celles des médicaments. Ils sont placés sous la tutelle de l'ANSES et de la DGCCRF.

Avant d'être mis sur le marché, les compléments alimentaires doivent faire l'objet d'une notification obligatoire à la DGCCRF, respecter un étiquetage spécifique détaillant la composition, ne recourir qu'à des plantes figurant sur des listes positives ainsi qu'à des substances autorisées. (3)

C'est l'ANSES qui rend un avis sur l'innocuité des substances entrant dans leur composition.

Dans le cas des compléments alimentaires à base de plantes deux types d'allégations peuvent apparaître :

- Les allégations nutritionnelles : propriétés bénéfiques particulières (exemple : riche en fibres),
- Les allégations de santé : réduction du risque de développer une maladie (exemple : le calcium qui joue sur la densité osseuse).

2.4 La nutrivigilance

La déclaration d'effets indésirables susceptibles d'être liés à la consommation de compléments alimentaires ou de certains produits alimentaires a été instituée en 2009 par l'ancienne AFSSA (devenue ANSES en 2010) dans le but de promouvoir la nutrivigilance.

Les informations sont récoltées par des médecins rapporteurs, qui alimentent des groupes de travail, lesquels sont chargés de sélectionner les sujets prioritaires. Un comité d'experts spécialisés émet un avis circonstancié aboutissant à telle ou telle recommandation sur telle ou telle plante ou substance végétale ou type d'aliment. (11)

La France est le premier pays de l'Union Européenne à avoir mis en place ce dispositif de nutrivigilance

Des études ont été réalisées sur la levure de riz rouge, la spiruline, la lutéine et la zéaxanthine, l'association de *Citrus aurantium* (oranger amer = bigaradier) avec la caféine ou la synéphrine, ou sur les produits destinés aux sportifs. A la suite de ces études, des recommandations ou des modifications d'étiquetages de l'ANSES ont été faites.

En 2019, d'après le bilan de la nutrivigilance, 1054 signalements ont été reçus dont 426 sont des déclarations spontanées (42% de plus par rapport à 2018). Les effets analysables sont très majoritairement de sécurité 1 (77.5%), près de 9 % des cas sont de sévérité élevée (niveau 3, niveau 3 avec menace de pronostic vital et niveau 4).

Les pharmaciens ont pour but d'améliorer les mises en garde aux consommateurs et de renforcer la nutrivigilance.

2.5 Approvisionnement du pharmacien

Toute plante vendue par un pharmacien doit avoir une origine précise, qu'elle soit ou non au monopole pharmaceutique. La traçabilité de la plante et sa qualité sont indispensables.

Le pharmacien a trois possibilités, il reste soumis dans les trois cas à une réglementation précise et à des contrôles réguliers : (12)

- Structure non pharmaceutique ou par récolte personnelle : c'est le moyen le moins courant dans une pharmacie d'officine. Cela amène à beaucoup plus de contraintes et demande beaucoup de temps. Les plantes sont récoltées à l'état brut, le pharmacien devra par la suite procéder aux transformations nécessaires et aux contrôles (hormis les 148 plantes libéralisées). Elle est très contraignante et nécessite des contrôles pointus où il est obligatoire d'avoir une connaissance très soutenue en botanique,
- Répartiteur pharmaceutique : le pharmacien a l'habitude de travailler avec lui en tant que grossiste répartiteur. L'avantage est le délai de livraison qui est généralement rapide cependant le prix sera bien évidemment plus élevé. Le choix de ce fournisseur est principalement réservé aux petites pharmacies qui ne disposent pas d'assez de stockage. Cependant, en urgence, pour se procurer rapidement du produit, cela peut être intéressant,
- Laboratoire à statut pharmaceutique : c'est une catégorie qui regroupe les exploitants, les fabricants et les distributeurs en gros, agréés par l'ANSM. La qualité et le contrôle des plantes sont réalisés avec les bonnes pratiques de fabrication et de stockage. Le pharmacien peut se procurer tous les produits disponibles sur le marché à un prix plus compétitif.

D. La qualité des plantes médicinales

Pour pouvoir assurer une efficacité optimale de la plante et permettre une bonne observance du traitement par le patient, l'ensemble des matières premières de la plante doit répondre à un cahier de charge rigoureux et précis. L'objectif est d'assurer la traçabilité des plantes et de garantir une qualité constante.

L'origine des plantes médicinales est très importante et doit être précise afin de pouvoir identifier correctement sa dénomination botanique et éviter des risques de confusions. Un mode de culture biologique ou raisonnée est préférable. La biodiversité doit être sauvegardée. De plus, de nombreux contrôles (microbiologiques, chimiques, radioactifs ...) sont réalisés afin de

l'identifier de manière encore plus précise et de diminuer au maximum la présence de contaminants dans la plante. Ensuite, un procédé d'extraction est indispensable pour garantir l'intégralité et l'intégrité des principes actifs contenus dans la plante. Pour finir, plusieurs formes galéniques sont possibles en fonction de l'acceptation du patient et de son utilisation.

1. Sources des plantes médicinales

D'après la « FranceAgriMer » (L'Établissement national des produits de l'agriculture et de la mer), la filière Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales (PPAM) prend en compte la culture et la cueillette régulière de plus de 300 espèces et plus de 1000 produits de plantes à parfum, aromatiques et médicinales commercialisées. (13)

Pour les plantes en l'état, la France importe d'avantage qu'elle n'exporte. Les plantes les plus importées sont celles que le pays ne produit pas du tout, ou produites en quantité insuffisante et celles aussi qu'il n'est pas avantageux de récolter (Exemples : le gingembre et le ginseng de Chine, le curcuma et le curry de l'Inde, la coriandre de l'Espagne, le cumin de Turquie...).

Les exportations sont de l'ordre de 20 % contre 80% d'importations. Les exportations de 2020 sont évaluées à 13600 tonnes, soit 97 millions d'Euros. Les importations sont en forte augmentation (+ 51 % en volume et + 76 % en valeur en dix ans) atteignant 49 420 tonnes et 212 millions d'Euros en 2020.

Les premiers fournisseurs de plantes aromatiques et médicinales de la France sont plusieurs pays Européens tels que l'Allemagne, l'Espagne, les Pays-Bas, l'Italie ou la Belgique, ainsi que l'Inde, la Chine, le Maroc et la Turquie.

Les exportations sont surtout vers les pays Européens (Allemagne, Suisse, Royaume-Uni). La France a importé 8951 tonnes d'huiles essentielles pour une valeur totale de 322 millions d'Euros en 2020. Même si les volumes importés sont très variables d'une année à l'autre, ils sont globalement en hausse sur les dix dernières années. (13)

Le secteur des plantes médicinales comprend le plus grand nombre d'espèces (plus de 150 espèces dont le Pavot oëillette, la camomille, le chardon marie, la mélisse...). (13)

En 2021, la superficie de culture de l'ensemble des plantes médicinales reste stable et atteint 19972 ha. (cf. Tableau 1)

C'est une production très diversifiée et riche.

Plantes médicinales	2017	2018	2019	2020	2021	Évolution de 2020 à 2021	Évolution de 2017 à 2021
Pavot (estimations)	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	-	-
Artichaut feuille (estimations)	250	250	250	250	250	-	-
Camomille	574	452	376	373	316	- 15 %	- 45 %
Chardon marie	193	241	249	300	300	0 %	55 %
Mélisse	237	238	250	283	260	- 8 %	10 %
Angélique	76	124	169	190	179	- 6 %	135 %
Psyllium de Provence	143	154	147	132	74	- 44 %	- 49 %
Autres plantes médicinales	2 277	2 639	5 233	9 185	8 594	- 6 %	277 %
Total	13 751	14 096	16 673	20 712	19 972	- 4 %	45 %

Tableau 1 : Répartition des surfaces (ha) des plantes médicinales de 2017 à 2021 en France métropolitaine-Source France Agrimer d'après les déclarations de la PAC, 2020

La filière des PPAM dénombre de nombreuses espèces cultivées ou cueillies qui nourrissent les branches pharmaceutiques, agroalimentaire, de la parfumerie et du cosmétique.

Les plantes peuvent provenir de deux origines : les plantes dites « sauvages » ou de « cueillette » et en second les plantes cultivées. (12)

1.1 Plantes « sauvages »

Autrefois, elles étaient les seules à être utilisées et elles représentent aujourd'hui encore un pourcentage intéressant sur le marché Européen. Leur répartition est dépendante des conditions environnementales et climatiques. Le sol a énormément d'influence sur la croissance des plantes. En effet, les jeunes pousses se développent activement et naturellement dans un sol qui est le plus favorable. Par exemple, la Lavande (*Lavandula angustifolia* Mill.) de la famille des Lamiaceae et beaucoup d'autres de cette famille se développent mieux sur des terrains calcaires comme en Provence dans le Sud-Est de la France. La Digitale pourpre (*Digitalis purpurea* L.) de la famille des Plantaginaceae se trouve par exemple dans les terrains silico-acides des Vosges.

Ensuite, les conditions climatiques sont très importantes pour leur répartition.

Plusieurs facteurs interviennent pour permettre un développement plus ou moins poussé de la plante jeune. Les facteurs à prendre en compte pour la production de la plante sont : la température, l'altitude, l'éloignement de la mer, l'humidité, l'isolation l'exposition à la lumière et au vent. (12)

De nombreuses plantes se retrouvent à l'état sauvage encore aujourd'hui en France : la Gentiane jaune (*Gentiane lutea* L.) présente préférentiellement dans le Jura ou les Alpes, le Romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) ou la Sauge (*Salvia officinalis* L.) située dans la région Méditerranéenne.

Nous pouvons récolter également la Myrtille (*Vaccinium myrtillus* L.) en montagne (Pyrénées, Massif central...).

En 2020, selon les déclarations issues du groupement des producteurs, les plantes cueillies sont de l'ordre de 163 tonnes soit près de 9 % des marchés des plantes à parfum, aromatiques et médicinales. (PPAM). (cf. Figure 1)

Cependant, il devient difficile de récolter les plantes sauvages dans leur lieu géographique de croissance naturelle. Les sites naturels sont dévastés par l'abondance de cueillettes dévastatrices et donc non gérées. La protection des espèces est donc limitée et ces dernières sont de plus en plus menacées par ces prélèvements abusifs.

1.2 Plantes cultivées

C'est un mode de production qui assure une matière première en quantité suffisante pour répondre aux besoins et les drogues recueillies sont homogènes par leur aspect et leur composition. Les inconvénients précédemment cités sont évités grâce à la culture des plantes. Nous avons moins de risques de confusion ce qui va permettre une récolte plus importante et qualitative. Il est possible aussi d'adapter la quantité de la plante en fonction des besoins. La culture atténue la dispersion ou la disparité de l'ensemble des espèces végétales dans un même milieu géographique.

Prenons l'exemple de la Digitale pourpre (*Digitalis purpurea* L.), une plante bisannuelle, c'est-à-dire qui accomplit son cycle de vie sur deux années. Il n'est plus primordial d'attendre la formation de ses fleurs caractéristiques, indispensable à la collecte sauvage pour l'identifier. Nous pouvons ramasser les fleurs dès la première année pour permettre une récolte plus abondante et une drogue plus active. (12)

L'état sauvage, les conditions de culture ainsi que les facteurs environnementaux comme l'origine et le mode de production, son séchage et la période de récolte jouent un rôle primordial sur l'aspect quantitatif mais aussi qualitatif de la plante.

Par exemple, les racines des ginsengs à l'état sauvage originaires du Japon, de Chine ou de Corée possèdent des taux et des profils en ginsénosides différents de ceux cultivés en Amérique du Nord.

En 2020, la valeur de commercialisation de la culture conventionnelle et biologique est de 91% contrairement à, comme nous avons dit précédemment, 9 % pour la cueillette, bio cueillette et cueillette solidaire. (13)

Les plantes cultivées sont plus reproductibles d'un point de vue chimique par le métabolisme secondaire de la plante. En effet, la composition de la terre est contrôlée par rapport aux plantes sauvages.

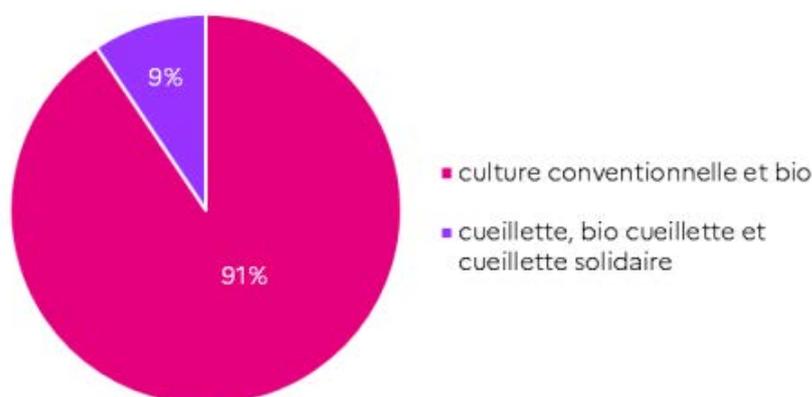


Figure 1: Part de la valeur de commercialisation de la cueillette par rapport à la culture en 2020- Source Enquête France Agrimer auprès de groupements de producteurs, 2020

2. Modes de production

Pour que la production soit bonne, il est certain que la qualité de la plante médicinale est très importante car cela conditionnera toute la suite des opérations. Cela souligne l'importance d'une sélection rigoureuse des plantes et de leur mode d'obtention. La vérification de l'origine de la plante et de sa monographie dans la pharmacopée (identification macroscopique ou microscopique, contrôles ...) est primordiale pour éviter toutes confusions. L'évaluation du risque de toxicité est indispensable pour écarter tout risque de contaminations. Les plantes sont

contrôlées selon des procédés définis, leurs caractères physico-chimiques doivent être précis. La conservation de la plante est également importante pour obtenir une qualité optimale. Nous avons surtout trois points importants à vérifier : les facteurs intrinsèques, les facteurs environnementaux, l'évaluation du risque de toxicité. (3)

Les facteurs intrinsèques :

Tout d'abord, l'identification de la plante médicinale est dépendante des facteurs intrinsèques. La dénomination scientifique botanique doit être mise en valeur afin de bien définir l'origine végétale. La partie utilisée de la plante doit être précise. En fonction de l'organe considéré, la composition peut varier pour une plante. En effet, une partie d'une plante peut être toxique alors qu'une autre peut soigner un trouble particulier (la fleur du Sureau noir est utilisée en cas de fièvre, rhinite alors que sa feuille est toxique).

Le chémotype doit être vérifié également, ce dernier désigne un groupe d'individu d'une même espèce qui diffère par la présence ou l'absence d'une ou plusieurs substances chimiques. En aromathérapie, cela est particulièrement marqué comme par exemple l'huile essentielle de thym (*Thymus vulgaris L.*) pour laquelle on distingue des chémotypes différents en fonction du constituant principal, thymol, carvacrol, linalol.

Les facteurs environnementaux :

Ensuite, nous avons les facteurs environnementaux qui sont très importants pour confirmer la qualité d'une plante : l'origine (plante sauvage ou cultivée : voir paragraphe précédent), la période de récolte ou encore le séchage.

Partie de la plante récoltée	Période de récolte
Racines	Automne, hiver en fonction si la plante est bisannuelle ou pas
Tiges de plantes (Tiges fines, herbacées) et les feuilles	Au moment de la floraison
Tiges de plantes (Tiges épaisses, écorces)	Avant l'apparition des bourgeons ou encore juste après la chute des feuilles
Fleurs et bourgeons	Avant leur complet épanouissement
Graines	Lorsqu'elles ont perdu la majeure partie de leur humidité naturelle

Tableau 2 : Période de récolte des plantes en fonction de la partie récoltée (12)

La période de la récolte dépend de l'organe récolté et influe sur la composition en principes actifs. L'utilisation à l'état sec d'une plante amène à limiter la teneur en eau afin de diminuer le risque de moisissure ou la présence d'autres agents microbiens. Plusieurs façons de sécher une plante sont possibles : à l'air libre, exposition au soleil, dans des locaux spécifiques, au four, par lyophilisation...La méthode et la température du séchage influent énormément sur l'aspect qualitatif de la plante. Cela va permettre aussi une meilleure conservation des matières premières végétales.

Évaluation du risque de toxicité :

Cette évaluation est surtout dépendante de l'identification de la plante pour éviter toute confusion entre deux espèces ou toute falsification. Chaque plante médicinale est susceptible de faire preuve d'effets indésirables. L'usage de plantes peut même être à l'origine d'intoxications. Il se peut que des substances non végétales présentant un risque pour la santé contaminent des plantes ou des produits à base de plantes. (3)

L'identification se fait par plusieurs contrôles :

- Identification macroscopique (morphologie, couleurs, impuretés),
- Identification microscopique d'un fragment d'épiderme d'une feuille (identification de caractères spécifiques),
- Chromatographie sur couche mince (CCM).

Le risque de contaminations s'évalue par plusieurs dosages :

- Dosage des pesticides et des métaux lourds (le plomb, le cadmium et le mercure),
- Dosage des résidus phytosanitaires et pesticides,
- Dosage des substances radioactives,
- Dosage des aflatoxines ou des micro-organismes,
- Dosage des alcaloïdes.

Le contrôle de la drogue végétale se fait par plusieurs autres vérifications et analyses organoleptiques, microbiologiques ou physicochimiques ;

- Taux de cendres,
- Teneur en eau,

- Teneur en glycérine végétale,
- Teneur en éthanol résiduel,
- Teneur en actif,
- Densité,
- Nature et taux des éléments étrangers (entérobactéries, staphylococcus...),
- Résidus de solvant.

Les effets indésirables induits par les plantes médicinales sont rares mais ils sont possibles et cela peut-être soit des réactions allergiques, des réactions cutanées types photosensibilisation ou encore des atteintes hépatiques.

Les principaux exemples de toxicité hépatique sont représentés par les alcaloïdes pyrrolizidiniques présents dans plus de 350 espèces végétales (comme le chardon à glu, la chélidoine, la consoude officinale...). (14)

La racine de Consoude officinale (*Symphytum officinale* L.) qui est traditionnellement utilisée pour avoir une action antiprurigineuse dans les affections dermatologiques est à l'origine d'atteinte hépatique à type de maladie veino-occlusive. Une corrélation entre la présence d'alcaloïdes pyrrolizidiniques dans la plante et le développement de ses atteintes a été démontrée.

Prenons le cas de la germandrée petit-chêne (*Teucrium chamaedrys* L.) qui a induit également plusieurs cas d'hépatites recensés dans les Centres Régionaux de Pharmacovigilance en France. Ce sont principalement les femmes d'une quarantaine d'année qui ont été touchées. Lors de l'arrêt du traitement cela évoluait favorablement mais à la moindre reprise de consommation une rechute de l'hépatite était présente. Les atteintes étaient découvertes lors de prises à doses thérapeutiques (600-1600 mg/jour) et ceci avec diverses formes galéniques (infusions, capsules, préparations magistrales). C'est une hépatite aigue cytolytique qu'on observe le plus et qui survient au bout de deux mois. Les principes hépatotoxiques responsables sont des diterpènes, comme par exemple la teufline et les teucrines. En raison de cette hépatotoxicité, cette plante a été retirée du marché. (14)

Ensuite, des intoxications peuvent être rencontrées en cas de consommation excessive de plantes médicales comme la Sauge officinale (*Salvia officinalis* L.) qui peut, à forte dose, avoir

des propriétés convulsivantes ou comme le Ginkgo (*Ginkgo biloba* L.) qui peut provoquer des effets indésirables de type de diarrhées, nausées, vomissements, agitations, faiblesses.

De plus, un grand nombre de plantes médicinales vendues en vrac ou utilisées pour entrer dans la composition de préparations peuvent être substituées par des plantes toxiques. Cela peut-être de façon partielle ou totale et accidentelle ou volontaire (falsification). Un risque d'intoxication est donc présent.

Pour finir, le risque de confusion à cause de ressemblance est très courant. Par exemple entre la Badiane de Chine (*Ilicium verum* Hook.f) et la Badiane du Japon (*Ilicium anisatum* L.) ou entre la Digitale pourpre (*Digitalis purpurea* L.) et les feuilles de Bourrache (*Borago officinalis* L.).

3. Modes d'extraction

La biodisponibilité des principes actifs contenus dans la cellule végétale, est une autre difficulté. En effet, la paroi cellulosique peut empêcher l'extraction dans le tube digestif. Ce dernier est une sorte de système d'extraction mais il n'est pas suffisant pour extraire les composés responsables de l'activité. La membrane pectocellulosique des cellules végétales empêche l'assimilation des principes actifs au niveau de l'intestin. Par exemple, l'utilisation de thym, de romarin, de curcuma ou encore de gingembre dans les plats conduit à un bon rapport bénéfice-santé au niveau nutritionnel mais à des effets thérapeutiques insuffisants pour obtenir l'effet souhaité et cela pour plusieurs raisons : extraction très insuffisante, difficultés de conservation, problèmes de destruction d'actifs par la chaleur, contraintes de préparation et de présentation.

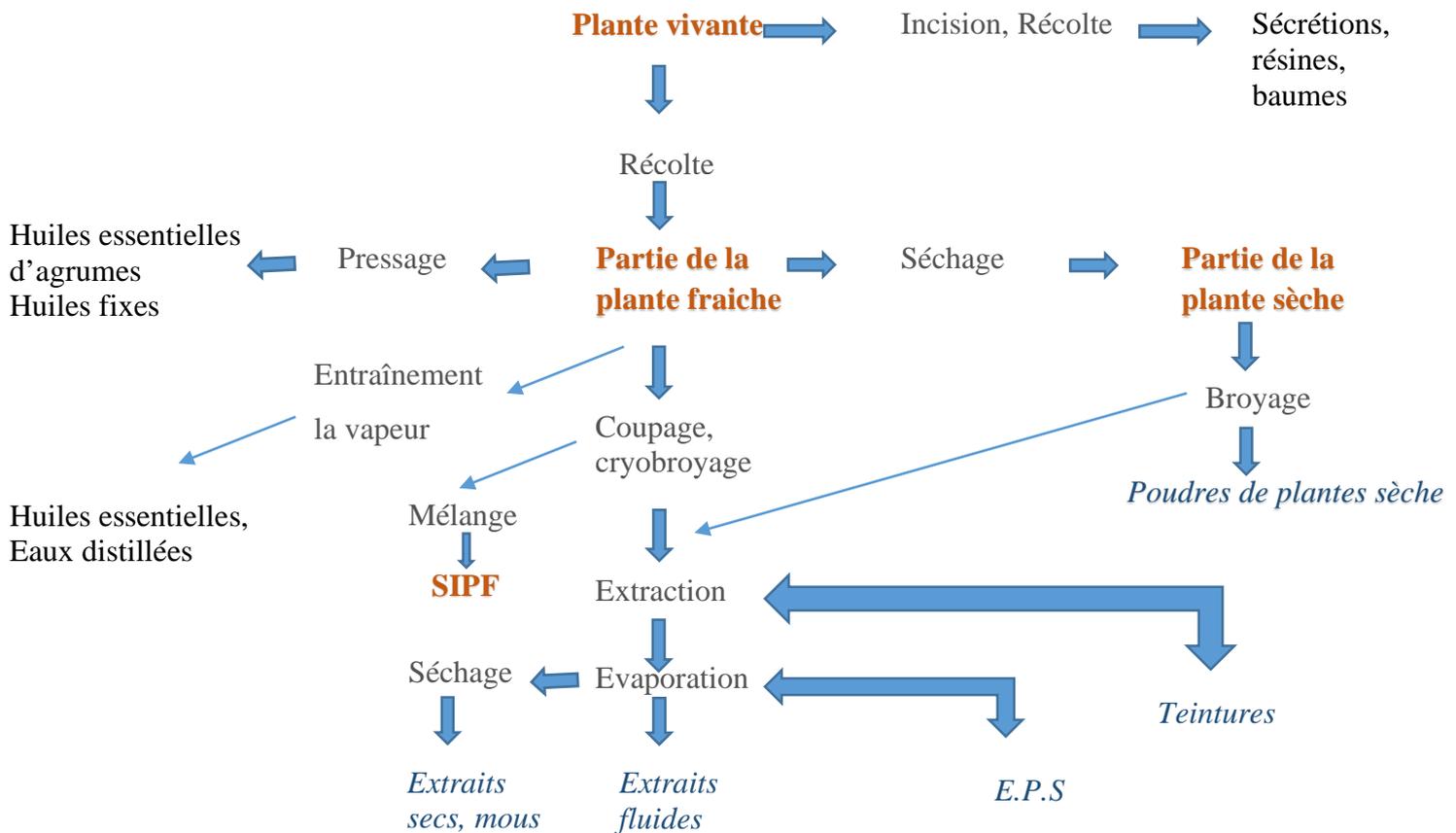
(3)

Ce problème de membrane cellulosique va se résoudre par l'utilisation d'extraits de plantes au lieu de poudres de plantes. Souvent, une extraction hydroalcoolique est pratiquée car les principes actifs d'une plante sont de deux natures, soit hydrophile donc hydrosoluble (minéraux polysaccharides), soit hydrophobes donc lipophiles c'est-à-dire solubles dans l'alcool (ginsénosides du ginseng ou alkylamides de l'échinacée). Certains composés lipophiles peuvent ne pas être solubles dans les alcools et nécessitent un solvant plus lipophile.

Le choix du solvant est de ce fait essentiel en fonction des composés à extraire. Le mode d'extraction est à l'origine de l'activité de la plante et cela permet de restituer toute sa composition et sa teneur en principes actifs.

Trois étapes sont indispensables avant l'extraction : (3)

- 1) Le choix de la matière première (Plante fraîche, plante sèche ou plante stabilisée).
- 2) Le traitement préalable de la drogue (concassée, broyée...).
- 3) Le choix du solvant : obtenir un extrait que l'on définit comme étant un produit résultant du traitement d'un solide par un liquide dans le but de transférer les composants solubles depuis le solide vers le solvant. Ce dernier est évaporé ou non, totalement ou non. Le solvant peut-être de l'eau (tisane), de l'alcool (le plus souvent l'éthanol est utilisé pour notamment sa capacité d'évaporation et son utilisation aisée), du CO₂ supercritique (utilisé par exemple pour l'ail, de l'huile ou du glycérol).



E.P.S : Extrait de plante fraîche standardisé

SIPF : Suspension intégrale de plantes fraîches

Figure 2 : Les différents procédés de transformation jusqu'à l'extraction-Source « Grand manuel de phytothérapie » du Dr Eric Lorrain, 2019

L'extraction peut s'effectuer sur la plante fraîche, soit sur place immédiatement après la récolte, soit après congélation sur la zone de culture et/ou de ramassage afin de transporter la matière première intacte et préservée sur le site d'extraction où sera effectué le stockage en chambre froide jusqu'au cryobroyage qui marque le début du processus d'extraction.

En phytothérapie, les procédés d'extraction conventionnels des composés peu volatiles font appel à : (3)

- L'infusion : l'eau bouillante est versée sur la plante moulue ou écrasée, le mélange repose de quelques minutes à une demi-heure afin d'être refroidie. Les principes actifs de la plante doivent être hydrosolubles pour utiliser ce procédé,
- La décoction : l'eau froide est versée sur les parties de plantes coupées, moulues ou écrasées et le tout est maintenu à température d'ébullition du solvant de quelques minutes à quelques heures. Après refroidissement, le mélange est tamisé,
- La macération : la phase de contact entre la plante et le liquide est maintenue à température ambiante. Le solvant le plus utilisé est le mélange d'eau et d'alcool pour prévenir la fermentation et/ou la détérioration. Ex : teinture-mère ou l'extrait sec.
- La digestion : c'est une macération à chaud, la plante est mise en contact avec un solvant chauffé à une température inférieure à celle de sa température d'ébullition,
- La percolation : = lixiviation : le principe est le même que la cafetière, c'est un procédé de dissolution et d'extraction partielle consistant à épuiser une matière première en faisant filtrer, à travers elle, un solvant qui entraîne avec lui tout composé soluble. Le ruissellement du solvant va s'effectuer très lentement de l'ordre de quelques gouttes par minutes. Ex : l'extrait sec ou l'EPS.

Pour les composés volatiles, qui concernent les plantes aromatiques, les procédés d'extraction conventionnels sont l'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydrodistillation.

4. Utilisations des plantes médicinales : les formes utilisées

Les caractéristiques des produits obtenus lors d'une extraction par solvant diffèrent en fonction de la forme galénique. (15)

Comme nous avons vu, la matière première peut être sous plusieurs formes :

- A partir de la plante sèche on peut obtenir des tisanes, des extraits fluides, des extraits secs ou des poudres (gélules), des teintures.

- A partir de la plante fraîche, on peut obtenir des teintures mères, des macérats glycérinés, des suspensions intégrales de plantes fraîches (SIPF), des extraits fluides de plantes standardisées (EPS).

Présentation	Formes galéniques
Formes solides	<p><u>Gélules</u> : à partir de poudres de plantes ou d'extraits secs</p> <p><u>Comprimés</u> : à partir d'extraits sec ou de poudres de plantes avec ajout du diluant, liant, lubrifiant, aromatisant...</p>
Formes liquides	<p><u>Tisanes</u> : la préparation est réalisée au moment de l'emploi, à partir de plantes par décoction, infusion ou macération</p> <p><u>Extraits fluides</u> : préparations obtenues par concentration de soluté résultant d'un extrait alcoolique d'une plante sèche réduite en poudre ; 1 gramme d'EF=1 gramme de plante sèche</p> <p><u>Teintures mères</u> : préparations réalisées par macération de la plante fraîche dans un mélange d'eau et d'alcool pendant une durée déterminée</p> <p><u>SIPF</u> : suspension intégrale de plantes fraîches : les plantes fraîches sont cryobroyées</p> <p><u>EPS</u> : Extrait de plantes fraîches standardisées : obtention d'un extrait avec la totalité des principes actifs de la plante fraîche</p> <p>Macérats glycérinés : gemmothérapie</p> <p>Sirops, eau distillée, élixirs floraux</p> <p>Huiles essentielles</p>
Formes destinées à l'usage externe	<p>Pommades</p> <p>Liniments</p> <p>Gels</p> <p>Huiles essentielles</p>

Tableau 3 : Récapitulatif des différentes formes galéniques en phytothérapie

5. Exemple d'une plante adaptogène cultivée : le ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer)

5.1 Culture traditionnelle

La culture traditionnelle de *Panax ginseng* (Famille des *Araliaceae*) se trouve en Corée dans le Nord du pays et dans les montagnes boisées de Mandchourie. Nous en trouvons aussi dans les montagnes de l'Oussouri en Russie ou au Népal. (16)

Des moyens contre-nature doivent être utilisés pour que la culture du ginseng soit intensive.

Selon des rites ancestraux, elle doit se pratiquer sous serre, en atmosphère contrôlée (température, humidité), sur des sols remplis d'engrais chimiques, de substances nutritives de synthèse et en lumière artificielle. Le ginseng est cultivé dans le respect de ces traditions. Le sol doit apporter une certaine richesse et finesse afin d'être le terreau le plus nourricier possible. Le ginseng pousse naturellement sur les pentes versant nord sur lesquelles se trouvent des sous-bois frais ombragés de forêts de feuillus. La caractéristique de l'endroit est le sol, il doit être léger et très riche en matière organique. Ainsi, dans ces conditions le ginseng peut s'épanouir librement. (16)

Pendant la jachère, l'enrichissement se fait patiemment avec de la terre de bruyère cueillie par des paysans dans les sous-bois de la montagne la plus proche. Du sable est mélangé intimement pour alléger la terre.

La culture du ginseng ne peut pas se renouveler rapidement car il faut au moins dix ans pour qu'un pied sauvage de bonne qualité puisse être récolté. Pour relancer la culture, il a fallu retrouver les conditions optimales de culture c'est à dire celles qui se rapprochent le plus de son lieu d'origine. Ce sont les Coréens au XIV^{ème} siècle qui ont produit en premier du ginseng de culture. Ce sont des conditions très difficiles qui demandent beaucoup de patience.

Depuis la fin du XVIII^{ème} siècle, une culture intensive du ginseng a été mise en place, ce qui a amené à une cueillette rapide et mal faite, de ce fait, le ginseng sauvage a quasiment disparu.

La France a commencé un essai de culture dans les années 1990, en Picardie et depuis les dix dernières années il se développe actuellement en Haute-Garonne et dans les Landes. Cette production locale est détaillée par la suite. (16)

5.2 Exemple d'une culture française en Haute-Garonne : « Les Jardins d'Occitanie »

Le laboratoire « Les Jardins d'Occitanie » est situé à côté de Toulouse, à Seysse depuis maintenant plus de dix ans. Ce sont les seuls producteurs Européens de ginseng et le premier laboratoire producteur français de compléments alimentaires innovants et infusions bio, engagé et responsable. (17)

« Les Jardins d'Occitanie » ont pour but d'offrir une phytothérapie en toute transparence afin d'avoir une production locale, sûre et de qualité.

Ils mènent des travaux de recherches depuis quelques années ce qui leur a permis maintenant d'acquérir une certaine maîtrise de l'identification et de la mesure des principaux composés actifs du ginseng : les ginsénosides.

Ils cultivent uniquement le *Panax ginseng* C.A Meyer (espèce asiatique).

Leur but est de préserver toute l'efficacité du ginseng c'est à dire toutes les propriétés que cette plante peut apporter tout en respectant le « totum » de la plante afin de maintenir la synergie entre les substances.

Leur recherche se concentre spécifiquement sur :

- L'étude des mécanismes de biosynthèse des ginsénosides,
- L'identification et le suivi des ginsénosides dans la plante au cours du temps puis de leur évolution,
- La mesure précise de leur teneur en nutriment,
- L'identification des facteurs de dégradations des phyto-nutriments actifs,
- L'étude de la stabilité.

Les semences du ginseng venues de Chine ont été rapportées en Haute-Garonne sans savoir si cette plante allait pousser dans les terres Occitanes. L'entreprise maîtrise toutes les étapes de fabrication : de la germination de la graine au développement de la plante et même jusqu'à la commercialisation. Il s'agit d'une culture purement locale.

Une bonne préparation du sol est essentielle pour cultiver le ginseng, cela est la clef de la réussite. Selon la tradition, la culture du ginseng doit se faire sur un sol où il n'a pas été cultivé du ginseng depuis une dizaine d'années. Pendant cette période, une culture de *Fabaceae* peut être réalisée. Une symbiose peut se former, avec des bactéries du genre *Rhizobium* pour fixer l'azote atmosphérique, ce qui va permettre d'enrichir le sol épuisé. Afin de réduire l'apparition

de mauvaises herbes et de nématodes, la préparation s'effectue dans l'idéal deux ans avant que l'on commence la semaille.

Pour cultiver le ginseng, le site propice doit se rapprocher le plus possible du site naturel si on veut cultiver cette plante avec succès.

Le ginseng s'acclimate relativement bien au climat du Sud-Ouest mais il a fallu des années pour comprendre et acquérir une certaine expertise sur les conditions de culture du ginseng notamment sur la gestion de l'humidité et de la lumière. Le ginseng est très sensible aux conditions climatiques et environnementales ce qui lui confère une difficulté supplémentaire de plus.

En effet, le climat doit être relativement tempéré pour que le ginseng croisse. La température doit être comprise entre 0 et 18 degrés. Afin d'initier la dormance des racines, la température ne doit pas dépasser les 10 degrés les 100 premiers jours de culture. Le taux de croissance optimum nécessite une température entre 15 et 18 °C. Dans l'idéal, les précipitations annuelles doivent être de 700 à 2000 millimètres, ce qui est le cas du ginseng français, car les précipitations sont de l'ordre de 500 à 1000 millimètres.

Concernant les conditions d'ensoleillement, le ginseng doit être cultivé sous un ombrage artificiel. Cette plante ne pousse qu'à l'ombre dans une espace appelée une « ombrière », ce qui explique la présence de grande serres-nanopée (terme utilisé par les journalistes pour décrire les serres spécifiques, en référence aux sous-bois et à l'écosystème de forêt d'altitude appelé canopée).

L'ensoleillement est très important, un excès peut brûler la plante mais un manque de lumière peut nuire à la culture de la plante. L'ombrière est ce qui se rapproche le plus des conditions traditionnelles du ginseng sauvage, ce sont des arbres de forêt qui filtrent les rayons de soleil, en effet, l'ombrière peut filtrer 70 à 80 % des rayons. L'ombrière protège également des fortes pluies et d'une trop grande humidité. Elles sont installées tout au long de la culture afin de limiter les rayonnements solaires (25 % maximum) et de préserver au maximum l'humidité et la température.



Figure 3 : Ombrière du ginseng à Seysses-Source les « Jardins d'Occitanie »

Pour le drainage de la surface, le terrain doit avoir une pente entre 2 et 15%. La pente doit être située de préférence face au Nord ou à l'Est, c'est généralement à cet endroit où l'humidité et la température sont idéales. Sur les pentes face au Sud et à l'Ouest, les températures sont plus chaudes. Vu que le sol est pentu, le drainage de l'eau est optimal. Un excès d'humidité pourrait favoriser le développement de micro-organismes pathogènes dans les racines. En outre, la présence d'un paillis de feuilles conserve un minimum d'humidité et est indispensable pour la survie de la plante pendant les périodes sèches ou pour leur protection contre le gel hivernal.

La culture se fait en plusieurs étapes. (17)

La première période se déroule de Mai à Septembre, la terre est labourée en recouvrant le sol d'herbes au moins une quinzaine de fois ; le but est que le sol soit riche en matière organique. La quantité de matière organique se situe entre 2 et 8%.

Ensuite, avant les premières gelées à l'automne, l'ensemencement débute. L'endroit choisi doit être frais et les graines sont semées sur de la mousse et du sable humide. Des petits sillons sont formés afin de semer les graines à l'abri de la lumière.

Une surveillance accrue est nécessaire tous les trois jours les graines sont arrosées. Au bout d'un an, un ajout composé de fumier de bovins, de sable s'avère adéquat après la germination. On va aussi repiquer les plants sous des claies de pailles protectrices, pour amener l'obscurité propice des sous-bois.

La troisième année, les plants subissent un nouveau repiquage dans les champs jusqu'à la septième année où ils termineront leur croissance.

C'est une culture qui se fait manuellement et cela demande donc beaucoup de travail et de patience.

Les fruits du ginseng sont produits au bout de trois ans et se récoltent tous les six ans. Ils sont travaillés pour en extraire certains ginsénosides qui sont utilisés pour les fonctions érectiles comme dans le complément alimentaire G'stimul®. D'autres ginsénosides ont une action nutricosmétique, notamment des actions antioxydante ou anti-âge. Les baies de ginseng servent aussi aux semis en retirant leurs graines. Les graines sont récoltées lorsque les baies deviennent rouges, c'est à dire en général au printemps. En moyenne un plant produit 50 à 75 graines. Les semis récoltés dans l'année serviront pour la plantation de la génération suivante.

La récolte des racines se fait à la fin de la sixième année de production, au moment où les parties aériennes sont tombées et qu'elles rentrent en dormance c'est à dire à la mi-octobre. C'est à ce moment là où le taux en principe actif est le plus élevé.

Les racines sont lavées et déshydratées à basse température afin de retirer l'eau et permettre une conservation optimale en principes actifs. La récolte demande beaucoup de précision, de justesse et de soins. Tout cela est indispensable pour obtenir un produit de qualité. L'étape suivante consiste à ramasser les racines et à enlever la terre qu'elles comportent pour ensuite être lavées.

Les « Jardins d'Occitanie » ont garanti l'efficacité de tous les produits en validant l'âge optimal de la récolte à 6 ans.

Les racines sont ensuite broyées en conditions contrôlées afin d'obtenir une poudre de granulométrie inférieure à 300 µm.

Nous allons voir les différences en termes de culture pour le ginseng blanc et le ginseng rouge. Le ginseng rouge et le ginseng blanc sont issus de la même espèce de plante : *Panax ginseng* C.A Meyer.

Un des différences principales est le séchage :

- Pour le ginseng blanc, les racines sont séchées au soleil ou plongées dans l'eau bouillante pour les blanchir pendant trois à cinq minutes puis séchées à 60°C.

- Pour le ginseng rouge, les racines bénéficient d'un traitement naturel issu des méthodes traditionnelles coréennes. Elles sont plongées dans la vapeur d'eau pendant minimum une heure avant d'être séchées au four ou au soleil. Il est récolté à l'âge de 6 ans et nécessite un traitement répétitif à la vapeur de la racine fraîche à 98°C à 100°C pendant deux à trois heures, puis il est séché jusqu'à ce que la teneur en humidité soit réduite à moins de 15 %. C'est une transformation permettant une meilleure biodisponibilité des actifs.

De plus, l'autre différence se traduit par le fait que les racines secondaires du ginseng blanc sont raclées contrairement au ginseng rouge où on garde les radicelles.

Le ginseng blanc est de couleur jaune-blanchâtre. Pour le ginseng rouge, l'aspect est corné translucide et est de couleur rougeâtre.

Le ginseng cultivé en France appartient à la même espèce que celle cultivée en Corée ou en Chine.

Le laboratoire « Les Jardins d'Occitanie » met en œuvre la pratique des cultures alternatives comme le désherbage manuel ou l'utilisation d'insectes « utiles ». La sensibilité du ginseng aux parasites et aux maladies ont induit l'utilisation d'une culture biologique sans pesticides.

Les produits commercialisés sont uniquement de la poudre naturelle de la racine du ginseng afin d'éviter toutes transformations. Des analyses rigoureuses sont réalisées afin d'avoir des produits sécurisés. Les ginsengs récoltés sont également sans conservateurs, sans colorants, sans adjuvants, sans nanoparticules, sans produits chimiques. Un cadre réglementaire très strict doit être respecté ce qui permet de développer une plante dans un environnement sain et dans un contexte de production naturel. « Les Jardins de l'Occitanie » assurent la traçabilité des produits et leur sécurisation ce qui leur permet d'afficher une teneur en principes actifs très importante. (17)



Figure 4 - Figure 5 : Culture du Ginseng à Seysse-Source « Les Jardins d'Occitanie »

E. L'origine des plantes adaptogènes

La notion d'adaptogène semble remonter du temps de l'Union des Républiques Socialistes Soviétiques. (18)

Les travaux de recherche pour les soldats et les personnes travaillant dans l'industrie de défense russe pendant la Seconde Guerre mondiale, en vue de trouver une substance pour augmenter leur résistance, ont été publiés sur une ordonnance datée du 4 Mars 1943. Le but était de trouver des toniques naturels qui augmenteraient le potentiel de ses élites.

Nikolai Lazarev, un pharmacologue russe, emploie pour la première fois ce terme en 1947 et le décrit comme « une substance pharmacologique capable d'induire dans un organisme, un état de résistance augmentée non spécifique, permettant de contrebalancer les signaux de stress et de s'adapter à un effort exceptionnel ». Staline lui avait donné pour mission de trouver les moyens de renforcer la résistance physique et les capacités intellectuelles du peuple russe.

Des expériences sur le Dibazol® (2-benzylebenzimidazol) sont alors menées. Il s'agit d'un dilatateur artériel développé en France, qui s'est avéré augmenter la résistance des organismes contre le stress. (18) (19)

Le Dr. Brekhman, élève du Dr Nikolai Lazarev, continue ses recherches et se concentre sur les plantes adaptogènes spécifiquement sur le ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) dans un premier temps. Au cours de ses études sur les plantes, il remarqua que certaines d'entre elles augmentaient les capacités naturelles du corps à réagir et à résister face aux situations de stress. De nombreux travaux sur l'éléuthérocoque appelé aussi le Ginseng de Sibérie (*Eleutherococcus senticosus*) ont été également réalisés.

Depuis 1959, des milliers de tests comme des essais in vitro (dans le tube à essai) chez l'animal, des tests in vivo ou des tests biologiques ont été effectués sur l'éléuthérocoque et d'autres plantes adaptogènes notamment la rhodiola. (19)

F. Présentation des plantes adaptogènes

1. Le stress physiologique

Tout d'abord, la notion de stress physiologique est très importante avant d'aborder les plantes adaptogènes car ces dernières interviennent au cœur du processus de réaction.

Hans Selye (1936-1950) -endocrinologue canadien- a défini le stress comme un état d'homéostasie menacée. Plusieurs expériences ont été réalisées pour mettre en évidence ce phénomène. (20)

Il cherchait à provoquer des expériences chez des animaux qui ont été placés dans un environnement agressif, non adapté à leurs conditions de vie.

Par la suite, nous avons pu remarquer l'apparition de plusieurs pathologies et même assister à la mort de plusieurs animaux. La notion de « stress » est apparue à ce moment-là.

Une série de réactions biologiques et physiologiques a été démontrée et survient à la suite de ce phénomène :

- activation de l'axe hypothalamo-hypophysio-surrénalien,
- activation du système nerveux sympathique et de multiples réactions viscérales.

Hans Selye les a résumées sous le terme de « **syndrome d'adaptation général** », divisé en trois phases : (20)

1. Une phase d'alarme : l'organisme se prépare au combat ou à la fuite

C'est la réaction instantanée de l'organisme envers le stress.

Elle se caractérise par la mobilisation des défenses et des ressources de l'organisme.

L'organisme se trouve en phase de catabolisme. La force de résistance générale non spécifique est augmentée.

2. Un stade de résistance caractérisé par l'adaptation de l'organisme aux facteurs de stress si la situation persiste. La phase de métabolisme catabolique est remplacée par des fonctions anaboliques. Au lieu d'une résistance générale non spécifique augmentée, une résistance spécifique au facteur de stress est mise en place.

3. **Un stade d'épuisement** est atteint lorsque l'organisme est incapable de maintenir les stratégies d'adaptation mises en œuvre lors de la phase de résistance et que tous les moyens pour s'adapter ont été épuisés.

Au niveau **biochimique**, l'organisme met en jeu différents systèmes de régulation.

- Lors de **la phase d'alarme**, de l'adrénaline est libérée par le système nerveux sympathique. Ce dernier se prépare à combattre ou à fuir cette phase. L'organisme est en position de défense et entraîne une augmentation de la fréquence cardiaque, de la tension artérielle, des niveaux de vigilance, une dilatation des bronches, une augmentation de la lipolyse et de la glycolyse. Si la situation est de courte durée, l'organisme retrouve son équilibre physiologique.

Si ce n'est pas le cas, l'organisme entre dans **la phase de résistance**.

- Lors de **la phase de résistance**, l'axe hypothalamo-hypophysaire va entraîner la sécrétion de glucocorticoïdes notamment du cortisol « l'hormone du stress » par les glandes surrénales.

La production de glucose est maintenue à un niveau élevé afin de répondre aux besoins des muscles, du cerveau et du cœur. La glycémie est constante par la stimulation de la néoglucogenèse. Cela permet une synthèse du glucose dans le foie à partir du glycérol, ce dernier est issu de la lipolyse au niveau des tissus adipeux ou à partir des acides aminés issus de l'hydrolyse des protéines (essentiellement musculaire).

La sécrétion des glucocorticoïdes est autorégulée afin d'adapter la sécrétion de glucocorticoïdes au besoin de l'organisme.

Si la situation stressante continue ou s'intensifie, l'organisme entre en **phase d'épuisement**.

- Les capacités d'adaptation de l'organisme sont débordées : l'autorégulation des glucocorticoïdes devient inefficace. Cet état favorise l'apparition de pathologies car l'excès de cortisol entraîne hyperglycémie, hypertension, baisse de l'immunité, dépression...

2. Définition de la notion « d'adaptogène »

Le terme adaptogène est dérivé du terme « adaptation physiologique » qui est défini comme un changement biochimique dans un organisme qui résulte d'une exposition à des facteurs de stress environnementaux légers ou modérés et génère une réponse protectrice contre ces facteurs.

De tels changements adaptatifs transportent l'organisme de son état d'équilibre normal (homéostasie) à un niveau accru d'équilibre dynamique (hétérostase) ou à ce qu'on appelle l'état de résistance non spécifique (SNSR) du système de stress.

Le SNSR est similaire à la « phase de résistance » du « syndrome adaptatif général » de Selye au stress, en ce sens qu'il est généré en réponse à des facteurs de stress légers ou modérés mais pas en réponse à un fort stress. (18) (19)

L'administration répétée d'adaptogènes donne lieu à un effet adaptogène ou protecteur contre le stress, d'une manière analogue à un exercice physique répété, conduisant à un SNSR prolongé et à une augmentation de l'endurance dans des conditions extrêmes (stress).

Brekhman définit, en 1969, **des critères spécifiques** qui doivent être remplis pour qu'une substance puisse être qualifiée d'adaptogène : (18) (19)

- être inoffensif et ne pas perturber les fonctions physiologiques du corps,
- présenter des propriétés pharmacologiques non spécifiques et augmenter la résistance de l'organisme à un large spectre face à des agressions biologiques, chimiques ou physiques,
- réduire les dommages induits par les stress, présentant ainsi un effet protecteur avec plusieurs activités (antifatigue, anti-infectieux, anti dépresseur...),
- avoir un effet stimulant autres que les plantes stimulantes c'est à dire sans épuisement d'énergie ou présence d'effets secondaires comme le syndrome de manque,
- être un régulateur qui exerce une action normalisatrice sur les divers systèmes organiques de l'organisme indépendante de l'état pathologique.

Le gouvernement russe lui octroie d'importants moyens pour poursuivre ses recherches à des fins utilitaires. Dans les années 1970-1980, ce scientifique focalise davantage ses recherches sur la rhodiola et découvre alors que cette plante pouvait favoriser l'endurance et la récupération des sportifs.

Dans la médecine traditionnelle chinoise, la notion « d'adaptogène » existe depuis des milliers d'années sous le concept de « toniques supérieurs ». Leur usage n'a pas de vocation à combattre des maladies spécifiques, mais à favoriser une bonne santé générale, à augmenter l'énergie de l'organisme et à harmoniser les fonctions corporelles et psychiques pour le bien-être de l'individu et cela peut augmenter l'endurance et la performance sportive.

3. Etudes pharmacologiques et pharmacodynamiques

L'évaluation pharmacologique des adaptogènes comprend généralement l'évaluation des activités stimulantes, toniques et de protection contre le stress dans des systèmes modèles dans lesquels les animaux sont soumis à diverses conditions de stress (ex : l'immobilisation).

Par la suite, il a été démontré que le cortisol et l'acide nitrique sont des marqueurs appropriés qui peuvent être utilisés dans l'évaluation des effets anti-stress des adaptogènes, alors que seules les protéines kinases p-SAPK / p-JNK semblent être des marqueurs potentiels dans les essais biologiques d'adaptogènes. (21)

En général, l'effet pharmacologique des adaptogènes dans le stress est caractérisé par une diminution ou une prévention totale des changements hormonaux propres au stress.

Les effets des adaptogènes sont associés à plusieurs systèmes physiologiques.

Premièrement, ils sont associés à l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HPA) : lorsque le corps réagit à un stress répété, le corps s'adapte en équilibrant les relâchements d'adrénaline ; cette dernière correspond à l'activation du système du stress.

Ensuite, les corticostéroïdes sont impliqués pour réguler le système de rétrocontrôle qui protège l'organisme quand les réactions sont excessives.

Par ailleurs, l'oxyde nitrique fait partie des protéines dites de choc thermique (HSP). Ces dernières jouent un rôle dans les mécanismes de survie cellulaire et dans l'apoptose.

L'oxyde nitrique module la biosynthèse et les effets de nombreuses hormones et autacoïdes (facteurs biologiques qui agissent comme des hormones locales). Elles jouent un rôle dans le système nerveux, cardiovasculaire, immunitaire, gastro-intestinal et endocrinien. (18) (19)

corticostérone dans le cortex surrénalien, l'augmentation de la corticostérone plasmatique, et l'augmentation de la capacité de travail jusqu'à 132%.

Il a été démontré que les saponines de ginseng seraient une sorte d'agents stressants légers.

Ils adapteraient l'organisme au stress (exemple : une immunosuppression induite par la nage en eau froide complètement antagonisée) et atténueraient le stress (immobilisation, injection intracérébroventriculaire, chaleur, froid nage dans l'eau, morphine).

Cela a induit une élévation du taux de corticostéroïdes dans le sang vraisemblablement en bloquant l'action de l'ACTH dans la glande surrénale et en induisant la production de NO dans le cerveau. (18) (19)

De plus, les saponines du ginseng affectent les monoamines cérébrales en diminuant l'augmentation induite par le stress de la noradrénaline et de la sérotonine chez les souris stressées par la chaleur.

Des effets similaires sur l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien dans des conditions normales et de stress ont été obtenus dans des expériences avec le diglucoside de cucurbitacine R, un principe actif de *Bryonia alba*, produisant un effet protecteur et stimulant contre le stress chez les animaux.

L'administration répétée d'un adaptogène produit un effet de protection contre le stress, d'une manière analogue à celle occasionnée par un exercice physique répété et peut générer un système de résistance prolongé avec une certaine endurance qui peut être accrue dans certaines conditions extrêmes.

Des doses répétées de petites et moyennes doses d'éléuthérocoque peuvent induire des réactions adaptatives d'entraînement et d'activation.

Les premières études sur les adaptogènes ont porté principalement sur leur capacité à augmenter la capacité du travail mental et physique chez l'Homme.

La différence entre les effets des adaptogènes et ceux des stimulants a été très vite mise en évidence après ces études.

Les stimulants qui augmentent l'activité du système nerveux sympathique peuvent produire une sensation d'euphorie et peuvent être utilisés pour augmenter la vigilance et la capacité de se concentrer sur des tâches mentales.

On rapporte que les adaptogènes végétaux stimulent le système nerveux par des mécanismes qui seraient différents de ceux des stimulants, ils sont plutôt associés à une régulation

métabolique par divers éléments du système de stress et par la modulation du couplage stimulus-réponse. Ils joueraient principalement sur le stress physiologique.

À cet égard, les adaptogènes ne diffèrent pas par exemple des immunostimulants.

Le but général des adaptogènes est de réduire les réactions de stress dans la phase d'alarme et surtout en phase de résistance non spécifique évitant ainsi la phase d'épuisement. Cela offre une certaine protection contre le stress (Figure 7).

Dans cette phase, un niveau plus élevé d'équilibre est atteint ; c'est l'hétérostasie adaptative : un état protecteur mais aussi propice au renforcement de l'activité générale de l'organisme.

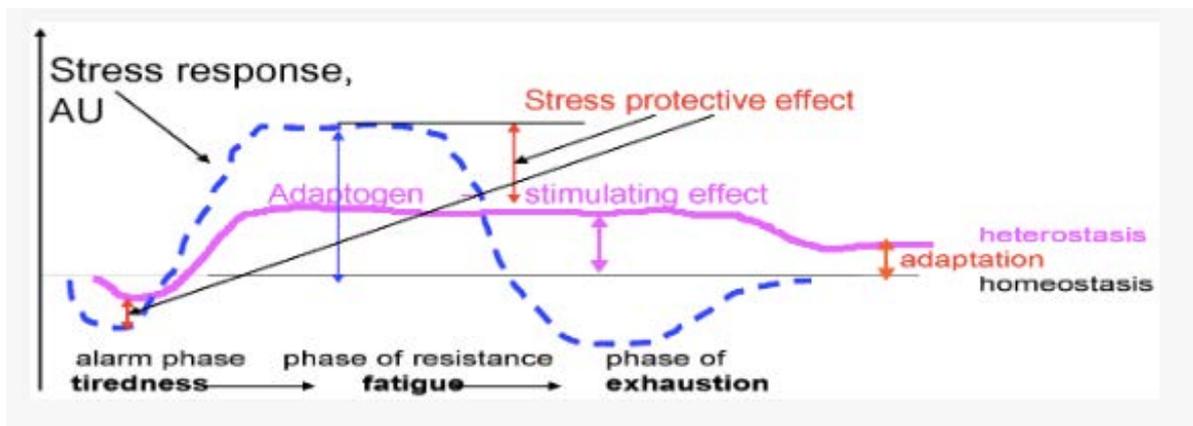


Figure 7: Effets des adaptogènes sur la réponse au stress-Source PANOSSIAN A., WIKMAN G., 2016

Par définition, les adaptogènes peuvent améliorer ou prolonger « un état de résistance non spécifique » d'un organisme au stress ; c'est le syndrome d'adaptatif général.

Ils adaptent la réaction au stress par réduction de sa sensibilité.

Comme nous avons vu, ils peuvent agir à différents niveaux de régulation de l'adaptation aux facteurs de stress physiques, chimiques, biologiques et sociologique.

De plus, ils sont aussi associés à l'activité du système nerveux (SNC, sympathique), du système endocrinien (hypothalamo-hypophysio-surrénalien), ainsi que de l'immunité innée ; c'est à dire l'activité du système immunitaire non spécifique (système enzymatique antimicrobien, cytokines non spécifiques, système du complément).

En fonction du niveau individuel de réactivité d'un organisme (homéostasie), la réponse adaptative à un stress léger, modéré ou fort est assez différente. Cela induit en conséquence des réactions d'adaptation assez différentes (entraînement, activation et stress).

De la même manière, Brekhman (1980) décrit l'effet adaptogène comme un renforcement de l'adaptation physiologique.

En plus de leurs diverses propriétés, nous pensons que les adaptogènes reconstituent la force du corps après un stress ou une fatigue.

Les essais cliniques ont mis en évidence une efficacité chez les personnes exposées à une charge physique et nerveuse élevée, c'est-à-dire pour les athlètes ; en effet ils diminuent la réaction de stress pendant l'effort.

Au niveau de l'action pharmacodynamie, il est difficile de relier la définition d'un adaptogène aux concepts de la pharmacologie contemporaine.

Le concept ' un médicament - un symptôme' ou 'un médicament pour une maladie' ne s'applique pas aux adaptogènes.

La plupart des substances actives modernes sont destinées à des conditions cliniques bien définies. Si des actions préventives sont prévues, elles sont spécifiques à un certain facteur de maladie (les vaccins, l'utilisation d'antiviraux) ou ils sont dirigés vers un certain facteur pathologique en vue de réduire le risque de maladie (Ex : substances hypocholestérolémiantes).

(18) (19)

Contrairement à ces approches, leur action n'est pas dirigée vers l'élimination des symptômes de maladies déjà existantes et l'action n'est pas spécifique.

S'ils sont utilisés dans une maladie déjà développée, on pense que les adaptogènes créent des effets non spécifiques et dans ce cas, ils sont principalement censés prévenir les complications d'une maladie et renforcer l'état général de l'organisme. Ils sont décrits pour favoriser une résistance non spécifique du corps contre les maladies et différents types de stress. C'est pourquoi un spectre d'actions beaucoup plus large est attribué aux adaptogènes par rapport à la plupart des substances actives conventionnelles et ils sont donc traditionnellement utilisés en cas d'asthénie (sensation de fatigue et de faiblesse).

Ils sont réputés pour avoir un effet anti-stress principalement vis-à-vis du stress physiologique. Il existe de nombreuses publications sur l'effet antiviral, immunostimulant, anti-inflammatoire et antibactérien de l'éléuthérocoque.

Il a été démontré que *l'Eleutherococcus senticosus* a des effets prononcés sur les rhumes et les maladies de type grippal. (18) (19)

4. Différence entre plantes stimulantes et plantes adaptogènes

En 2008, l'HMPC (Committee on Herbal Medicinal Products) s'est penché sur la notion générale d'adaptogène. La même année, de nombreuses études sur la racine de l'éléuthérocoque ont été effectuées. (19)

Dans ce rapport, l'EMA (European Medicines Agency) insiste sur la différence entre le terme « adaptogène » et les termes « tonique ou stimulant » : (cf. Figure 8)

- un tonique est une substance qui atténue l'état de faiblesse ou le manque de tonus dans tout l'organisme ou pour des organes particuliers spécifiquement dans des conditions d'asthénies,

- un stimulant est une substance qui entraîne une augmentation temporaire de la capacité de travail suivie d'une période de diminution.

Contrairement aux stimulants, les adaptogènes sont réputées pour entraîner une augmentation de la capacité de travail non suivie d'une diminution.

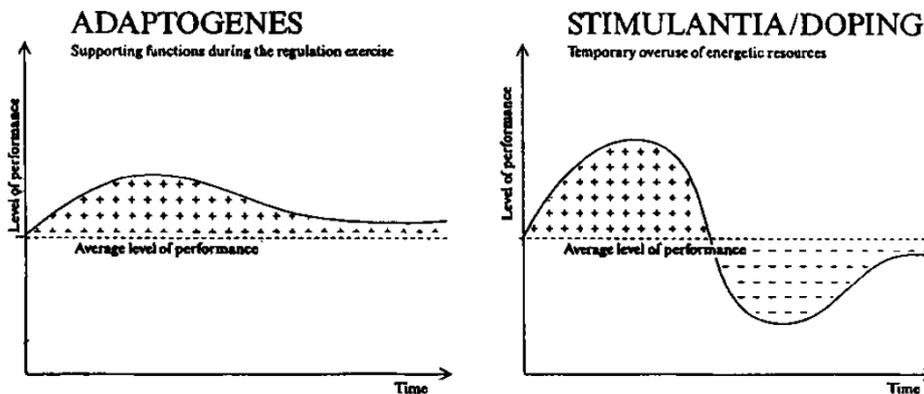


Figure 8 : Différence entre adaptogènes et stimulants au niveau de la performance-Source MOLINOS DOMENE A., Journal of Human Sport and Exercise, 2013

Un adaptogène (cf. Figure 8 graphique gauche) accroît la réponse à un organisme sur l'ensemble du stress, que ce soit un agent infectieux ou non.

Chaque substance adaptogène a un large spectre d'activité. Ils sont utilisables pour prévenir les complications et renforcer l'état général de l'organisme, ou simplement à titre préventif.

Les stimulants classiques comme la caféine (cf. Figure 8 graphique droite) entraînent une certaine augmentation du niveau de performance dans un laps de temps rapide. Cependant, après cette période initiale, une diminution brutale de la capacité de travail est observée.

Cela est la différence avec les adaptogènes : ces derniers, après un léger pic, montrent un niveau de performance constant en fonction du temps (cf. Figure 8 graphique gauche). Lorsque que le niveau de performance est au maximum, nous n'observons pas de forte chute de la capacité de travail comme avec les stimulants, de ce fait l'organisme n'est pas vidé de ses ressources et n'induit pas d'effet indésirable comme un syndrome de manque.

Les stimulants augmentent l'activité du système nerveux sympathique, produisent une sensation d'euphorie et peuvent être utilisés pour augmenter la vigilance et la capacité à se concentrer sur des tâches mentales.

Les plantes adaptogènes stimulent le système nerveux par des mécanismes vus précédemment différents de ceux des stimulants, elles sont plutôt associées à des régulations métaboliques de divers éléments du système de stress et modulent le couplage stimulus-réponse.

On rapporte que les adaptogènes améliorent la qualité de vie en général. Ils ont des effets thérapeutiques spécifiques dans certaines maladies induites par le stress ou liées au stress et ont un impact positif sur la qualité de vie des patients dans des maladies chroniques.

Les essais cliniques sur les adaptogènes ont rapporté une application efficace pour les personnes exposées à une charge physique ou nerveuse élevée comme les athlètes. (19)

Le HMPC est conscient du fait que de nombreuses études précliniques et cliniques ont été réalisées en vue de prouver le concept d'adaptogène.

Une série d'expériences, conçue pour démontrer cette différence entre les adaptogènes et les stimulants du SNC à un niveau biochimique plus basique a émis l'hypothèse que l'action adaptogène dépendait de la synthèse cellulaire des nucléiques. Un certain nombre d'études supplémentaires effectuées ont révélé un éventuel effet direct sur la production de protéines / acides nucléiques et cela dans des situations de stress ou dans des conditions normales.

En conclusion, il convient de mentionner que les cibles moléculaires des adaptogènes responsables de l'activation de l'ADN et de la synthèse des protéines lors de l'adaptation sont encore inconnues.

D'autres études sur le mécanisme d'action de l'adaptogène ont porté sur l'augmentation de la formation de glucose-6-phosphate.

La chimie des constituants secondaires de l'éléuthérocoque et leurs effets pharmacologiques peuvent étayer l'hypothèse selon laquelle les effets bénéfiques rapportés des adaptogènes découlent de leur capacité à exercer une action protectrice et / ou inhibitrice directe contre les radicaux libres.

Les composés du ginseng et de l'éléuthérocoque présentent divers niveaux d'activité antioxydante. Un grand nombre d'études ont révélé de puissantes propriétés antioxydantes pour des constituants d'une autre substance végétale la *Schisandra lignans*.

Cependant, il convient de souligner qu'une réduction de la peroxydation lipidique ou des effets antioxydants ne peut pas être supposé être l'action principale des adaptogènes, ce qui provient du fait que les substances fortement antioxydantes connues (tocophérols, etc.) ne présentent pas de propriétés adaptogènes. (19)

Un autre mode d'action des adaptogènes est associé au complexe neuroendocrinien-immun et peut être dirigé sur les différentes cibles du système impliqué dans la régulation (activation et inhibition) du couplage stimulus-réponse, responsables de la défense et de l'adaptation de l'organisme aux facteurs de stress.

En général, l'adaptogène :

- soutient les fonctions surrénaliennes, ce qui contre les effets néfastes du stress,
- active les cellules du corps pour accéder à plus d'énergie,
- aide les cellules à se débarrasser de leurs déchets métaboliques toxiques,
- fournit un effet anabolique,
- aide le corps à utiliser l'oxygène de façon plus efficace,
- accélère la régulation des biorythmes.

5. Le rôle des adaptogènes dans la phytothérapie

Les plantes adaptogènes sont utilisées dans de nombreuses indications. Elles améliorent la qualité de vie chez de nombreux patients souffrant de maladies chroniques et pathologiques. Elles ont un réel impact dans l'environnement social.

Plusieurs études ont été réalisées pour démontrer ce phénomène.

Par exemple, la thérapie adjuvante avec *ADAPT-232/CHISAN* (une combinaison fixe standardisée d'extraits de *Rhodiola rosea* L., *Schisandra chinensis* Turcz. Baill., et

Eleutherococcus senticosus Maxim) a un effet positif sur la guérison des patients souffrant de pneumonie aiguë non spécifique.

C'est une étude de phase III à double insu contrôlée par placebo et randomisée.

Soixante patients (hommes et femmes : 18-65 ans) ont reçu un traitement standard avec de la céphazoline, de la bromhexine et de la théophylline : en outre, un groupe de 30 patients a reçu la thérapie *ADAPT-32*, tandis que le second groupe de 30 patients a reçu un placebo. La posologie est identique, deux fois par jour pendant 10 à 15 jours.

La phase aiguë de la maladie a été réduite et les performances mentales des patients pendant la période de rééducation ont été augmentées. Au niveau physique, psychologique, social et écologique les patients du groupe *ADAPT-232* ont obtenu des scores plus élevés au début de la période de rééducation et au cinquième jour après la convalescence clinique par rapport au groupe témoin. (22)

Un essai clinique avec cette combinaison *ADAPT-232* a été également réalisé en avril 2021 chez des patients atteints du COVID-19. Le but était de démontrer l'efficacité possible d'un traitement adjuvant pour diminuer la durée de la convalescence, le soulagement de la fatigue, les maux de tête, le déficit d'attention, la respiration difficile et rapide, la dépression, l'anxiété et d'autres symptômes du COVID-19 pendant la période de rééducation. L'achèvement de l'étude était le 26 décembre 2021. Les résultats n'ont pas encore été publiés. (23)

Protocole de la thérapie :

Expérimental : ADAPT 232	Placebo
<p>50 patients ingèrent de l'ADAPT-232® en solution buvable à la dose quotidienne de 60 ml (30 ml deux fois par jour) pendant 14 jours.</p> <p>1 millilitre de solution buvable contient :</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>Schisandra chinensis</i>. Extrait natif de fructus 10.0 mg DERnative 2.0-5.0 :1- <i>Eleutherococcus senticosus</i> Maxim. Extrait 2.6 mg DERnative 17-30 :1- <i>Rhodiola rosea</i>. Extrait 3,0 mg DERnative 2.0-5.0:1- Excipients inactifs	<p>50 patients ingèrent le placebo en solution buvable à la dose quotidienne de 60 ml (30 ml deux fois par jour) pendant 14 jours.</p>

Tableau 4: : Protocole de la thérapie adjuvante avec ADAPT-323 sur des patients atteints de COVID-19

La plante l'éléuthérocoque (*E. senticosus* Maxim.) a été utilisée sous forme d'extrait sec (300mg/jour) dans un essai clinique randomisé contrôlé par un placebo pendant quatre semaines de traitement. La qualité de vie chez des volontaires âgés hypertendus et digitalisés a été démontrée. *E. senticosus* a démontré un effet bénéfique sur la santé mentale et sociale bien que ces différences s'atténuent avec une utilisation continue, sûrement en raison de l'adaptation au traitement. (19)

Une série (n=9) d'essais cliniques randomisés en double aveugle contrôlés par placebo sur un extrait de *Panax ginseng* a été réalisée. La prise de capsules du complément alimentaire Pharmaton ® (extrait de ginseng G115 40 mg associé à de la vitamine A, B1, B2, B3, B6, B12, C) pendant douze semaines est plus efficace que les capsules multivitaminées pour améliorer la qualité de vie d'une population (625 personnes) soumise au stress d'une activité physique et mentale élevée. L'indice de qualité (PG) met en valeur 11.9 points pour les capsules Pharmaton ® et 6.4 point pour les capsules multivitaminées seules. Comme pour l'éléuthérocoque la qualité de vie a été augmentée et cela dans huit études différentes.

L'utilisation de plusieurs données dont le « PGWB » est mise en évidence dans ces différentes études. Il s'agit d'un questionnaire sur la qualité de vie en lien avec la santé. Il est composé de vingt-deux items. Cette analyse a été développée au Etats-Unis et a été validée et utilisée dans de nombreux pays sur de grands échantillons de la population générale et sur des groupes de patients spécifiques. Il a pour but de produire une auto-évaluation du bien être psychologique exprimé par un score final. Pour conclure, les effets bénéfiques du ginseng sont confirmés dans toutes les études au vu des scores obtenus pour chaque instrument, elles démontrent l'effet bénéfique de cette plante.

Malgré les résultats positifs, l'amélioration de la qualité de vie globale liée à la santé ne peut pas être attribuée qu'au *Panax ginseng*, en effet les études ne sont pas assez suffisantes mais la possibilité que diverses facettes de la qualité de vie se soient améliorées ne peut pas être écarté.

Les plantes adaptogènes les plus courantes en phytothérapie et les plus connues sur le marché sont : le ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer), l'éleuthérocoque (*Eleutherococcus senticosus* Maxim.), la rhodiola (*Rhodiola rosea* L.), la schisandra (*Schisandra chinensis* Baill.), le tribulus (*Tribulus terrestris* L.), l'astragale (*Astragalus propinquus* Schischkin (syn. *A. membranaceus*), l'ashwagandha (*Withania somnifera* L.).

Après avoir présenté la place de la « phytothérapie » dans le monde, décrit les aspects réglementaires, définit la notion « d'adaptogène » et mis en valeur les moyens pour avoir une plante médicinale de qualité, nous allons présenter l'enquête de terrain chez différents sportifs afin de mettre en valeur leur consommation en médicaments ou en compléments alimentaires à base de plantes. La prise de plantes adaptogène pourra ainsi être évaluée.

II. Enquête de terrain chez différents sportifs

Dans le cadre de cette thèse, j'ai réalisé une enquête auprès de différents sportifs afin de déterminer quelles étaient leurs habitudes pour améliorer leurs performances, faciliter la récupération et évaluer leur consommation en médicaments ou en compléments alimentaires à base de plantes.

A. Problématique et objectifs

Tout sportif doit avoir des qualités physiques. Cependant, ils n'ont pas tous les mêmes besoins nutritionnels en fonction du sport pratiqué. Des qualités d'endurance, d'explosivités sont requises pour certains alors que d'autres ont plus besoins de qualités techniques ou de forces musculaires. Mais, ils recherchent tous en général le même objectif : améliorer leur performance, leur capacité physique et leur récupération. Je vais au travers de cette étude, démontrer en fonction du sexe, des disciplines, de l'âge et du niveau les différentes habitudes de chacun pour préparer leur épreuve sportive ou pour mieux récupérer. Cette étude m'a permis de vérifier si la consommation de médicaments ou/et de compléments alimentaires à base de plantes fait partie de leurs habitudes.

B. Cadrage méthodologique de l'étude

1. Type d'enquête

Afin de répondre à ma problématique, une enquête descriptive a été réalisée au travers de différents sportifs et de plusieurs disciplines (rugby, tennis, ski, course à pied, triathlon ...).

2. Population d'étude, critère d'inclusions et d'exclusions

Tous les sportifs quels que soient leurs niveaux de pratique ou de performance pouvaient y répondre (amateurs, semi-professionnels, professionnels). Le critère d'exclusion est le fait d'avoir des réponses inexploitable par données manquantes ou incohérentes.

3. Description du questionnaire

Ce questionnaire a été publié via internet (Google forms). Il comprend 20 questions simples et rapides. Les questions sont en général des questions ouvertes afin que le sportif puisse exprimer toutes ces habitudes.

La première partie rassemblait des informations générales (sexe, âge, discipline, niveau, nombres d'heures d'entraînement).

L'enquête portait ensuite sur les différentes habitudes chez les sportifs pour optimiser leur performance et/ou améliorer la récupération.

Je me suis intéressée à leur connaissance sur le terme phytothérapie et sur leur consommation de produits à base de plantes ; si la réponse était positive des questions supplémentaires étaient demandées (objectif de la supplémentation, le lieu d'achat et conseils associés, le schéma de prise, répercussion bénéfique dans leur vie sportive ou dans une autre sphère).

Pour finir, j'ai voulu savoir si le sujet les intéressait afin d'exploiter encore mieux cette consommation. Je leur ai demandé de me laisser leurs coordonnées s'ils le souhaitaient.

Ils ont participé à cette enquête d'après leur expérience personnelle.

J'ai ensuite exploité ces réponses en faisant une analyse statistique et descriptive.

4. Déroulement de l'enquête

Les sportifs ont été sollicités via les réseaux sociaux, mes connaissances personnelles, les clubs sportifs, la responsable de communication du club de rugby Bordeaux-Bègles.

Deux vagues de sollicitations ont été réalisées (la première au printemps 2021 et la deuxième entre Décembre 2021 et Février 2022). J'ai comptabilisé 223 réponses mais 11 d'entre elles n'étaient pas exploitables en raison de manque de données et leur incohérence.

5. Outil de recueil

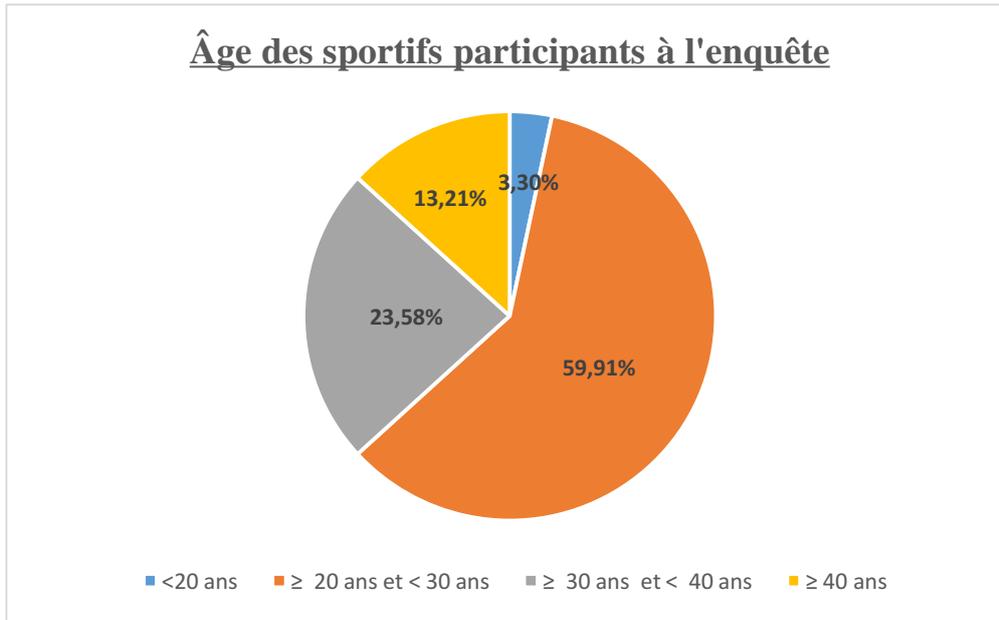
Le questionnaire utilisé est donné en annexe 1.

ANNEXE 1 : Enquête auprès de sportifs sur la consommation ou non de médicaments ou compléments alimentaires à base de plantes.

C. Résultats

Mon échantillon est composé de 223 sportifs. Seules 212 réponses ont pu être analysées (manque de données ou incohérences pour 11 réponses).

1. Âge des participants à l'enquête



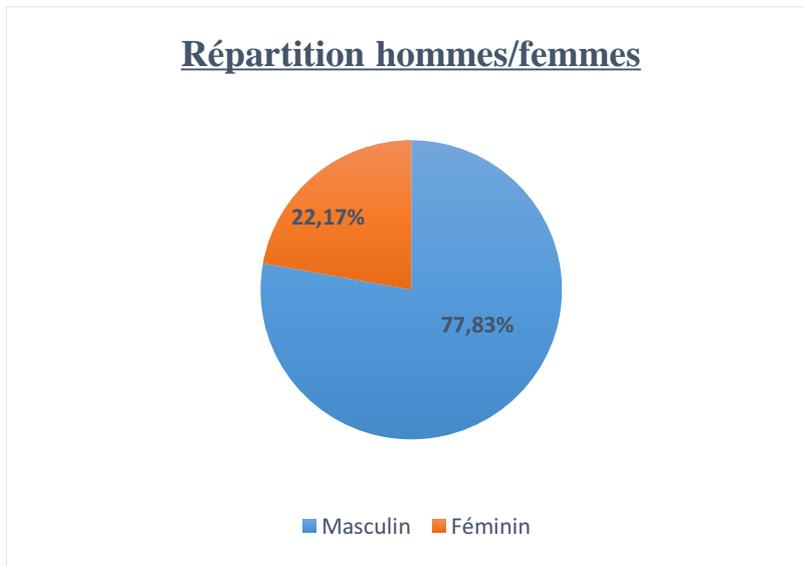
Graphique 1 : Âge des sportifs participants à l'enquête (nTotal=212)

La moyenne d'âge des sportifs est de 29.72 ans. Leur âge médian est de 26.5 ans avec un écart type de 9.15 ans.

La personne la plus jeune ayant participé à l'enquête a 12 ans et la personne la plus âgée a 65 ans.

Le graphique 1 montre que 3.30% des sportifs ayant participé à mon enquête sont âgés de moins de 20 ans, 59.91% ont entre 20 et 30 ans et 23.58% ont entre 30 et 40 ans. Les sportifs dont l'âge est supérieur à 40 ans représentent 13.21% des répondants. Ainsi l'échantillon est constitué de personnes relativement jeunes avec plus de 60% de moins de 30 ans.

2. Répartition hommes/femmes

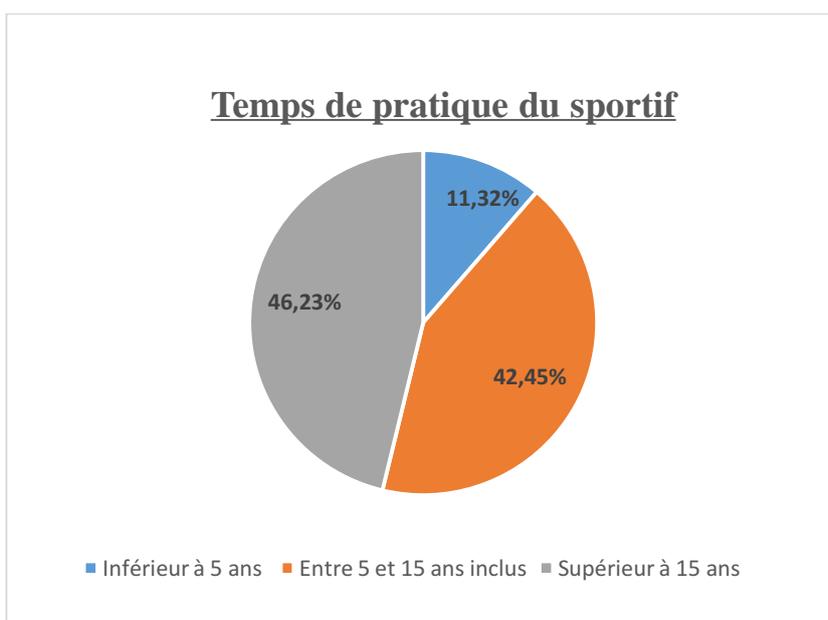


Graphique 2 : Répartition homme/femmes des sportifs dans l'enquête (nTotal=212)

Plus de $\frac{3}{4}$ des personnes (n=165) ayant répondu sont de sexe masculin contre 22.17% (n=47) de sexe féminin.

Cela peut se justifier par les pratiques sportives ciblées et mes connaissances personnelles, notamment dans le milieu rugbystique.

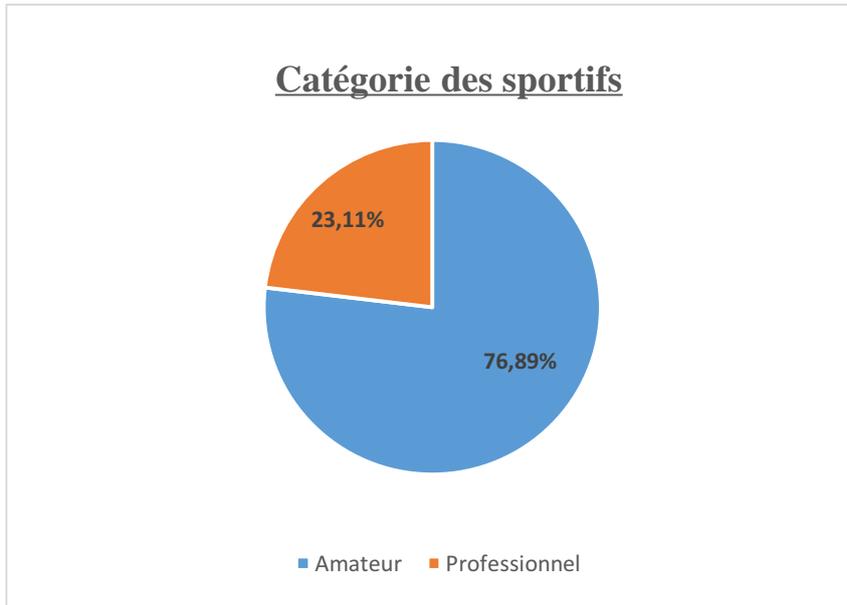
3. Temps de pratique des disciplines



Graphique 3 : Temps de pratique du sportif (nTotal=212)

Plus de 45 % (n= 98) des sportifs ont un temps de pratique depuis plus de 15 ans et 42.45 % (n= 90) des sportifs ont un temps de pratique compris entre 5 et 15 ans inclus. Plus de 11 % (n=24) des sportifs pratiquent leurs activités sportives depuis moins de 5 ans,

4. Catégorie des sportifs

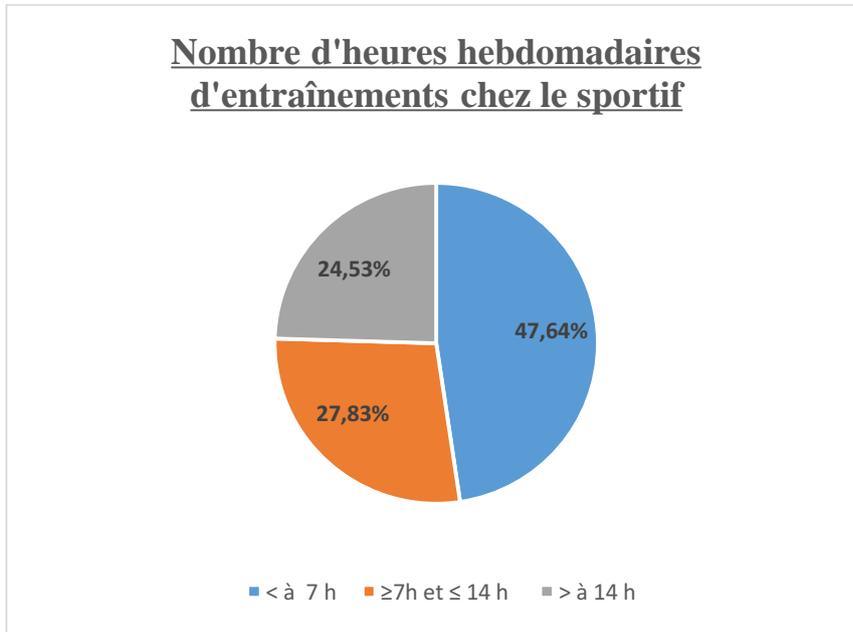


Graphique 4 : Catégorie des sportifs ayant répondu à l'enquête (nTotal=212)

Concernant le niveau des sportifs, 76.89 % (n=163) des sportifs sont des amateurs contre 23.11 % des professionnels (n=49).

Cette proportion est sûrement due à mon entourage personnel et au public ciblé dans l'étude. Le nombre de professionnels est en grande partie des rugbymen grâce aux nombreuses connaissances que j'ai dans ce milieu.

5. Nombre d'heures hebdomadaires

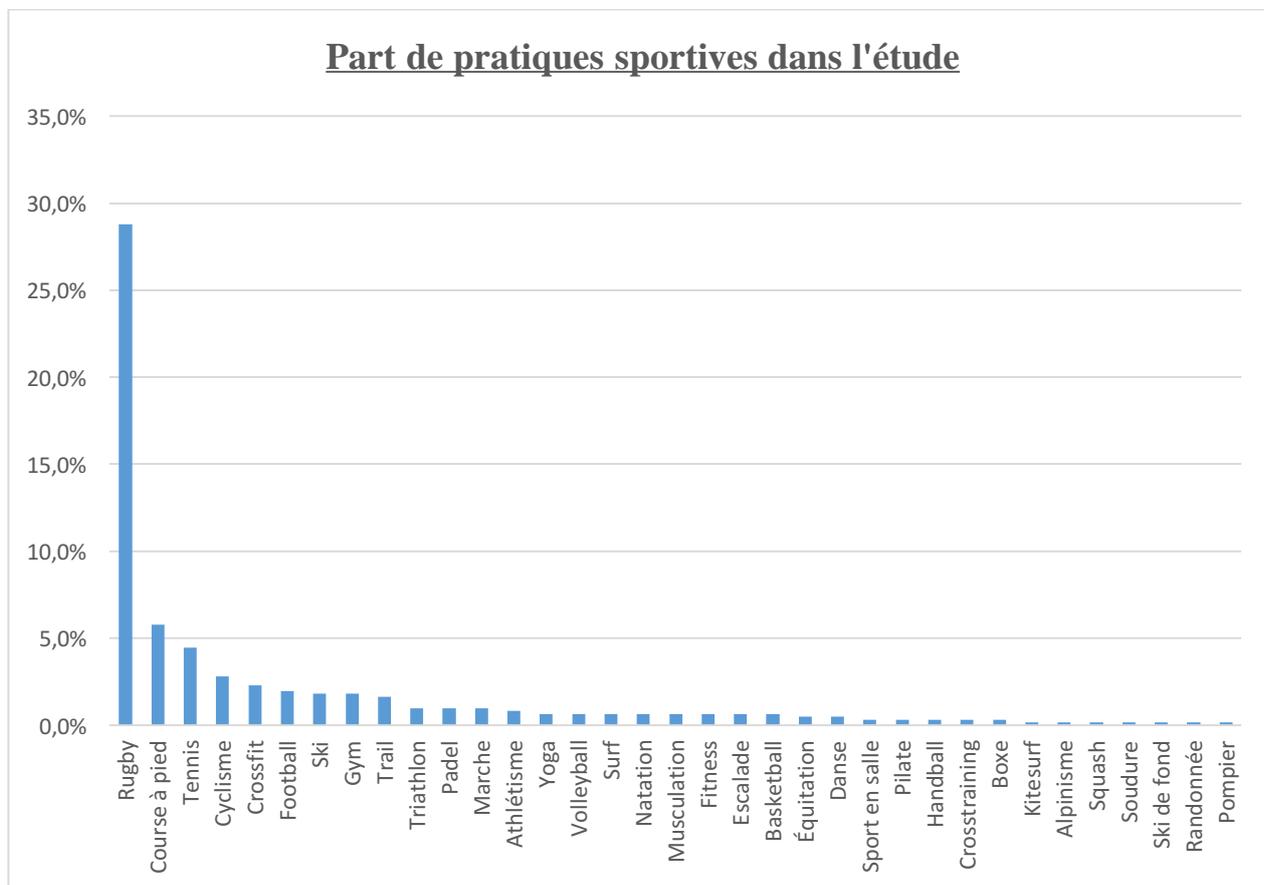


Graphique 5 : Nombre d'heures hebdomadaires d'entraînement chez le sportif (nTotal=212)

Même si la majorité des sportifs sont en catégorie amateur, 24.53% (n=59) des sportifs ont un nombre d'hebdomadaire d'entraînements supérieur à 14 heures, ce qui correspond à peu près aux 23 % des sportifs professionnels dans le graphique 4. De plus, 27.83% (n=52) de sportifs s'entraînent entre 7 et 14 heures par semaine.

Un peu moins de la moitié des sportifs, 47.64% (n=101) ont moins de 7 heures d'entraînements. Ce sont des sportifs, même en tant qu'amateurs, qui ont en moyenne un nombre d'heure hebdomadaire d'entraînements assez important.

6. Les sports pratiqués



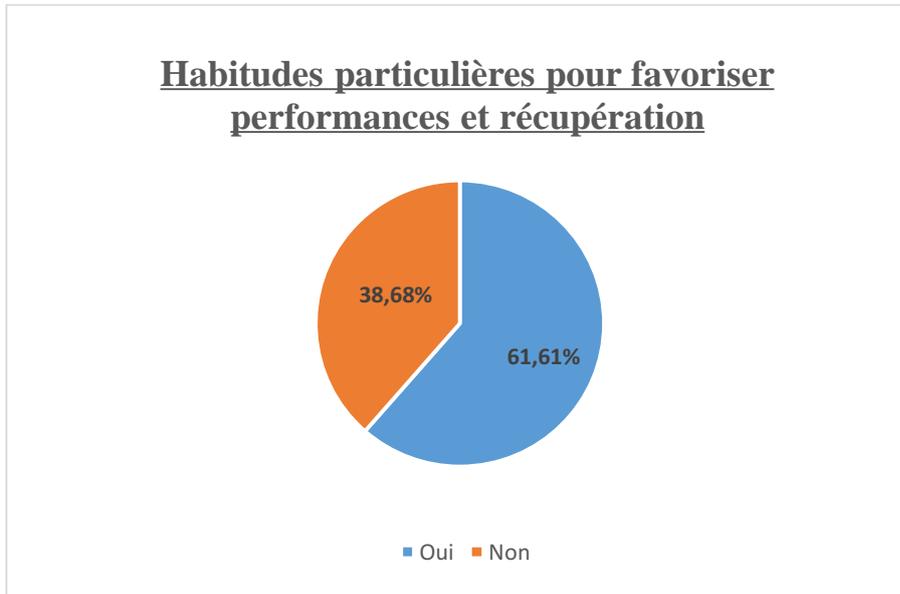
Graphique 6 : Part de pratiques sportives dans l'étude (nTotal=302)

Le graphique 6 présente les différentes pratiques sportives de l'étude. Les sportifs peuvent pratiquer plusieurs disciplines, de ce fait nous avons au total 302 pratiques sportives.

Nous remarquons que la grande majorité de sportifs pratiquent le rugby (n=87). En effet, cela est en grande partie le public ciblé par l'étude. En deuxième position vient la course à pied (n=35) puis le tennis (n= 27) et en quatrième position le cyclisme (n=17).

S'ensuivent le cross fit (n=14) puis le football (n=12). Le ski et la gymnastique sont à la même position (n=11). Le trail est en huitième position (n =10). Les autres sports présentés sur le graphique 6 sont moins pratiqués.

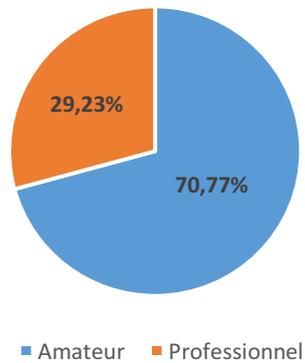
7. Habitudes avant épreuves sportives



Graphique 7 : Pourcentage des sportifs ayant des habitudes pour améliorer les performances et la récupération (nTotal=212)

Le graphique 7 met en évidence les habitudes particulières des sportifs (alimentation, prise de compléments alimentaires, sommeil...) pour favoriser les performances physiques et la récupération. Nous pouvons voir sur le graphique 7 que 61.61 % (n =130) des sportifs ont ces types d'habitudes avant un effort physique contre 38.68% (n=82) qui n'en ont pas. Les différentes habitudes vont être exposées ultérieurement.

Sportifs ayant des habitudes en fonction de leur catégorie

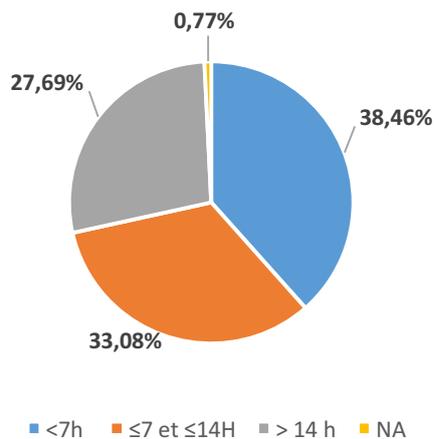


Graphique 8 : Habitudes des sportifs pour améliorer les performances et la récupération en fonction de la catégorie (nTotal=130)

Plus des $\frac{3}{4}$ (n=92) des sportifs ayant l'habitude d'améliorer leurs performances sont des amateurs contre 29.23% (n=38) de professionnels. Cela correspond à peu près à la proportion amateur/ professionnel définie dans le graphique 4.

Cependant, il faut relativiser car la majorité des sportifs sont des amateurs (76.89%).

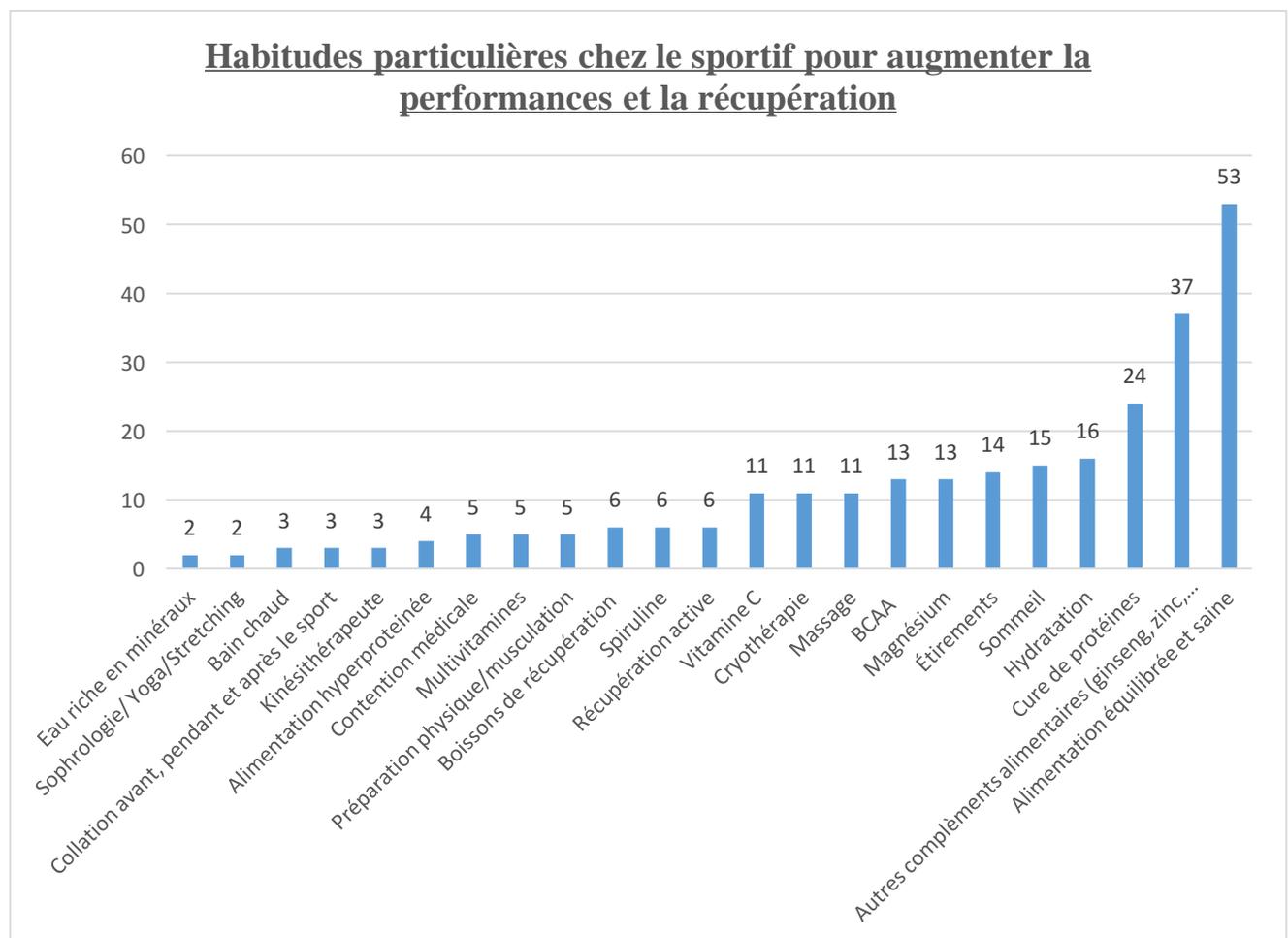
Habitudes particulière du sportif avant l'effort en fonction de l'heure hebdomadaire d'entraînement



Graphique 9 : Habitudes des sportifs pour améliorer les performances et la récupération en fonction du temps hebdomadaire d'entraînement (nTotal=130)

Sur le graphique 9, nous remarquons que les sportifs ayant des habitudes ne sont pas forcément que des professionnels ou voir des semi-professionnels car 38.46% sont des sportifs effectuant moins de 7 heures d'entraînement, 33.08% sont des sportifs effectuant entre 7 et 14 heures d'entraînement par semaine et 27.69% s'entraînent plus de 14 heures par semaine. Par rapport au graphique 5, le ratio a largement été modifié mais proportionnellement les sportifs professionnels ont plus d'habitudes pour améliorer les performances et la récupération.

Présentation des habitudes des sportifs pour augmenter la performance ou favoriser la récupération :



Graphique 10 : Habitudes particulières chez le sportif pour augmenter les performances et favoriser la récupération (nTotal=268)

Le graphique 10 expose les différentes habitudes pour augmenter les performances et favoriser la récupération chez le sportif.

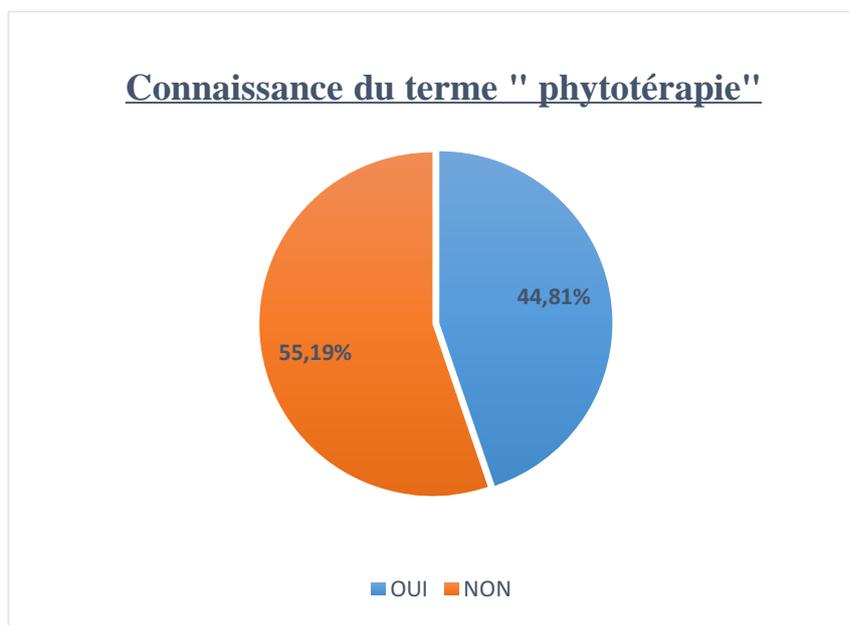
L'habitude la plus fréquente (n=53) est une alimentation saine et équilibrée. La prise de compléments alimentaires de toutes sortes est la seconde pratique la plus utilisée. Les compléments qui ressortent sont les multivitamines (n=5), la spiruline (n=6), la vitamine C (n=11) et le magnésium (n=13). D'autres compléments alimentaires (ginseng, zinc, créatine, vitamine D, fer, collagène, oméga 3, silicium organique, artichaut, ergy epur, euphytose, probiotiques, hydrosport, proteochoc) sont aussi consommés (n=37).

Les cures de protéine (n=24), une prise de BCAA (n=13), une alimentation hyper protéinée (n=4) ou encore une consommation de boissons de récupération (n=6) font parties des habitudes les plus représentées chez le sportif.

Une bonne hydratation (n=16) et un sommeil réparateur (n=15) sont aussi des paramètres importants dans la vie d'un sportif.

Les autres habitudes présentées dans le graphique 10 sont moins fréquentes.

8. Terme « phytothérapie »



Graphique 11 : Connaissance et compréhension du terme « phytothérapie » chez les sportifs (nTotal=212)

Concernant le terme « phytothérapie », 44.91% (n=117) des sportifs savent définir à leur façon le terme contre 55.19% (n=95) qui n'en ont jamais entendu parler.

Dans le tableau suivant, les différentes définitions pour décrire le terme « phytothérapie » par les sportifs sont exposées. Bien sûr, certaines sont erronées ou incomplètes.

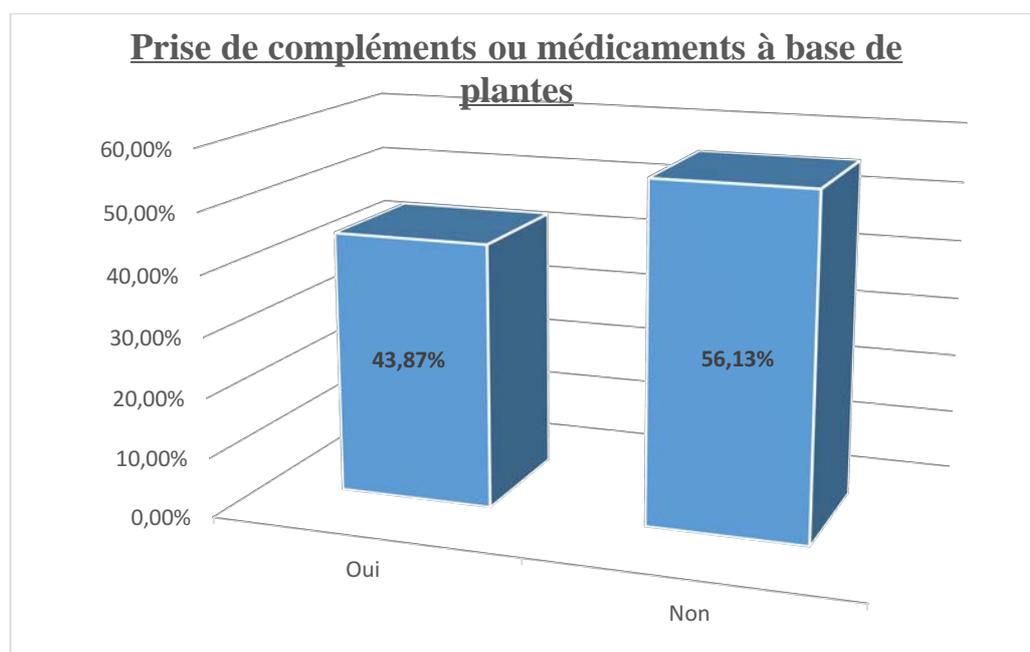
Définitions utilisées
La thérapie (= se soigner) par les plantes
Thérapie à base de plantes, principe actif naturel
Médecine et complémentarité à base de plantes
Médicaments fait avec des plantes
Récupération à base de plantes
Médecine par les plantes
Soigner par les plantes
Soigner par les plantes
Soigner par les plantes
Traitement basé sur les plantes
A base de plantes
Médecine par les plantes
Se soigner avec des plantes
Soigner grâce aux qualités des plantes
Régime à base de plante
Soigner avec les plantes
Soigner à base de plantes
Se soigner avec des plantes
Soin par les plantes et huiles essentielles
Traitement basé sur les plantes
Art de soigner avec plantes
Soigner ou soulager des maux grâce aux pouvoirs des plantes
Soulager symptômes à l'aide de plantes
Médecine par les plantes
Soins à base de plantes
Se soigner avec des plantes
Soigner à l'aide d'actifs naturels tirés d'une plante
Soigner par les plantes
Soigner par les plantes
Thérapie par les plantes
Utilisation de plantes pour améliorer nos aptitudes, notre santé
Traitement de maladies par les plantes
Thérapie par les plantes
Soin par les plantes
Soigner/améliorer le quotidien avec des plantes en utilisant leurs propriétés médicinales
Traitement par les plantes
Médecine par les plantes
Thérapie par les plantes
Compléments à base de plantes

Soigner par les plantes
Traitement par les plantes (ou produits issus de plantes)
Thérapie à base de plantes
Thérapie par les vertus de certaines plantes. Leur action sur le métabolisme permet devant l'effort ou post effort une meilleure adaptabilité et régénération du corps
Utilisation des plantes pour le bienfait de l'homme quel que soit sa forme
C'est le concept de soigner avec des produits issus de plantes
Traitement par les plantes
Soin par les plantes
Soigner par les plantes
Utilisation des vertus de plantes
Médecine par les plantes
Effet de l'environnement et des habitudes alimentaires sur le corps et la santé
Médecine par les plantes
Médecine par les plantes
Thérapie par les plantes
Amélioration de l'hygiène de vie par usage de plantes médicinales
Se soigner par les plantes
Phytothérapie: le soin par les plantes, le végétal de manière générale
Traitement à base de plantes
Plantes
Traitement par les plantes
Soin à base de plantes
Phytothérapie
Traitement à base de plantes
Médecine par les plantes
L'usage des plantes médicinales en vue d'améliorer son métabolisme
Traitement des maladies par des soins à base de plantes
Le soin par les plantes
Aide par le biais de produits naturels pour apport de compléments alimentaires
Utilisation de plantes dans le but d'améliorer son état de santé
Usage des plantes à usage médical
L'usage de plantes médicinales pour soigner des maux et/ou améliorer son état de santé
Traitement par les plantes
Prise de plantes pour améliorer son quotidien et son capital santé
Oui , un complément pour se soigner avec les plantes
Thérapie par les plantes
Traitement ou cure à base de plantes
Se soigner par les plantes
Se soigner par les plantes
Traitement qui provient des plantes pour aider votre corps en cas de maladies, blessures...
Soigner par les plantes
Médecine par les plantes
Prise de cachets avec des plantes

La médecine et le bien-être en utilisant les bienfaits des plantes
Médecine par les plantes
Augmentation de l'énergie mentale et de la circulation sanguine et récupération après entraînement pour reconstruire les fibres
Soigner par les plantes
Utilisations de plantes médicinales pour améliorer les performances
Soin par les plantes
Compléments alimentaires à base de plantes
Soigner par les plantes
Thérapie par algues ou plantes
Le soin , la thérapie par les plantes et extraits
Médecine par les plantes

Tableau 4 : Les définitions utilisées par les sportifs du terme « phytothérapie »

9. Prise de compléments ou médicaments à base de plantes chez le sportif



Graphique 12 : Prise de compléments ou médicaments à base de plantes (nTotal=212)

Les sportifs consommant des compléments ou médicaments à base de plantes sont de l'ordre de 43.97% (n=93) contre 56.13% de sportifs qui n'en consomment pas (n=119)

En fonction de de la pratique sportive et de la catégorie du sportif :

Le Tableau 5 met en en valeur la prise des compléments alimentaires à base de plantes ou des médicaments à base de plantes. (cf.Tableau 5)

Sports et pratiques représentés	Nombre de Oui à Avez-vous déjà pris des compléments alimentaires ou des médicaments à base de plantes?	Nombre de Non à Avez-vous déjà pris des compléments alimentaires ou des médicaments à base de plantes?	Nombre de pratiquants questionnés	Nombre de pratiquants Amateurs questionnés	Nombre de pratiquants Professionnels questionnés	Nombre de Oui à Avez-vous déjà pris des compléments alimentaires ou des médicaments à base de plantes? Chez les Amateurs	Nombre de Non à Avez-vous déjà pris des compléments alimentaires ou des médicaments à base de plantes? Chez les Amateurs	Nombre de Oui à Avez-vous déjà pris des compléments alimentaires ou des médicaments à base de plantes? Chez les Professionnels	Nombre de Non à Avez-vous déjà pris des compléments alimentaires ou des médicaments à base de plantes? Chez les Professionnels
Alpinisme	1	0	1	1	0	1	0	NA	NA
Athlétisme	5	0	5	5	0	5	0	NA	NA
Basketball	1	3	4	4	0	1	3	NA	NA
Boxe	0	2	2	2	0	0	2	NA	NA
Course à pied	17	18	35	33	2	16	17	1	1
Crossfit	8	6	14	12	2	6	6	2	0
Crosstraining	1	1	2	2	0	1	1	NA	NA
Cyclisme	10	7	17	15	2	10	5	0	2
Danse	3	0	3	2	1	2	0	1	0
Équitation	3	0	3	3	0	3	0	NA	NA
Escalade	1	3	4	4	0	1	3	NA	NA
Fitness	4	0	4	4	0	4	0	NA	NA
Football	2	10	12	12	0	2	10	NA	NA
Gym	7	4	11	11	0	7	4	NA	NA
Handball	1	1	2	2	0	1	1	NA	NA
Kitesurf	1	0	1	0	1	NA	NA	1	0
Marche	6	0	6	6	0	6	0	NA	NA
Musculation	3	1	4	4	0	3	1	NA	NA
Natation	3	1	4	4	0	3	1	NA	NA
Padel	1	5	6	6	0	1	5	NA	NA
Pilate	1	1	2	1	1	0	1	1	0
Pompier	1	0	1	1	0	1	0	NA	NA
Randonnée	1	0	1	1	0	1	0	NA	NA
Rugby	35	52	87	47	40	22	25	13	27
Ski	6	5	11	9	2	5	4	1	1
Ski de fond	0	1	1	1	0	0	1	NA	NA
Soudure	1	0	1	0	1	NA	NA	1	0
Sport en salle	0	2	2	2	0	0	2	NA	NA
Squash	0	1	1	1	0	0	1	NA	NA
Surf	4	0	4	3	1	NA	NA	1	0
Tennis	8	19	27	25	2	7	18	1	1
Trail	2	8	10	9	1	2	7	0	1
Triathlon	4	2	6	5	1	3	2	1	0
Volleyball	1	3	4	4	0	1	3	NA	NA
Yoga	3	1	4	2	2	2	0	1	1

Tableau 5: Prise de compléments alimentaires ou de médicaments à base de plantes en fonction de l'activité sportive et de la catégorie du sportif

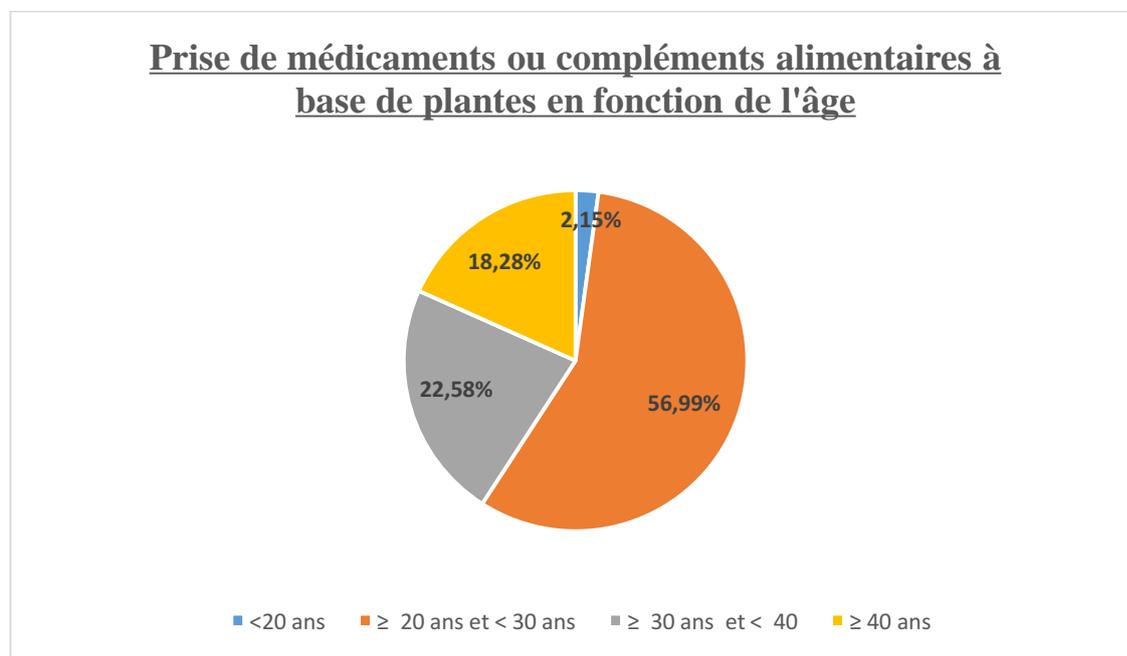
Le tableau 5 répertorie les différents pratiquants questionnés sur la prise ou non des compléments ou médicaments à base de plantes en fonction du sport de chacun et de la catégorie du sportif.

Au niveau du sport le plus pratiqué, le rugby (nTotal=87), 35 sportifs ont déjà pris des produits à base de plantes, ce qui correspond à 40.22% des rugbymen. 47 sont des amateurs contre 40 des professionnels. Ainsi, 46.80% des amateurs consomment des médicaments ou des compléments alimentaires à base de plantes contre 32.5% chez les professionnels.

Le deuxième sport le plus pratiqué est la course à pied (nTotal=35) et 17 sportifs ont déjà consommés des produits à base de plante soit 48.57% des coureurs. 33 sont des amateurs contre 2 professionnels. Dans la catégorie amateur, 48.48% consomment des produits à base de plantes.

Le tennis qui rassemble 27 sportifs (25 amateurs et 2 professionnels) a un faible pourcentage de consommateurs. En effet, seulement 8 sportifs ont déjà consommé des produits à base de plantes soit 29.6%. Dans la catégorie amateur, 28% consomment des produits à base de plantes.

En fonction de l'âge :



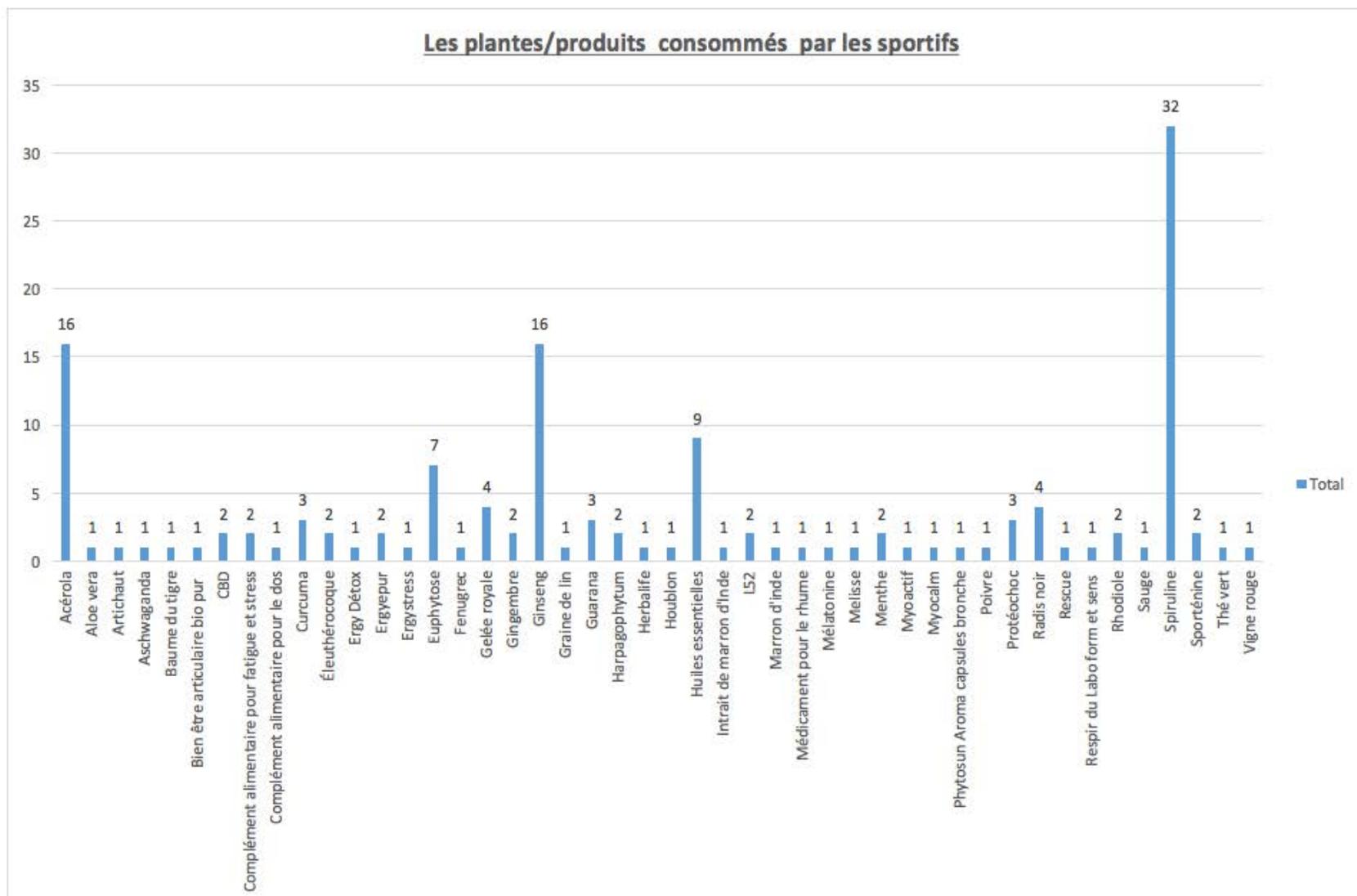
Graphique 13 : Prise de médicaments ou de compléments alimentaires à base de plantes en fonction de l'âge (nTotal=93)

Nous pouvons observer que les athlètes âgés entre 20 et 30 ans sont ceux qui consomment le plus de médicaments ou de compléments alimentaires à base de plantes (56.99%, n=53). Les jeunes de moins de 20 ans représentent en revanche le groupe d'âge consommant le moins ce type de produit (2.15%, n=2). Les sportifs âgés de plus de 40 ans représentent 18.28 % (n=17) des consommateurs et ceux âgés entre 30 et 40 représentent 22.58 % (n=21).

Les résultats bruts sont à prendre avec précaution puisque c'est majoritairement la tranche d'âge entre 20 et 30 ans qui a participé à l'enquête. En effet, en comparaison avec le graphique 1, nous retrouvons en moyenne pour chaque catégorie d'âge consommant des médicaments ou des produits à base de plantes le même ratio par rapport à l'âge des sportifs participants à l'enquête. Par exemple, dans le graphique 1, les sportifs âgés entre 20 et 30 ans représentaient une moyenne de 59.91%. Dans le graphique 13 et dans cette catégorie d'âge, 56.99 % des sportifs consomment des médicaments ou des produits à base de plantes.

Les plantes/produits consommées par les sportifs :

Le graphique 14 détaille les plantes/produits utilisés par les sportifs.



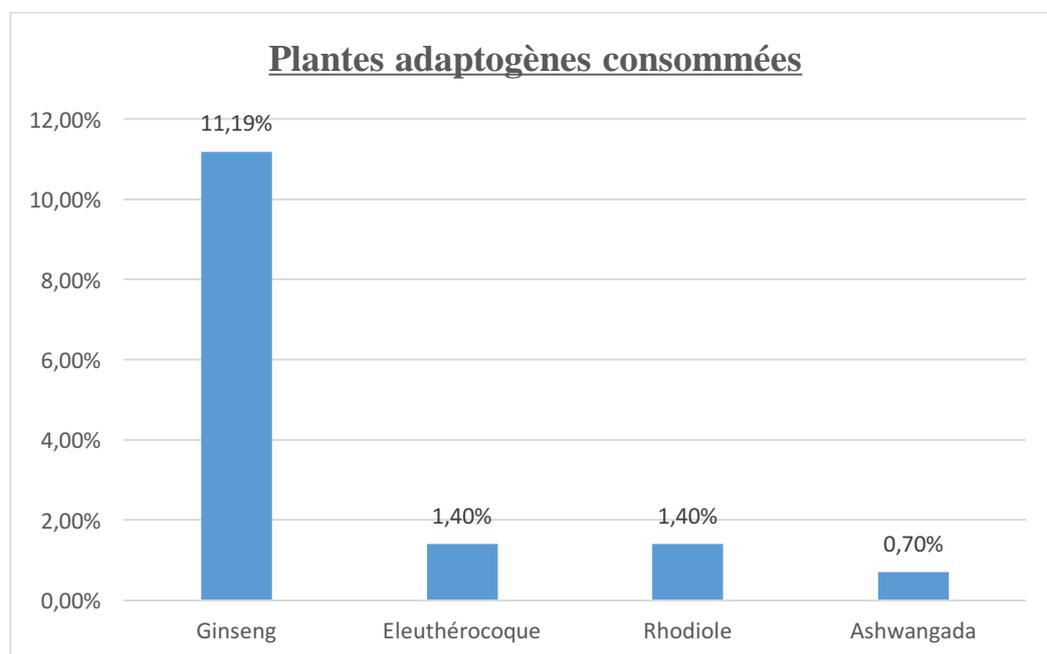
Graphique 14 : Les plantes/produits consommés par les sportifs (nTotal= 143)

Sur 143 produits/ plantes consommées, nous remarquons que la spiruline est largement majoritaire (n=32). En deuxième position, l'acérola et le ginseng (n=16) sont les plantes les plus consommées.

L'utilisation de l'aromathérapie fait partie de l'habitude de quelques sportifs (n=9).

Les autres plantes/produits utilisés sont visibles sur le graphique 14.

Les plantes adaptogènes consommées :



Graphique 15: Les plantes adaptogènes consommées par les sportifs (nTotal=143)

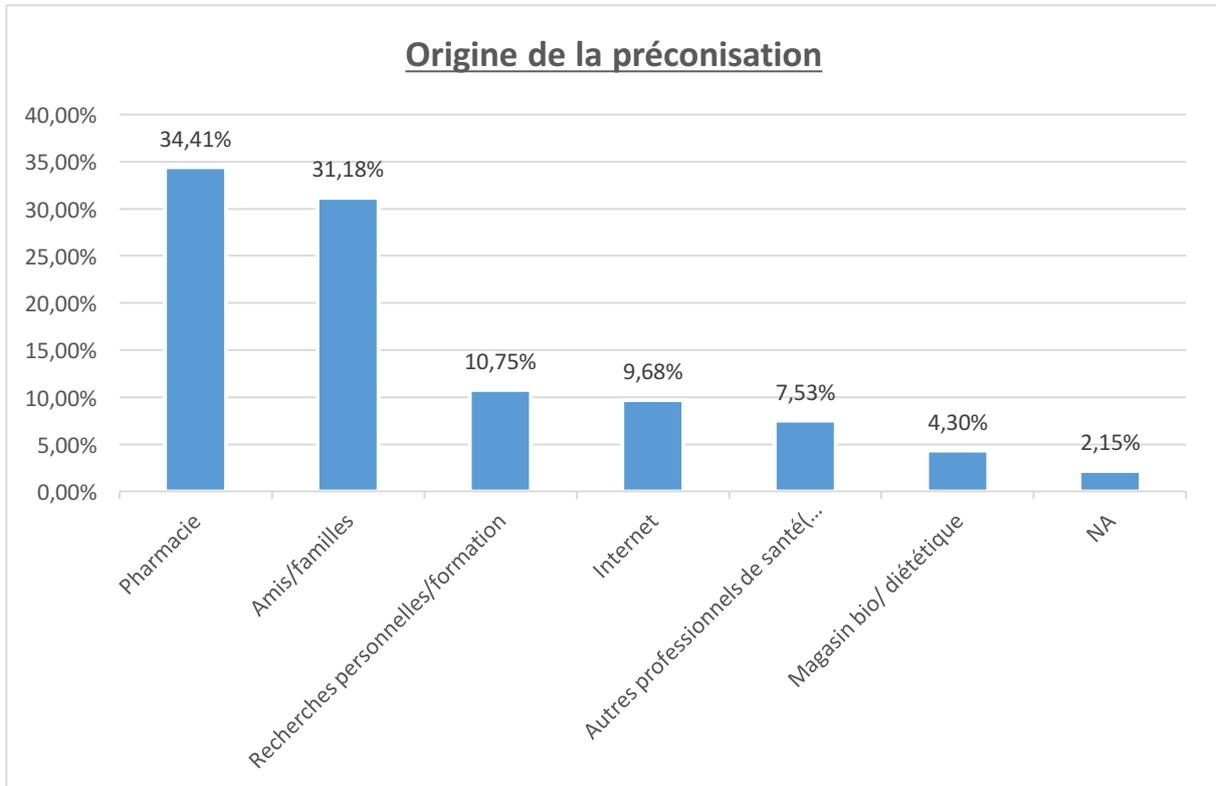
Sur 143 plantes/produits consommés par le sportif, 11.19% (n=16) sont du ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer.). La rhodiola (*Rhodiola rosea* L.) et l'éléuthérocoque (*Eleutherococcus senticosus* Maxim.) arrivent à égalité à 1.40% (n=2).

L'ashwangada (*Withania somnifera*) représente 0.70% de la consommation (n=1).

(cf. Graphique 15)

Au total, 14,68% des plantes consommées par les sportifs sont des plantes adaptogènes.

Origine de la préconisation :



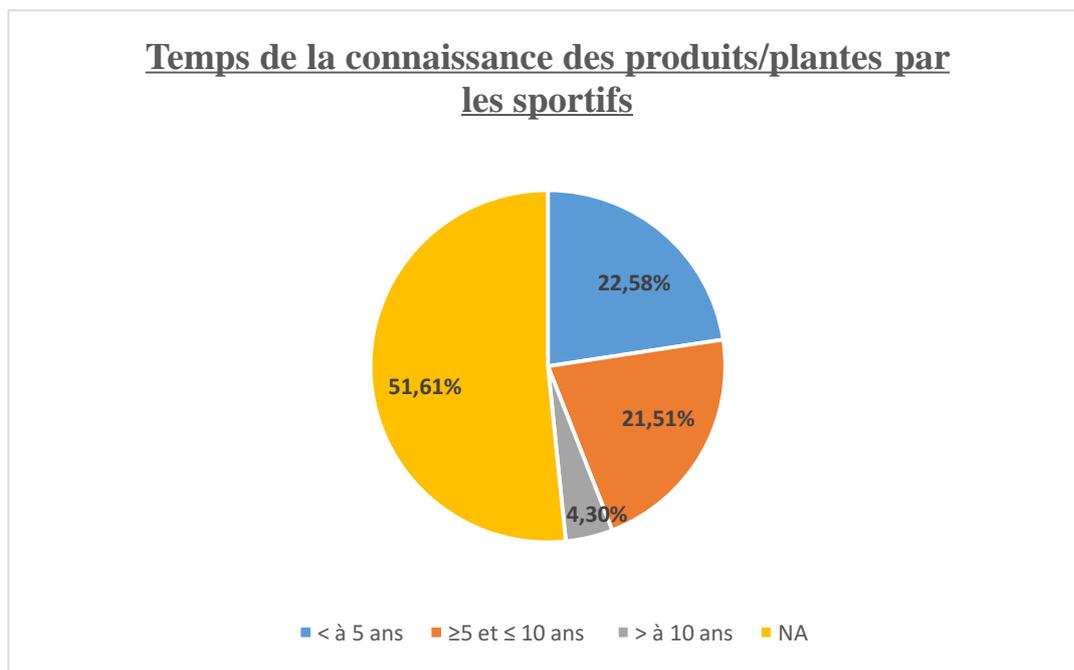
Graphique 16 : Origine de la préconisation des produits/plantes consommés par les sportifs (nTotal=93)

D'après le graphique 16, 34.41% (n=32) des sportifs ont découvert les produits à la pharmacie et 31.18% (n=29) grâce à des amis ou de la famille. Ensuite, 10.75 % (n=10) des sportifs ont développé leurs connaissances sur ces produits par la recherche personnelle ou des formations. La connaissance par internet s'élève à 9.68% (n=9) des consommateurs.

7.53% (n=7) des consommateurs ont connus les produits par d'autres professionnels de santé (médecin, ostéopathe, kinésithérapeute, diététicien).

En dernière position, la connaissance par des magasins biologiques ou diététiques équivaut à 4.30%.

Temps de la connaissance des produits/plantes consommés par les sportifs :



Graphique 17 : Temps de la connaissance des produits/plantes consommés par les sportifs (nTotal=93)

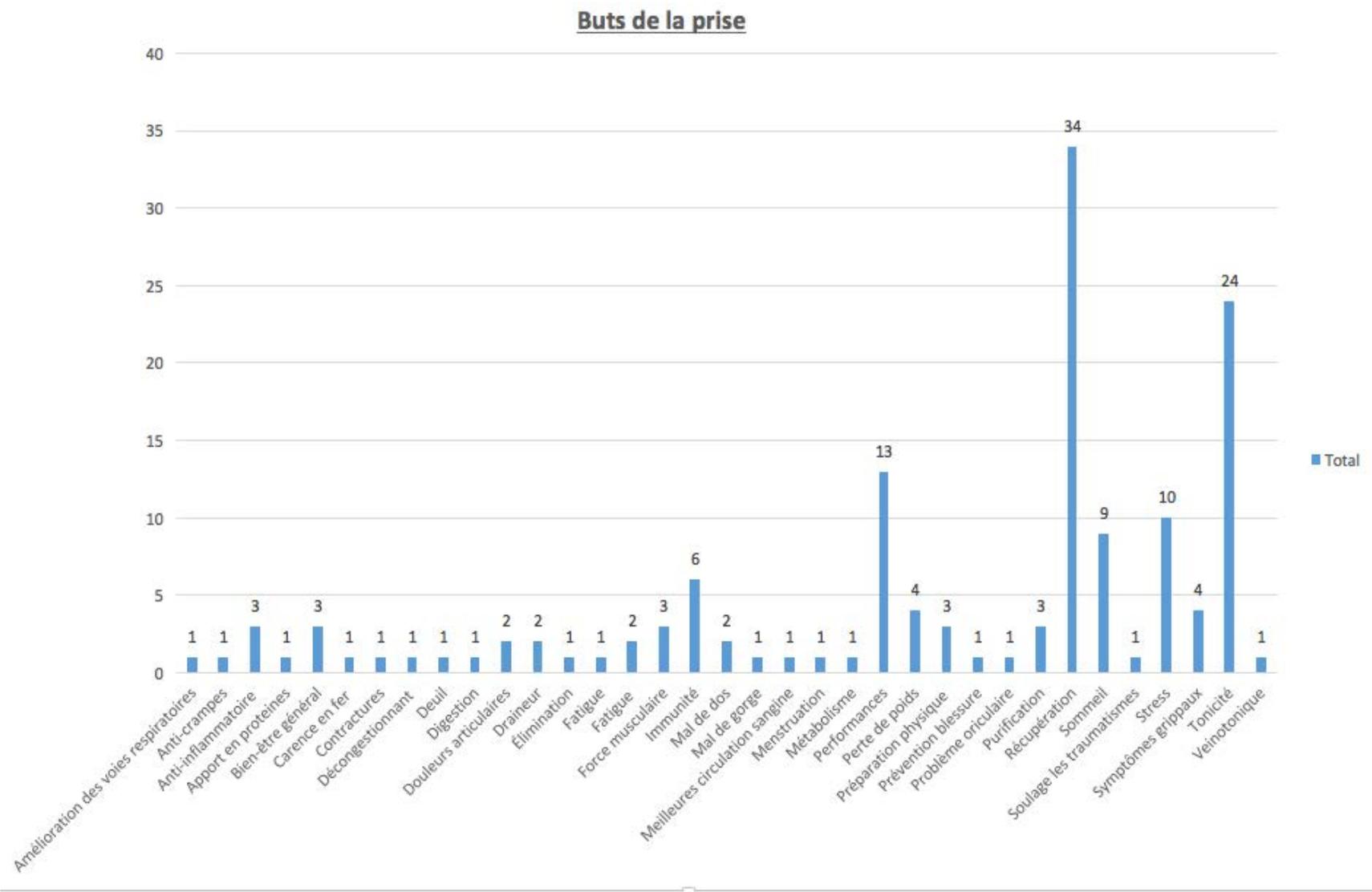
Plus de la moitié des sportifs (48 sur 93 soit 51.61%) consommant des produits/plantes n'a pas renseigné cette question (Graphique 17).

Plus de 4% (n=4) des sportifs connaissent les produits/plantes depuis plus de 10 ans et 21.51 % (n=20) les connaissent depuis 5 à 10 ans inclus.

Les consommateurs connaissant les produits depuis moins de 5 ans sont de l'ordre de 22.58% (n=21).

Objectifs de la complémentation :

Les différents objectifs de la complémentation des sportifs sont présentés sur le graphique 18.



Graphique 18 : Objectifs de la supplémentation pour les sportifs (nTotal=145)

D'après le graphique 18, sur 145 réponses, la majorité de sportifs ont répondu que leur objectif principal était d'améliorer la récupération (n=34).

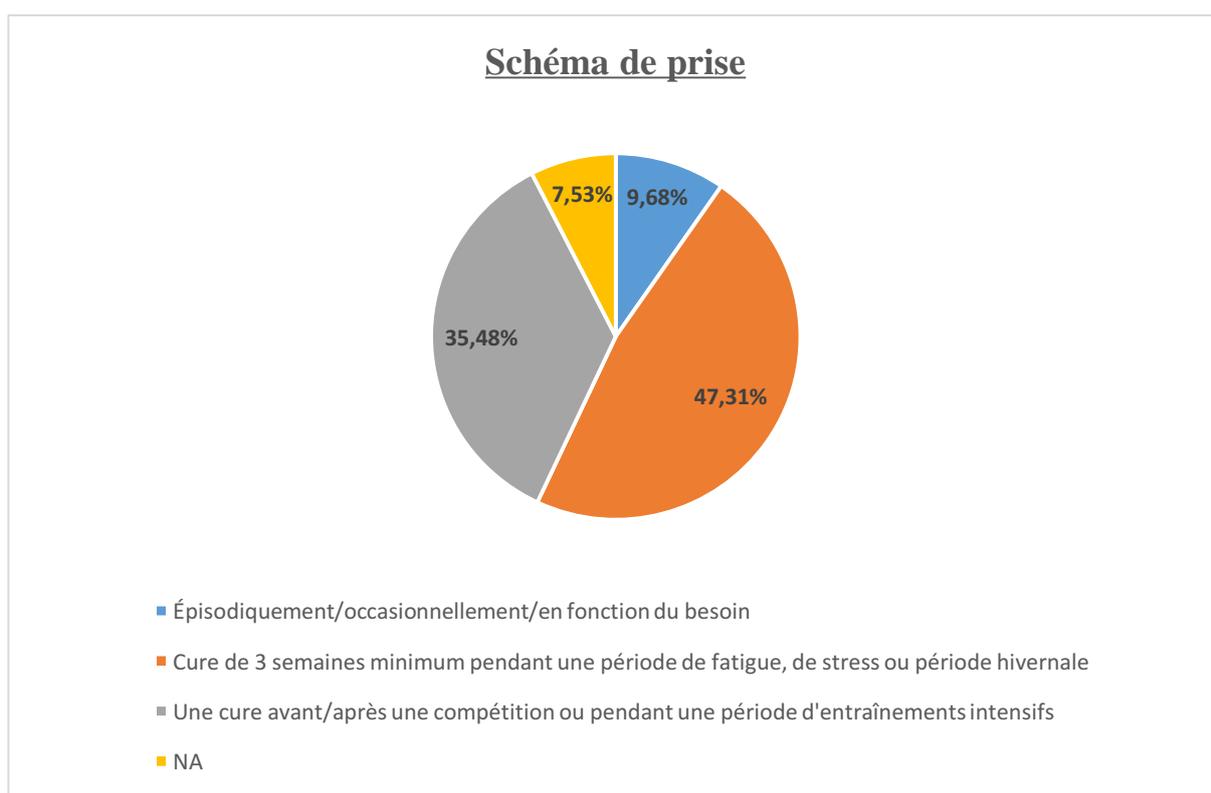
La recherche de tonicité (n=24) vient en deuxième position.

L'augmentation des performances (n=13) est également dans les objectifs principaux des sportifs ainsi que la lutte contre le stress (n=10).

Favoriser un meilleur sommeil (n=9) et renforcer le système immunitaire (n=6) sont des objectifs qui ressortent également de l'enquête.

Les autres objectifs sont plus rares et nous pouvons les observer dans le graphique 32. Ils ne sont pas forcément en lien avec le sport. Nous pouvons retrouver par exemple le deuil (n=1), les menstruations (n=1), le mal de gorge (n=1), la digestion (n=1), les problèmes oriculaires (n=1), les symptômes grippaux (n=4).

Schéma de prise :

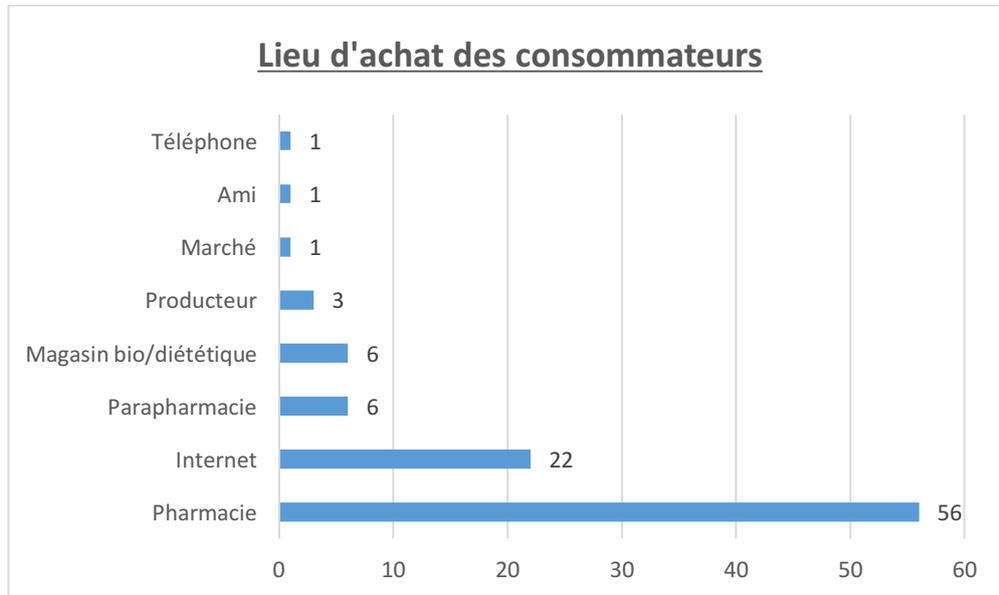


Graphique 19: Schéma de prise des produits à base de plantes chez le sportif (nTotal=93)

D'après le graphique 19, 51.16% des sportifs font une cure d'un mois minimum pendant une période de fatigue ou en période hivernale, 38.37% des sportifs consomment les produits à base

de plantes avant ou après une compétition ou pendant une période d'entraînements intensives. Les autres consommateurs les utilisent épisodiquement, occasionnellement ou en fonction du besoin (10.47%). 7,53 % des sportifs n'ont pas répondu à cette question.

Lieu d'achat :



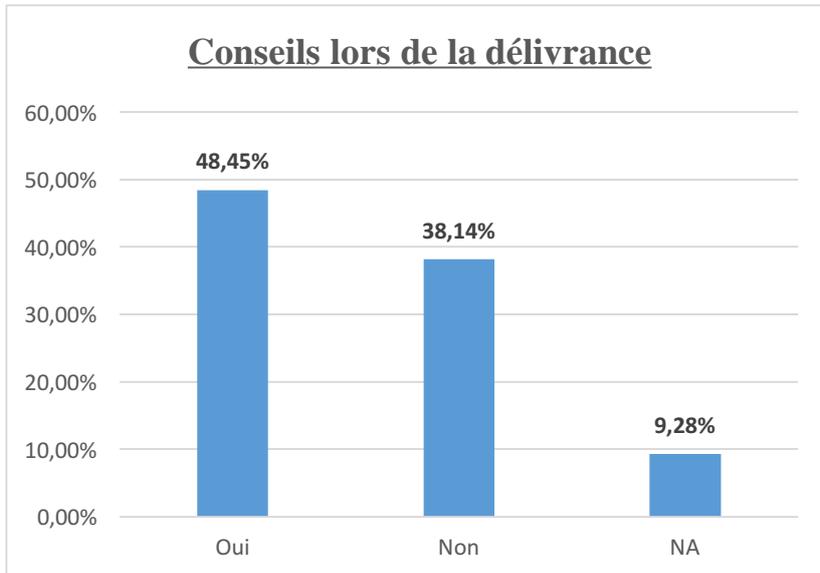
Graphique 20 : Lieu d'achat des consommateurs (nTotal=96)

La majorité des sportifs vont acheter les produits à la pharmacie d'officine (n=56). L'achat sur internet est le moyen d'achat qui arrive en deuxième position.

L'achat dans des magasins biologiques vient en troisième position (n=6) ainsi que la parapharmacie (n=6).

Chez le producteur (n=3), par un ami (n=1), au marché (n=1) ou au téléphone (n=1) sont des lieux d'achat peu utilisés par les consommateurs.

Conseils lors de la délivrance :

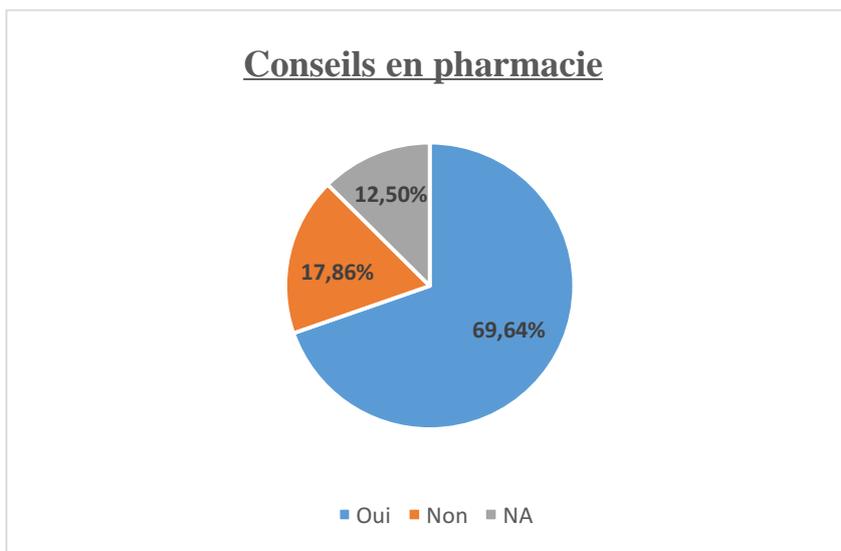


Graphique 21 : Conseils lors de la délivrance des produits (nTotal=93)

D'après le graphique 21, 48.45% (n=47) des sportifs ont bénéficié de conseils lors de la délivrance contre 38.14% (n=37).

9.28% (n=9) des consommateurs n'ont pas répondu à cette question.

En fonction de la prise en pharmacie :

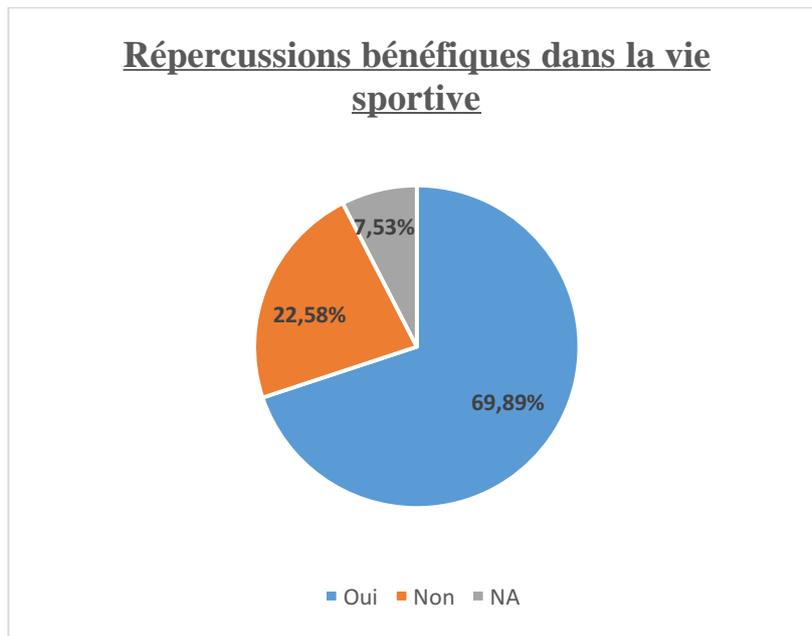


Graphique 22: Conseils lors de la délivrance des produits en pharmacie (nTotal=56)

Presque 70% (n=37) des sportifs ayant acheté les produits en pharmacie ont bénéficié de conseils lors de la délivrance contre 17.86% (n=10) qui n'en ont pas eu. Par rapport au nombre de sportifs ayant bénéficié de conseils lors de la délivrance (n=47), 78.72 % sont donc réalisés en pharmacie.

12.50 % (n=7) des sportifs achetant en pharmacie n'ont pas répondu à cette question.

Répercussions bénéfiques dans la vie sportive :

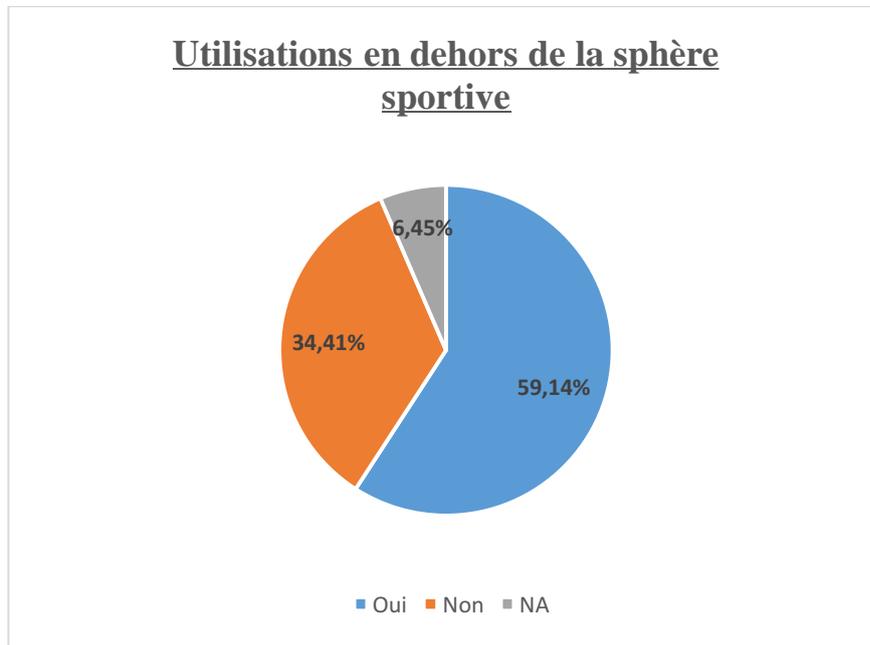


Graphique 23: Répercussions bénéfiques de la prise des produits dans la vie sportive (nTotal=93)

D'après le graphique 23, 69.89% (n=65) des consommateurs trouvent que leur consommation de médicaments ou compléments alimentaires à base de plantes a engendré des répercussions bénéfiques dans leur vie sportive tandis que 22.58% (n=21) des sportifs n'ont pas signalé de répercussions.

7.53% de sportifs n'ont pas répondu.

Utilisation en dehors de la sphère sportive :



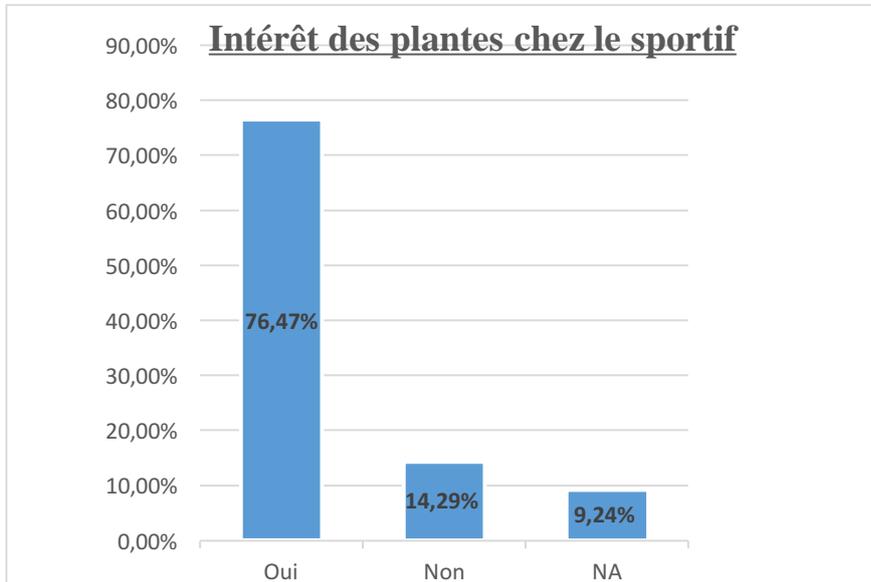
Graphique 24: Utilisations en dehors de la sphère sportive des produits consommés par les sportifs (nTotal=93)

Les sportifs consommant les produits en dehors de la sphère sportive sont de l'ordre de 59.14% (n=55).

34.41% (n=32) de consommateurs ne les utilisent que dans le cadre de leurs activités sportives.

6.45% (n=6) de sportifs n'ont pas répondu à la question.

10. Intérêt des compléments alimentaires ou médicaments à base de plantes chez le sportif n'en consommant pas



Graphique 25: Intérêt des plantes chez le sportif ne consommant pas de produits à base de plantes (nTotal=119)

La question était destinée aux sportifs ne consommant pas de médicaments ou de compléments alimentaires à base de plantes.

Le sujet de la consommation des plantes a intéressé 76.47% (n=91) des répondants tandis que 14.29 % (n=17) ne sont pas sensibles à ce sujet.

9.24% des sportifs n'ont pas répondu.

Le tableau 6 met en évidence les différents intérêts des sportifs vis-à-vis des médicaments ou des compléments alimentaires à base de plantes.

Intérêt du sportif
Oui pour connaître les produits qui peuvent améliorer la performance
Oui cela m'intéresse car je suis ouvert à tout ce qui pourrait être bénéfique pour mes performances
Toujours intéressant d'en apprendre davantage sur des compléments non industriels
Oui j'aimerais savoir les bienfaits et lesquels prendre surtout
Oui, car je suis quelqu'un de curieux
Intéressé
Oui car méconnu
Oui pour le côté naturel
Oui, pour comprendre les compléments à prendre pour éviter notamment les blessures et être moins fatiguée
Oui, pour les bienfaits que ça pourrait apporter
Oui beaucoup
Oui pour la récupération
Oui pour la performance
Oui, par curiosité et pour en faire l'expérience. Sans besoin particulier.
Oui car naturel
Oui, je trouve ce sujet intéressant car il permet de prendre connaissance de ces plantes jusqu'ici inconnues et dans la pratique de mon sport cela pourrait être intéressant d'essayer !
Oui, pour la récupération après l'effort prévenir les blessures et augmenter les performances cela m'intéresse
Oui car remède naturel
Oui afin de s'orienter vers quelque chose de bénéfique et naturel plus que d'acheter des produits chimiques sans savoir d'où ils proviennent
On cherche toujours à s'améliorer !
Oui, pour aider la pratique
Oui, pour meilleure récupération et moins de douleurs
Oui, car convaincue des bénéfiques
Oui pour meilleures récupérations et meilleur par rapport aux produits industriels
Oui, je n'avais jamais envisagé des compléments alimentaires à base de plantes pour améliorer la récupération après le sport
Oui pour ne prendre que des substances naturelles
Oui car je ne connais pas du tout ce domaine et cela peut améliorer mes performances physiques
Oui , intéressant de savoir quoi prendre pour améliorer les performances
Oui, c'est intéressant savoir ce qui se passe dans le monde du sport concernant les plantes utilisées par certains
La santé par les plantes est à l'origine de la médecine douce
En soit non mais à y réfléchir
Oui très intéressant d'avoir des plantes afin d'améliorer son bien-être personnel
Oui ,cela paraît plus naturel que les protéines en poudre par exemple
Oui le sujet est intéressant pour les bienfaits que cela peut apporter
Sujet intéressant à développer
Oui ça m'intéresse, je suis curieux de connaître l'impact
Oui je suis curieux d'en apprendre d'avantage
Oui par simple curiosité

Cela peut être intéressant à approfondir de mon côté afin de réguler mon alimentation et mieux répondre aux besoins du corps lors des différents efforts et phases de récupération
Oui pour avoir des produits plus sûrs
Oui il m'intéresse, je n'ai jamais été conseillé sur la prise de produits ou compléments alimentaires
Jamais entendu parler
Oui cela peut-être une bonne perspective pour améliorer les performances
Oui, on apprend des choses
Pourquoi pas, tout sujet pouvant améliorer la performance est bon à connaître
Méconnaissance
Je ne connais pas le sujet des compléments alimentaires, et cela est encore plus vrai s'il s'agit de plantes. Je pratique le sport dans une optique de divertissement plus que de performances, c'est pourquoi le sujet des compléments alimentaires ne me parle pas beaucoup mais ce dernier est intéressant
Oui car je ne connais pas du tout ces produits
Cela peut être utile, la non -utilisation vient plutôt du fait que je me renseigne très peu sur le sujet et non pas que j'en ai pas envie
Oui je serais intéressé de connaître s'ils peuvent venir aider aux carences physiques en match ou améliorer la récupération
Ça pourrait pour satisfaire ma curiosité principalement
Oui intéressant de savoir dans quels buts ils pourraient être utilisés
Oui pour connaître les effets
Oui , parce que ce n'est que bon pour la santé si c'est à base de plantes
Cela pourrait m'intéresser, l'idée de s'améliorer est toujours intéressante
Oui comme l'alimentation en général. C'est réussir à retrouver un équilibre dans son corps pour maximiser son rendement. C'est-à-dire donner à son corps les nutriments et molécules nécessaires à son activité, sans passer par des molécules de synthèse
Oui il permet de savoir si des produits peuvent améliorer nos performances de façon naturelle
Oui intéressant de connaître les bienfaits
Améliorer la récupération et diminuer les blessures
Oui bien-sûr, essayer pour la récupération surtout car je prends de l'âge
Je suis de près ce sujet mais je pense qu'une bonne alimentation peut suffire à être performant et que ce n'est que marketing pour la plupart des produits
Oui pour d'autres manières de récupération et de performance
Cela m'intéresse car ça peut-être une autre manière d'approche des compléments plus naturels
Oui, ça peut-être une manière naturelle d'augmenter mes compétences
Oui car je ne connais pas forcément la différence d'impact en termes de performances entre ce que je prends et des produits à base de plantes
Oui pour être mieux dans mon corps et tête
Oui car produits issus de la nature donc plus facilement assimilable et plus sain
Oui pour la récupération et améliorer performances
Oui car il existe peut-être des moyens peu connus pour optimiser la performance
Oui pour améliorer performances , stress, récupération

Tableau 6: Intérêt des sportifs sur le sujet des compléments alimentaires ou des médicaments à base de plantes chez les sportifs n'en consommant pas

D. Discussion

1. Habitudes particulières pour améliorer performances ou récupération

Comme nous l'avons dit précédemment, 61.61% des sportifs ont des habitudes pour améliorer les performances ou la récupération. Il semblerait que proportionnellement ce sont les professionnels qui en ont le plus mais le pourcentage de participation d'athlètes professionnels est trop réduit pour pouvoir en tirer cette conclusion. Cependant, d'après le graphique 9, le fait que 38.46% des sportifs ayant des habitudes ont moins de 7 heures d'entraînement permet de confirmer l'envie des sportifs amateurs à vouloir optimiser leurs performances, favoriser leur récupération, augmenter la tonicité ou diminuer la fatigue.

Une alimentation équilibrée et saine (n=53) ainsi qu'une bonne hydratation (n=16) font partie de la bonne hygiène de vie des sportifs.

En effet, l'alimentation et l'hydratation constituent des véritables piliers pour la santé. L'alimentation garantit des performances saines et répétées. Elle représente une alternative aux pratiques déviantes pour faire face aux contraintes multiples des épreuves sportives. Une alimentation adaptée, équilibrée et diversifiée doit couvrir les besoins des sportifs, optimiser les performances, promouvoir leur santé, prévenir les conduites dopantes. Ensuite, lors d'un effort musculaire, l'organisme produit de la chaleur qu'il doit évacuer. Elle se fait à 80 % par la sudation et les 20 % restants vont vers l'urine et la vapeur d'eau par l'air expiré. En fonction de l'effort de l'individu et de l'environnement (température, humidité), les pertes en eau varient. L'eau et les électrolytes qui composent les liquides corporels jouent un rôle fondamental dans l'homéostasie de ces liquides. L'hydratation chez le sportif est un point essentiel dans ses habitudes quotidiennes. (24)

Ensuite, une alimentation hyperprotéinée, une cure de protéine (« Whey » dans la plupart des cas ou phycocyanine), d'acides aminés, de BCAA et la prise de boissons de récupération sont des habitudes qui sont très présentes chez le sportif.

« Whey » est une nomination commercialisée par les industriels qui représente les protéines « rapides » (alpha albumine). En effet, les sportifs de force apprécient la « Whey » pour son assimilation rapide et sa haute valeur biologique. Ils recherchent souvent une prise de masse rapide et une bonne récupération.

Les acides aminés dont les BCAA sont utilisés également chez le sportif.

Les acides aminés ont des rôles fonctionnels : activateurs de la synthèse protéique, précurseurs de peptides, précurseurs d'acides nucléiques, détoxification, contrôleurs du tonus vasculaire,

modulateurs de l'activité hormonale, des fonctions immunitaires et de l'équilibre acido-basique. Les huit acides aminés « essentiels » sont la leucine, l'isoleucine, la valine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la thréonine, le tryptophane.

La leucine, l'isoleucine, la valine sont appelés BCAA (Branched-Chain Amino Acids). Ce sont des acides aminés essentiels que le corps ne sait pas synthétiser. Un apport exogène est donc impératif pour en consommer (alimentation, compléments alimentaires, boissons de l'effort, boissons de récupération). Les BCAA sont métabolisés directement par les muscles c'est pour cette raison qu'ils jouent un rôle important pour les sportifs. Ils ont plusieurs vertus : anabolisants, anti-cataboliques, prise de masse, réduction de la fatigue musculaire et nerveuse centrale. De nombreuses études ont démontré un grand intérêt à la consommation de BCAA lors de la réalisation d'un sport d'endurance (marathons, raids, triathlon...) ou de musculation. Leur consommation lors d'un effort de longue durée permet de réduire la dégradation de nos muscles actifs, contribue à minimiser la dégradation des stocks de glycogène, permet de diminuer le phénomène de « fatigue nerveuse centrale ».

Ils permettront aussi, associés à des glucides et de la glutamine, de limiter l'ampleur des troubles fonctionnels au niveau du tube digestif, de l'immunité ou de l'humeur.

Cependant, il faudra que le sportif soit bien encadré par un professionnel de santé compétent en nutrition pour éviter des abus et des effets indésirables au niveau rénal.

La consommation de compléments alimentaires se retrouve également dans les habitudes du sportif (spiruline, vitamine C, multivitamines, vitamine D, zinc, ginseng, fer, ergyrecup, silicium organique, euphytose, acide gras). Souvent, le but de cette complémentation est de renforcer la densité nutritionnelle d'une alimentation équilibrée ou de corriger un déséquilibre. Augmenter les performances, enchaîner des entraînements répétés, favoriser un meilleur sommeil sont souvent aussi des raisons de la prise de compléments alimentaires. Cependant, la complémentation alimentaire est un marché très vaste, tant par le nombre de laboratoires, que par le nombre de produits. Le sportif doit être accompagné par un professionnel de santé formé en nutrition sportive.

2. Prises de compléments alimentaires ou médicaments à base de plantes/ consommation de plantes adaptogènes

Au niveau de la question sur la connaissance du terme « phytothérapie », d'après le graphique 11, la majorité des sportifs ne connaissent pas le terme (55.19%). Les autres sportifs ont en général une notion assez juste sur sa définition (cf. Tableau 4).

43.97 % des sportifs consomment des compléments alimentaires ou des médicaments à base de plantes, ce n'est pas la majorité des sportifs mais cela est une bonne proportion par rapport à l'ensemble des compléments alimentaires qui existent.

Influence de la discipline :

D'après le tableau 5, sur les 5 sportifs pratiquants de l'athlétisme, la totalité en consomment.

Parmi les 17 sportifs pratiquant le cyclisme, 10 personnes prennent des compléments ou des médicaments à base de plantes soit presque 59%. Sur les 14 pratiquants de crossfit, 8 se complémentent en produits à base de plantes soit 57%.

Proportionnellement ce sont les pratiquants de course à pied qui viennent en seconde position (n=17) soit 48.5 %.

Le rugby fait partie des sports pour lequel la consommation de plantes est la plus courante (n=37). Cependant, les réponses obtenues ne reflètent pas totalement la répartition de la consommation en fonction du sport car une grande proportion des répondants à l'enquête sont des rugbymen (n=87). 42% des rugbymen ayant répondu consomment néanmoins des produits à base de plantes (37 contre 87 rugbymen dans l'enquête).

Les sportifs consommant le plus de compléments alimentaires à base de plantes ou de produits à base de plantes seraient ceux pratiquant des sports d'endurances ou demandant des conditions physiques exigeantes (course à pied, cyclisme, athlétisme, rugby, crossfit). Toutefois étant donné le faible effectif de certains sports, il paraît difficile de tirer une telle conclusion.

Influence de la catégorie :

Par rapport à la catégorie des sportifs, il semblerait que le nombre d'amateurs consommant des produits à base de plantes soit supérieur à ceux des professionnels. Selon le tableau 5, par rapport au rugby, sport le plus répandu dans l'enquête (n=87) et qui contient le plus de professionnels (n=40), 46.8 % des amateurs consomment des compléments alimentaires ou

médicaments à base de plantes. A l'inverse, nous avons 40 rugbymen professionnels dans l'enquête et seulement 32% des professionnels en consomment.

Les professionnels sont en effet souvent suivis par de nombreux soignants, ils se laissent plutôt guider par les professionnels de santé présent autour d'eux. Les amateurs sont eux, plus sujet à réaliser de l'automédication et à vouloir se supplémenter. Cette conclusion est à pondérer du fait du faible effectif ayant participé à l'enquête dans certains sports.

Influence de l'âge :

Par rapport à l'âge des sportifs, comme nous avons vu dans le graphique 13, la proportion la plus importante des consommateurs de produits à base de plantes sont des sportifs dont l'âge est compris entre 20 et 30 ans (56.99%). Ce résultat semble être logique étant donné que 59.91% (n=127) des sportifs ayant répondu à cette enquête font partis de cette catégorie d'âge. Nous pouvons penser que cette forte représentation de la population jeune provient du mode de diffusion de l'enquête, notamment les sollicitations sur les réseaux sociaux qui nous ont permis d'obtenir un nombre relativement important de réponses. Cette catégorie d'âge est en général également en pleine recherche de performances et de résultats. De plus, mes connaissances font aussi beaucoup parties de cette génération d'âge.

Les résultats de l'enquête (graphique 13), ont laissé apparaître que les sportifs âgés de moins de 20 ans constituent le groupe d'âge consommant le moins de compléments alimentaires/médicaments à base de plantes (n=2.15%). Ceci peut s'expliquer par leur faible participation à l'enquête mais aussi leur moindre pouvoir d'achat, leur récupération qui est plus aisée, le fait qu'ils soient en pleine progression et qu'ils ressentent moins la fatigue que des athlètes plus âgés.

Les sportifs âgés entre 30 et 40 ans représentent la deuxième catégorie d'âge (22.58 %) consommant des produits à base de plantes. Les sportifs de plus de 40 ans représentent 18.28 % des consommateurs. Ce dernier résultat est en lien avec le nombre de consommateurs de cette catégorie d'âge ayant répondu à l'enquête et du fait que les sportifs de plus de 40 ans pratiquent en général moins de sports intensifs et leurs objectifs demandent moins d'exigences physiques ou mentales.

Les plantes les plus utilisées

Comme nous avons vu dans le graphique 14, la spiruline est très consommée par les sportifs (n=32). Cette dernière n'est pas réellement une plante, c'est une cyanobactérie considérée comme un « super aliment ». Elle contient de nombreuses protéines, du fer et du bêta-carotène en grande quantité. Nous pouvons déduire que les sportifs ne connaissaient pas la vraie définition de la spiruline, ils la considèrent donc comme une plante.

L'acérola et le ginseng viennent en seconde position (n=16). La consommation d'huiles essentielles (n=9) est présente aussi chez les sportifs même si cela n'est pas de la phytothérapie mais plutôt de l'aromathérapie.

La gelée royale a également été noté dans les réponses de sportifs (n=4), en outre, ce n'est pas une plante mais la substance blanchâtre et gélatineuse sécrétée par certaines glandes des jeunes abeilles nourricières.

Le médicament Euphytose ® est relativement consommé chez le sportif (n=6). La gamme nutergia avec l'Ergystress®, l'Ergyepur®, l'Ergydetox® sont des compléments alimentaires à base de plantes également utilisés (n=4). Le proteochoc a été consommé par 4 sportifs, c'est un complément alimentaire à base de Porphyral HSP®, ingrédient breveté issu d'une algue alimentaire, d'huile de bourrache et de vitamine E.

Le médicament L52 ® a été consommé par deux sportifs mais cela est un complexe avec des composants homéopathiques comme la sporténine (n=2) qui est un médicament également homéopathique.

Le Rescue ® est un mélange Original de 5 fleurs de Bach, il a été utilisé par un sportif.

Les plantes qui ressortent ensuite de l'enquête sont le radis noir (n=4), le curcuma (n=3), la guarana (n=3), le gingembre (n=2), l'éléuthérocoque (n=2), la rhodiola (n=2), l'harpagophytum (n=2), l'aloé vera (n=1), l'artichaut (n=1), le fenugrec (n=1), la graine de lin (n=1), le houblon (n=1), la mélisse, la menthe (n=1), le poivre (n=1), la sauge (n=1), le thé vert (n=1), la vigne rouge (n=1).

D'après le graphique 17, plus de la moitié des consommateurs ne savent pas depuis combien de temps ils connaissent ces plantes. Par rapport aux répondants, 22.58% des sportifs ont une connaissance récente de ces plantes (moins de 5 ans) et 21.51 % des consommateurs les

connaissent depuis 5 à 10 ans. Nous pouvons donc en conclure que l'utilisation de plantes chez le sportif et leurs connaissances sont récentes.

Plantes adaptogènes consommées

D'après le graphique 15, 14.68 % des produits/plantes consommées sont des plantes adaptogènes et dont 11.89 % sont du ginseng (*Panax ginseng*). L'éléuthérocoque et la rhodiole sont très peu utilisées (n=2). Ces plantes sont encore trop méconnues par les sportifs mais la part de consommation de ginseng est quand même significative.

La plante adaptogène la plus connue et la plus consommée par le sportif est le ginseng (*Panax ginseng*). Cela s'explique sûrement par les nombreux produits présents sur le marché et par les vertus qu'à cette plante envers les sportifs.

Objectifs de la complémentation

Le graphique 18 permet de connaître les objectifs de supplémentation de produits à base de plantes chez les sportifs en consommant. L'optimisation de la récupération, la recherche de tonicité et l'augmentation des performances sont les objectifs principaux des sportifs. Diminuer le stress, favoriser un sommeil réparateur, stimuler le système immunitaire, lutter contre la fatigue, font partis également des objectifs des consommateurs.

Tous ces objectifs sont en lien avec le dépassement de soi du sportif, la recherche de résultats et de performances, l'optimisation de la récupération afin d'enchaîner des entraînements intensifs ou des compétitions, la prévention de maladie afin de rester en bonne santé.

Schéma de prise

D'après le graphique 19, les sportifs consomment les produits à base de plantes pendant une période bien précise, soit pendant minimum trois semaines durant une période de fatigue ou durant la période hivernale, soit avant ou après une compétition ou durant une période d'entraînements intensifs.

Répercussions bénéfiques dans la vie sportive

D'après le graphique 23, les plantes/produits consommés ont pour presque 70 % des consommateurs des répercussions bénéfiques dans leur vie sportive.

La consommation de plantes devrait être de plus en plus utilisée chez le sportif et encore plus conseillée par le pharmacien d'officine afin d'optimiser les bienfaits de ces plantes chez un sportif cherchant à augmenter les performances ou favoriser la récupération.

Utilisations en dehors de la vie sportive

Comme nous avons vu dans le graphique 24, 59.14 % des sportifs utilisent les produits en dehors de la vie sportive. Leur utilisation est souvent pour lutter contre le stress ou la fatigue ou encore stimuler le système immunitaire pendant la saison hivernale.

Intérêt des compléments alimentaires ou médicaments à base de plantes chez le sportif

D'après le tableau 6, les sportifs portent un véritable intérêt pour ce sujet. La médecine par les plantes, l'impact sur les performances, la récupération et le stress ou encore la méconnaissance de ces produits sont les réponses majoritaires.

Cependant, il faut faire attention à certaines réponses, certains citent comme « produits non industriels » ou « produits naturel donc forcément sain », or les médicaments et les compléments alimentaires à base de plantes sont industriels et ne sont pas bénins. Ils peuvent engendrer des toxicités, des effets indésirables, des contre-indications ou des précautions d'emplois. C'est pour cela que le pharmacien doit être présent pour informer les sportifs et pour les conseiller sur les produits de façon individualisée.

3. Risque des compléments alimentaires

Dans le domaine du sport, les compléments alimentaires font parfois l'objet de pseudo études scientifiques ou d'allégations fantaisistes.

De ce fait, le sérieux du laboratoire et la qualité des produits sont des paramètres que le sportif ou les personnes qui le commercialisent doivent prendre en compte. Il faut garder à l'esprit que les compléments alimentaires ne sont pas anodins. L'ANSES a en effet publié le 20 décembre 2016 une alerte sur la consommation de compléments alimentaires destinés aux sportifs notamment des produits visant le développement musculaire ou la diminution de la masse grasse. Cela fait suite à un recueil de 49 cas d'effets indésirables d'ordre cardiovasculaire (tachycardie, arythmie et accident vasculaire cérébral) et psychiques (troubles anxieux et troubles de l'humeur). (25)

Comme nous avons vu dans le graphique 10, les sportifs consomment de nombreux compléments alimentaires. Cependant, les consommateurs doivent être très attentifs à l'achat de ces compléments alimentaires et leur adéquation doit se faire en fonction de leur statut nutritionnel, leur état de santé et des objectifs visés.

D'après les graphiques 16 et 20, la connaissance (9.68%) et l'achat sur internet (23.65%) des compléments alimentaires ou médicaments à base de plante sont encore trop présents. Certains compléments alimentaires vendus sur internet peuvent contenir des substances potentiellement dangereuses. La libre circulation de ces produits constitue l'un des écueils au contrôle de leur innocuité. Les risques les plus importants concernent avant tout les produits à visée musculaire ou de minceur, achetés sur internet en dehors du cadre réglementaire sur des sites ne pouvant préciser l'origine du produit ou échangés de manière douteuse dans les vestiaires.

La pureté du produit est donc très importante à explorer et la présence intentionnelle ou non de substances interdites (contamination croisée) peut entraîner une positivité au dopage et des risques sur la santé du sportif. Des risques de contrôles positifs aux tests antidopage peuvent être présents. Dans certains pays, la législation en matière de sécurité alimentaire est plus souple et des substances dopantes ou dangereuses peuvent y être retrouvées. La traçabilité du produit est un facteur important et la présence du logo « anti-dopage » répondant à la norme AFNOR semblent garantir la qualité du complément consommé.

Des compléments alimentaires contenant des plantes peuvent tromper le consommateur par sa composition. Par exemple, un produit avec soit-disant du *Panax ginseng* est falsifié-car après vérification par des études biochimiques (études biologiques, in vitro, in vivo), ce n'est pas du

Panax ginseng mais une autre espèce de ginseng le *Panax quinquefolius*. C'est arrivé également de ne trouver aucune trace de *Panax ginseng* dans un produit qui devait en contenir.

Cela s'appelle d'un point de vue légal de la malfaçon.

Le sportif doit aussi comprendre que cette complémentation doit venir en supplément d'une alimentation équilibrée et pas en remplacement. L'alimentation sportive doit se baser sur les apports nutritionnels conseillés (ANC) et les compléments viennent si ces apports sont insuffisants ou incohérents.

Le sportif doit être raisonnable dans sa consommation, à l'écoute et doit demander conseils à des professionnels de santé, formés à la nutrition sportive.

Les compléments alimentaires, à l'inverse des médicaments, ne nécessitent pas d'autorisation préalable à leur mise sur le marché. La sécurité, la conformité du produit, la non-tromperie au consommateur repose surtout sur la responsabilité des industriels. De ce fait, l'achat en pharmacie de compléments alimentaires ne garantit pas ni leur efficacité, ni leur innocuité.

Le pharmacien a une responsabilité dans ses achats et doit avoir des connaissances approfondies sur le sujet. La réglementation des compléments alimentaires est aujourd'hui faite pour que certains produits puissent être utilisés chez les sportifs dans le but d'optimiser la performance et la récupération tout en préservant la santé du sportif. (25)

4. La place et le rôle du pharmacien d'officine

Comme nous l'avons décrit précédemment dans les graphiques 16 et 20, la pharmacie est le lieu d'information des produits à base de plantes le plus connu (34.41%) et le lieu d'achat le plus privilégié (57.73%). La pharmacie d'officine a donc une place indispensable dans la vie d'un sportif.

Parmi les sportifs ne consommant pas de produits à base de plantes, 76.47% des sportifs (cf. Graphique 25) semblent intéressés par le sujet et aimeraient être mieux renseignés afin de distinguer les produits utilisés pour augmenter les performances ou favoriser la récupération.

Ensuite, d'après le graphique 21, 48.45 % des consommateurs ont bénéficié de conseils lors de la délivrance des produits et 78.72 % des conseils sont réalisés en pharmacie. Chez les sportifs ayant acheté les produits en pharmacie (n=56), 69.94 % de consommateurs ont bénéficié de conseils lors de la délivrance. (cf. Graphique 22)

La pharmacie est donc le lieu le plus attendu en termes de conseils associés. Le pharmacien d'officine a un véritable rôle à jouer. Il doit être formé dans le conseil ainsi que dans le choix des compléments alimentaires disponibles dans son officine.

Nous pouvons donc considérer qu'une bonne majorité des sportifs achètent ces compléments alimentaires ou médicaments à base de plantes en pharmacie et la plupart ont bénéficié de conseils à la délivrance. Cependant, la prise sur internet est encore trop fréquente (23.65%). Le pharmacien d'officine doit optimiser son conseil et cela de manière individualisée et raisonnée. Il doit diriger le patient vers le meilleur produit possible tout en prenant en compte les risques possibles sur la santé du sportif. Ceci permettrait à l'officine de sortir son épingle du jeu en limitant le réflexe de consommer sur internet. Vu le nombre de sportifs intéressés par le sujet, le pharmacien doit vraiment accentuer son conseil sur les compléments alimentaires ou médicaments à base de plantes car ces derniers peuvent être très intéressants dans la vie d'un sportif qui cherche à augmenter sa performance, favoriser la récupération tout en ayant une hygiène de vie adéquate.

Les plantes adaptogènes doivent également être encore plus mises en valeur par le pharmacien. Elles peuvent amener des véritables vertus aux sportifs.

Le pharmacien d'officine est en contact régulier avec des sportifs de tous niveaux. Même si d'après le tableau 5, le nombre de professionnels prenant des compléments alimentaires ou médicaments à base de plantes semble faible, il a un rôle important à jouer afin de répondre à leurs exigences physiques ou mentales. L'automédication chez le sportif amateur est beaucoup plus présente et le pharmacien doit être là pour les guider en fonction de leur besoin et leur personnalité afin de limiter tous risques pour sa santé.

Le pharmacien a une réelle place à jouer dans le conseil sur compléments alimentaires ou médicaments à base de plantes chez le sportif afin de répondre aux différents besoins. Il pourra proposer des conseils appropriés, sans utilisation de substances dopantes ou qui diminuent les performances sportives. Ses conseils seront regroupés autour de la phytothérapie comme nous venons de le dire mais aussi autour de l'allopathie, l'aromathérapie ou l'homéopathie.

Il joue un rôle prédominant dans la vie d'un sportif car ce dernier peut avoir des questionnements et des demandes sur certains produits.

De plus, il doit lutter contre le fléau du dopage. Le dopage involontaire est principalement causé par une méconnaissance des produits dopants. Ces derniers peuvent être trouvés dans des médicaments listés (prescription par le médecin) mais également en libre accès. Le sportif peut alors être victime de dopage involontaire car le médecin n'est pas toujours au courant de la

pratique en compétition du patient. Cela peut aussi se produire lorsque le patient s'automédique pour des pathologies bénignes. Le pharmacien a un statut prépondérant dans la prévention du dopage involontaire. Prenons l'exemple du rugby qui peut regrouper plusieurs statut (amateurs, semi-professionnels, professionnels) notamment en niveau Fédéral. Une réelle difficulté est présente pour les joueurs amateurs qui sont amenés à suivre les mêmes exigences physiques et mentales. L'augmentation du dopage peut donc être présent et cela peut s'expliquer par le manque d'information et de prévention surtout dans le milieu amateur. L'obtention des produits dopants via le réseau internet est également responsable de la progression du dopage. Le pharmacien doit donc prévenir les sportifs de la dangerosité de certains produits et les amener vers des réponses thérapeutiques sans risques de dopage.

III. Les plantes adaptogènes dans l'optimisation de l'effort chez le sportif

A. Historique du sport et sa place dans le monde

Les premières pratiques sportives datent de l'Antiquité. Les concours athlétiques en Grèce naissent dès l'époque archaïque (VIII^{ème} siècle av. J-C.)

La pratique sportive organisée est introduite en Gaule par les Romains, qui fondèrent arènes, stades et hippodromes. Cette période fut marquée par la course de chars, sport roi de l'Antiquité et les grands spectacles sportifs avec combats de gladiateurs et de fauves. C'est à partir de cette période que fut découverte la notion de compétition pour savoir qui est le meilleur entre les hommes.

La Grèce est le berceau des jeux Olympiques (776 avant J-C), véritable tournant dans l'histoire du sport. Le but était de préparer à la guerre mais surtout de faire honneur aux dieux. Aujourd'hui encore, ils représentent une image idéale de l'homme : sculpté et viril. L'objectif était de former un homme complet. Nous retrouvons des sports encore utilisés aujourd'hui comme l'athlétisme, la lutte ou encore les premières traces de ballles. (26)

Au Moyen-Âge, les jeux physiques étaient dominants. Les activités étaient surtout destinées aux chevaliers. Au même moment les amérindiens développent leur propre sport de balle, similaire à ce qu'on trouvait en Europe (La crosse). Des sports semblables se développaient de manière indépendante. L'origine et la diffusion du sport devaient être considérées comme un phénomène global.

A la suite, au XVII- XVIII^{ème} siècle, la violence décroît, des exercices éducatifs étaient réalisés comme la chasse, l'équitation ou l'escrime. Ces sports étaient pratiqués par la noblesse.

Au XVIII^{ème} siècle, le sport moderne apparaît en Angleterre en lien avec la révolution industrielle et le capitalisme (tennis, football, boxe...). Le sport se démilitarise et se popularise.

A partir du XIX^{ème} siècle, la Grande-Bretagne est à l'origine des clubs de sport, des règlements, de l'amateurisme, du travail en équipe et de nouveaux concepts comme les records. Avec l'accélération des moyens de communication au XX^{ème} siècle, le sport se démocratise et devient un objet de spectacle internationalisé. L'éducation physique est de plus en plus prônée par l'Etat. Les pratiques sportives deviennent accessibles à l'ensemble de la population. (26)

Aujourd'hui, la pratique d'une activité sportive est de plus en plus répandue dans le monde. Les objectifs des sportifs deviennent très exigeants. Une forte persévérance dans l'effort et la discipline amène le sportif à de nombreuses rigueurs en termes d'hygiène de vie (alimentation, sommeil...). Il s'agit de donner le meilleur de soi, de repousser ses limites. Il puise dans son mental et ses ressources pour surmonter ses limites physiques.

Le sport est une activité physique bénéfique pour la santé, pour le bien-être du corps avec la production d'endorphines et de dopamine par l'organisme.

Malheureusement, de nombreuses dérives peuvent avoir lieu. L'augmentation de la pression engendrée par les regards, l'esprit de compétition, le dépassement de soi pour devenir le meilleur sont des paramètres qui peuvent entraîner le sportif à déroger son éthique et à consommer des substances interdites (ANNEXE 2) : c'est la notion de dopage.

Des solutions sont disponibles pour lutter contre ce fléau et pour optimiser l'effort chez le sportif sans consommer de substances interdites. Les pharmaciens d'officine jouent un rôle capital dans la progression des sportifs et cela sans déroger aux règles et sans engendrer des risques pour leur santé.

B. Intérêt des adaptogènes chez le sportif

1. Comment optimiser l'effort chez le sportif ?

Pour optimiser l'effort chez le sportif, nous cherchons à réduire le stress oxydatif.

En effet, au cours de l'exercice physique, les muscles et le cœur produisent en grande quantité des radicaux libres et des espèces réactives de l'oxygène (ERO), les cellules s'oxydent : c'est le stress oxydatif.

Notre organisme possède des antioxydants naturels tel que le glutathion, la vitamine C et E, le β -carotène, le coenzyme Q10 capables de se défendre contre ces réactions. L'organisme détient également des systèmes enzymatiques comme les superoxydes dismutases, les catalases ou les glutathions peroxydases pour protéger les cellules de ces dommages. Ces différents moyens empêchent la cellule de se détériorer en neutralisant les molécules nocives. En situation normale, un équilibre entre la production de radicaux libres et celles des antioxydants est présent.

Cependant, lorsque les radicaux libres sont en excès, ces systèmes ne sont pas efficaces pour tous les neutraliser. Ce phénomène accélère le phénomène de vieillissement, de ce fait, des réactions de peroxydation lipidique, d'oxydation des protéines peuvent par exemple se produire ce qui occasionne des dommages à l'ADN et aux protéines.

Ensuite, il est important d'optimiser également le métabolisme énergétique. En effet, lors d'un effort physique le muscle doit pouvoir se contracter et créer le mouvement, il a donc besoin d'énergie.

Ce métabolisme est l'ensemble des réactions chimiques au niveau des cellules de l'organisme permettant la production d'énergie. Le « réservoir d'énergie » ou encore « le carburant » de la contraction musculaire utilisé par le muscle est l'adénosine triphosphate (ATP). Cependant, les concentrations en ATP sont faibles, l'organisme doit par différents moyens renouveler son stock surtout pendant un effort physique.

En fonction de l'activité réalisée, plusieurs voies biochimiques pour la synthèse d'ATP sont disponibles : (27) (28)

- **La voie Anaérobie Alactique** : l'oxygène n'intervient pas dans la réaction, ni la production d'acide lactique. Elle utilise les phosphagènes présents en faible quantité mais avec une forte puissance. Les cellules musculaires disposent aussi de l'adénosine diphosphate. Ces molécules sont capables en présence de créatine phosphokinase de produire de l'ATP.



De nouvelles molécules d'ATP sont rapidement à disposition mais les réserves de cette filière s'épuisent en 10 secondes. C'est une énergie produite pour un exercice d'intensité élevé. Les épreuves qui exploitent cette voie sont des exercices brefs et intenses (sprint, haltérophilie, saut...).

- **La voie Anaérobie Lactique** : cette voie utilise le glucose issu du glycogène musculaire comme substrat énergétique. Nous n'avons toujours pas de présence d'oxygène. Le glycogène subi les réactions de la glycolyse anaérobie au niveau des fibres rapides. Cette voie aboutie à la formation de deux molécules de pyruvate pour une molécule de glucose et a comme fonction la synthèse de molécule riche en énergie via la formation de deux molécules de NADH transportées vers la mitochondrie pour former de l'énergie. (29)

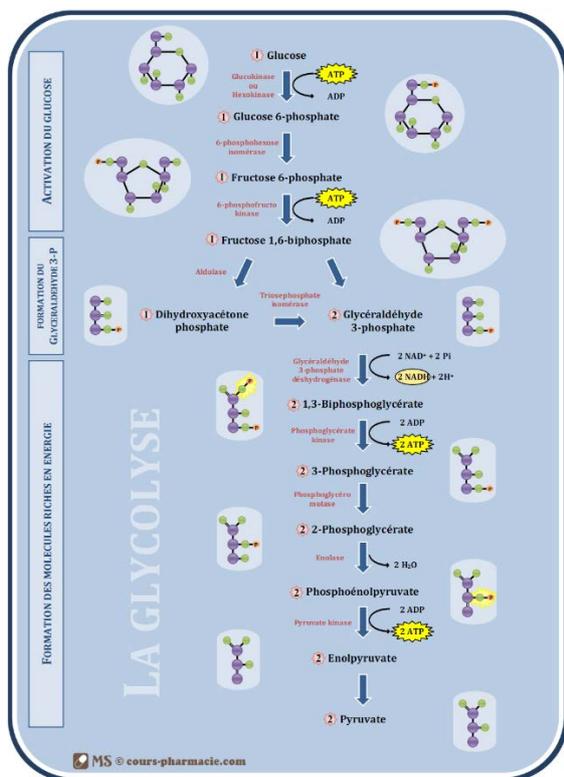
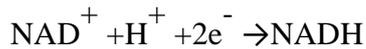


Figure 9 : La glycolyse-Source Métabolisme des glucides/Cours pharmacie

La capacité énergétique et la durée de couverture sont un peu plus importantes. Lors d'un effort intense, la filière anaérobie lactique est utilisée, le pyruvate créé sera transformé en acide lactique via le lactate déshydrogénase (LDH).

L'augmentation de la lactémie avec la diminution du pH qui va entraîner de l'acidité dans les muscles et les lipides peuvent être des facteurs limitants. Le lactate formé est envoyé automatiquement vers le foie permettant ainsi la formation de nouvelles molécules de glucose et donc contribuant à la formation d'autre énergie. (30)

Les épreuves qui utilisent cette voie sont des exercices de courte durée (quelques minutes) mais de grande intensité, ce sont des exercices qui nécessitent des répétitions d'exercices alternés avec des récupérations passives tels que des sports de demi-fond, natation, ou sport de combat (judo, lutte...).

- **La voie Aérobie :** cette filière utilise la transformation d'ATP via le cycle de Krebs, exclusivement en présence d'oxygène et à partir de trois substrats, le glucose (muscles, foie et néoglucogenèse hépatique à partir d'acides aminés), les acides gras (muscles et tissus adipeux) et plus accessoirement les acides aminés (protéines). Par phénomène d'oxydation, la voie produit essentiellement de l'eau et du dioxyde de carbone associé à la production de chaleur. Ici, ce sont les fibres musculaires lentes et intermédiaires qui se servent de ces derniers.

Les épreuves dépendantes de cette production d'énergie sont les sports d'endurance, de fond (marathon, cyclisme). Ce sont des épreuves capables de maintenir une certaine intensité d'exercice sur un temps prolongé.

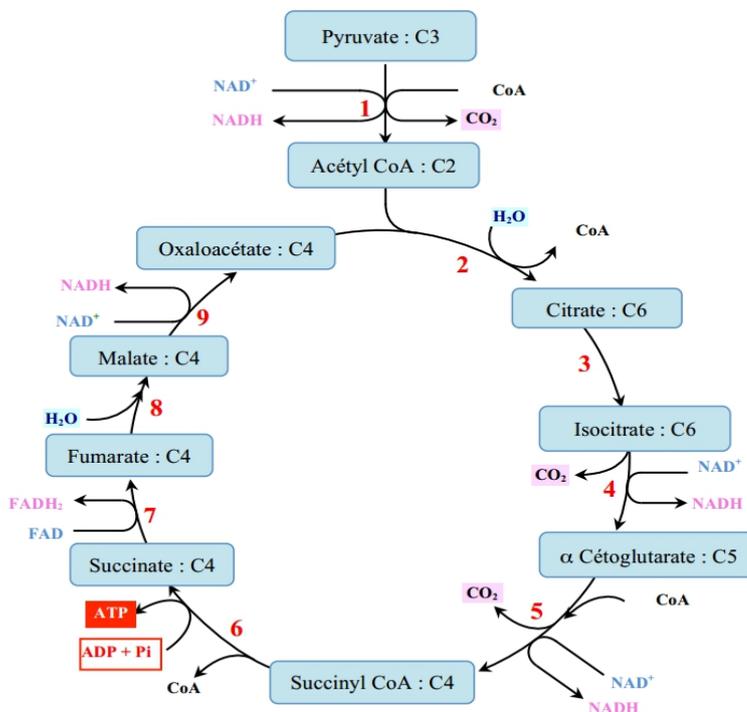


Figure 10 : Le cycle de Krebs-Source cours TERMINALE STL, p.63

Filières énergétiques

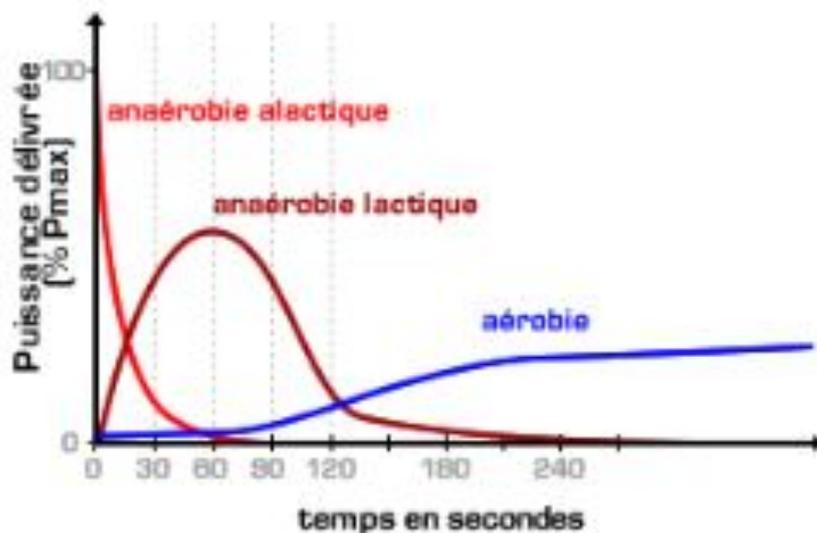


Figure 11 : Les différentes filières énergétiques chez le sportif- Source BPJEPS,2019

2. L'utilisation des plantes adaptogènes chez le sportif

Le but d'une préparation physique pour le sportif est de se préparer à un effort et d'accroître sa performance. Les objectifs qui ressortent chez les sportifs sont en général une augmentation de la masse musculaire, de leur endurance et des capacités physiques ou encore une meilleure récupération.

Pour compléter au mieux leur préparation, l'utilisation de plantes adaptogènes peut être intéressante et cela doit toujours être en lien avec une alimentation saine et équilibrée.

En effet, de par leur résistance au stress physiologique, de l'activation de cellules fournissant de l'énergie ou encore d'autres propriétés que nous venons de voir, ces plantes vont permettre d'augmenter la force physique, atténuer la fatigue principalement la fatigue musculaire après un effort et de ce fait améliorer la récupération.

L'association avec des plantes riches en caféine ou antioxydantes (thé vert, kola, maté, guarana, goji, acérola...) peuvent être intéressantes pour améliorer les capacités physiques, favoriser un

meilleur drainage et une meilleure élimination de l'organisme et optimiser l'élimination des dommages oxydatifs induits par l'exercice.

Les plantes adaptogènes sont peu connues mais leurs utilisations peuvent être très bénéfiques pour un sportif qui cherche à réduire les blessures et la fatigue, à favoriser sa récupération, augmenter ses performances et sa capacité d'endurance. Elles favoriseraient la force musculaire et la résistance contre le stress induit lors de l'effort physique. Il est rapporté dans des essais cliniques que l'activité musculaire et la charge nerveuse induites par des sportifs provoquent une réaction de stress qui peut être réduite par l'utilisation des adaptogènes.

Toute délivrance de médicaments à bases de plantes ou de compléments alimentaires doit être réalisée par une personne ayant des connaissances solides sur ce sujet afin d'éviter toutes erreurs par le patient, principalement sur son indication ou ses précautions d'emplois.

Chez le sportif, la demande du consommateur est bien ciblée et les risques d'automédication et de dopage sont plus encore présents, Le pharmacien d'officine par ses contacts réguliers avec les sportifs et sa disponibilité a un rôle de conseil, de prévention et d'information.

Dans ce travail de thèse d'exercice, nous avons décidé de nous focaliser sur les trois plantes adaptogènes qui sont ressorties dans l'enquête présentée précédemment, ce sont aussi les plus connues sur le marché, les plus utilisées et vendues en officine : le ginseng, l'éléuthérocoque et la rhodiola.

Après une présentation de chaque plante (historique, botanique, composants chimiques), nous nous intéresserons à plusieurs expériences concernant les effets de ces plantes adaptogènes sur l'activité physique.

C. Etudes de trois plantes adaptogènes

Nous allons commencer par étudier le ginseng pour laquelle j'ai collaboré avec le laboratoire « Les Jardins d'Occitanie ». Cette collaboration a permis de mettre en évidence les vertus de cette plante et ce qu'elle peut apporter aux sportifs. Puis nous étudierons l'éléuthérocoque et la rhodiola.

1. Le ginseng

Dénomination botanique : ***Panax ginseng* C.A.**

Meyer (= *Aralia quinquefolia* Decne et Planch)

Nom commun : **Ginseng de Corée**

Famille botanique : **Araliaceae (Araliaceae)**

Partie utilisée en phytothérapie : **Racines**



1.1 Histoire

Le ginseng est la plante médicinale, la plus connue et la plus renommée en Asie, en Chine, Figure 12 : Le *Panax ginseng*-Source Nutragreenbio au Japon ou en Corée. Plusieurs espèces existent, mais la plus connue est le ginseng coréen : *Panax ginseng* C.A Meyer. Cette dernière fait partie de la pharmacopée de la médecine chinoise depuis plus de 2000 ans.

Ginseng vient du chinois mandarin « réns hēn », « rén » désignant « l'homme », et « shēn » signifiant « racine ». En effet, cela s'explique par la forme de sa racine qui rappelle la silhouette humaine.

Son nom de genre de ' panax' désigne un remède universel ou panacée, de ce fait les chinois lui ont attribué de merveilleuses propriétés. Cette plante était utilisée par le peuple asiatique comme un produit tonique afin de venir en aide par exemple aux personnes affaiblies physiquement ou mentalement. Elle était également très renommée auprès des plus riches pour son action rajeunissante et revitalisante.

D'après la médecine chinoise, le ginseng a pour caractéristique d'exercer une action assez particulière sur l'énergie de l'organisme, il permet d'accroître la vitalité des personnes. Il ne soigne pas vraiment la maladie, il renforce les facteurs de santé et cela aussi bien chez les personnes malades que chez les biens portants. (31) (32)

1.2 Les différentes espèces du ginseng

On distingue différentes espèces appartenant au genre *Panax*. Le *Panax ginseng* C.A Meyer est la plus prisée et correspond au ginseng sauvage de Corée (*sanchen*) ou d'Asie et cultivé principalement en Chine, Corée, Russie et Japon.

On peut citer d'autres espèces sauvages ou cultivées : (31)

- *Panax quinquefolius* L, ginseng d'Amérique, cultivé aux Etats Unis et au Canada
- *Panax notoginseng* F.H. Chen, officinal en République Populaire de Chine.

On l'appelle San Chi ginseng

- *Panax pseudoginseng* Wall., ginseng du Japon, trouvé à l'état sauvage
- *Panax trifolius* L., ginseng nain, espèce Nord-Américaine
- *Panax japonicum* C.A. Meyer, originaire du Japon, de l'Inde et du sud de la Chine, on l'appelle le bambou ginseng.

Le ginseng de Sibérie, *Eleutherococcus senticosus* Maxim est communément appelé ginseng mais n'appartient pas au genre *Panax*.

Il est cultivé en Corée et en Russie. Il partage des propriétés du genre *Panax* et fait partie également du groupe des plantes adaptogènes. Nous l'étudierons ultérieurement.

Ce sont toutes des espèces aux compositions différentes même si pour la plupart nous retrouvons des ginsénosides présents dans la racine du ginseng de Corée.

1.3 Description botanique de *Panax ginseng*

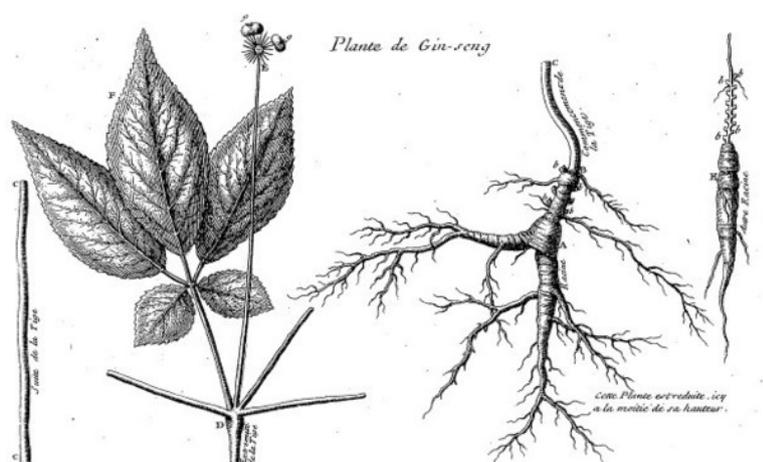


Figure 13 : Dessin du père Jartoux dans sa lettre du 12 Avril 1711-Source Gestion des Risques Interculturels désignée par WPZOMM,2011

Le ginseng appartient à la famille des Araliaceae. C'est une des plantes les plus connues de cette famille qui renferme environ 700 espèces différentes, réparties en une cinquantaine de genres. (33)

Le *Panax ginseng* est une plante vivace herbacée qui peut atteindre 80 centimètres de haut comportant au niveau de la partie aérienne une tige droite de 30 à 50 centimètres. La caractéristique de cette plante est la présence sur sa tige dressée de feuilles palmatilobées avec cinq folioles (comme les doigts d'une main) finement dentelées et ovales. Plus la plante vieillit, plus de nouvelles tiges apparaissent.

Les fleurs petites et blanchâtres sont regroupées en nombre (15 à 30) et en ombelles terminales. Elles deviennent jaune verdâtres lorsque la plante a atteint trois ou quatre ans.

Au niveau des fruits, les baies sont rouge clair à vif et renferment une à deux graines discoïdes. La racine est la partie la plus importante du ginseng. En effet, elle lui confère ses propriétés pharmaceutiques. La racine tubérisée principale est fusiforme ou cylindrique parfois ramifiée, sa longueur est de 10 à 20 centimètres et son diamètre peut atteindre 2.5 centimètres.

Chez la jeune plante (trois ans), la racine mesure quelques millimètres et possède peu de ramifications. Vers 6-10 ans, âge de la plante récoltée, le diamètre est de quelques centimètres et possèdent plusieurs ramifications. En effet, la récolte des racines ne se fait pas avant cinq à sept ans de culture, cela permettra d'obtenir une concentration optimale en composants actifs à usages pharmaceutiques.

Elle est tubérisée, bifurquée et peut faire penser à la partie inférieure du corps humain. La surface est de couleur jaune-pâle ou crème et présente des stries longitudinales pour le ginseng blanc et est de couleur brun rouge pour le ginseng rouge. Cette différence sera expliquée ultérieurement. Des radicelles, abondantes au niveau de la partie inférieure du ginseng blanc, sont fines et d'un diamètre réduit. Elles sont absentes dans le ginseng rouge. Elle possède une odeur peu marquée, d'une saveur un peu sucrée pouvant rappeler celle de la réglisse. Elle est ensuite accompagnée d'une légère amertume. (16) (32)



Figure 14 : Racines du ginseng- Source Darwin Nutrition

1.4 Composition chimique du ginseng

Afin d'expliquer les propriétés du ginseng, il est important de détailler la composition du ginseng et de mettre en évidence les différents effets pharmacologiques. Si cette composition diffère en fonction des espèces, on y retrouve cependant la plupart des ginsénosides présents dans le ginseng coréen mais dans des quantités différentes.

Les composants chimiques de la racine du ginseng sont les : (33) (34) (35)

- **Saponosides** : nous allons détailler cette classe en suivant,
- **Polyines (dérivés polyacétyléniques)** : panaxynol, panaxatriol,
- **Glycolipoprotéines** : gintonine (complexe d'acides lysophosphatidiques et de protéines)
- **Polysaccharides et peptidoglycanes (panaxanes A et B),**
- **Phytostérols** : bêta- sitostérols, stigmastérol,
- **Acides organiques** : acides fumarique, succinique, malique, citrique,
- **Acides phénols** : acide vanillique, salicylique, p-coumarique,
- **Œstrogènes,**
- **Huiles essentielles (5ml/kg) riche en carbure sesquiterpéniques ;**
- **Vitamines : vitamine C et celles du groupe B,**

- Les vitamines du groupe B connues dans le *Panax ginseng* sont :
- La vitamine B1(thiamine)
- La vitamine B2 (riboflavine)
- La vitamine B3(niacine)
- La vitamine B5(acide pantothénique)
- La vitamine B6 (pyridoxine)
- La vitamine B 8 (biotine)
- La vitamine B9 (acide folique)
- **Oligo-éléments, acides aminés, peptides.**

1.4.1 Les saponosides du ginseng : les ginsénosides

Les ginsénosides sont les composants les plus importants de la racine du ginseng. Ils lui confèrent la plupart des propriétés médicinales. De ce fait, ce sont les principes actifs du ginseng.

De nombreuses études ont mis en évidence des structures chimiques très variées. Ce sont des hétérosides de stérols ou de triterpènes avec des propriétés tensio-actives (abaissement de la tension superficielle entre deux liquides) et aphrogènes (pouvoir moussant).

Structures chimiques des ginsénosides

Les ginsénosides sont des saponosides. Ils sont très présents chez les végétaux.

On distingue deux structures différentes : (33) (34)

-Les saponosides stéroïdiques : retrouvées exclusivement chez les Angiospermes Monocotylédones : *Liliaceae, Agavaceae, Dioscoreaceae ...*

Ces saponosides correspondent aux protapanaxadiols Rb1, Rb2, Rb3, Rc, Rd ou aux dérivés du protapanaxatriol : Re, Rf, Rg1, rG2, Rh1.

Ce sont des hétérosides de génines tétracycliques de la série du dammarane.

Les majoritaires sont les Rb1, Rb2 et Rg1.

-Les saponosides triterpéniques : principalement chez les Angiospermes Dicotylédones : *Araliaceae, Caryophyllaceae, Curcubitaceae, Renunculaceae...*

Ils sont présents dans tous les organes mais surtout les racines, les bulbes et les graines.

Ce sont des dérivés de l'acide oléanolique.

Tous ces saponosides sont des hétérosides à haut poids moléculaire.

Ils sont généralement acido-labiles ; de ce fait, l'hydrolyse acide se produit souvent avec d'autres réactions secondaires telles que la cyclisation des chaînes latérales et la déglycosylation, suivies de transformations chimiques lors de la cuisson vapeur.

Par hydrolyse, ils libèrent des oses et une génine appelée : sapogénine.

Dans le ginseng, les ginsénosides sont les saponosides à génine tétracyclique. Ces derniers proviennent de la cyclisation du (3S)-2,3-époxy-2,3-dihydrosqualène. (36)

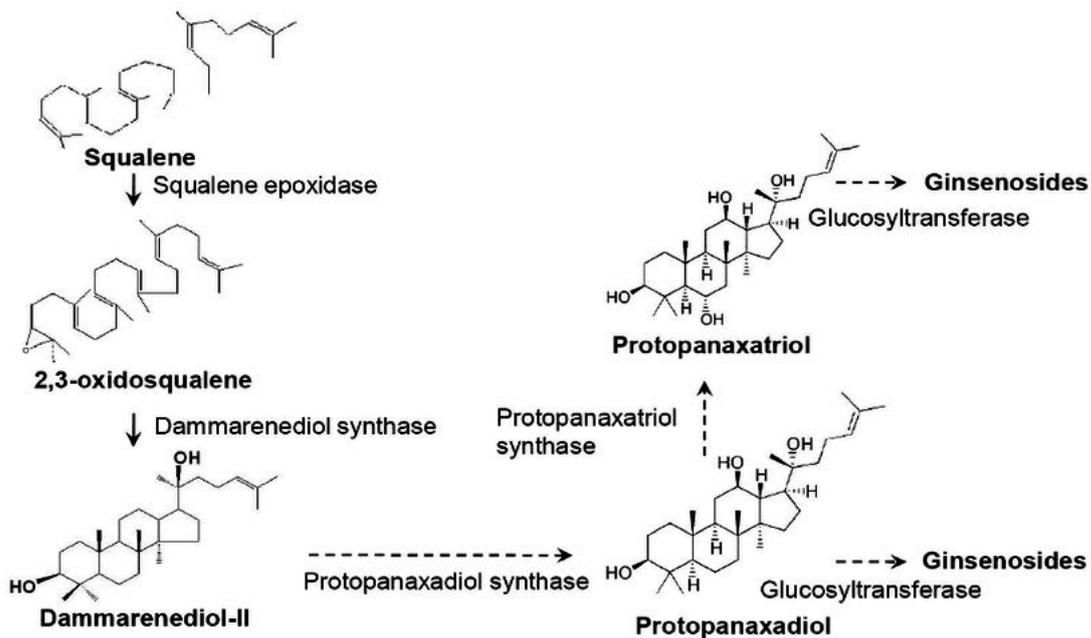


Figure 15 : Biosynthèse des ginsénosides stéroïdiques-Source YUN-SOO K., Journal of Medicinal Plant Research,2010

On retrouve en moyenne plus de 300 ginsénosides différents.

Ils portent une lettre capitale « R » suivi d'une lettre minuscule et éventuellement d'un chiffre (Rba, Rg1...). En fonction des espèces, une très grande variété structurale peut être présente ; la différence est mise en évidence par la nature de l'oligosaccharide fixé sur le noyau triterpénique plus ou moins hydroxylé qui leur est commun.

Les ginsénosides sont des glycosides formés par une partie sucrée appelée glycone et une partie aglycone (non sucrée). Chaque ginsénoside est caractérisé par la position du sucre sur les cycles dammarane et triterpène. La majorité des ginsénosides sont composés de trois cycles à six

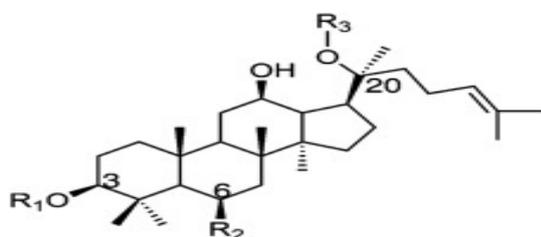
carbones et d'un cycle à cinq carbones. Parmi ceux-ci, le nombre de fonctions alcool (-OH-) sur le squelette carboné permet aussi de les différencier

Les différences entre les saponosides ressortent de plus dans la nature mono, bi ou trisaccharidique des deux chaînes osidiques liées en C-3 et C-20 ou en C-6 et C-20. (cf. Figure 17)

Ils ont été classés en **6 sous-types** en fonction de leur génine : (32) (33)

- Protopanaxadiol (PPD),
- Protopanaxatriol (PPT),
- Ocellolol (OT),
- Acide oléanolique (OA),
- Variation en C17 de la chaîne latérale,
- Autres.

Les ginsénosides peuvent se trouver dans les racines, les radicules, les feuilles, les boutons floraux...Mais seule la racine est exploitée. La quantité de ces principes actifs diffère selon les espèces, en fonction de l'âge et des différentes parties de la plante. Ils sont utilisés comme marqueurs pour l'identification ou le contrôle qualité.



Ginsenoside	R ₁	R ₂	R ₃
<i>Protopanaxatriol</i>			
Rg₁	H	-O-glc	glc
Rg₂	H	-O-glc(2-1)rha	H
Re	H	-O-glc(2-1)rha	glc
Rf	H	-O-glc(2-1)glc	H
Rh₁	H	-O-glc	H
F1	H	-OH	glc
<i>Protopanaxadiol</i>			
Rb₁	glc(2-1)glc	H	glc(6-1)glc
Rb₂	glc(2-1)glc	H	glc(6-1)ara(p)
Rg₃	glc(2-1)glc	H	H
Rh₂	glc	H	H
Rc	glc(2-1)glc	H	glc(6-1)ara(f)
Rd	glc(2-1)glc	H	glc
Ra	glc(2-1)glc	H	glc(6-1)glc
F2	glc	H	glc

Figure 16 : Structure chimique des différents ginsénosides-Source BAHUKHANDI A., Ginseng saponin,2011

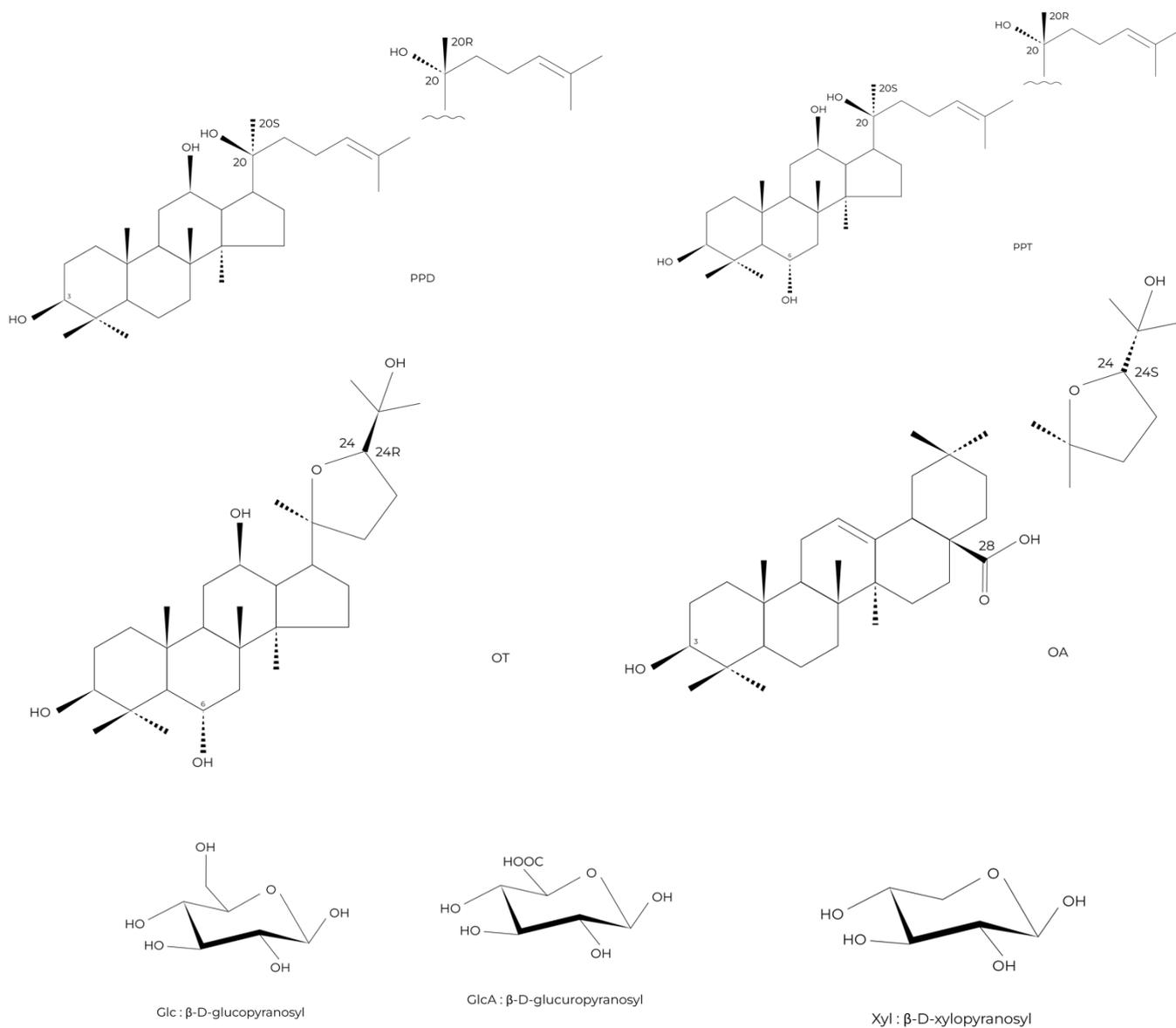


Figure 17 : Exemples de formules de ginsénosides PPD : Protopanaxadiol PPT : Protopanaxatriol OT : Octillol OA : Acide oléanolique -Source BAHUKHANDI A., Ginseng saponin, 2011

1.4.2 Composition du ginseng rouge et conversion des ginsénosides dans le processus thermique

Au cours du processus de production du ginseng rouge, plusieurs ginsénosides sont convertis par le traitement thermique lors du passage à la vapeur d'eau. Cette conversion signifie que les principaux ginsénosides sont divisés en plusieurs ginsénosides différents. Les dérivés déglycosylés auraient une meilleure biodisponibilité chez l'Homme, ce qui donnerait au ginseng rouge de meilleures fonctions pharmacologiques. (37)

La conversion permet donc d'obtenir des ginsénosides plus biodisponibles.

Les ginsénosides Rg2, Rg6, F4, 20(E)-F4, Rh1, Rh4, Rk3, Rg3, Rg5, Rz1, Rk1, Rg9 et Rg10 ont été trouvés dans le ginseng rouge et ceux-ci sont convertis à partir des principaux ginsénosides Rb1, Rb2, Rc, Rd, Rg1 et Re.

En général, ils sont dénaturés par la chaleur et l'acidité. Mais l'acide citrique et d'autres acides organiques affaiblissent cette acidité interne.

Les conversions de chaque ginsénoside ont été estimées comme suit : [Rg1 → Rh1 → Rh4, Rk3], [Re → Rg2 → F4, Rg6], [Rf → Rg9, 20Z-Rg9, Rg10], et [Rb1, Rc, Rb2, Rd → Rg3 → Rg5, Rk1, Rz1]. Ces résultats expliquent que le contenu des ginsénosides convertis tels que Rg2, Rh1 et Rg3 augmente progressivement et que le contenu des ginsénosides naturels tels que Rg1, Ré, Rb1, RC et Rd diminue progressivement dans la production de ginseng rouge traité thermiquement.

Les principes actifs majeurs du ginseng rouge sont les ginsénosides en particulier les protapanaxadiols Rb1, Rg3, Rh1, Rh2 et le composé K que nous allons voir en suivant.

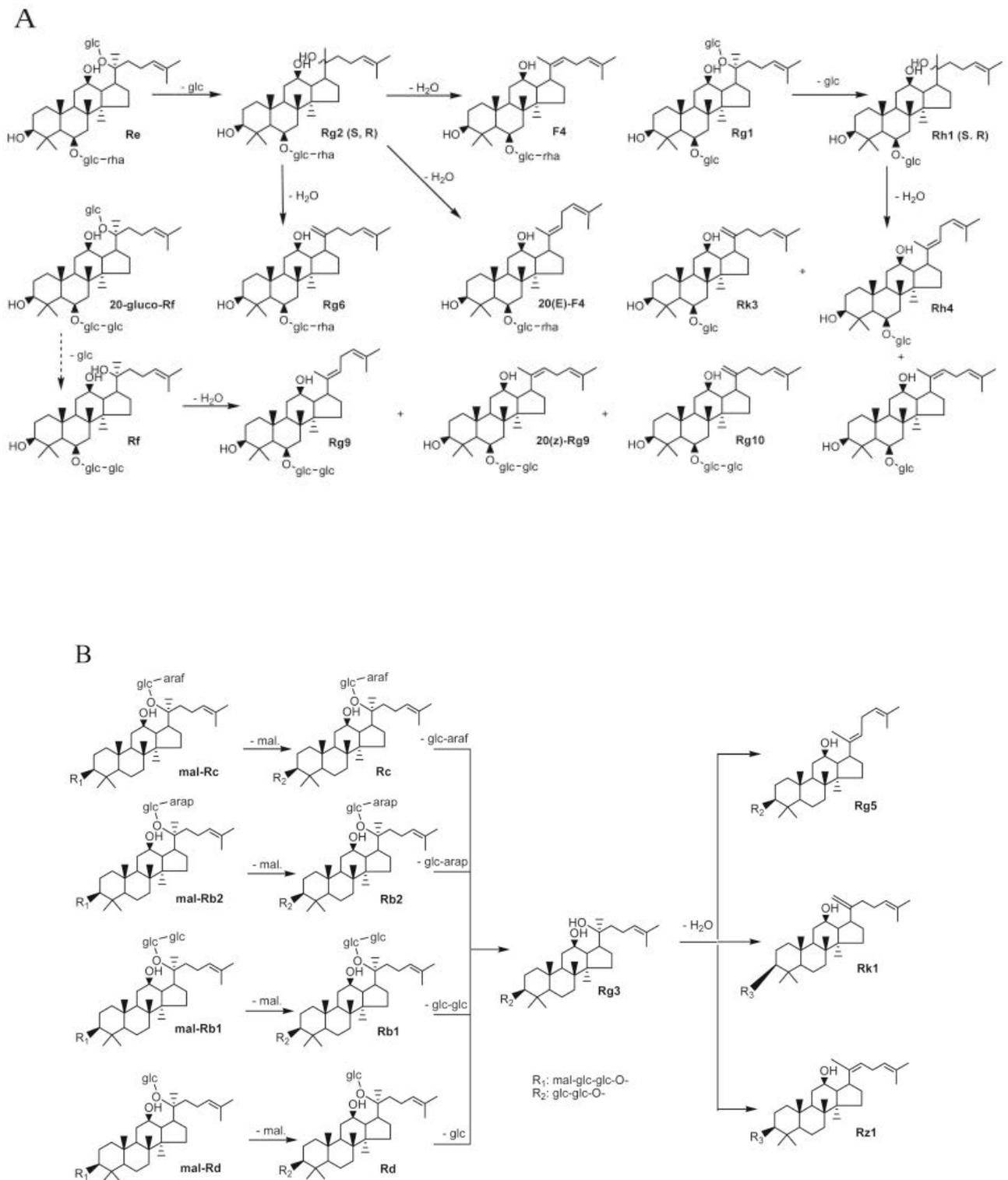


Figure 18 : Le mécanisme de conversion des ginsénosides pendant le processus d'obtention du ginseng rouge-A : les ginsénosides protopanaxatriols ; B : les ginsénosides protopanaxadiol-Source SANG MYUNG L., Characterization of Korean Red Ginseng (Panax ginseng Meyer) : History, preparation, method, and chemical composition, 2015

Lors de la digestion, ces composés sont bio transformés par l'estomac en petites molécules de plus petites tailles : des métabolites. C'est à ce moment-là que l'hydrolyse se produit. La métabolisation commence donc avant l'intestin.

Cette biotransformation se fait par des enzymes gastriques et des micro-organismes présents dans notre tractus intestinal.

Le composé ginsénoside K (20-O-bêta-D-glucopyranosyl-20(S)-protopanaxadiol, CK) est un des métabolites bactériens intestinaux des saponines protopanaxadiol (le G-Rb1) du ginseng. C'est un des composés principaux du ginseng rouge.

Il correspond à une forme métabolite déglycosylé majeure des ginsénosides qui est absorbée dans la circulation systémique.

Il possède des effets anti-inflammatoires, réduit l'oxyde nitrique synthase inducible (Inos), la cyclooxygénase (COX)-2 et les cytokines pro-inflammatoires.

Il a démontré d'autres propriétés biologiques telles que des effets anticancéreux, antiallergiques, antidiabétiques, anti-angiogènes, antiviellissements, neuroprotecteurs et hépatoprotecteurs. (cf Figure 19) (38)

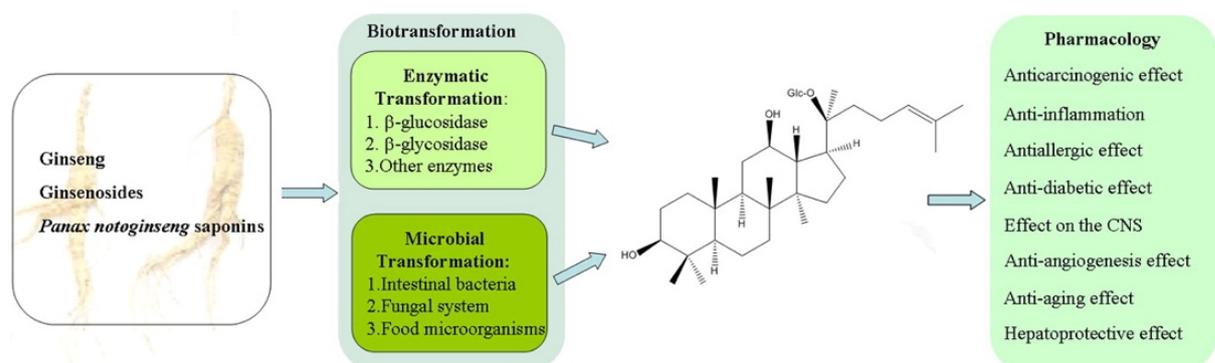


Figure 19 : Les effets du composé k-Source XI-DING Y., a review of biotransformation and pharmacology of ginsenoside compound K,2015

Types d'aglycone	Ginsénosides	Présence dans le ginseng	
		blanche	rouge
Protopanaxadiol	Ra1, Ra2, Ra3, Rb1, Rg3, Rh2	+	++
	Rb2, Rb3, Rc, Rd, Rw1, F2, Ro	++	+
Protopanaxatriol	Rg4, Rh1	+	++
	Re, Rf, Rg1, 20(S)Rg2, Noto-R1	++	+
Malonyl ginsénosides		++	+
Autre	Quinquénoside R1	-	++
	Rs1, Rs2, Rk, 20(R)-Rg2, Rg5 Rg6 Rs, Rs4,		
	F4, F5	+	++

-, Non-déecté; +, déecté avec une concentration relativement faible; ++, déecté avec une concentration relativement élevée.

Tableau 7 : Comparaison entre la composition du ginseng blanc et rouge-Source BAHUKHANDI A., Ginseng saponin, 2011

Comme nous avons vu précédemment, les ginsénosides convertis (Rg3, Rh1, Rg2...) et déglycosylés sont beaucoup plus présents dans le ginseng rouge ce qui lui confère une plus forte concentration en principes actifs.(cf Tableau 7)

Le procédé de transformation utilisé améliore la biodisponibilité des molécules actives du ginseng.

La biodisponibilité

Une meilleure biodisponibilité est observée pour le ginseng rouge avec une meilleure assimilation par l'organisme et donc une bio activité plus rapide et plus importante. En effet, son processus de transformation mime les effets de la digestion. Ce dernier permet une meilleure absorption des ginsénosides par l'organisme.

Les ginsénosides sont des glycosides formés par une petite partie sucre appelée glycone et une partie aglycone (non sucrée). Au niveau du ginseng rouge, la partie glycone est libérée dans

l'estomac grâce à un traitement chimique des racines, ce sont donc les parties aglycones des ginsénosides du ginseng rouge qui arrivent plus rapidement dans l'intestin.

Normalement, les bactéries de la microflore intestinale participent à l'hydrolyse et pour le ginseng rouge le temps nécessaire pour cette étape est divisé par deux. Les ginsénosides peuvent ensuite être assimilés par l'organisme. Ce processus d'assimilation dure en général quelques heures et cela est en fonction des individus. L'usage du ginseng doit se faire en plusieurs cycles pour laisser le temps à l'organisme d'accumuler les principes actifs. (37)

1.5. Usages reconnus

La racine de ginseng de Chine (*Panax ginseng* C. A. Meyer) est inscrite à la Pharmacopée française liste A des plantes médicinales utilisées traditionnellement.

Une monographie de la racine séchée du ginseng de Corée figure dans la Pharmacopée Européenne (10^{ème} édition). Le ginseng est constitué par « la racine séchée entière ou coupée, désignée sous le nom de ginseng blanc ou soumise à la vapeur et séchée, désignée sous le nom de ginseng rouge de *Panax ginseng* C. A. Meyer ». Le ginseng contient au minimum 0.4 % de la somme de ginsénosides Rg₁ et Rb₁.

Pour l'OMS, l'usage reconnu du ginseng est cliniquement établi « pour améliorer les capacités physiques et mentales lors de la fatigue, l'épuisement, les troubles de la concentration et chez les personnes convalescentes ». L'usage traditionnel est son usage dans le traitement « des troubles de l'érection, des ulcères gastriques, du diabète de type 2, et pour protéger le foie ».

La Commission E allemande reconnaît l'usage du ginseng comme un tonique fortifiant lors des périodes de fatigue, de faiblesses, de difficultés à travailler et à se concentrer et en période de convalescence.

L'ESCOP (Coopération scientifique européenne en phytothérapie) met en évidence l'augmentation des capacités physiques et mentales. L'EMA reconnaît l'usage traditionnel pour traiter l'asthénie. (31)

1.6. Activités pharmacologiques : intérêt du ginseng au cours de l'activité physique

Le ginseng comme nous avons vu est considéré comme une plante adaptogène ; elle stimule la résistance de l'organisme.

Il améliore les performances physiques, augmente la force musculaire, améliore la récupération et aide les convalescents à reprendre des forces.

C'est une plante très utilisée par les sportifs.

Cependant, son intérêt réel en vue d'améliorer la performance sportive mis en évidence chez l'animal reste uniquement hypothétique chez l'homme en particulier aux cours d'exercices bref et intenses.

Tout d'abord, des études sur les ginsénosides, ont démontré qu'ils avaient la capacité à cibler plusieurs tissus, ce qui leur confère un large éventail de réponses pharmacologiques. Ceci explique également que les recherches continuent dans ce domaine. En 2015, une étude a démontré que les propriétés du ginseng sont dues également à la gintonine (nouvelle glycolipoprotéine issu du *Panax ginseng*), un composé qui cible directement le Ca^{2+} intracellulaire via les récepteurs LPA couplés aux protéines G. Cela déclenche donc une cascade d'amplification en lien avec des communications intercellulaires par activation de kinases dépendante du Ca^{2+} de récepteurs, de glucotransmetteurs et de libération de neurotransmetteur. (39)

Nous allons maintenant présenter des études sur le ginseng, trouvées dans la littérature scientifique et qui ont été sélectionnées en fonction de l'impact qu'elles pourraient procurer chez les sportifs.

Cependant, quelques études sont à prendre avec précaution car l'exploitation des données n'a pas été complètement démontrée, c'est-à-dire certains résultats manquent de précision, les effets des différents paramètres sont décrits globalement sans être chiffrés. (cf. Étude de *WONG et COLL* et Étude de *Hyun Lyung Jung*).

Effets ergogènes (amélioration des performances sportives)

Les études suivantes mettent en valeur les conséquences de la prise de ginseng sur les performances sportives avec l'analyse de plusieurs paramètres biologiques.

Etude de Collomp, Wright, Shamari, Bozzolan (40)

Cette étude met en valeur les répercussions d'une prise chronique du ginseng sur les performances sportives et les taux plasmatiques de testostérone et de lactate, au cours d'un exercice supra maximal avec une puissance correspondant à 125% de la consommation d'oxygène (VO₂ max). Les sujets sont huit volontaires sains non soumis à un traitement médicamenteux et pratiquant une activité physique régulière. Leur âge est de 25 ans en moyenne, leur poids de 72 kg et leur VO₂ max de 50.5 ml.kg⁻¹.min⁻¹.

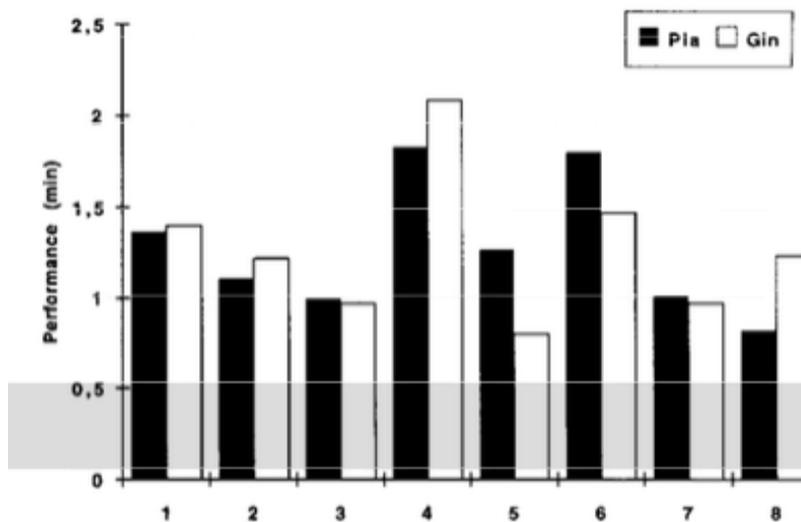
Chaque sujet a été soumis à deux traitements de 30 jours. Cela consiste à prendre quatre gélules par jour (deux le matin, deux en début d'après-midi) de placebo (gélatine) ou de ginseng (spécialité Ginsana ® reconditionnée, soit 400 mg/j). Cette spécialité renferme dans une capsule, 100 milligrammes d'extrait sec de G115 ® issu de racine de *Panax ginseng* C.A Meyer. L'expérience a été réalisée en double aveugle après randomisation.

Durant la semaine précédant le premier traitement, la VO₂ max a été déterminée pour chaque individu suite à un exercice en bicyclette ergométrique avec une puissance fixée à 125% de la puissance aérobie.

Le paramètre analysé est le temps d'effort pendant lequel le sujet est capable de maintenir une fréquence de pédalage fixée à 60 tours/min.

Les prélèvements sanguins ont été effectués au repos (T₀) et à la fin de l'exercice (T_f). On s'intéresse ensuite au dosage des concentrations plasmatiques de lactates.

On évaluera aussi les résultats au cours de la récupération passive (T_{f2}, T_{f5}, T_{f10}) pour les lactates.



**Graphique 26: Les performances réalisées par les sujets sous placebo (Pla) et sous ginseng (Gin)-
Source COLLOMP K., WHRIGHT F., COLLOMP R., SHAMARK K.,1996**

D'après les résultats (cf. Graphique 26) sur la performance au cours de ce type d'exercice (Pla : 1.28 plus ou moins 0.13 min ; Gin : 1.27 plus ou moins 0.14min), le ginseng ne modifie pas significativement la performance au cours de ce type d'exercice.

Lactates (mmol.L ⁻¹)	Pla	Gin
T0	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1
Tf	11.6 ± 0.9*	11.2 ± 1.3*
Tf2	13.6 ± 1	13.5 ± 1.2*
Tf5	13.5 ± 1.3	13.6 ± 1.2
Tf10	12.9 ± 1.1	12.8 ± 1.1

*Différence repos/fin exercice (p<0.05)

Tableau 8 : L'évolution de la lactémie sous placebo et ginseng au repos, à la fin de l'exercice et après 2,5 et 10 minutes de récupération passive-Source COLLOMP K., WHRIGHT F., COLLOMP R., SHAMARK K.,1996

Aucune diminution significative des concentrations plasmatiques de lactate chez les sujets supplémentés en ginseng par rapport au groupe placebo n'a été observée (Tableau 8).

Les résultats démontrent que le ginseng n'affecte que très peu les réponses hormonales et métaboliques au cours d'un exercice supra maximal et n'améliorent pas la performance sportive.

Cependant, ces résultats semblent être contradictoires à d'autres études, comme celles de Forgo et Kirchdofer (1982) et Pieralesi et al (1991). En effet, celles-ci ont mis en évidence une amélioration de la performance physique ainsi qu'une diminution significative de la lactémie lors de la prise de ginseng.

Cela a été interprété par le fait que le ginseng induirait une économie du glycogène musculaire grâce à une meilleure absorption de l'oxygène par l'augmentation du rapport pyruvate/ lactate. L'hypothèse qu'on peut souligner serait que le type d'exercice utilisé avec une puissance correspondant à 125 % de la puissance maximale aérobie, a un pourcentage trop élevé donc une intensité trop forte et une durée trop courte pour souligner des résultats significatifs.

Pour conclure, la prise chronique de ginseng ne semble pas être utile lors d'un exercice supra maximal, cependant cela nécessiterait des études aux cours d'exercices moins intenses et à prédominance anaérobie.

Etude de WONG et COLL (41)

L'étude de Wong et Cool évalue l'effet de la supplémentation de 200 mg de *Panax ginseng* une heure avant l'effort par rapport à un groupe placebo afin de mettre en évidence les réponses physiologiques après la consommation de ginseng sur les performances d'endurance.

Neuf personnes pratiquant la course à pied (moyenne d'âge de 25 ans), acclimatées à la chaleur ainsi que des non-utilisateurs de caféine ont participé à cette étude.

Les sujets couraient à 70% de leur VO₂ max sur un tapis roulant dans un laboratoire avec température et hydrométrie contrôlées (31°C, 70% d'humidité). Ces derniers ont dû boire pendant l'effort 3 ml d'eau fraîche par kilogramme de poids corporel toutes les 20 minutes pour éviter le phénomène de déshydratation.

Les résultats révèlent que la prise de ginseng ne différait pas significativement par rapport au groupe placebo en termes de température rectale, température cutanée moyenne, absorption d'oxygène, insuline plasmatique et glucose.

Cependant, la fréquence cardiaque et la concentration plasmatique de lactate étaient plus faibles dans le groupe supplémenté en *Panax ginseng* par rapport à l'effet placebo. De plus, la

concentration en acides gras libres dans l'essai avec le *Panax ginseng* était plus élevée que dans l'effet placebo. Ceci est une augmentation significative.

En conclusion, la prise de 200 mg de *Panax ginseng* 1 heure avant un exercice d'endurance induit une augmentation de la lipolyse, une diminution de la fréquence cardiaque, une réduction de la concentration plasmatique de lactate.

Etude de Hyun Lyung Jung (42)

Cette étude de 2011 met en évidence les effets de la supplémentation en *Panax ginseng* sur les lésions musculaires et sur l'inflammation après une course sur un tapis roulant en montée chez l'Homme.

Dix-huit étudiants de sexe masculin ont été sélectionnés et répartis au hasard dans un groupe d'admission nommé RG (RG, n=9) ou à un groupe M (M, n=9).

Chaque sujet a effectué une course sur tapis roulant en montant à une haute intensité (deux tours de 45 min à une vitesse de 10km/h avec une pente ascendante de 15 degrés, séparés par 5 min de repos).

Le groupe RG a ingéré 20 grammes/jour d'extrait du ginseng rouge coréen (mêlé à 200 ml d'eau) 3 fois/ jour pendant 7 jours avant d'effectuer le test d'effort sur le tapis roulant, tandis que le groupe M a ingéré 200 ml d'eau contenant de la menthe-réglisse coréenne (*Agastachis herba*) selon le même schéma. Nous avons ici une comparaison d'activité entre 2 plantes.

L'activité plasmatique de la créatinine kinase (CK) et les niveaux d'interleukine-6 (IL-6) ont été mesurés avant l'exercice et par la suite 24 heures, 48 heures, 72 heures et 96 heures après l'exercice ; le niveau d'interleukine-6 (IL-6) a également été mesuré une et deux heures après l'exercice.

Ensuite, pour évaluer la sensibilité à l'insuline, un test de tolérance au glucose par voie orale a été réalisé 24 h après l'exercice.

Concernant les résultats, le niveau de CK plasmatique dans le groupe RG était significativement inférieur à celui de P, 72 heures après l'exercice ($p < 0.05$). Le niveau d'IL-6 était significativement diminué dans RG pendant la période de récupération de 2 et 3 heures par rapport à celui de P ($p < 0,055$).

Les réponses plasmatiques de glucose et d'insuline dans RG étaient significativement réduites par rapport à celle de P ($p < 0,05$).

En conclusion, les résultats de cette étude suggèrent que la supplémentation en *Panax ginseng* pourrait réduire les dommages musculaires et les réponses inflammatoires induites par l'exercice physique et cela entraînerait une amélioration à la sensibilité à l'insuline.

Etude sur la performance psychomotrice et physique (43)

Cette étude a porté sur les effets du ginseng sur la performance psychomotrice et sur la performance physique chez les hommes et les femmes à la suite d'un exercice aigu de résistance.

Dix femmes (âge : 38.7 ± 7.8 ans ; taille : $1.64 \pm 0,05$ m ; masse corporelle : 76.0 ± 11.6 kg) et neuf hommes (âge : 41.2 ± 9.7 ans ; taille : $1.77 \pm 0,05$ m ; masse corporelle : 88.5 ± 5.0 kg) ont participé à l'enquête.

Les participants subissent un schéma de test composés de trois cycles :

- Une dose élevée en ginseng : 960 mg/jour,
- Une faible dose de ginseng : 160 mg/jour,
- Un placebo : PBO : 0 mg/jour.

La supplémentation a été auto-administrée en utilisant des capsules liquides identiques (GINST 15®, ILHWA Co. LTD, Corée du Sud).

Trois capsules ont été placées dans chaque compartiment. Les boîtes de PBO (groupe placebo) contenaient 3 gélules placebo (0 mg) à prendre le matin et l'après-midi. Les boîtes HIGH (groupes expérimentaux) contenaient trois gélules actives (160 mg) à prendre le matin et l'après-midi.

Les boîtes LOW contenaient 1 capsule active et 2 capsules placebo le matin avec 3 capsules placebo le soir.

Pour chaque cycle, les participants ont été complétés pendant 14 jours avant de retourner au laboratoire pour la visite de performance 24 heures après.

Les mesures ont été prises avant (PRE), immédiatement après (POST) et 24 heures après (+24 HR) un exercice de résistance intense.

Chaque cycle était séparé par une période de sevrage d'au moins une semaine.

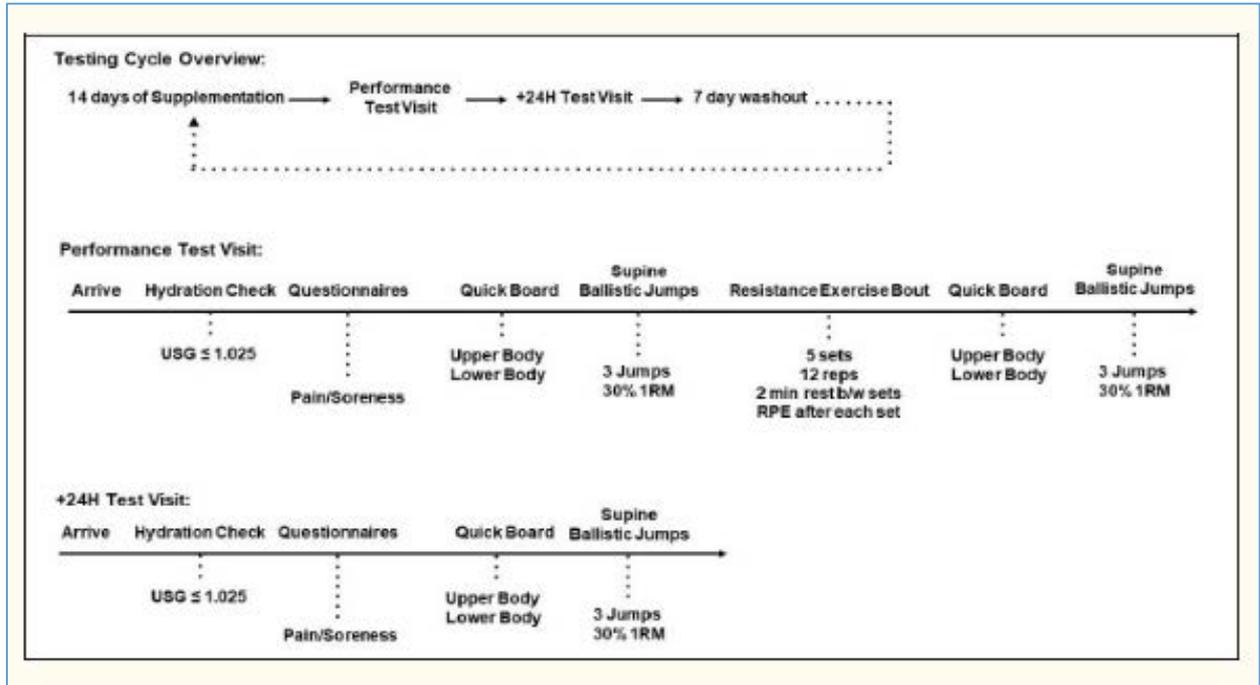
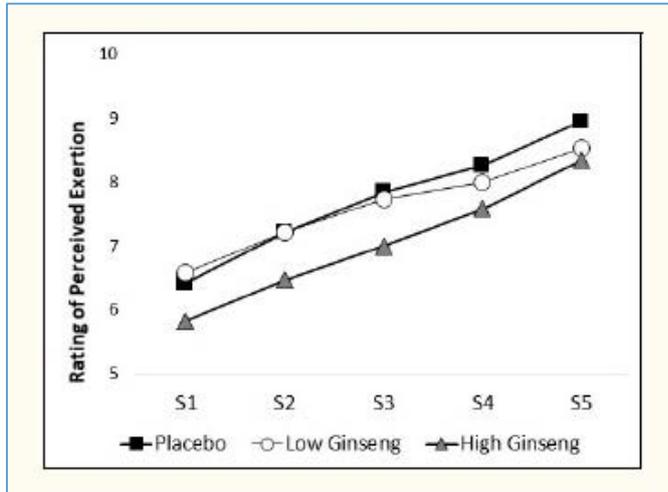


Figure 20 : Approche expérimentale et conception de l'étude-Source CALDWELL L., DUPONT W., BEELER K., VOLEK J. KRAEMER W., 2018

Les différents tests de performance consistaient en un questionnaire sur la douleur, des tests de réaction Quick Board et de sauts balistiques en décubitus dorsal avant un exercice de résistance aigu et après l'exercice

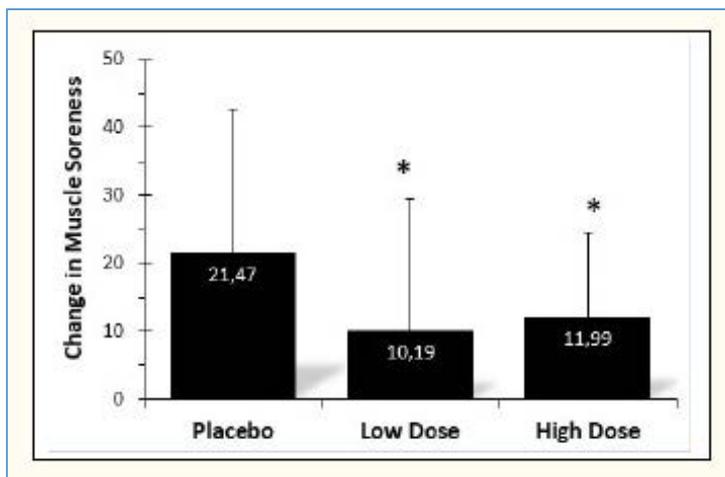
Les évaluations de l'effort perçu (EPR) ont été mesurées immédiatement après la dernière répétition de chaque série pendant l'épisode aigu d'exercice de résistance.

La puissance de crête est la puissance délivrée par le panneau au point de puissance maximum. Les données de puissance de saut ont été collectées à l'aide d'une plaque de force Advanced Mechanical Technology Inc. (AMTI) (Watertown, MA) attachée à la Plyo Press avec une fréquence d'échantillonnage de 200 Hz. La puissance de saut de crête a été sélectionnée et analysée à l'aide du logiciel Accupower 2.0 (AMTI, Watertown, MA).



Graphique 27 : Comparatif de l'effort moyen perçu pendant la période de repos de deux minutes suivant chaque série de presse jambes 5*12 en fonction de la supplémentation en Ginseng ou en placebo-Source CALDWELL L., DUPONT W., BEELER K., VOLEK J. KRAEMER W.,2018

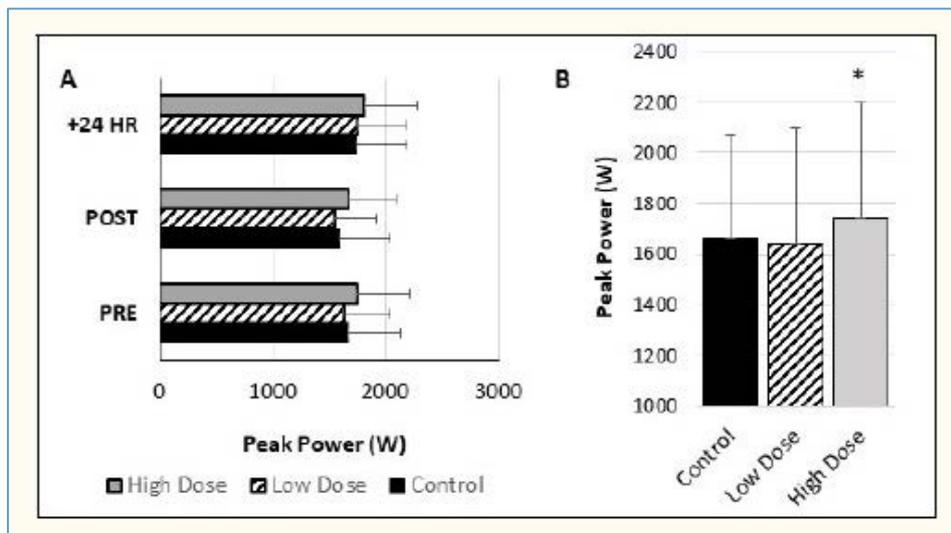
D'après les résultats interprétés sur le graphique 27, lors d'une prise élevée de ginseng, l'effort perçu est réduit considérablement pendant l'exercice.



Graphique 28: Modification de la douleur musculaire moyenne en fonction de la supplémentation en ginseng ou en placebo-Source CALDWELL L., DUPONT W., BEELER K., VOLEK J., KRAEMER W.,2018

*** : résultat significatif**

D'après le graphique 28, lorsque les participants ingèrent du ginseng à faible ou haut dosage, la perception de la douleur diminue, ici c'est la douleur musculaire 24 h après l'exercice qui est significativement plus basse.



Graphique 29 : (A) La puissance de crête moyenne (W) sur les sauts balistiques avant et après un exercice de résistance intense (B) Les effets de supplément pour la puissance de crête. Données présentées pour les répondants uniquement (n=13) – Source CALDWELL L., DUPONT W., BEELER K., VOLEK J. KRAEMER W.,2018

A travers le graphique 29, l'examen de la puissance de crête sur les sauts balistiques a montré un effet principal au niveau du temps mais rien de significatif au niveau de la supplémentation. Cette puissance est significativement réduite après l'exercice de résistance mais a montré une meilleure récupération 24 heures après.

L'absence d'effet avec le traitement peut être attribuée aux répondants ou non répondants aux supplémentations.

Un répondant est une personne qui est définie comme ayant la puissance la plus élevée en étant supplémentation avec la forte dose de ginseng ou encore la puissance la plus faible avec le placebo. Treize des participants ont été identifiés comme répondants, ces derniers ont montré un effet significatif avec la forte dose de ginseng sur le maintien de la fonction neuromusculaire.

Puissance maximale (W) sur les sauts balistiques avant et après un exercice de résistance intense pour tous les participants (n = 19). Les données sont des moyennes (\pm SD).

	PLACEBO	PETITE DOSE	HAUTE DOSE
PRÉ	1587,34 (500,59)	1576,63 (431,85)	1587,74 (524,39)
PUBLIER	1518,18 (476,66)	1492,00 (419,27)	1536,11 (484,77)
+24H	1656,58 (494,00)	1674,95 (466,00)	1660,58 (543,25)

Tableau 9 : Mise en évidence de la puissance maximale (W) sur les sauts balistiques avant et après un exercice intense pour tous les participants (n=19)-Source CALDWELL L., DUPONT W., BEELER K., VOLEK J. KRAEMER W.,2018

L'analyse statistique des seuls répondeurs a révélé un effet principal sur le traitement, en effet, avec une supplémentation élevée en ginseng, la puissance de crête est plus importante.

L'apparition de répondeurs et de non-répondeurs pourraient expliquer les propriétés ergogéniques du ginseng, c'est à dire sa capacité à augmenter les performances physiques, la force musculaire et à améliorer la récupération.

Effets antioxydants

Des études ont également mis en évidence des propriétés antioxydantes du ginseng, ce qui a pour conséquence une diminution de la fatigue lors d'un effort physique.

Etudes du ginseng sur les oligopeptides qui jouent un rôle anti-fatigue chez la souris (44)

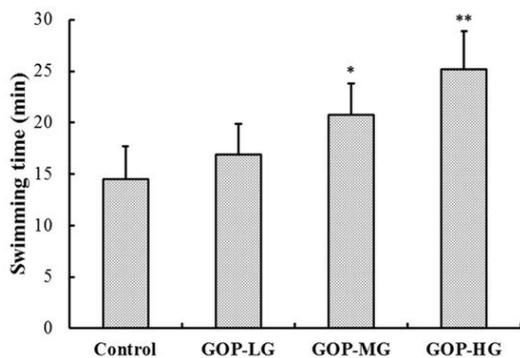
Le nombre d'étude sur les ginsénosides et les polysaccharides est plus important que celui sur les oligopeptides de ginseng (GOP). Ces dernières sont des oligopeptidiques extraites du ginseng.

La présente étude a été conçue pour évaluer les effets anti-fatigues du GOP chez la souris et explorer le mécanisme sous-jacent possible.

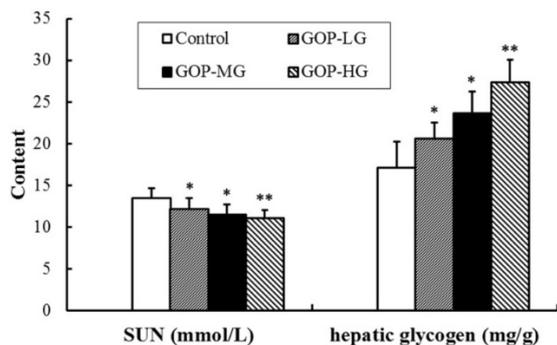
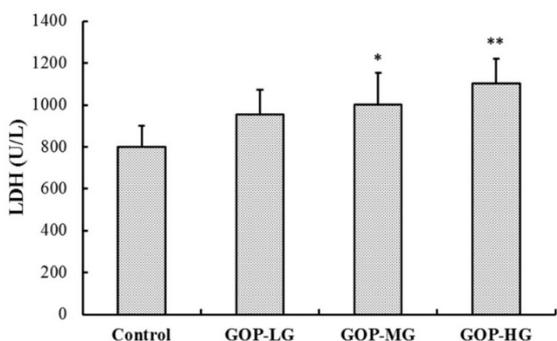
Les souris ont été divisées au hasard en quatre ensembles expérimentaux pour la détection de différents indicateurs. Chaque groupe de souris a ensuite été divisé en quatre groupes.

Deux groupe « contrôles » sont en place, dont un soumis à la nage forcée.

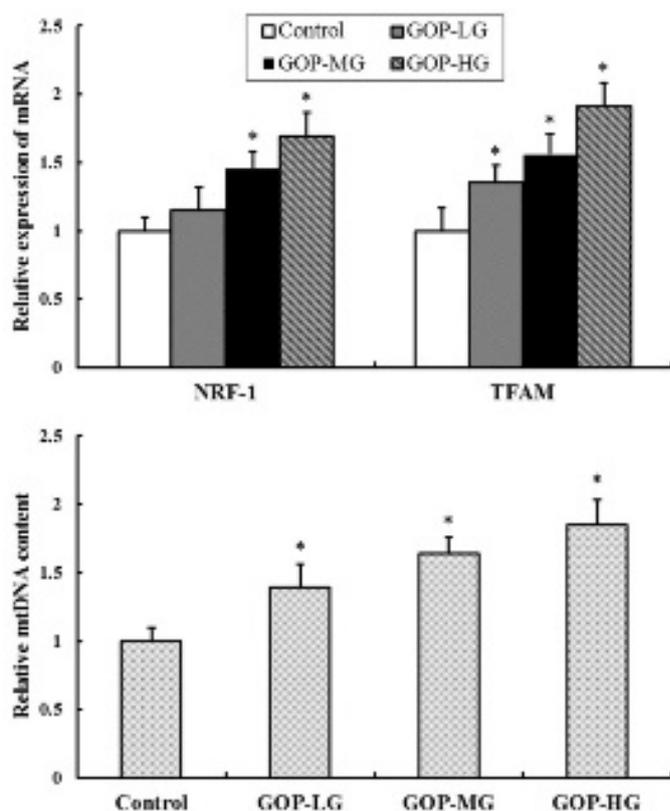
Le groupe témoin a reçu de l'eau distillée et trois groupes d'intervention GOP ont reçu 125, 250 et 500 mg / kg de poids corporel, respectivement, de GOP par gavage chaque jour.



Graphique 30 : Effet de GOP pendant l'effort physique de la souris-Source BAO L., XIAXIA CAI J., WANG J., ZHANG Y.,SUN B. , YONG L,2016



Graphique 31-Graphique 32: Effet de GOP pendant l'effort physique de la souris sur la LDH, l'azote uréique sérique (SUN) et le glycogène hépatique-Source BAO L., XIAXIA CAI J., WANG J., ZHANG Y.,SUN B., YONG L.,2016



Graphique 33-Graphique 34 : Effet de GOP pendant l'effort physique chez la souris sur l'expression de l'ARNm et sur la teneur en ADN mitochondriale-Source BAO L., XIAXIA CAI J., WANG J., ZHANG Y.,SUN B., YONG L.,2016

D'après les graphiques précédents :

- ⇒ Après 30 jours de traitement par GOP, il a été observé que le GOP pouvait augmenter considérablement le temps de nage forcée, augmenter l'activité de la lactate déshydrogénase (LDH) et les niveaux de glycogène hépatique et retarder l'accumulation d'azote uréique sérique (SUN) et d'acide lactique sanguin (BLA) chez la souris.
- ⇒ L'effet est démontré pour des doses plus faibles pour les parties acides comparées aux autres groupes.
- ⇒ Le GOP a également considérablement amélioré les altérations induites par la fatigue des biomarqueurs de stress oxydatifs et des enzymes anti oxydantes.
- ⇒ Notamment, GOP a augmenté l'expression de l'ARNm des facteurs de biogenèse mitochondriale et la teneur en ADN mitochondrial dans les muscles squelettiques des souris.

Ces résultats suggèrent que le GOP possède des effets anti-fatigues qui peuvent être attribués à l'inhibition du stress oxydatif, l'inhibition de l'oxydation des lipides et à l'amélioration de la

fonction mitochondriale des muscles squelettiques. Cela induit une protection des membranes cellulaires et une meilleure mobilisation des graisses pendant l'exercice.

Le GOP pourrait être un nouvel agent naturel pour soulager la fatigue de l'exercice.

Étude qui évalue l'effet sur la supplémentation orale en ginsénoïde Rg1 au niveau des muscles squelettiques du rat. (45)

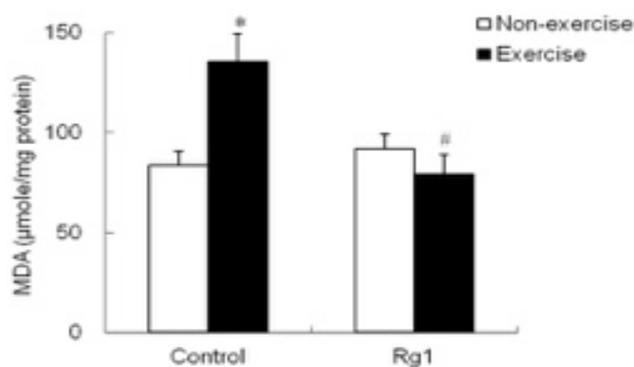
Le ginsénoïde Rg1 a un rôle majeur dans le système de défense antioxydant du muscle squelettique contre le stress oxydatif induit par l'exercice.

Quarante rats ont été répartis en deux groupes.

Un groupe témoin a reçu une solution saline (N=20) et un groupe a été supplémenté en Rg1 (N=20). Le ginsénoïde RG1 est administré par voie orale à la dose de 0.1 mg/kg du poids corporel pendant 10 semaines.

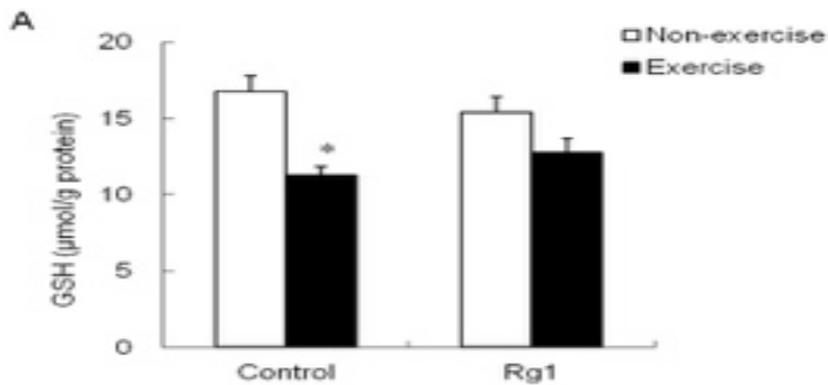
Après cette administration de Rg1, une nage intensive a été réalisée par 10 rats de chaque groupe ; les rats restants ont été considérés comme témoin servant donc de contrôle.

Les muscles tibiaux antérieurs ont été prélevés chirurgicalement avec les témoins.



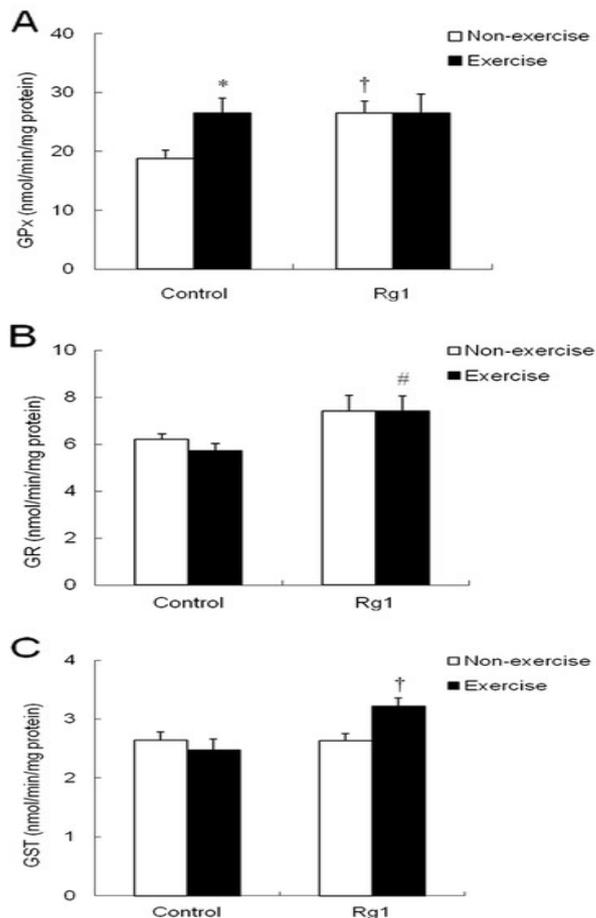
Graphique 35: Effet de l'administration de Rg1 sur les niveaux de MDA chez des rats subissant un exercice intensif-Source SZU-HSIEN Y., HUIT-YU H., MAKKIJARJUNA K., SHIN-DA L., CHIA-HUA K.,2018

Le graphique 35 démontre que l'exercice de nage chez les rats a augmenté de manière significative ($p < 0,05$) la peroxydation lipidique du groupe témoin, comme en témoignent les niveaux élevés de malondialdéhyde (MDA). Cependant, dans le groupe supplémenté en Rg1, le taux de MDR a été significativement diminué.

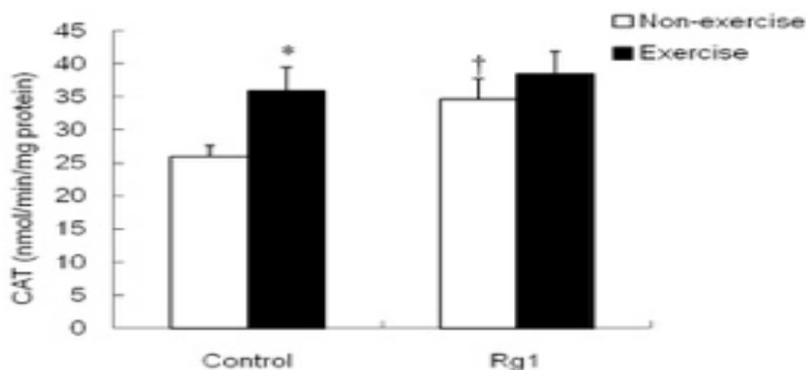


Graphique 36: Effet de Rg1 sur le niveau de GSH et sur le rapport GSH/GSSG chez des rats subissant un exercice intensif-Source SZU-HSIEN Y., HUIT-YU H., MAKKIJARJUNA K.,SHIN-DA L., CHIA-HUA K.,2018

L'augmentation du stress oxydatif après l'exercice a également été confirmée par une diminution du rapport de glutathion réduit sur glutathion oxydé (rapport GSH/GSSG) dans le groupe de contrôle. Cependant, ces résultats ne sont pas observés dans le groupe Rg1 (Graphique 36).



Graphique 37: Effets du Rg1 sur le GPx (A), GR(B) et GST (C) chez des rats subissant un exercice intensif-Source SZU-HSIEN Y., HUIT-YU H., MAKKIJARJUNA K., SHIN-DA L., CHIA-HUA K., 2018



Graphique 38: Effets du Rg1 sur la CAT chez des rats subissant un exercice intensif-Source SZU-HSIEN Y., HUIT-YU H., MAKKIJARJUNA K., SHIN-DA L., CHIA-HUA K., 2018

Les activités de la catalase (CAT) et de la glutathion peroxydase (GPx) étaient significativement ($p < 0.05$) augmentées par Rg1 chez les rats sans exercice, alors qu'il n'y avait pas de changement significatif après l'exercice. Néanmoins, les activités de la glutathion réductase (GR) et de la glutathion S-transférase (GST) étaient augmentées après l'exercice dans le groupe Rg1 (cf. Graphique 37 et Graphique 38).

Cette étude démontre que la supplémentation en Rg1 renforce les défenses antioxydantes dans le muscle squelettique et atténue la peroxydation lipidique induite par un exercice exhaustif.

Le Rg1 peut être utilisé pour atténuer le stress oxydatif induit par l'exercice.

1.7 Autres activités pharmacologiques

Le ginseng confère de nombreuses autres activités pharmacologiques en dehors de son amélioration sur les capacités physiques.

Il améliore les capacités intellectuelles et neuropsychiques en stimulant les performances cognitives (concentration, attention, capacité de mémorisation). Neuroprotecteur, il réduit la fatigue intellectuelle.

De plus, on peut souligner son action immunostimulante avec par exemple l'augmentation de la production de lymphocyte T et B et l'accroissement de la phagocytose. (33)

Le ginseng est également un modulateur hormonal dans l'axe hypophyso-cortico-surrénalien en réduisant la sécrétion excessive de corticostérone plasmatique (équivalent du cortisol chez le rongeur) suite à un stress chronique. (46)

In vivo, il exercerait des effets comparables à ceux induits par le diazépam (anxiolytique de référence). (47)

Chez l'humain il régule les hormones du stress au cours de la ménopause et améliore le rapport cortisol/DHEA. (48)

Ensuite, son action anti-inflammatoire est également importante ; en effet les saponines du ginseng ont un effet anti-inflammatoire sur des macrophages en inhibant la production de monoxyde d'azote (NO), de facteur de nécrose tumorale alpha (TNF alpha), d'interleukine-1b (IL-1b), et en inhibant le NF-kB. (49)

Au niveau articulaire, le ginseng exerce des effets protecteurs sur le cartilage en freinant de façon variable selon le mode d'extraction, la métalloprotéase matricielle, principale enzyme de dégradation de la matrice de collagène du cartilage articulaire. (33) (50)

Une action antiallergique et antioxydante est présente en inhibant la réponse inflammatoire liée à l'allergie.

Le ginseng stimule aussi la NO synthase inductible et la production de monoxyde d'azote, cette propriété vasodilatatrice pourrait justifier son côté aphrodisiaque lors de son emploi traditionnel pour combattre l'impuissance.

Il a également une activité hépato protectrice, métabolique et antidiabétique. (33)

D'autres propriétés lui incombent :

- Gastro-protecteur,
- Protecteur intestinal,
- Protecteur vasculaire,
- Préventif sur l'hypertrophie bénigne de la prostate,
- Atténuation des effets de la baisse en œstrogènes,
- Amélioration du syndrome de l'œil sec,
- Anticancéreux : diminution du risque et des effets protecteurs (études épidémiologiques coréennes).

2. L'éléuthérocoque

Dénomination botanique : *Eleutherococcus senticosus* Maxim. (= *Acanthopanax senticosus*)

Autres dénominations : Eleuthérocoque, ginseng de Sibérie, racine de la taïga, buisson du diable

Famille botanique : Araliacées

Partie utilisée en phytothérapie : Racine



Figure 21 : L'éléuthérocoque-Source Darwin Nutrition

2.1 Histoire

La découverte de l'éléuthérocoque s'inscrit dans la continuité de l'utilisation du « véritable » ginseng. Elle fait partie des plantes les plus anciennes (environ 4000 ans) de la médecine chinoise.

Elle est originaire d'Asie du Sud-Est et de la Sibérie Orientale qui correspond aux régions de l'Amur (Amour), du Khabarovsk et de Primorsky (Province maritime). L'île de Shakiline est aussi un réservoir naturel de cette plante. Elle est présente également dans plusieurs provinces du Centre et du Nord-est de la Chine. De plus, on retrouve des foyers dans des régions montagneuses de la Corée du sud et dans les provinces chinoises de Shanxi et Hopei.

Pour les médecins chinois, elle fortifie le sang et débloque les stases et ils l'utilisent aussi comme fortifiant et tonifiant. Elle participerait à la bonne santé de l'organisme en général.

Malgré leurs indications proches de celles du *Panax ginseng*, ces deux plantes diffèrent considérablement du point de vue chimique et pharmacologique et ne peuvent pas être considérés comme interchangeables. En conséquence, la dénomination « ginseng de Sibérie » ne devrait plus être utilisée pour nommer l'éléuthérocoque ; cela ne doit pas semer la confusion, elles ont chacune une identité propre. (51) (52)

2.2 Botanique

La racine d'éléuthérocoque appartient à la même famille que *Panax ginseng* ; la famille des *Araliaceae*

L'éléuthérocoque est un arbuste buissonnant épineux forestier poussant spontanément et en grande quantité en plaine ou en moyenne montagne.

Très élancé, il peut atteindre deux à trois mètres de haut.

Les rameaux âgés sont glabres alors que les plus jeunes sont

recouverts de soies fines et lignifiées. Il comprend des racines ridées longitudinalement de couleur jaune et grisâtre à brun clair. Sa tige porte des feuilles palmées, longuement munies d'un pétiole épineux. Elles sont constituées de 5 folioles elliptiques recouvertes sur les deux faces d'épines. L'inflorescence en ombelle simple, globuleuse est formée de petites fleurs terminales jaunâtres (femelles) ou bleu-violet (mâles et femelles). Les fruits sont des drupes noires et charnues à 5 noyaux. (51) (53)



Figure 22: L'éléuthérocoque-Source Epoch time

2.3 Etudes physico-chimiques : les composants de l'éléuthérocoque

La composition des organes souterrains constituant la drogue d'éléuthérocoque a été étudiée de façon précise par Breckman en 1968 et 1976 et il en est ressorti une composition chimiquement variée.

La racine de l'éléuthérocoque contient entre autres des polysaccharides, des composés phénoliques et éléuthérosides. La majorité de ces éléuthérosides sont rattachés à diverses séries chimiques ; certain comme chez le vrai ginseng, sont triterpéniques.

Cependant, ces derniers se diffèrent structurellement de ceux qui caractérisent les *Panax*.

Les différents composants de la racine de l'éléuthérocoque sont : (52) (53) (54)

1) Les polysaccharides, dont les éléuthéranes (A à G)

Ces polysaccharides sont de hauts poids moléculaires. Ce sont des immunostimulants (action sur les macrophages et lymphocytes), ils préviennent des maladies bactériennes et virales et sont surtout employés pour augmenter la résistance de l'organisme.

2) Les éléuthérosides (A à M)

Ils n'appartiennent pas à un groupe chimique homogène et certains d'entre eux ne sont même pas des hétérosides (ex: éléuthéroside B4). Les éléuthérosides contrairement aux ginsénosides chez le *Panax ginseng* ne sont pas spécifiques de l'éléuthérocoque puisqu'on les rencontre dans d'autres plantes.

Aucune structure proche des ginsénosides, caractéristiques du ginseng, n'a été identifiée dans cette plante. On trouve cependant des éléuthérosides spécifiques à la plante à structure stéroïdique comme dans le ginseng. Ce sont les principaux constituants de la plante plus précisément les principaux hétérosides pour certains d'entre eux. Les hétérosides sont des molécules issues d'une condensation entre une molécule osidique (ose) et une molécule non osidique appelée « génine » et c'est cette dernière qui est très variable chez l'éléuthérocoque.

Nous pouvons répertorier deux grands groupes selon la structure de la génine :

- . Soit **spécifique de l'éléuthérocoque et triterpénique** sous forme de saponines (de I à M) ou sous forme de glycosides de l'acide oléanolique (senticosides A à F) ;
- . Soit plus **commun, sous formes de composés phénoliques** : les éléuthérosides B1, B4, D, F, E, C. Ils comprennent aussi des **phytostérols non hétérosidiques** : éléuthérosides A et B4 (= la sésamine).

La racine d'éléuthérocoque présente de nombreux composés dont les activités pharmacologiques ont été démontrées après isolement.

Les saponines triterpéniques :

De nombreuses études dans les années 1950 ont été réalisées et ont permis de les isoler et de les identifier à partir de différentes parties de cette plante. Dans cette classe, figurent les éléuthérosides I, J, K, L, M qui correspondent à des hétérosides triterpéniques. Ils sont spécifiques de l'éléuthérocoque et sont sous forme de saponines. La partie génine est un triterpène pentacyclique (30 atomes de carbone). Ils sont tous dérivés de l'acide oléanolique libre.

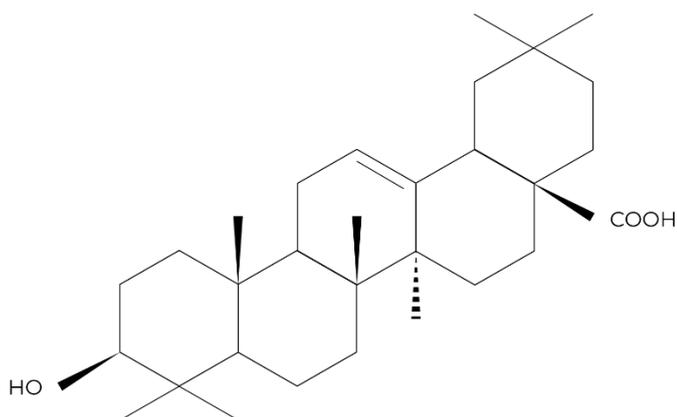


Figure 23 : Acide Oléanolique-Source Department of Pharmacognosy University, Shanghai

- **Eleuthérosides I et K**

Ce sont des rhamnoababinosides de l'acide oléanolique libre.

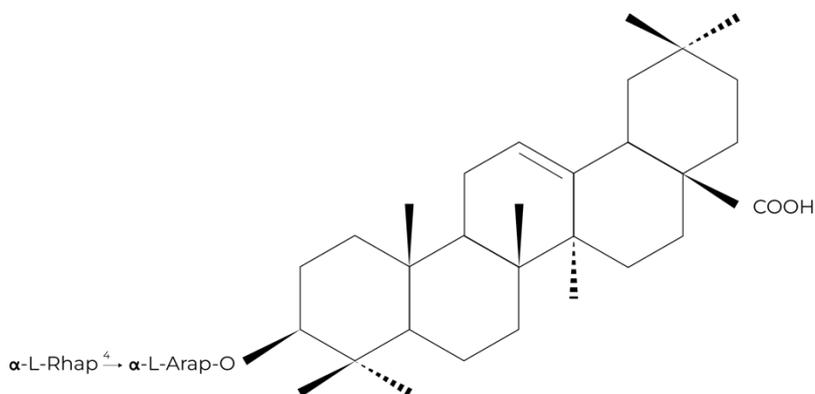


Figure 24 : Eléuthéroside I-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014

L'éléuthéroside K diffère seulement par sa liaison entre le rhamnose et l'arabinose (liaison en alpha1-4 pour le I et en 1-2 pour le K).

- **Eleuthérosides L et M**

Ce sont également des rhamnoababinosides mais estérifiés par un trisaccharide.

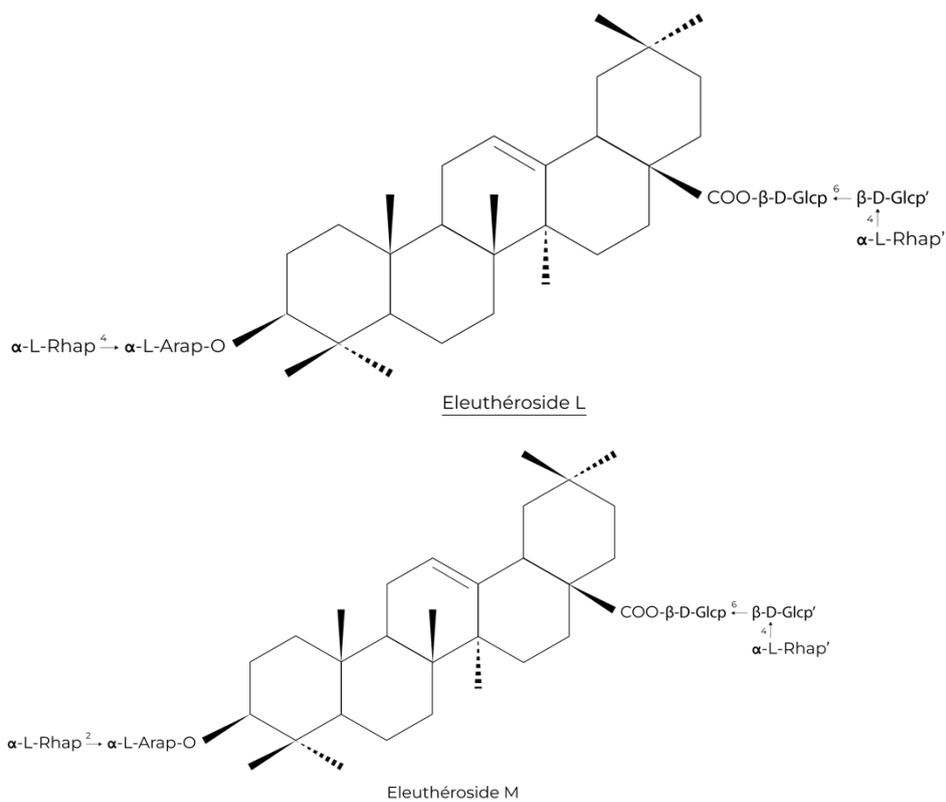


Figure 25 : Eleuthérosides L et M-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014

Les composés phénoliques :

Ces composés appartiennent à des classes de substances largement répandues dans le règne végétal.

- **Les lignanes**

Cette classe est représentée par la forme libre de l'éléuthéroside E et E1 : le syringarésinol (cf. Figure 26)

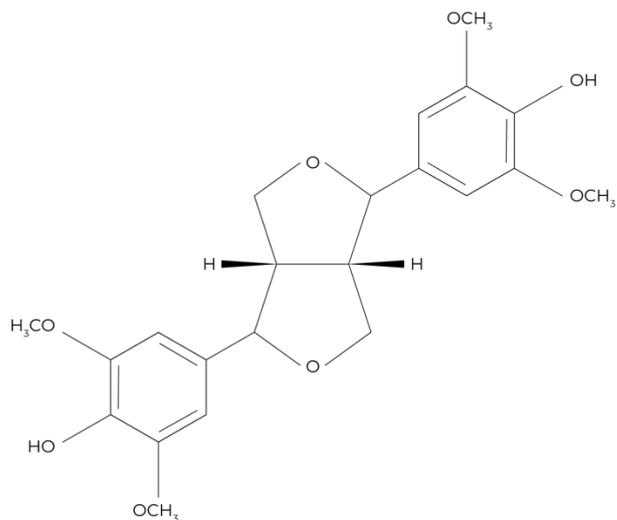


Figure 26 : Syringarésinol-Source Department of Pharmacognosy University of Shanghai

L'éléuthéroside E correspond au syringarésinol-3-O-β-monoglucoside.

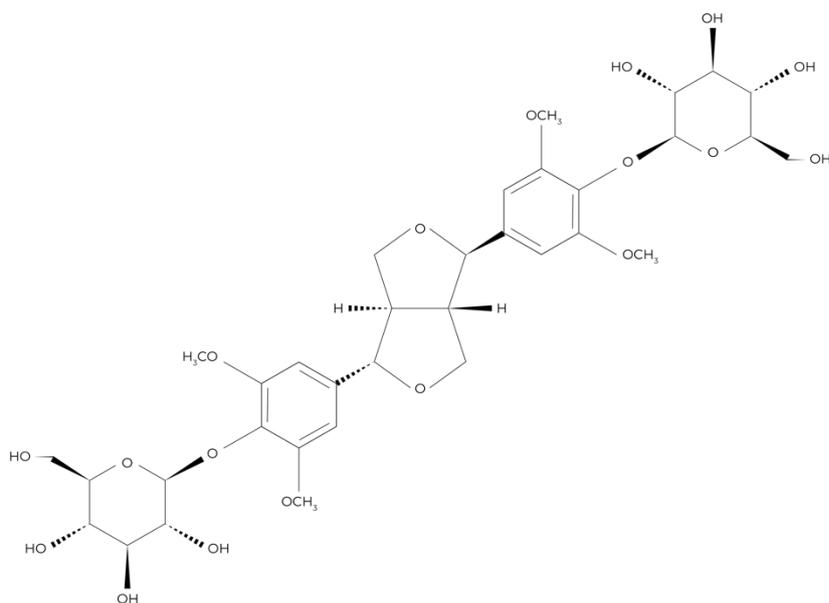


Figure 27 : Liriodendrine = Eleuthéroside E-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014

Dans cette classe, nous avons aussi l'éléuthéroside D (cf. Figure 28) qui est un isomère de l'éléuthéroside E.

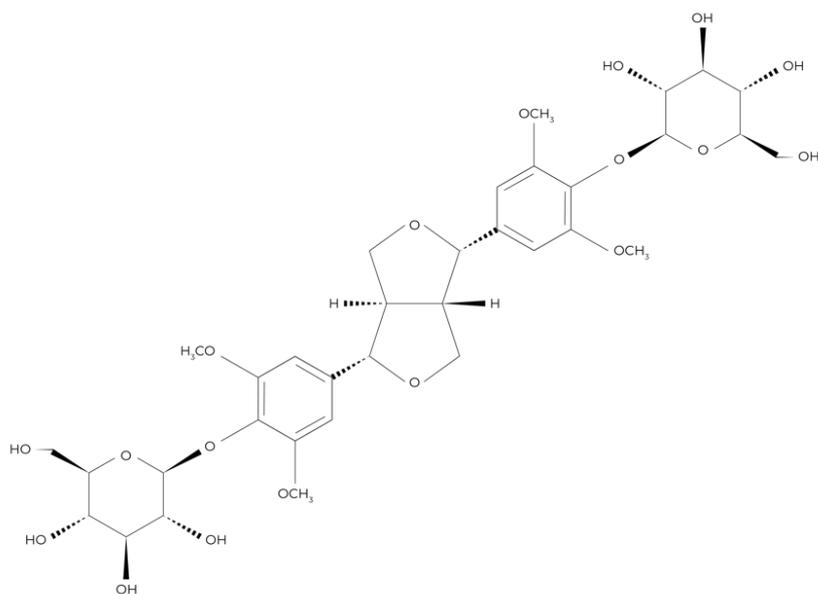


Figure 28 : Syringa-résinol-diglucoside = Eleuthéroside D-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014

On retrouve également la sésamine qui est l'éléuthéroside B4. C'est le principal actif de la famille des lignanes de la plante.

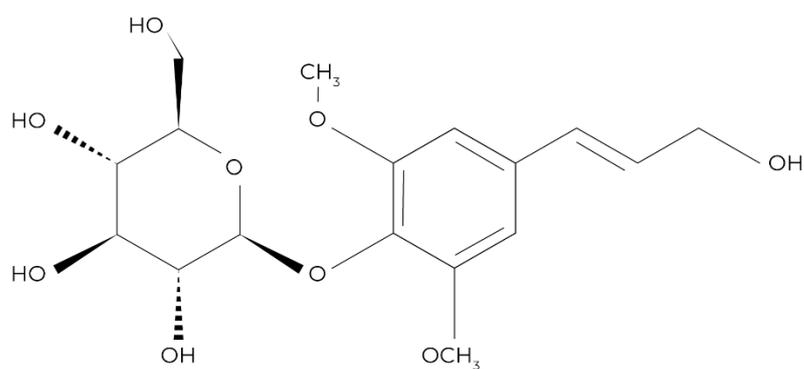


Figure 29 : Eleuthérosides B4 ou sésamine-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014

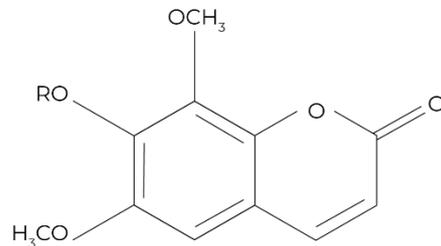
De nombreuses propriétés biologiques sont attribuées à l'éléuthéroside B4 :

- Antiradiation,
- Immun potentialisant,
- Immunostimulant,
- Immun modulateur,
- Hypoglycémiant,
- Antioxydant,
- Anti-inflammatoire et anti-fatigue.

Elle s'est également avérée active dans l'atrophie névritique et a montré une activité antitumorale.

- **Les coumarines**

Dans cette classe, l'éléuthéroside B1 est issu d'une condensation entre une molécule de glucose et une génine coumarinique, l'isofraxidine.



R= Glucose

Figure 30 : Isofraxidine= Eléuthéroside B1-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014

L'isofraxidine a montré une activité antitumorale et anti-cholérétique.

- Hétéroside à génine alcoolique

L'éléuthéroside C est l'association entre le galactose et une génine alcoolique, l'éthanol.

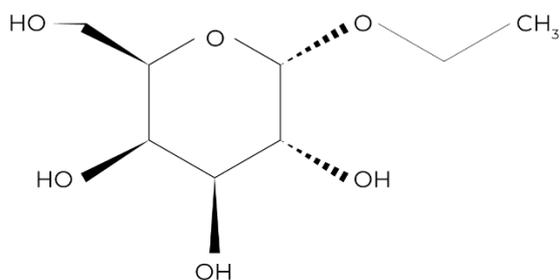


Figure 31 : Eleuthéroside C-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014

Les composés stéroïdiens :

. On retrouve principalement l'éléuthérocoque A et le sitostérol (forme libre de l'éléuthéroside A).

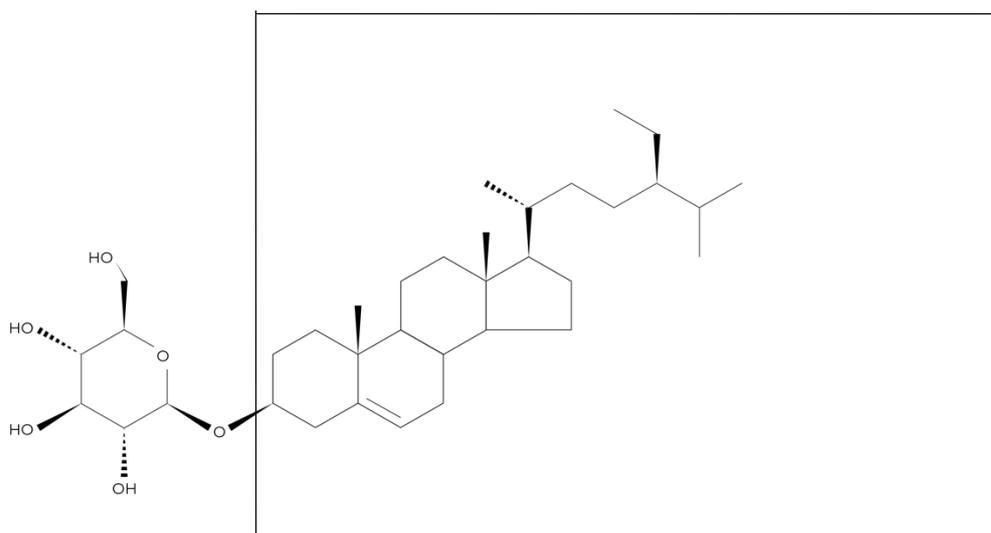


Figure 32 : Daucostérol = Eleuthéroside A-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014

L'éléuthéroside A est composé d'une molécule de glucose et un stéroïde, le sitostérol (encadré sur la figure 32). Il est également appelé daucostérol en référence à sa découverte dans la Carotte sauvage (*Daucus carotta*).

Le sitostérol a montré une activité antitumorale. Il présente aussi une activité antioxydante, joue sur la glycémie en modulant l'insuline et a une action anti-inflammatoire et antipyrétique.

Autres composés phénoliques :

- Acides phénylpropaniques : syringine (= éléuthéroside B) et coniférine

Eleuthéroside B

Elle est également appelée syringine, elle est issue d'une condensation de glucose avec un dérivé de phénylpropane encadré sur la figure 33. C'est l'éléuthéroside majoritaire.

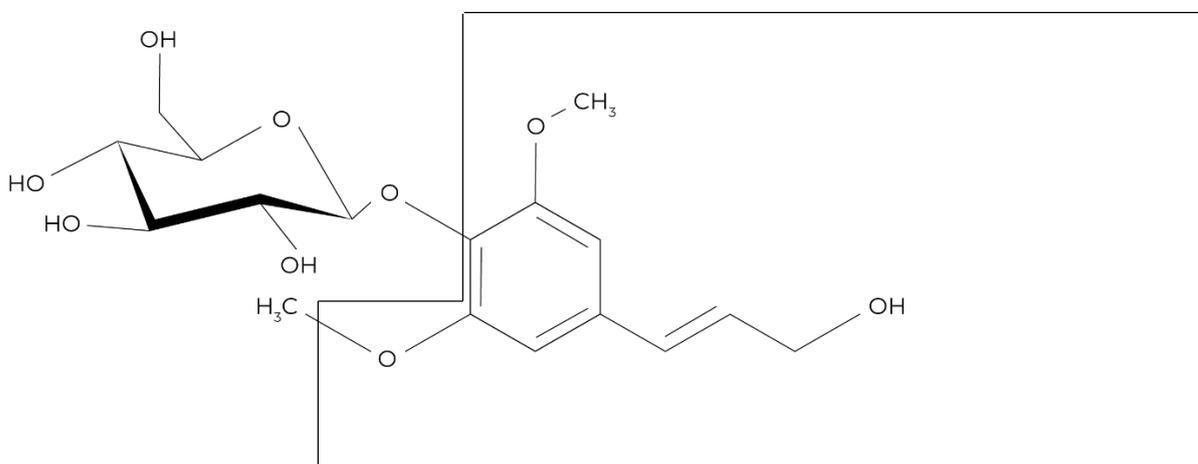


Figure 33 : Syringine=Eleuthéroside B-Source BONNIN F., Thèse Université de Limoges,2014

Cette molécule possède de nombreuses propriétés, comme son effet protecteur contre les rayonnements sur les leucocytes et les plaquettes, ce qui amène à une leucopénie et une thrombopénie moins importante. Elle a aussi démontré un potentiel effet immunomodulateur. Elle expliquerait aussi l'effet hypoglycémiant de la plante.

Coniférine

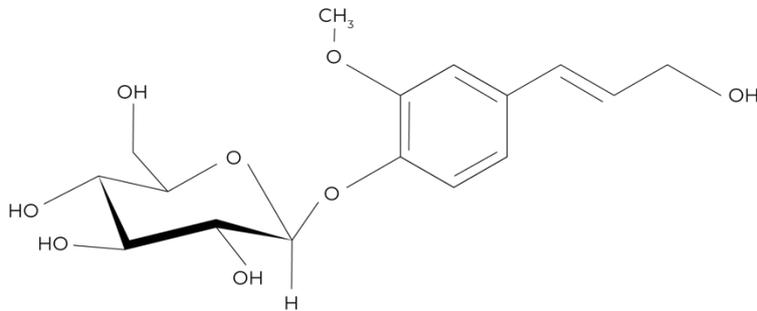
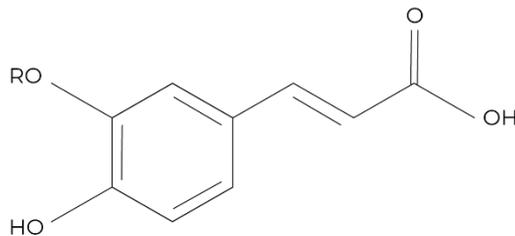


Figure 34 : Coniférine-Source Department of Pharmacognosy University, Shanghai

Ce composé est retrouvé dans la sève de conifère.

- **Acides phénoliques : acide caféique, acide chlorogénique (ester de l'acide caféique et de l'acide quinine)**

-



R = H acide caféique

R = CH₃ acide férulique

Figure 35 : Acide caféique-Source Department of Pharmacognosy University, Shanghai

L'acide caféique isolé possède surtout un effet antioxydant par son action sur la diminution des radicaux libres à la suite d'exposition aux UV.

Elle exerce aussi un effet hypo-uricémiant, anti-inflammatoire et antibactérienne.

3) Les autres composés

D'autres composés sont également présents comme des sucres simples, des vitamines (A, C), des acides aminés, des minéraux et oligoéléments, carotènes, pectines, cires, lipides.

De plus, il existe également des molécules appelées ciwujianosides dans les feuilles et autres parties de la plante avec des structures parfois identiques à certains éleuthérosides. Nous n'allons pas les exposer car aucune étude n'a permis de caractériser leurs propriétés.

2.4 Usages reconnus

L'éleuthérocoque (*Eleutherococcus senticosus* (Rupr. ex Maxim.), syn. *Acanthopanax senticosus* (Rupr. Ex Maxim.) Harms) est inscrite à la Pharmacopée française liste A des plantes médicinales utilisées traditionnellement.

D'après la Pharmacopée Européenne (10^{ème} édition), l'éleuthérocoque est constitué par « les organes souterrains, séchés, entiers, ou coupés d'*E. senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim ». Il contient au minimum 0.08% pour la somme de l'éleuthéroside B et de l'éleuthéroside E.

Pour l'Agence européenne du médicament (EMA), la racine d'Eleuthérocoque est traditionnellement utilisée dans les « asthénies, états de fatigue et de faiblesse ». Elle recommande d'en réserver l'usage aux adultes et aux enfants de plus de douze ans.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) reconnaît la racine de l'Eleuthérocoque comme « un tonique capable d'augmenter les capacités mentales et physiques lors de fatigues et aux cours des convalescences » Son usage est mis en valeur dans les médecines traditionnelles pour prendre en charge l'arthrose, les troubles gastriques aigus ou chroniques et pour exercer une action diurétique et régulatrice de la tension artérielle.

La Commission E du ministre de la Santé allemand reconnaît l'usage de l'Eleuthérocoque comme « fortifiant lors de périodes de fatigue, de faiblesse et de perte de capacité de travail, de concentration, ainsi que lors de convalescence ».

Dans le même ordre d'idée, la Coopération scientifique Européenne en phytothérapie (ESCOP) reconnaît l'usage de l'Eleuthérocoque dans le cas de « diminution des capacités physiques et mentales, telles que fatigue, faiblesse, épuisement et perte de concentration, ainsi que lors de convalescence ». (51) (55)

2.5 Activités pharmacologiques : intérêt de l'éleuthérocoque dans l'activité physique

L'éleuthérocoque est une plante adaptogène comme le *Panax ginseng*. Il améliore donc la capacité de l'organisme à s'adapter aux différents stress ou agressions qu'il peut rencontrer.

Il agit contre le stress qui est engendré durant un effort physique, peut jouer un rôle de tranquillisant et de tonique général, diminue la fatigue physique et/ou intellectuelle, améliore la performance physique l'endurance et la récupération. Il réduit aussi les dommages causés aux muscles comme le montre les niveaux de certaines enzymes ou marqueurs de la dégradation musculaire (exemple : le lactate déshydrogénase). Les triglycérides et le niveau d'azote uréique sont des marqueurs et déchets de l'activité musculaire et sont considérablement diminués, cela explique son effet sur la récupération.

Les études suivantes ont été sélectionnées dans la littérature en fonction de leurs impacts sur les performances physiques, la fatigue d'endurance et leurs impacts sur la réponse au stress.

Cependant, quelques études sélectionnées sont à prendre avec précaution car l'exploitation des données n'a pas pu être entièrement faite. En effet, certains résultats ne sont pas complètement démontrés. L'analyse précise de l'effet de certains paramètres n'a pas pu être réalisée. (cf. *Étude de Goulet E.D., étude de Dowling E.A et étude d'Eschbach L.F et Étude de Kimura et coll.)*

Effets sur la fatigue d'endurance et la performance physique

Cinq études ont été exploitées avec l'analyse de plusieurs paramètres en lien avec la fatigue et la performance physique.

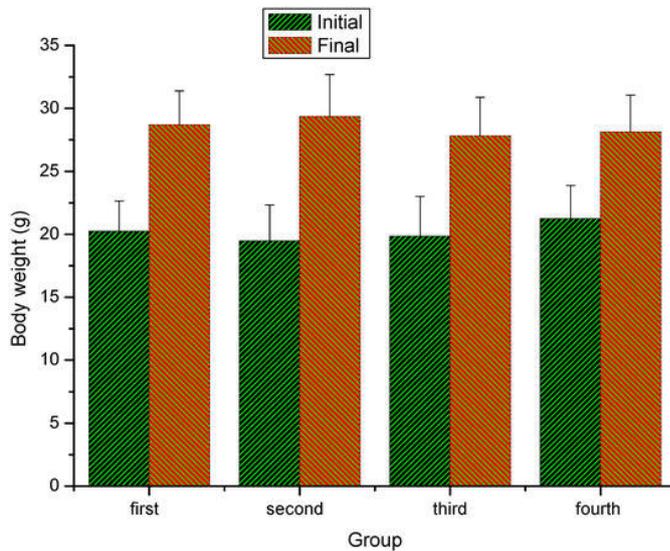
Étude de Zhang X.-l (56)

Cette étude a porté sur l'évaluation de l'activité antifatigue chez des souris mâles Kunming supplémentées d'extrait d'écorce de tige d'éleuthérocoque, à l'aide d'un test de nage forcée. En général, ce sont les racines qu'on utilise en médecine traditionnelle, l'écorce tige de l'éleuthérocoque est moins connue dans la littérature.

Les souris ont été divisées en quatre groupes dont un groupe contrôle. Le groupe de contrôle reçoit de l'eau distillée et pour les autres groupes, un extrait d'éleuthérocoque a été administré

sous plusieurs dosages : 100, 200,400 mg/kg. Au bout de 4 semaines, un test de nage forcée a été réalisé. Les paramètres liés à la fatigue ont été examinés.

Dans un premier temps, l'effet de l'éléuthérocoque sur le poids corporel des souris a été évalué.

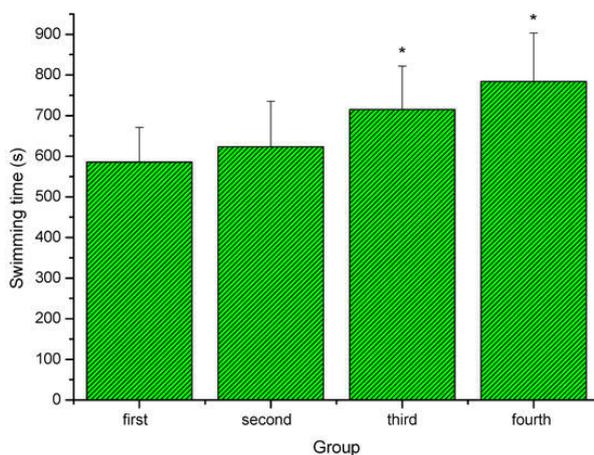


Graphique 39: Effet de l'éléuthérocoque sur le poids corporel chez les souris-Source ZHANG X.-L., REN F., HUANG W., DING R.-T., ZHOU Q.S., Liu X.W.,2011

Sur le graphique 39, le premier groupe est le groupe contrôle et les trois autres groupes sont les groupes supplémentés en éléuthérocoque (100, 200,400 mg/kg).

L'étude met en évidence que les poids des souris dans les groupes expérimentaux ne présentent aucune différence par rapport au premier groupe (témoin). L'extrait d'éléuthérocoque n'a aucun effet significatif sur le poids corporel.

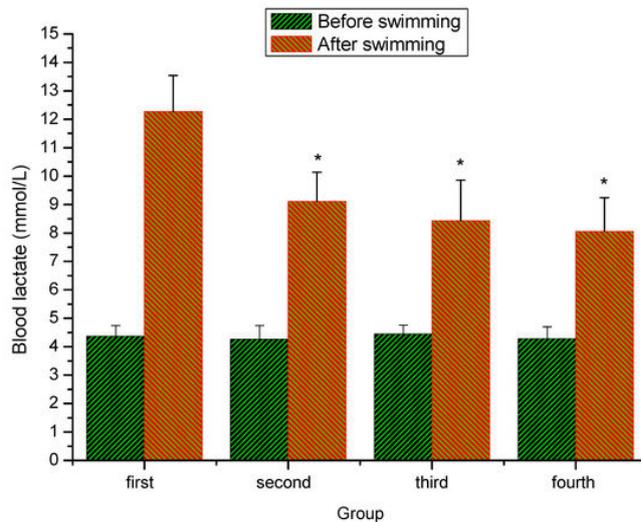
Dans un second temps, la durée du temps de nage jusqu'à l'épuisement des souris a été évaluée.



Graphique 40: Effets de l'éléuthérocoque sur la durée du temps de nage jusqu'à épuisement des souris-Source ZHANG X.-L., REN F., HUANG W., DING R.-T., ZHOU Q.S., Liu X.W.,2011

Comme le montre le graphique 40, le troisième et le quatrième groupe, respectivement dose moyenne et dose élevée, montrent une augmentation significative du temps de nage jusqu'à épuisement par rapport au premier groupe de contrôle. Le deuxième groupe a un temps plus important par rapport au groupe témoin mais la différence n'est pas significative. Ces dernières données ont montré que l'administration d'éleuthérocoque peut prolonger le temps de nage jusqu'à l'épuisement.

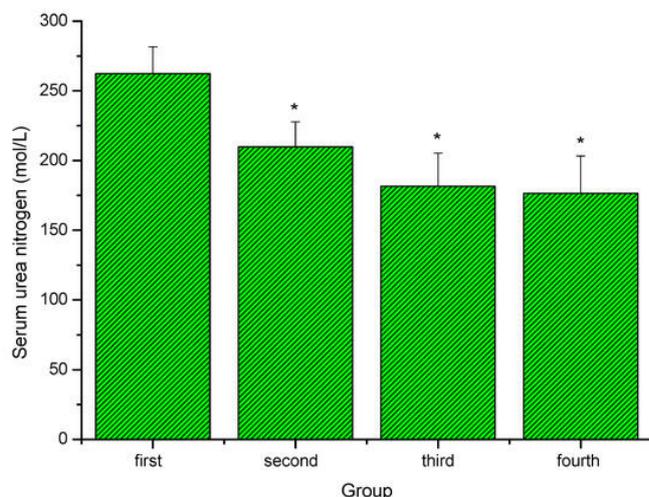
Dans le même temps, le dosage du lactate sanguin des souris a été mesuré.



Graphique 41: Effets de l'éleuthérocoque sur le dosage du lactate sanguin chez les souris-Source ZHANG X.-L., REN F., HUANG W., DING R.-T., ZHOU Q.S., Liu X.W.,2011

D'après le graphique 41, nous ne remarquons pas un changement significatif du dosage avant l'exercice de natation. Cependant, après la baignade, la teneur en lactate a significativement diminué dans les groupes expérimentaux par rapport au groupe témoin.

Le lactate sanguin est un métabolite du glucose par les tissus de l'organisme dans des conditions d'anaérobies. C'est en fait, le produit de la glycolyse des glucides. La glycolyse est la principale source d'énergie pendant un exercice intense sur une courte période avec la conversion du glucose en adénosine triphosphate (ATP). On en déduit que l'accumulation de lactate dans le sang peut-être la cause d'une fatigue physique alors que son élimination permet de la soulager. Dans cette étude, on peut donc conclure que l'administration d'éleuthérocoque peut effectivement réduire la production de lactate dans le sang et donc diminuer la fatigue due à l'exercice physique. L'azote uréique du sérum de souris a également été dosé.



Graphique 42: Effets de l'éléuthérocoque sur l'azote uréique du sérum chez les souris-Source ZHANG X.-L., REN F., HUANG W., DING R.-T., ZHOU Q.S., Liu X.W.,2011

Après la baignade, d'après le graphique 42, une baisse significative de l'azote uréique dans les groupes expérimentaux a été remarquée.

L'azote uréique du sérum est un paramètre important pour l'évaluation de la fatigue. L'urée est le produit final du catabolisme des protéines. Ces dernières sont décomposées en acides aminés lors de la digestion et certaines contiennent de l'azote qui est éliminée sous forme d'un ion ammonium. Le reste est utilisé pour produire de l'énergie. Un faible taux d'azote uréique améliorerait donc la tolérance à l'effort.

D'après cette étude, l'extrait d'éléuthérocoque aurait la capacité de réduire ou de retarder la formation d'azote uréique.

Pour finir, le taux de glycogène tissulaire a été mesuré.

Groupes	Glycogène tissulaire (mg/g)	
	Le foie	Muscle
Premier	7,81 ± 3,32	1,17 ± 0,34
Second	14,29 ± 3,87*	1,81 ± 0,53*
Troisième	17,22 ± 4,04*	2,06 ± 0,48*
Quatrième	18,86 ± 3,79*	1,97 ± 0,62*

Tableau 10 : Effets de l'éléuthérocoque sur le taux du glycogène tissulaire-Source ZHANG X.-L., REN F., HUANG W., DING R.-T., ZHOU Q.S., Liu X.W.,2011

D'après le tableau 10, après la baignade, les teneurs en glycogène hépatique et musculaire des groupes expérimentaux sont plus élevées que celle du groupe témoin.

Durant un exercice physique, la dégradation du glycogène est l'énergie de base. En effet, lors d'un effort intense, le glycogène musculaire est épuisé et formera ainsi du glucose circulant libéré par le foie. La teneur en glycogène est donc un paramètre important par rapport à la fatigue physique.

Les données ont donc montré que l'extrait d'éléuthérocoque pourrait augmenter la concentration de glycogène après l'exercice en améliorant sa réserve ou en réduisant sa consommation pendant l'effort.

Conclusion finale de l'étude

D'après toutes ces données, il a été conclu que l'administration d'extrait d'écorce d'éléuthérocoque pourrait prolonger la durée de nage des souris jusqu'à l'épuisement, diminuer la production de lactate et d'urée (produits de dégradation des protéines et marqueurs de la dégradation du tissu musculaire) dans le sang et augmenter la concentration en glycogène.

Etude de Jip KUO (57)

Dans cette étude, les effets de la supplémentation en éléuthérocoque sur la capacité d'endurance, le fonctionnement cardio-vasculaire, le métabolisme énergétique chez l'homme ont été évalués.

L'étude a été réalisée en double aveugle, randomisée, contrôlée par un placebo et accompagnée d'une période de sevrage de 4 semaines entre les tests.

L'étude comprend neuf hommes sportifs qui ont reçu soit 800 mg/j d'extrait sec d'éléuthérocoque sous forme de gélules soit un placebo et cela pendant 8 semaines.

Les sujets ont effectué un exercice qui consistait à monter à vélo à un pic à 75% de leur VO₂ jusqu'à épuisement.

Plusieurs variables physiologiques comme l'évaluation de l'effort perçu, le temps d'endurance, la fréquence cardiaque maximale, la VO₂ et le rapport d'échange respiratoire ont été mesurés ainsi que la concentration d'acide gras libre plasmatique et le glucose au repos, 15 et 30 min après l'effort et à l'épuisement.

Chez les sujets supplémentés en éléuthérocoque :

- le pic de VO₂ a été élevé de 12%,
- le temps d'endurance amélioré de 23%,
- la fréquence cardiaque maximale a augmenté de 4%.

Trente minutes après le cycle, le VO₂ était à 75%, la concentration d'acide gras libre plasmatique a été augmentée et le taux de glucose a diminué significativement.

Pour conclure, au cours d'une supplémentation d'éléuthérocoque pendant 8 semaines chez des sportifs subissant un effort physique de haute intensité, la capacité d'endurance est augmentée, les fonctions cardiovasculaires sont encore plus mobilisées, le métabolisme des graisses est potentialisé afin de produire de l'énergie et d'améliorer sa répartition.

Pour finir, le glycogène est augmenté soit en améliorant sa réserve soit en réduisant sa consommation pendant l'effort, ce qui explique la diminution du glucose.

Étude de Dowling E.A (58)

Cette étude a porté sur l'évaluation de l'effet de l'éléuthérocoque sur la performance sous-maximale et maximale lors d'exercices aérobies.

Vingt athlètes (16 hommes et 4 femmes) hautement entraînés ont été assignés au hasard en paires et dispersés dans un groupe expérimental ou placebo en fonction du sexe, du poids corporel et du rythme de course sur 10 km.

Ils ont participé à une étude en double aveugle de 8 semaines aux cours desquels ils ont subi des épreuves physiques. Cinq essais d'une course maximale sur tapis roulant de 15min et une course maximale sur tapis roulant (T max) jusqu'à l'épuisement volontaire.

A la suite d'un essai de référence, le groupe expérimental a ingéré 3.4 ml par jour et pendant six semaines d'extrait de racine d'éléuthérocoque sous forme liquide.

Les sujets ont été testés toutes les deux semaines pendant la supplémentation et 2 semaines après le sevrage.

De nombreux paramètres ont été évalués aux cours des tests : fréquence cardiaque, consommation d'oxygène, volume minute expiré, équivalent ventilatoire pour l'oxygène, évaluation de l'effort perçu. La concentration en lactate a été analysée dans des échantillons de sang, au repos et après les tests physiques.

D'après les données, aucune différence n'a été observée entre le groupe expérimental et le groupe témoin.

Cette étude ne met pas en valeur l'effet ergogénique de la supplémentation en éléuthérocoque sur les paramètres métaboliques ou de performances lors de tâches d'exercice aérobies sous-maximales ou maximales.

Cela peut contraster avec d'autres études, mais les recherches sont souvent limitées et équivoques surtout lorsque les recherches concernent les performances durant un exercice aérobique chez l'Homme supplémenté en éléuthérocoque.

Etude d'Eschbach L.F (59)

Le but de cette étude a été d'examiner les réponses physiologiques après la supplémentation en éléuthérocoque chez les cyclistes d'endurance. La sélection est aléatoire, la conception est croisée et en double aveugle.

Neuf hommes d'une trentaine d'années ont pédalé pendant deux heures à 60% de leur VO₂ max suivi d'un contre la montre de 10 km.

Sept jours avant les deux épreuves, une supplémentation en éléuthérocoque ou en placebo a été administrée. Les règles hygiéno-diététiques étaient bien sûr prises en compte.

Durant les épreuves, la consommation en oxygène, le rapport d'échange respiratoire et la fréquence cardiaque ont été enregistrés toutes les 30 minutes. L'effort perçu, la concentration en lactate et en glucose ont été évalués toutes les 20 minutes.

D'après les résultats, aucune différence significative entre les deux groupes à l'état d'équilibre pendant 120 min ou contre-la-montre n'a été observée.

Par rapport aux autres études, la supplémentation en éléuthérocoque ne modifie pas ici l'utilisation du substrat à l'état d'équilibre ou pendant le temps de performance lors de la course sur 10 km.

Effets sur la réponse au stress

La réponse au stress implique des médiateurs comme les glucocorticoïdes. Ces derniers sont majeurs dans la réaction. Ils modulent la réponse immunitaire, par exemple la production de cytokines, la croissance des lymphocytes T et l'activité des cellules « Natural killer ».

L'éléuthérocoque a un rôle dans la réponse hormonale et immunitaire au stress chez les sportifs. Des études chez l'homme confirment les recherches sur les animaux suggérant un seuil de stress en dessous duquel la plante augmente la réponse au stress et au-dessus duquel elle diminue. Il engendrerait donc un effet paradoxal par une réponse biphasique. (60)

Ce mécanisme proviendrait des récepteurs d'hormones du stress à rétroaction positive et négative qui seraient déjà occupés par leurs ligands naturels. Cela est dû à l'inhibition des enzymes qui limitent la réaction des hormones du stress à leurs récepteurs.

Par exemple, il est suggéré que l'éléuthérocoque, inhibe la catéchol-O-méthyl transférase qui réside à proximité immédiate des récepteurs d'hormones de stress. Cette interaction catalyse par la suite la dégradation des hormones du stress en composés inactifs.

Dans les deux études suivantes, l'effet de l'éléuthérocoque sur les différents paramètres du stress comme le taux de glucocorticoïdes, les activités des cellules « Natural Killer » ou encore la croissance des lymphocytes T a été évalué.

Etude de Kimura et coll. (61)

Cette étude met en lumière les effets de divers cortex d'éléuthérocoque sur le temps de nage, sur les cellules NT et sur le système endocrinien (niveau de corticostérone) chez des souris stressées à nage forcée.

Une comparaison de ces effets sur des extraits aqueux (A, B, C, D, E) de cinq *Eleutherococcus senticosus* a été établie.

En général, au cours d'un effort, nous remarquons une augmentation des glucocorticoïdes et une diminution de cellules NK chez des souris en réponse au stress.

Le classement des extraits se fait en fonction de leur concentration en éléuthéroside E (isoflaxodine) puis en fonction de leur contenu en éléuthéroside B+E. On retrouve la classification suivante C>D>E>BA et C>E>D>A>B.

Les extraits sont administrés par voie orale à la dose d'1 gramme/kg pendant 9 jours. Les souris subissent le test de nage 3, 5,7 et 9 jours après la supplémentation.

Parmi ces cinq types d'extraits, une prolongation du temps de nage au cours des quatre tests sur les extraits C, D et E c'est à dire sur les extraits avec la plus grande concentration en éléuthéroside E et B a été observée.

Les extraits C et D ont empêché la réduction de l'activité NK et l'élévation du taux de corticostérone induit par l'exercice.

Pour conclure, les éléuthérosides E et B pourraient contribuer à l'action anti-fatigue chez la souris, amélioreraient la performance et la récupération et favoriseraient l'inhibition de l'élévation de la corticostérone qui augmente par le stress. Cela favoriserait une certaine résistance au stress induite par l'effort de la nage forcée chez les souris stressées.

Etude de Gaffney et coll. (62)

Cette étude a porté sur l'évaluation des effets de l'éleuthérocoque sur les modifications hormonales chez des athlètes d'endurance à un niveau élevé lors d'une compétition. (51)

Cette expérience comprend trente athlètes suivant le même effort et donc subissant le même stress, ils sont divisés en trois groupes de 10 personnes.

Ils reçoivent un extrait éthanolique à 33% contenant soit l'éleuthérocoque (*Eleutherococcus senticosus*), soit du ginseng (*Panax ginseng*) ou un placebo.

Des tests ont été réalisés avant et après la supplémentation qui a duré six semaines.

Une évaluation de la concentration en cortisol, testostérone et du rapport testostérone/cortisol a été réalisée, ainsi que des différents paramètres immunologiques (nombre total de lymphocyte T, B, NK...).

Dans le groupe de l'éleuthérocoque, le rapport testostérone/cortisol a diminué de 28.7%. Ce qui peut traduire un syndrome de surmenage chez les athlètes. En effet, cela semble être lié à une augmentation du cortisol plutôt qu'à une très petite diminution de la testostérone.

Par rapport au système immunitaire, aucun changement significatif n'a été mis en évidence par rapport au groupe témoin.

Contrairement aux attentes des propriétés d'une plante adaptogène qui normalement devrait moduler la réponse au stress en favorisant une certaine résistance au stress ; dans cette étude l'éleuthérocoque augmente les indices hormonaux de stress.

Cette réponse peut être cohérente avec la recherche sur les animaux suggérant comme nous avons vu un seuil de stress en dessous duquel la plante augmente la réponse au stress et au-dessus duquel elle la diminue.

2.6 Autres activités pharmacologiques

En dehors de ses propriétés adaptogènes très utilisées chez le sportif, c'est-à-dire ses effets sur la performance physique, sur l'amélioration de l'endurance, sur la fatigue musculaire et sur sa résistance au stress par l'inhibition de réponse surrénalienne, l'éléuthérocoque possède d'autres activités pharmacologiques.

En effet, des propriétés immunostimulantes et antioxydantes ont été mises en lumière. De plus, cette plante a une action forte sur le système immunitaire particulièrement sur les macrophages et les lymphocytes. Cette activité est liée aux polysaccharides. Des études chez l'animal ont prouvé une augmentation de la réponse cellulaire et humorale. (63)

Chez l'homme, la supplémentation en extrait d'éléuthérocoque module la réponse immunitaire en augmentant significativement des paramètres essentiels dans la réponse humorale (lymphocyte T, B, lymphocytes totaux...) par comparaison à un placebo. L'éléuthéroside A (le daucostérol) est lui-même immunomodulant comme l'éléuthéroside E1 qui exerce une forte activité antioxydante et aurait un effet stimulateur sur le tissu lymphoïde spécifiquement sur l'intestin (GALT). (64)

L'éléuthéroside B1 de l'éléuthérocoque présente aussi des propriétés antivirales et une activité antigrippale. Il améliorerait significativement les symptômes du rhume lorsque la supplémentation se fait dans les 72 h suivant les premiers symptômes.

Ensuite, il possède des propriétés neuroprotectrices et neuropsychiques. Il joue un rôle anti-hypnotique et psychostimulant. Par exemple, un essai clinique randomisé a montré que la supplémentation en extrait sec d'éléuthérocoque améliorerait en toute sécurité l'aspect mental, psychique et physique chez les personnes âgées après 4 semaines de traitement, bien que ces différences s'atténuent en cas d'utilisation prolongée. (65)

De nombreux effets hypoglycémians ont été également mis en évidence. Cette propriété est particulièrement liée aux éléuthéranes et à l'éléuthéroside B (=syringine).

De plus, nous avons démontré sur la plante l'éléuthérocoque des effets cardiovasculaires avec des propriétés protectives vasculaires lors de l'exposition au stress. Un essai contrôlé randomisé contre un placebo, incluant des volontaires sains soumis à un stress, a mis en évidence que la prise d'éléuthérocoque réduit de 40% la fréquence cardiaque, comparé au groupe témoin. Les

femmes traitées soumises à un test cognitif ont connu une diminution de 60% de la pression artérielle systolique par rapport à celles du groupe placebo. (66)

L'éléuthérocoque aurait aussi une activité arythmique et jouerait un rôle de régulateur pour la tension artérielle.

Ensuite, un effet anticoagulant a été décelé chez le rat : la consommation d'éléuthérocoque pendant 30 jours active le système anticoagulant, diminuant ainsi le risque thrombogène. (67)

3. La rhodiola

Dénomination botanique : *Rhodiola rosea* L. (= *Sedum roseum* (L.) Scop.)

Autres dénominations : Orpin rose, rhodiola, rhodiola rougeâtre, racine dorée, racine d'or, racine arctique, orpin rose de Sibérie, ginseng de la toundra

Famille botanique : Crassulacées

Partie utilisée en phytothérapie : Rhizome



Figure 36: La Rhodiola rosea-
Source Naturemania

3.1 Histoire

L'appellation latine *Rhodiola* dérive du mot grec *rhodios*, employé par le philosophe grec Dioscoride. Ce dernier décrit pour la première fois la plante dans *De Materia medica* sous le nom de *Rodio riza* en référence à l'odeur de rose que dégagent les rhizomes fraîchement coupés. Son nom vernaculaire de *racine dorée* est un sous-entendu à sa réputation légendaire de plante panacée.

La médecine moderne ne s'est intéressée à la rhodiola que depuis les années 1960 et les premières études ont été entreprises vers 1965. De nombreuses propriétés démontrent que la rhodiola est au premier rang des plantes adaptogènes au même titre que le ginseng et l'éleuthérocoque, avec une sphère psychique plus marquée notamment pour les troubles de l'humeur et la faiblesse cognitive. (68)

3.2 Botanique

Rhodiola rosea est une plante succulente ; plante charnue riche en eau, adaptée pour survivre dans des milieux arides du fait des caractéristiques du sol ou du climat.

Elle est donc très résistante et s'adapte aux basses températures. Elle peut pousser jusqu'à 3000 m d'altitude. Au fur et à mesure de sa croissance, elle se protège encore plus face aux agressions de son environnement.

C'est une plante vivace, glabre, haute de 20 à 40 cm et qui pousse en touffe.

Elle a une tige raide, érigée de 15 à 30 cm de haut et de 2 à 6 mm de diamètre.

Ses feuilles sont éparses ou très rapprochées, charnues, lancéolées, alternes, aplaties et sont longues de 1 à 4 cm. Ces dernières sont épaisses et stockent de l'eau.

Sa souche tubéreuse, à odeur de violette, épaisse et ramifiée forme un rhizome. Il s'élève au-dessus du sol, en séchant il sent la rose.

Les inflorescences multiflores sont réunies en corymbe. Elles comportent des fleurs unisexuées présentant 4 petits sépales lancéolés et 4 pétales jaunes, elliptiques qui dépassent du calice. Les fleurs de l'orpin rose sont situées aux extrémités en capuchon, généralement de couleur verdâtre, jaune terne (femelle) ou rougeâtre (mâle).

Le fruit est un follicule déhiscent rougeâtre. (68) (69)

3.3 Etudes physico-chimiques : les composants de la rhodiola

Il existe plusieurs espèces de *Rhodiola* avec une composition proche mais chaque espèce présente des différences dans les constituants phytochimiques. Seule *Rhodiola rosea* contient les principes actifs en concentration suffisante pour une utilisation en phytothérapie.

Les recherches sur cette plante ont permis d'isoler 28 composés classés en six groupes à partir des racines et des parties souterraines.

Les différents composants de la rhodiola sont les suivants : (69) (70) (71)

1) Les phényléthanoïdes :

Ce sont les composés responsables de l'odeur douce de rose de la plante. Ils sont sous forme de dérivé du tyrosol et leur teneur dans les racines est dosée dans les échantillons de différentes régions de Chine. Ce sont les principaux composants responsables de l'activité de la plante.

- Le p-tyrosol

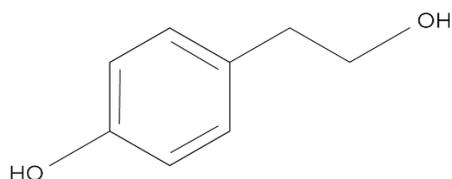


Figure 37 : Structure de p-tyrosol-Source MOUGIN N., , Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine,2011

Son nom chimique est le 4-hydroxy phényl éthanol. Il possède des propriétés adaptogènes, anti oxydantes et inhibitrices de l'activité 5-lipooxygénase.

- Le salidroside (Rhodiolosite = rhodosine)

Son nom chimique est le 2-(4-hydroxyphényl) éthyl-O- β- D-glucopyranoside.

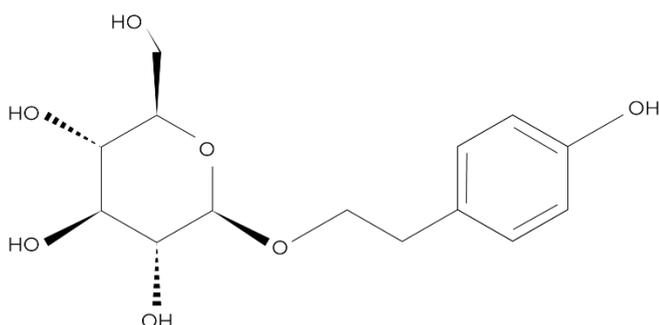


Figure 38 : Structure de la salidroside-Source MOUGIN N., , Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine,2011

La salidroside se trouve en quantité importante dans les racines et a été la première molécule à être considérée comme responsable de la plupart des actions pharmacologiques de la plante.

Après de nombreuses recherches, la découverte d'autres composés a été exploitée et il s'est avéré que d'autres molécules jouaient un rôle important dans l'activité de la plante, principalement les phénylpropanoïdes.

2) Les phénylpropanoïdes :

Les composés dérivent de l'alcool cinnamique et sont aussi responsables de l'activité pharmacologique de la plante.

- La rosavine

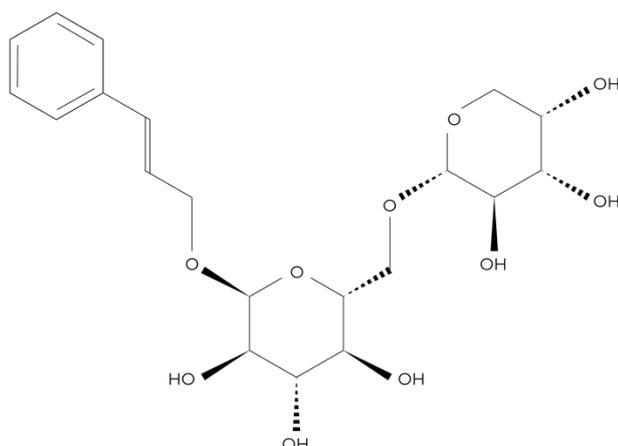


Figure 39 : Structure de la rosavine-Source MOUGIN N., , Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine,2011

Son nom chimique est le cinnamyl-(6-O- α -L-arabinopyranosyl) -O- β -D-glucopyranoside ou le O-[α -L-arabinopyranosyl-(1 \rightarrow 6) - β -D-glucopyranosyl] -3-phényl-2-propèn-1-ol.

La rosavine a une activité de neurostimulant.

- La rosarine

Son nom chimique est le cinnamyl-(6-O- α -L-arabinofuranosyl) - O- β -D-glucopyranoside ou le O-[α -L-arabinofuranosyl-(1 \rightarrow 6) - β -D-glucopyranosyl] -3-phényl-2-propèn-1-ol.

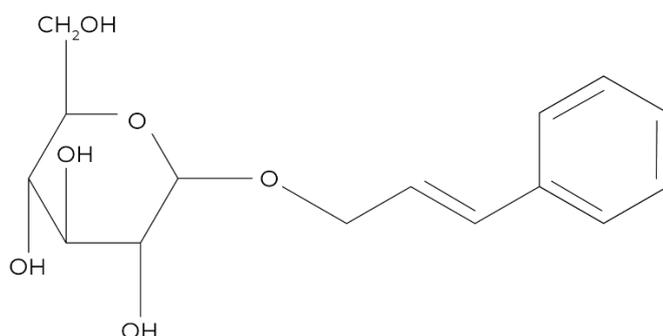


Figure 40 : Structure de la rosarine-Source MOUGIN N., , Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine,2011

La rosarine a également un effet neurostimulant.

- La rosine

Son nom chimique est le Cinnamyl-O-β-D-glucopyranoside ou le (O-β-D-glucopyranosyl) -3-phényl-2-propène-1-ol.

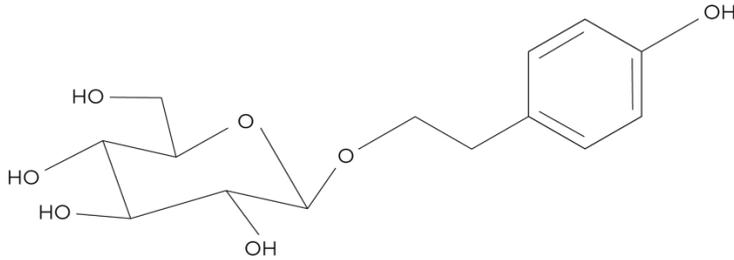


Figure 41 : Structure de la rosine-Source Pharmazutisches Institut der Universita t, An der immenbourg, Bonn, Germany

Ces trois molécules sont regroupées sous l'appellation de « rosavines ». Dans ce groupe, nous avons également la triandine et la vimaline.

3) Flavonoïdes

Ce sont des pigments que l'on retrouve dans la plupart des végétaux et dont la structure de base est le 2-phényl-chromane.

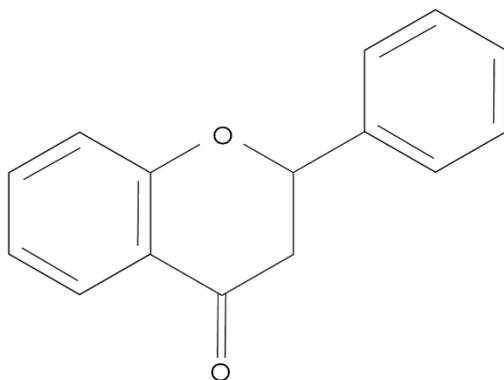


Figure 42 : Structure du 2-phényl-chromane-Source MOUGIN N., Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine,2011

De nombreux composés existent dans ce groupe : rhodioline, rhodionine, rhodiosine, rhodaline, rhodalidine, rhodiogine, rhodiolidine, gossypétine, kaempférol, acétylerhodaline, tricine.

Exemple d'une molécule : la rhodioline

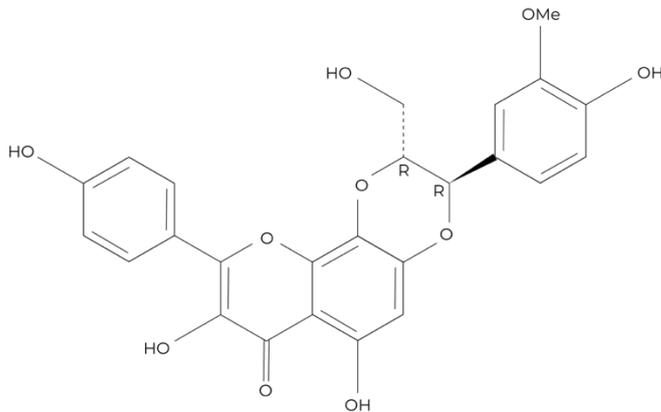


Figure 43 : Structure de la rhodioline-Source Pharmazutisches Institut der Universitat, An der immenburg, Bonn, Germany

Les flavonoïdes ont un effet antioxydant et permettent donc de lutter contre le stress oxydant des cellules

4) Les monoterpènes

Les monoterpènes sont représentés par la rosiridine, la rosiridine, le rosiridol et ses glycosides (rosiridosides A et B).

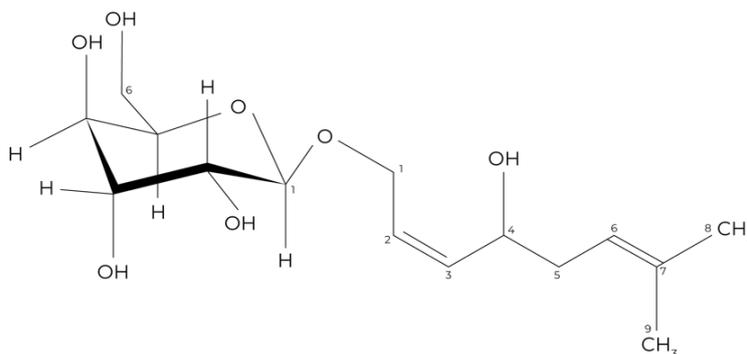


Figure 44: Structure de la rosiridine-Source : Pharmazutisches Institut der Universitat, An der immenburg, Bonn, Germany

Ce sont des composés qui ne sont pas présents dans toutes les espèces de *Rhodiola*.

5) Les triterpènes

Ce sont des stérols (dérivés des triterpènes) et le groupe est composé de deux molécules : le daucostérol ou le β -sitostérol.

6) Les acides phénoliques

L'acide chlorogénique, l'acide hydroxycinnamique, l'acide gallique et l'acide caféique ont été isolés de *Rhodiola rosea*. Ce sont des composés que l'on retrouve communément dans le règne végétal et qui possèdent une activité antioxydante.

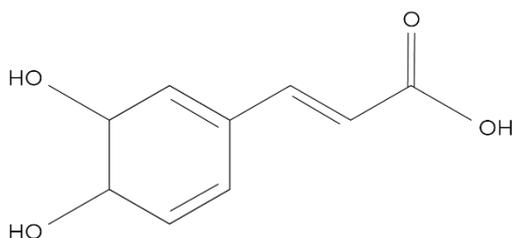


Figure 45 : Structure de l'acide caféique-Source MOUGIN N., , Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine, 2011

7) Les autres composés :

- Les tanins

La catéchine

C'est un monomère constituant les procyanidines.

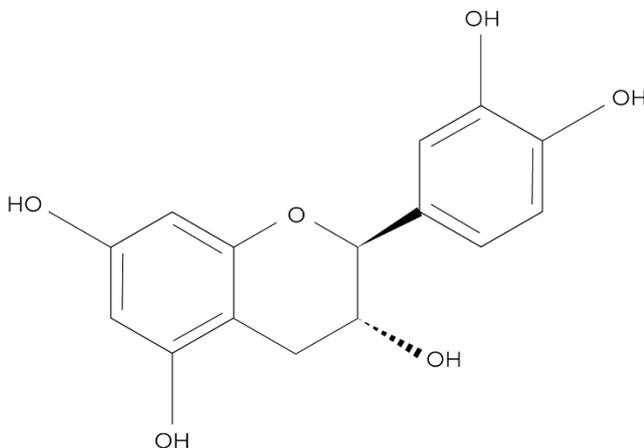


Figure 46: Structure de la catéchine-Source MOUGIN N., Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine, 2011

Les proanthocyanidines

Ce sont des tanins condensés avec comme propriétés d'être antioxydants, Ces composés, notamment le gallate d'épigallocatechine, sont retrouvés dans plusieurs espèces de *Rhodiola*.

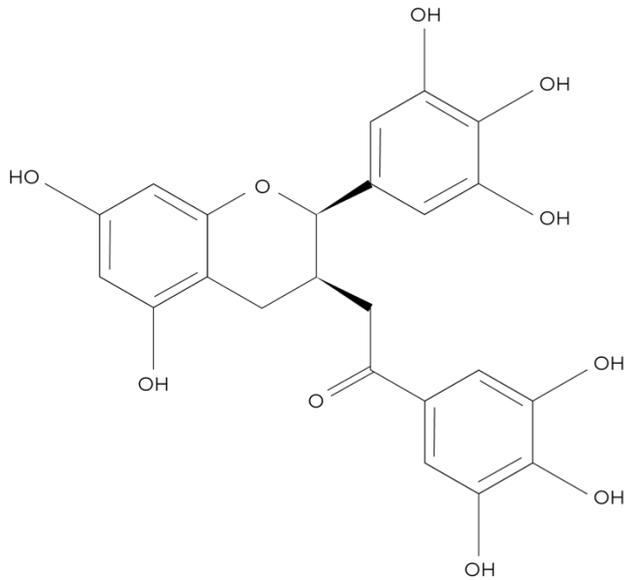


Figure 47 : Structure de l'Epigallocatechin-3-O-gallate-Source MOUGIN N., , Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine, 2011

- **Les composés volatiles** : cette classe correspond à 0.05% d'huile essentielle dans les rhizomes séchés, renfermant près de 86 composants (géraniol qui à l'odeur de rose, myrténol, octanol, etc.).

D'après un article scientifique, trois études concernant la composition de l'huile essentielle de *Rhodiola rosea* ont été publiées. Elles mettent en évidence la différence chimique entre les trois rhizomes de la plante cultivée dans trois régions différents (Bulgarie, Chine, Inde).

IR *	Composants	Bulgarie (échantillon 1)	Chine (échantillon 2)	Inde (échantillon 3)
978	1-Octen-3-ol		0,80	
992	6-Méthyl-5-heptène-2-ol		0,44	
1001	octanal		0,23	
1070	1-Octanol	0,33	12.21	5.30
1074	cis -oxyde de linalol		2.16	
1098	Linalol	0,74	2,95	
1110	Phénéthylal-alcool	0,65	4.19	56.22
1146	Isopulégol	0,22		
1189	α -terpinéol	0,34	0,80	0,64
1194	Myrténol	28.05	0,85	10,56
1228	Citronellol		1.01	1,86
1255	Géraniol	48,79	56,97	3,69
1270	Géranie		1,63	
1283	trans -Anéthol			0,97
1287	p -Cymen-7-ol		0,77	
1295	Alcool de périlla		0,56	
1300	Alcool cinnamylique (E)	9,97		
1340	4-Vinyl-2-OMe phénol		0,64	0,98
1383	Acétate de géranyle		0,76	
19.00	Nonadécane		0,16	2,51
2100	Hénéicosane	1,82	1.16	3.57
2200	Docosane			0,51
2300	Tricosane		0,40	5.84
2400	Tétracosane	0,20		0,32
2500	Pentacosane			1,82
	Le total	91.11	88,69	94,79

Tableau 11 : Composition chimique des huiles essentielles de *R. rosea*-Source MOUGIN N., Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine,2011

Dans ces trois échantillons, nous retrouvons les mêmes composés mais avec des concentrations différentes. Cela peut être dû à plusieurs paramètres : les différentes conditions de culture, les conditions environnementales, la technique d'identification ...

Les principaux composés volatiles des *R. rosea* bulgare et chinois sont le géraniol, suivi du myrthénol pour la Bulgarie ou de l'octanol pour la Chine. Pour l'étude indienne, nous retrouvons majoritairement l'alcool phénéthylrique ; même si le myrthénol et l'octanol sont également présents en grande quantité. (69) (70)

Conclusion générale sur la composition chimique de la plante

Pour conclure cette partie sur la composition chimique du rhizome de rhodiole, nous pouvons mettre en lumière que de nombreux composés de la rhodiole ont été découverts au fil des années.

Quantitativement, la composition peut varier en fonction de la région où la plante a été récoltée. Une reconnaissance phyto-chimique de la plante doit être faite après récolte.

Les différentes propriétés adaptogènes de cette plante étaient, au tout début, attribuées à deux composés isolés : le p-tyrosol et le rhodioloside. Cette dernière a été trouvée dans plusieurs espèces de rhodiole. Petit à petit, de nouvelles recherches ont été effectuées et les composés phénylpropanoïdes (les « rosavines ») furent démontrés comme essentiels dans l'activité pharmacologique de la plante particulièrement sur l'activité « adaptogène ».

Les acides phénoliques ou les flavonoïdes sont responsables de l'action antioxydante de la plante.

Pour finir, les phénylpropanoïdes (rosarine, rosavine, androsine), les phényléthanoïdes (salidroside et tyrosol), la catéchine et l'acide gallique ont été proposés comme marqueurs de références dans l'identification de la plante et dans les propriétés pharmacologiques de cette dernière. (72)

3.4 Usages reconnus de la rhodiole

La rhodiole n'a pas de monographie à la Pharmacopée française. Elle ne dispose pas non plus de monographie à la Pharmacopée Européenne (10^{ème} édition).

L'EMA reconnaît l'utilisation traditionnelle du rhizome de rhodiole comme adaptogène pour soulager temporairement des symptômes de stress tels que la fatigue et la sensation de faiblesse. En Sibérie, Mongolie et en Scandinavie, la rhodiole est utilisée pour accroître l'endurance physique, la longévité, la vigueur sexuelle, la mémoire et les facultés cognitives.

La plante a été l'objet de nombreuses études scientifiques à partir des années 60. Les premières expériences ont été effectuées en Russie puis dans le reste du monde à la fin du XX^{ème} siècle. Des recherches actives sur cette plante sont encore en cours car de nombreuses précisions doivent être apportées sur ses mécanismes d'actions même si ses propriétés connues sont désormais bien documentées. (68) (72)

3.5 Activités pharmacologiques : intérêt du rhizome de rhodiola au cours de l'exercice physique

Plusieurs études ont été réalisées sur les effets pharmacologiques de la rhodiola. En outre, les textes originaux sont souvent russes, chinois ou suédois, il est donc difficile d'y avoir accès.

La *Rhodiola rosea* est connue surtout depuis très longtemps pour ses propriétés adaptogènes. Cette activité entraînerait des effets bénéfiques chez le sportif. Elle aurait des effets sur la performance et la fatigue physique, elle s'adapterait à l'effort et inhiberait des comportements addictifs.

Elle jouerait également sur le stress oxydatif en le réduisant. La réduction de la fatigue serait due aussi à sa résistance au stress au cours de l'effort.

Comme pour les précédentes plantes, nous allons étudier en suivant diverses expériences trouvées dans la littérature scientifique et en lien avec l'effet que peut procurer la rhodiola chez les sportifs.

Ces études sélectionnées sont à prendre encore plus avec précaution car les recherches sur la rhodiola et son impact chez les sportifs sont moins fréquents que pour le ginseng ou l'éleuthérocoque.

Ici, tous les résultats n'ont pas pu être complètement démontrés car même si les effets de chaque paramètre étudié ont été décrits, nous n'avons pas pu les chiffrer précisément.

Effets sur les capacités physiques (performance et fatigue)

Quatre études ont été choisies pour évaluer les performances physiques chez le sportif avec l'analyse de plusieurs paramètres.

Etude De Bock et Coll. (73)

Le but de cette expérience est d'évaluer les performances d'exercices d'endurances et la force musculaire après la prise d'extrait sec de rhizome de *Rhodiola rosea*.

C'est une étude randomisée en double aveugle, groupe expérimental versus placebo. Cela se déroule en deux phases : une phase pour évaluer les effets aigus de la supplémentation en rhodiola et une phase pour évaluer l'effet quatre semaines plus tard.

Vingt-quatre hommes sains et actifs ont participé à cette étude. Ils sont divisés en deux groupes aléatoires : un groupe supplémenté en rhodiola (deux capsules de 100 mg) et un groupe placebo.

Durant la première phase, l'expérience se déroule autour d'une série de tests physiques pendant deux jours consécutifs et une heure après la supplémentation (prise de rhodiole ou placebo).

Les hommes connaissent ensuite une période de sevrage pendant cinq jours. Par la suite, le groupe placebo prend la rhodiole et inversement.

Dans cette phase, la vitesse de mouvement des membres, le temps de réaction auditif et visuel, la capacité à maintenir l'attention ont été évalués.

Pour la phase II, les sujets sont à nouveau divisés en deux groupes et sont supplémentés pendant 4 semaines en rhodiole (même dosage que la première phase) ou placebo. Une heure après la dernière prise, ils subissent à nouveau les mêmes sessions de tests selon la même procédure. Ici, la capacité d'endurance, la force musculaire isométrique maximale et la vitesse de déplacement sont étudiées.

Au niveau des résultats, nous pouvons remarquer une augmentation significative du temps à atteindre l'épuisement (+ 24 secondes) et une augmentation du pic de VO₂ et VCO₂ d'environ 5%. De plus, la ventilation pulmonaire a tendance à également augmenter.

Pour la phase II, nous n'avons noté aucune modification des variables.

Nous pouvons donc conclure que pendant la consommation aiguë d'extrait sec de rhizome de *Rhodiola rosea*, nous observons une amélioration des capacités d'endurance chez les volontaires sains et actifs. Pendant la phase II, nous ne remarquons pas d'améliorations ou de changements.

Au vu de ces résultats, l'extrait sec de rhodiole augmenterait les performances physiques et la capacité d'endurance chez sportifs sains et en bonne santé.

Etude de Lee Fang-Tsai (74)

Cette étude a porté sur l'évaluation de la fatigue induite chez le rat pendant un exercice de natation.

La supplémentation a été faite chez des rats durant deux à quatre semaines et pendant un exercice de nage forcée de 90 minutes jusqu'à épuisement.

Les paramètres mesurés sont les biomarqueurs de fatigue (l'azote uréique du sang (BUN)), la transaminase glutamique oxaloacétique (GOT), la transaminase glutamique pyruvique (GPT), la lactate déshydrogénase (LDH), la teneur en glycogène hépatique, l'activité des enzymes du métabolisme des graisses, les acides gras synthase (FAS), la teneur en oxygène des tissus et le rapport des fibres musculaires squelettiques rouges et blanches chez le rat.

L'absorption d'extrait sec de rhodiola a significativement augmenté le glycogène hépatique, les FAS et la teneur en oxygène avant l'exercice de natation.

De plus, nous remarquons une augmentation dose-dépendante du temps de nage et les taux sériques BUN, GOT ET GPT ont diminué.

Pour conclure, chez le rat, la supplémentation chronique en rhodiola réduit significativement la fatigue et l'épuisement des enzymes lipogéniques chargés de fournir l'énergie tout en stimulant les mécanismes de défense protecteurs.

Etude de Abidov M. et al. (75)

Cette étude a permis d'étudier les effets d'extraits de racine de *Rhodiola rosea* et de *Rhodiola crenulata* sur la teneur en ATP dans les mitochondries des muscles squelettiques chez le rat. Les extraits de ces deux espèces ont été délivrés sur le même dosage (50 mg/kg). Le traitement avec l'extrait de la *Rhodiola rosea* a amélioré la durée de l'épreuve de natation de 24.6% par rapport aux rats témoins ou aux rats traités par *Rhodiola crenulata*.

La plante a activé la synthèse ou la resynthèse de l'ATP dans les mitochondries et a stimulé les processus d'énergies réparatrices après un exercice intense. Cela a permis d'accroître les performances physiques et la résistance musculaire.

Etude de Panossian A. et al. (76)

Dans cette étude, il a été montré que dans les trente minutes après l'administration d'une dose unique de *Rhodiola rosea*, un effet stimulant apparaît et cette réaction dure au moins quatre à six heures. L'expérience a été réalisée avec deux autres plantes la *Schizandra chinensis* et l'*Eleutherococcus senticosus*. Nous avons pu constater l'effet plus puissant de la rhodiola en comparaison avec les autres phyto-adaptogènes.

Cette activité est due principalement aux principes actifs présents dans les trois plantes ; les phényléthanoïdes et les phénylpropanoïdes comme la salidroside, la rosavine, la syringine et la triandrine.

Effets de la rhodiola sur la fatigue liée au stress

La rhodiola diminue la fatigue par son action adaptogène. En effet, elle permet de mieux résister et de mieux s'adapter au stress.

Etude de Darbinyan et coll. (77)

Le but de cette étude est de mettre en lumière l'effet d'une supplémentation répétée à faible dose avec un extrait standardisé de rhizome de *Rhodiola rosea*, sur la fatigue pendant les services de nuits chez des médecins en bonne santé. L'expérience est croisée en double aveugle et utilise cinquante-six sujets (un groupe de vingt-six et un groupe de trente).

Des tests sont choisis afin de mesurer la performance mentale totale. L'étude utilise le test de la pensée associative, la mémoire à court terme, la capacité de concentration et la vitesse de perception audiovisuelle. Tous ces tests impliquent les fonctions cérébrales perceptives et cognitives.

Ces différents paramètres sont étudiés avant et après le service de nuit et cela pendant trois périodes de deux semaines chacune.

Durant la première période, les médecins prennent 170 mg de rhodiola ou de placebo une fois par jour.

La deuxième période est la phase de sevrage.

La troisième période est identique à la première au niveau de la supplémentation.

Nous avons remarqué une amélioration significative des résultats à ces tests dans le groupe supplémenté en rhodiola durant les deux premières semaines.

Pour conclure, cette expérience suggère que la prise de complément à base d'extrait standardisé de rhizome de rhodiola peut réduire la fatigue générale dans certaines conditions de stress comme dans l'exemple étudié le service de nuit en médecine. Cette conclusion peut aussi être mise en valeur chez un sportif qui subit un certain stress lors d'une épreuve physique.

Etude d'Olsson et coll (78)

Cette étude a porté sur l'évaluation de l'efficacité d'un extrait standardisé de racine de *rhodiola rosea* chez des individus souffrants de fatigue liée au stress.

C'est une expérience randomisée, en double aveugle, contrôlée avec un placebo.

Soixante personnes ont été sélectionnées, âgées entre 20 et 55 ans ayant toutes été diagnostiquées avec un syndrome de fatigue.

Elles ont été divisées en deux groupes, un groupe de trente supplémentés en rhodiole (quatre comprimés par jour : 576 mg d'extrait/jour) et un groupe de trente supplémentés en placebo. Cette prise journalière a duré pendant vingt-huit jours.

La qualité de vie, les symptômes de fatigue, la dépression, l'attention et la réponse du cortisol salivaire au réveil ont été évalués au 1^{er} et 28^{ème} jour du traitement.

Les résultats montrent un effet bénéfique chez les patients qui ont ingéré de la rhodiole avec une diminution significative de la fatigue. La santé mentale, les indices d'attention, le facteur d'épuisement professionnel ont également été améliorés. Les indices CCPTII d'omissions (mémoire) ont été diminués dans les deux groupes mais c'est plus révélateur chez les sujets traités.

Enfin, le temps de réaction et le niveau de cortisol chez les groupes supplémentés en rhodiole ont significativement diminué par rapport au groupe témoin.

Pour conclure, l'administration répétée d'extrait standardisé de racine de rhodiole exerce un effet anti-fatigue qui augmente les performances mentales (capacité de concentration) et diminue la réponse du cortisol au stress d'éveil chez des patients atteints de fatigue.

Effets sur le stress oxydatif

De nombreuses découvertes sur l'effet de la *Rhodiola rosea* sur le stress oxydatif ont été également publiées.

Étude de Huang et coll. (79)

Cette expérience a pour but de démontrer la capacité antioxydante de la rhodiole contre le stress oxydatif pendant un exercice de natation chez des rats.

L'action des composés actifs comme le p-tyrosol, le salidroside, la colophane, la rosavine et la rosarine a été identifiée sur la production d'espèces réactives à l'oxygène et sur les marqueurs d'oxydation hépatique musculaire ou sanguin après l'effort jusqu'à épuisement.

Les rats ont été supplémentés avec trois doses d'extrait de rhodiole (5, 25, 125 mg/jour/rat) pendant 4 semaines et ont subi un stress oxydatif induit par la nage pendant 90 minutes. L'exercice de nage a augmenté la production des marqueurs d'oxygènes dans le foie principalement puis dans les muscles squelettiques et dans le sang.

Cependant, les résultats ont montré que les principes actifs étudiés de la rhodiole piégeraient les radicaux libres d'une manière dose-dépendante. Ce sont le p-tyrosol et la rosavine qui ont les activités oxydantes les plus importantes vis à vis du radical O₂(-). Le p-tyrosol et la rosine sont plus actifs pour la capture du radical H₂O₂. De ce fait, la prise de rhodiole pendant 4 semaines, a inhibé de manière significative le marqueur d'oxygène O₂(-) * induit par l'exercice de nage au niveau sanguin, au niveau des muscles squelettiques et au niveau hépatique. De plus, un produit de peroxydation lipidique (le malonedialdéhyde) qui avait augmenté pendant l'exercice a également été significativement inhibé.

Le niveau des systèmes enzymatiques antioxydants comme les superoxydes dismutases (Mn-superoxyde dismutase Cu/Zn-superoxyde dismutase) ou la catalase dans le foie ont été également augmentés après la supplémentation surtout à la dose la plus forte (125 mg/jour).

Pour conclure, le traitement à base d'extrait sec de rhizome de *Rhodiola rosea* pendant quatre semaines et à trois dosages différents a considérablement augmenté la performance des rats pendant l'exercice de nage.

Cette supplémentation aide à réduire le stress oxydatif induit par l'effort physique en capturant les espèces réactives à l'oxygène ou en améliorant les mécanismes de défense antioxydants. Ce sont des actions qui optimisent l'effort chez un sportif.

Etude de Sharpanska et Coll. (80)

L'équilibre des espèces oxydantes avec les systèmes antioxydants dans le sérum et les érythrocytes de rameurs a été mis en valeur après avoir été supplémentation en extrait de rhodiole. C'est une expérience en double aveugle en comparaison à un placebo. Elle inclut 22 sportifs faisant de l'aviron. Ils ont été divisés en deux groupes aléatoirement. Nous avons un groupe de 11 sportifs supplémentés : les sujets ont reçu 100 mg de rhodiole deux fois par jour pendant quatre semaines ; le deuxième groupe est composé de 11 sportifs ayant reçu un placebo. Un test de 2000 mètres sur un ergomètre à rame a été réalisé par ces candidats au début et la fin des quatre semaines.

Les individus ont subi un prélèvement sanguin avant chaque test, une minute après l'effort et 24 heures après.

Une évaluation de l'activité superoxyde dismutase, de l'activité glutathion peroxydase et des concentrations de substances réactives à l'acide thiobarbiturique (TBARS) a été faite et a permis de quantifier l'état d'oxydation. En plus, la capacité antioxydante totale a été mesurée

ainsi que l'activité de la créatine kinase. Le taux de lactate et la quantité d'acide urique ont été aussi mesurés.

Concernant les résultats, la capacité antioxydante plasmatique totale a été significativement augmentée dans le groupe supplémenté par rapport au groupe placebo.

L'activité de la superoxyde dismutase, 24 h après l'effort, était significativement plus faible dans le groupe supplémenté que dans le groupe placebo. En effet, la prise de rhodiola a compensé l'effet anti-oxydant du superoxyde dismutase.

Les autres paramètres n'ont pas un résultat probant. Nous n'avons pas de changement pour la créatine kinase et les TBARS. De ce fait, la prise de rhodiola n'a pas eu d'effets sur les dommages oxydatifs induits par l'exercice.

Cependant, la supplémentation chez les rameurs professionnels a augmenté considérablement les niveaux d'antioxydants ce qui a permis de réduire le stress oxydatif.

Effets sur l'inhibition des comportements addictifs (81)

Pour cette dernière étude, l'effet sur l'inhibition des comportements addictifs va être présenté.

Le sujet d'étude est l'hyperphagie, c'est à dire des épisodes boulimiques récurrents se succédant ou la consommation répétée de quantité de nourriture anormalement importante (frénésie alimentaire).

Cela a été testé chez des rats femelles stressées.

Trois cycles de 8 jours de restriction alimentaire/ réalimentation (pendant 4 jours, l'alimentation reste inchangée et par la suite ils ont été gavés en aliments hautement appétents (HPF) durant 4 jours) puis un stress aigu au vingt-cinquième jour a été réalisé.

Ils ont été supplémentés en rhodiola (10 mg/kg ou 20 mg/kg) 1 h avant un gavage aux HPF.

Les rats ont présenté une frénésie alimentaire dans les 15 à 60 minutes après la procédure stressante.

Pour l'extrait de rhodiola correspondant à 10mg/kg, nous remarquons une réduction significative de l'hyperphagie.

Pour l'extrait à 20 mg/kg, une abolition complète a eu lieu et le taux sérique de cortisone a également diminué.

La supplémentation en rhodiola aux doses présentes, a réduit ou aboli le phénomène d'hyperphagie pendant la période au cours de laquelle il a été provoqué.

En conclusion, dans ce modèle d'étude, la rhodiola prise une heure avant un repas appétant, réduirait (voire abolirait), le comportement d'hyperphagie boulimique.

Des sportifs subissant également un stress peuvent avoir des phénomènes addictifs de ce type avant une épreuve. Nous pouvons donc émettre la même hypothèse chez ces derniers, ce qui améliorerait la performance physique.

3.6 Autres activités pharmacologiques

En dehors des propriétés que nous venons de voir, le rhizome de *Rhodiola rosea* possède de nombreuses autres activités pharmacologiques.

Elle agit tout d'abord sur le système nerveux central. En effet, elle améliore les capacités intellectuelles et les performances mentales. Par des études *in vivo* et *in vitro*, la rhodiola favorise les fonctions d'apprentissage et de la mémoire par des mécanismes antioxydants, anti-inflammatoires, par des activités anti-apoptose ou encore par des régulations cholinergiques.

Elle possède aussi des propriétés antioxydantes et neuroprotectrices dans les modèles de pathologies neurodégénératives. De plus, des effets antidépresseurs, antipsychotiques, anxiolytiques ont été mis en valeur et la rhodiola diminue aussi la fatigue psychique (68)

La rhodiola possède des propriétés endocriniennes. Elle a une action sur le cycle menstruel et la fécondité ainsi que sur la fonction sexuelle. (68)

Un effet antidiabétique a été aussi mis en évidence. (82)

Des effets cardio protecteurs et vasculaires seraient aussi présents. En effet, un potentiel antihypertenseur aurait été démontré ainsi qu'un effet préventif sur les arythmies. (82)

De plus, la rhodiola présenterait des propriétés anticancéreuses et anti-mutagéniques. Par exemple, elle favoriserait un effet cytostatique et antiprolifératif, elle pourrait être employée en thérapie anticancéreuse pour renforcer l'efficacité des cytostatiques conventionnels. (83)

Des études ont également montré des effets hépato protecteurs dans un essai clinique avec des souris. Pour finir, une activité immunomodulatrice et anti-inflammatoire est présente avec par exemple une étude démontrant une augmentation significative des cytokines Th1 et Th2 ou

encore une étude mettant en évidence son action immunostimulante par la prolifération des lymphocytes T spléniques induits par un agent mitogène chez la souris. (84)

La rhodiole augmente la réponse lymphocytaire ainsi que l'activité phagocytaire bactéricide des polynucléaires (granulocytes). (85) (86)

Par rapport à son action anti-inflammatoire, une inhibition puissante de la cyclooxygénase 2 (COX-2) et de la phospholipase A2 (PLA2) a été générée lors d'une expérience sur de la teinture de rhodiole. (87)

Après avoir mis en valeur la place des plantes adaptogènes dans l'optimisation de la préparation des sportifs et étudié précisément les trois plantes les plus utilisées chez les sportifs (ginseng, éléuthérocoque, rhodiole) nous allons mettre en pratique leurs utilisations en officine et exploiter différents cas comptoir.

IV. Cas comptoir en officine : utilisations en pratique

Le pharmacien d'officine est régulièrement en contact avec des sportifs amateurs semi-professionnels ou professionnels.

Ces derniers peuvent très bien venir voir les officinaux pour des maladies bénignes comme pour les interroger sur des substances ou compléments alimentaires pouvant les aider dans leurs pratiques sportives ou dans leur récupération.

Amateur ou professionnel, ils ont tous le même objectif : dépasser leurs limites, que ce soit physiquement ou mentalement.

De ce fait, de nombreux sports sont malheureusement confrontés aux dérives du dopage. Cela peut être volontaire ou involontaire, de nombreux médicaments qui nécessitent une prescription et/ou disponibles en libre accès appartiennent à la liste des substances dopantes.

Le pharmacien a un grand rôle à jouer dans le domaine sportif en termes de prévention et conseils et cela peut être décisif.

Dans n'importe quelle discipline, le sportif cherche toujours à améliorer ses performances et sa récupération et à augmenter sa force musculaire ou encore son endurance.

Dans ce cas-là, si un sportif vient à la pharmacie et demande conseils pour améliorer ses capacités physiques, sa récupération ou mieux se préparer à ses prochaines échéances, l'utilisation de plantes adaptogènes est un bon moyen pour satisfaire le patient sans passer par les dérives du dopage.

Comme nous avons vu au niveau de l'enquête, la prise de ces plantes n'est pas très connue ou utilisée. Le pharmacien est là pour optimiser son conseil et les diriger vers ses plantes adaptogènes dont les indications peuvent être très bénéfiques chez le sportif.

La délivrance de ces produits doit bien sûr être réalisée par un professionnel ayant des connaissances solides sur le sujet.

A. Le ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer)

1. Indications du ginseng chez un sportif

Nous allons voir les différentes indications du ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer) chez le sportif.

Il peut être utilisé afin de le préparer à une activité physique intense, à la compétition, aux problèmes de récupération ou aux surentraînements. Il est particulièrement prisé des personnes qui reprennent une activité sportive car il permet d'augmenter rapidement l'endurance.

Il peut être aussi indiqué pour une reprise d'activité physique pour une personne sédentaire de plus de 50 ans.

Il a un rôle de tonifiant, de dynamisant, de stimulant équilibré du fait que contrairement aux autres stimulants qui produisent parfois une hyperactivité anxieuse, le ginseng stimulerait sans provoquer d'excitation, d'insomnie ou d'autres dissonances.

Le ginseng est un réel antifatigue, non seulement contre la fatigue physique mais aussi contre la fatigue mentale qui est très importante pour les sportifs. Il augmente la résistance de l'organisme à la fatigue.

Il joue un rôle également anti-inflammatoire ; pour un sportif qui souffre de douleur à la suite d'un entraînement à forte densité par exemple, la prise de ginseng peut améliorer sa récupération.

De plus, en convalescence, l'indication du ginseng peut être intéressante comme par exemple en post-infectieux, à la suite de maladie, de traumatisme, d'opération chirurgicale.

Le ginseng rouge est le plus utilisé pour un sportif ayant une fatigue intense et qui veut maintenir une endurance optimale, des sensations d'énergie de vitalité ou de bien-être physique et mental.

Le ginseng blanc est quant à lui exploité pour une fatigue passagère et un bien-être général.

2. Mises-en pratique en officine

Différentes formes et préparations peuvent être utilisées. Le pharmacien d'officine en fonction du sportif doit pouvoir adapter son conseil en fonction du sportif et le diriger vers le meilleur produit possible.

Formes utilisées et posologies recommandées

Forme sèche :

Les doses recommandées dans la monographie de l'HMPC pour le **ginseng blanc** sont : (88)

- **Poudre de plantes :**

→ Dose unique : 250 à 1200 mg ;

→ Dose journalière : 600 à 2000 mg par jour.

Fréquence d'administration : une fois par jour (1200mg), 2 à 8 fois par jour.

- **Extrait sec (DER 2-7 :1)**, solvant d'extraction éthanol 34-40% V/V :

→ Dose unique : 90-360 mg ;

→ Dose journalière : 200-670 mg en 1 à 4 prises/jour.

Fréquence d'administration : 1 à 4 fois par jour

- **Extrait sec (DER 3-7 :1)**, solvant d'extraction éthanol 40% V/V, contenant 4 % de ginsénosides (Rb₁, Rb₂, Rc, Rd, Re, Rf, Rg₁, Rg₂).

→ Dose unique : 40 à 200mg ;

→ Dose journalière : 40 à 200 mg en 1 à 2 prises par jour (peut être augmentée jusqu'à 600 mg les cinq premiers jours).

Fréquence d'administration : 1 à 2 fois par jour

- **Extrait sec (DER 3-7 :1)**, solvant d'extraction éthanol 57.9 %– 60% V/V :

→ Dose unique : 98-220 mg ;

→ Dose journalière : 196-525 mg en 2 à 4 prises/jour.

Fréquence d'administration : 2 à 4 fois par jour

- **Extrait sec (DER 3.3-5 :1)**, solvant d'extraction méthanol 60% V/V

→ Dose unique : 120 mg

→ Dose journalière : 360 mg

Fréquence d'administration : 3 fois par jour

- **Extrait mou (DER 1.7-3.2 :1)**, extraction solvant éthanol 60 %-70% V/V

→ Dose unique : 300-440 mg

→ Dose quotidienne : 440-700 mg

Fréquence d'administration : une fois par jour (440 mg) ou 2 fois par jour

- **Extrait mou (DER 2-6 :1)**, solvant d'extraction méthanol 30% V/V

→ Dose unique : 219,8 mg

→ Dose quotidienne : 439,6 mg

Fréquence d'administration : 2 fois par jour

Concernant le **ginseng rouge**, les doses recommandées dans la monographie de l'HMPC sont les suivantes :

- **Poudre de plantes :**

→ Dose unique : 600mg ;

→ Dose journalière : 1800 mg en 3 prises journalières.

Fréquence d'administration : 3 fois par jour

- **Extrait sec (DER 2-4.5 :1)**, solvant d'extraction éthanol 60% V/V :

→ Dose unique : 180-500 mg ;

→ Dose journalière : 360-500 mg

Fréquence d'administration : en 1 prise par jour (475 mg ou 500 mg) ou 2 prises par jour.

Forme liquide :

Nous avons aussi **la tisane ou la décoction**, il est conseillé en général de boire 1 tasse 1 à 3 fois par jour.

Les doses recommandées dans la monographie de l'HPMC pour le **ginseng blanc** sont :

- **Extrait liquide** (DER1 : 0,8-1,2), éthanol 30,5 % V/V (=25% m/m) - 34% V/V ;
 - Dose unique : 500 mg-1250 mg
 - Dose quotidienne : 900 mg-2500 mg

Fréquence d'administration : 1 à 2 fois par jour

- **Extrait liquide** (DER 1 : 11-13,6), extraction vin de liqueur de solvant ;
 - Dose unique : 19,4 ml
 - Dose journalière : 19,4 ml

Fréquence d'administration : une fois par jour

Sous forme liquide, l'**extrait fluide de plante fraîche standardisée** est possible et la posologie est de 5 à 15 ml par jour dans un verre d'eau.

L'extrait hydro alcoolique (flacon, ampoule), l'extrait de fluide glycéринé miellé ou la teinture-mère ont une posologie de 25 à 50 gouttes, 1 à 2 fois par jour dans un verre d'eau.

- **Tisane ou décoction** : 1000 à 2000 mg de broyat de substance végétale dans 150 ml d'eau comme la décoction.

Fréquence d'administration : 2 à 3 fois par jour

Quel que soit la forme galénique utilisée, le ginseng s'emploie le matin et /ou à midi pour ne pas gêner le sommeil.

Durée d'utilisation du ginseng : jusqu'à 3 mois avec une possibilité de reprendre après un arrêt de 2 semaines au minimum.

La posologie ne doit pas dépasser 2 grammes de racine par jour.

Principales formules utilisant le ginseng avec d'autres plantes

Le pharmacien peut proposer en fonction de la demande et du sportif différentes formules utilisant le ginseng avec d'autres plantes sous forme de compléments alimentaires : (33)

- Avec la maca (*Lepidium meyenii* Walp.) et le gingembre (*Zingiber officinale* Mill.) : pour tonifier naturellement l'activité sexuelle et pour retrouver tonus et vigueur,
- Avec la gelée royale, la guarana (*Paullinia cupana* Kunth.), l'acérola (*Malpighia emarginata* DC.) : pour aider l'organisme à lutter contre toute fatigue mentale et physique passagère et améliorer les performances physiques
- Avec l'éléuthérocoque (*Eleutherococcus senticosus* Maxim.), la rhodiola (*Rhodiola rosea* L.) : pour contribuer à la performance physique et mentale, le niveau d'énergie, la vitalité et la vigilance, ainsi que pour lutter contre la fatigue.
- Avec la spiruline (*Arthrospira platensis* Gomont.) : pour augmenter la performance physique, favoriser la tonicité, augmenter la masse musculaire et soutenir le système immunitaire.

Mises-en pratique avec les produits des « Jardins d'Occitanie »

Le pharmacien d'officine est amené à avoir des cas comptoirs différents en fonction de la demande du sportif, de son âge, de son niveau, de ses antécédents...

Le laboratoire les « Jardins d'Occitanie » possède de nombreux produits à base de ginseng et dans des formes galéniques différentes. Ici, ils utilisent un ginseng français BIO. Chaque produit que ça soit le ginseng rouge ou blanc, a une teneur en ginsénoside de 20 milligrammes minimum par prise. Les posologies sont aux normes par rapport aux monographies de l'EMA en calculant avec la poudre de plante.

Les produits à base de ginseng des « Jardins d'Occitanie » sont en général sous forme de poudre. Or, le ginseng que nous trouvons sur le marché est souvent présenté sous forme « d'extrait ». Cela consiste à séparer les ginsénosides (principes actifs du ginseng) des tissus fibreux de la plante (membrane cellulaire) à l'aide de solvants liquides. Cette technique prend en compte toutes les molécules ayant des caractéristiques physiques similaires. De ce fait, les molécules de pesticides et des métaux lourds peuvent donc en faire partie. Des traces de solvant dans le produit final ou même dans la matière végétale après traitement peuvent être retrouvées. Un risque de la perte du totum de la plante n'est pas à exclure non plus car ce sont souvent les huit ginsénosides principaux qui sont extraits. Les poudres représentent la forme la plus proche de la plante à l'état naturel même si des pesticides ou métaux lourds peuvent aussi être présents.

Des cas comptoir vont être à présent étudiés pour mettre en valeur, en fonction du niveau des sportifs et de leurs objectifs, différents produits à base de ginseng des « Jardins d'Occitanie » qui pourraient être conseillés en officine.

Indication	Produit utilisé	Composition	Détail et tableau nutritionnel	Conseil d'utilisation
<p>Sportifs de tous niveaux en période de compétition ou d'entraînement intense en recherche de performances ou en période de fatigue intense.</p> <p>Objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Performances - Optimiser la récupération musculaire -Augmenter les sensations d'énergie et de vitalité -Amener un certain bien-être physique et mental -Améliorer et maintenir une endurance optimale -Lutter contre la fatigue intense 	 <p><u>Racines de ginseng rouge en poudre- Source « Les Jardins d'Occitanie »</u></p>	<p>100% de poudre de ginseng rouge pure élaborée à partir de racines de <i>Panax ginseng</i> C.A Meyer (6 ans d'âge).</p>	<p>Poids total : 30 grammes (soit 30 jours de prise)</p> <p>Granulométrie : poudre inférieure ou égale à 300 micromètres</p> <p>Pour 100 g :</p> <p>Matières grasses : 2.2 g Énergie : 367 Kcal/1557 KJ Acide gras saturé : 0.3 g Glucides : 72.4g dont 23.9g de sucre (naturellement présent dans les racines) Protéines : 14.4g Sel: 0.028g</p>	 <p>Cuillère doseuse : 0.5 ml</p> <p>Conseil de prise :</p> <p>2 cuillères-mesures le matin dans une boisons/aliment froid ou à température ambiante (eau, jus de fruit frais, yaourt, compote...) pendant 30 jours sans arrêt (soit 1 millilitre par prise/jour).</p> <p>Utilisation possible en préparation de boissons fruitées ou de smoothies en association avec des fruits tels que l'orange, le kiwi et la banane.</p> <p>En fonction des besoins, la durée de prise du ginseng rouge peut s'étendre de 1 à 3 mois.</p>
	 <p><u>Racines de ginseng rouge en gélules végétales- Source « Les Jardins d'Occitanie »</u></p>	<p>La composition en poudre de racine de ginseng rouge est de 1000 mg dont 20 mg de ginsénosides par dose de 5 gélules.</p> <p>Conditionnement: 150 gélules végétales</p>	<p>Poids net : 43 grammes (soit 30 jours de prise)</p> <p>Agent d'enrobage: gélule végétale (hydropropyl-methyl-cellulose)</p>	<p>Conseil de prise :</p> <p>5 gélules par jour le matin avec un grand verre d'eau pendant 30 jours</p>

Tableau 12 : Cas comptoir 1 en lien avec les racines de ginseng rouge en poudres et en gélules végétales du laboratoire « Les Jardins d'Occitanie »

Indication	Produit utilisé	Composition	Détail et tableau nutritionnel	Conseil d'utilisation
<p>Sportifs de haut niveau (semi-professionnel ou professionnel). Sports d'endurances de préférence (cyclisme, trail, athlétisme, course à pied...) ou sportifs pratiquant de la musculation pour mieux récupérer (cross-fit, rugby...).</p> <p>Objectifs : -Augmenter les performances physiques -Apporter sensation d'énergie et de vitalité -Se dépasser physiquement -Renforcer l'endurance lors d'entraînements ou de compétitions</p>	 <p><u>Racines de ginseng blanc associées avec de la spiruline en poudre – Sources « Les Jardins d'Occitanie »</u></p>	<p>58,8% pure poudre de racine de <i>Panax ginseng</i> CA Meyer (6 ans d'âge), 41,2% de poudre de spiruline (<i>Arthrospira platensis</i>).</p> <p>La spiruline grâce à sa richesse en fer, à son rôle antioxydant, favorise l'oxygénation des muscles et améliore donc l'endurance.</p>	<p>Poids total : 68g soit environ 30 jours de prise.</p> <p>Pour 100 g : Énergie : 342 Kcal/1442 KJ Matières grasses : 4,4 g Acides gras saturés : 1,4 g Glucides : 35 g dont 17,1 g de sucre (naturellement présent dans les racines) Protéines : 34,7 g Sel : 1,19 g</p>	 <p>Dosage recommandé :</p> <p>Pour une période sportive intense (type compétition) => 3 cuillères doseuses rases par jour (3 ml) le matin diluées dans un jus de fruit/légumes frais ou un verre d'eau pendant 30 jours. -Débuter 15 jours avant le jour J et prolonger les 15 jours suivants pour accompagner la phase de récupération.</p> <p>Pour une période d'entraînements par exemple => 1,5 cuillères doseuses rases par jour (1,5ml) pendant 60 jours diluées dans un jus de fruit/légumes frais ou un verre d'eau. => Ne pas accumuler avec d'autres produits fortifiants et une pause d'un mois entre les prises est idéale (risque d'accoutumance).</p>
	 <p><u>Racines de ginseng blanc associées avec la spiruline en gélules - Sources « Les Jardins d'Occitanie »</u></p>	<p>La composition est de 1000 mg pure poudre de racines blanches de <i>Panax ginseng</i> CA Meyer (6 ans d'âge - dont 20mg de ginsénosides) et 800 mg de poudre de spiruline française (<i>Arthrospira platensis</i>).</p> <p>Conditionnement: 120 gélules végétales</p>	<p>Poids net: 47.4 grammes (soit 30 jours de prise)</p> <p>Agent d'enrobage: gélule végétale (hydropropyl-méthyl-cellulose)</p>	<p>Conseil de prise :</p> <p>Programme d'entraînement: prendre 4 gélules par jour pendant 30 jours</p> <p>Programme de compétition: prendre 6 gélules par jour pendant 20 jours</p> <p>=> A prendre tous les matins avec de l'eau</p>

Tableau 13: Cas comptoir 2 en lien avec les racines de ginseng blanc associées avec de la spiruline en poudre du laboratoire « Les jardins d'Occitanie »

Indication	Produit utilisé	Composition	Détail et tableau nutritionnel	Conseil d'utilisation
<p>Sportifs amateurs en période de fatigue passagère</p> <p>Objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Se sentir mieux dans son corps (physiquement ou mentalement) - Optimiser l'endurance -Augmenter sensations d'énergie et vitalité 	 <p><u>Racines de ginseng blanc en poudre – Sources « Les Jardins d'Occitanie »</u></p>	<p>100 % de poudre de de ginseng blanc à partir de racines de <i>Panax ginseng</i> C.A Meyer (6 ans d'âge).</p>	<p>Poids total : 30 grammes (soit 30 jours de prise)</p> <p>Granulométrie : poudre inférieure ou égale à 300 micromètres</p> <p>Pour 100g: Énergie : 316 Kcal/1329 KJ Matières grasses : 2,7 g Acides gras saturés : 0,6g Glucides : 47g dont 29g de sucre (naturellement présent dans les racines) Protéines : 16g Sel : 0,28g</p>	 <p>Cuillère doseuse : 0.5 ml</p> <p>Conseils de prise :</p> <p>2 cuillères-mesures le matin dans une boisson /aliment froid ou à température ambiante (eau, jus de fruit frais, yaourt, compote...) pendant 30 jours. La poudre peut être mélangée avec de l'eau ou un jus de fruit.) La durée de prise du ginseng blanc peut s'étendre de 1 à 3 mois en fonction des besoins.</p>
	 <p><u>Racines de ginseng blanc en gélules - Sources « Les Jardins d'Occitanie »</u></p>	<p>La composition est de 1340 mg de poudre de racines blanches de <i>Panax ginseng</i> CA Meyer (6 ans d'âge - dont 20mg de ginsénosides) par dose de 4 gélules.</p> <p>Conditionnement: 120 gélules végétales</p>	<p>Poids net: 51.6 grammes (soit 30 jours de prise)</p> <p>Agent d'enrobage: gélule végétale (hydroxypropylmethyl-cellulose)</p>	<p>Conseil de prise :</p> <p>4 gélules par jour le matin avec un grand verre d'eau pendant 30 jours</p>

Tableau 14: Cas comptoir 3 en lien avec les racines de ginseng blanc en poudres ou en gélules du laboratoire « Les Jardins d'Occitanie »

Indication	Produit utilisé	Composition	Conseil d'utilisation
<p>Sportifs amateurs avec pour objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Entretien le bien-être physique et mental -Action stimulante sur le corps -Augmentation de la vigilance et de la concentration - Drainer l'organisme 	 <p><u>Infusion composée de feuilles de menthe poivrée et de feuilles de ginseng – Sources « Les Jardins d'Occitanie »</u></p>	<p>80% feuilles de menthe poivrée (<i>Menta piperita</i>), 20% racines de <i>Panax ginseng</i> C.A Meyer (6 ans d'âge).</p> <p>Dosage indicatif : environ 0,6 grammes par tasse</p>	 <p>Conseils de prise :</p> <p>Il faut bien mélanger les ingrédients avant utilisation.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 cuillère à café par tasse - Faire frémir l'eau à 90°C et laisser infuser le mélange pendant 3 à 5 minutes - Boire 1 à 2 infusions par jour, de préférence après chaque repas. <p>Elle peut se consommer chaude ou froide. Pour cela, il faut faire infuser les plantes à chaud et laissez refroidir.</p>

Tableau 15 : Cas comptoir 4 en lien avec l'infusion composées de feuilles de menthe poivrée et de feuilles de ginseng du laboratoire « Les Jardins d'Occitanie »

Indication	Produit utilisé	Composition	Détail et tableau nutritionnel	Conseil d'utilisation
<p>Sportif de tous niveaux qui a pour objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'avoir une action tonifiante ou stimulante pendant par exemple une période de compétition - de lutter contre la fatigue physique ou mentale. 	<p><u>Arkogélules (Laboratoire Arkopharma ®) Ginseng</u></p> 	<p>Plante: Poudre (Totum intégral) de racine de Ginseng BIO (<i>Panax Ginseng</i> C.A Meyer)</p> <p>Gélule 100 % végétale (dérivé de cellulose)</p> <p>Conditionnement : 45 gélules</p> <p>Le laboratoire privilégie le :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Totum intégral de la plante (seule forme qui restitue 100% des actifs de la plante) ; - Sans utilisations de produits chimiques de synthèse. 	<p>Pour 4 gélules :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Poudre de racines de ginseng : 1560 mg -Concentré en ginsénosides : 29 mg 	<p>Voie orale.</p> <p>A partir de 15 ans.</p> <p>Prendre 4 gélules en une seule prise matin au moment du repas avec un grand verre d'eau.</p>
<p>Sportif de tous niveaux en période de fatigue ou qui cherchent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - améliorer les performances physiques - favoriser la vitalité. 	<p><u>Les gélules végétales de Ginseng de chez phytostandard ® (Laboratoire PiLeje)</u></p> 	<p>Plante : Extrait Phytostandard ® ginseng biologique (<i>Panax Ginseng</i> C.A Meyer, racines 5 ans) (support : fibre d'acacia biologique)</p> <ul style="list-style-type: none"> . Fibre d'acacia biologique . Gélules végétales . Poudre de Bambou <i>Bambusa arundinaceae</i> (résine) . Huile de colza biologique <p>Poids net : 8 grammes</p> <p>Conditionnement : 20 gélules végétales</p> <ul style="list-style-type: none"> . Utilisation seulement de ginseng blanc car aucun traitement de séchage, contrairement au ginseng rouge . Utilisation des racines fraîches qui sont ensuite congelées dans les 24 heures pour préserver tous les composés . Procédé d'extraction connu pour respecter l'intégrité des composés de la plante et non pas que le totum intégral comme pour le laboratoire Arkopharma ® 	<p>Pour 2 gélules :</p> <p>Extrait Phytostandard ® ginseng (mg) : 344 mg</p>	<p>Voie orale.</p> <p>1 à 2 gélules par jour le matin au moment du repas avec un grand verre d'eau</p>

Tableau 16: Autres cas comptoirs avec d'autres produits du marché

Indication	Produit utilisé	Composition	Détail et tableau nutritionnel	Conseil d'utilisation
<p>Sportif de tous niveaux qui cherche à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - retrouver la vitalité physique - lutter contre la fatigue - augmenter les performances physiques 	<p><u>Extrait concentré de ginseng en gélules de chez Naturactive ®</u></p> 	<p>Plante : Ginseng (<i>Panax ginseng</i> C.A. Meyer)</p> <p>Partie utilisée : la racine</p> <p>Conditionnement : 20 ou 60 gélules</p> <p>Ici, ce sont les extraits concentrés de plantes qui sont utilisés. Ce procédé original s'appuie sur des méthodes performantes pour recueillir les molécules actives de la plante et éliminer les composants non-essentiels.</p>	<p>Au niveau du rendement :</p> <p>Le rapport plante/extrait natif correspond à 3 à 5 kilogrammes de racines de ginseng pour obtenir 1 kg d'extrait de ginseng.</p> <p>Dosage par gélule : 200 mg d'extrait sec de ginseng</p>	<p>Voie orale</p> <p>1 gélule matin et soir (soit 400 mg d'extrait de ginseng par jour) avec un grand verre d'eau.</p>
<p>Sportif de tous niveaux qui cherche à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Favoriser la vitalité - Réduire la fatigue 	<p><u>Gélules sous formes de micro-granules gastroresistantes du laboratoire S.I.D ®</u></p> 	<p>Plante : Ginseng (<i>Panax ginseng</i> CA Meyer) : 200 mg d'extrait de racine titré à 2% de ginsénosides</p> <p>Supports : cellulose microcristalline, xylitol, agents d'enrobage : povidone, gomme laque, gélule : gélatine.</p> <p>Conditionnement : 30 gélules</p> <p>Particularité du laboratoire : .La particularité est la technologie galénique : les micros-granules gastroresistantes. Cela permet d'avoir des actifs plus concentrés et permet aussi d'optimiser la préservation des actifs au niveau du passage gastrique. . Meilleure biodisponibilité des actifs naturels.</p>	<p>Pour 1 gélule : 600 mg de racine, soit 4 mg de ginsénosides</p>	<p>Voie orale</p> <p>1 à 2 gélules par jour à avaler avec un grand verre d'eau en dehors des repas.</p>

Tableau 17: Autres cas comptoirs avec d'autres produits du marché

Autres cas comptoirs avec d'autres produits sur le marché (cf. Tableau 16 et 17)

Ces différents produits proviennent de divers laboratoires avec pour chacun un mode d'extraction différent ; Les produits de ces laboratoires sont commercialisés sous forme de gélules. La composition et la posologie seront différentes et la concentration en principes actifs sera également. Les quatre produits sont composés de racines de ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer). Ils peuvent être tous les quatre utilisés chez le sportif de tous niveaux en recherche de performances ou pour lutter contre la fatigue. Le conseil doit se faire de façon individualisée.

Pour chaque produit et en fonction de la forme utilisée, les doses journalières sont conformes aux doses recommandées de l'EMA vues précédemment.

Concernant le produit du laboratoire d'Arkopharma, la poudre de racines de ginseng est utilisée et c'est le totum intégral qui est présent pour permettre de restituer entièrement les actifs de la plante. C'est un produit BIO sans produits chimiques de synthèse. Le concentré en ginsénosides est de 29 milligrammes pour 4 gélules contrairement par exemple aux gélules du laboratoire S.I.D qui est de 8 milligrammes pour 2 gélules. Cependant, l'observance est plus délicate avec une prise de 4 gélules le matin. Cela peut-être contraignant pour certains patients n'acceptant pas une prise en dose unique aussi importante.

Les gélules végétales de ginseng de chez Phytostandard ® sont composés de ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer) et d'excipients comme de la poudre de Bambou arundinaceae ou de l'huile de colza biologique. La sélection de la matière première végétale fraîche est rigoureuse et issue de l'agriculture biologique. La traçabilité des produits est aussi surveillée de près. Les racines fraîches sont congelées dans les 24 heures après la récolte pour préserver tous leurs composés. Le procédé d'extraction du laboratoire est reconnu pour conserver l'intégrité des principes actifs et utiles (molécules qui n'ont pas d'action pharmacologique propre mais qui peuvent, dans notre organisme, moduler l'effet et la tolérance des composés actifs et en améliorer l'assimilation) de la plante. Cela a pour avantage de restituer leur intégrité à la majorité des composés. Chez Phytostandard ®, l'observance est avantageuse par rapport au fait que pour avoir une concentration journalière suffisante (344 mg) en extrait de ginseng, la prise de 1 à 2 gélules le matin est suffisant.

Le produit de chez Naturactive ® provient d'un laboratoire fondé par Mr Pierre Fabre, pharmacien botaniste à Castres dans le Tarn. Nous y retrouvons un extrait concentré de ginseng.

Le procédé consiste à extraire les seules molécules naturelles nécessaires aux besoins de la clientèle. Cela permet de mieux cibler la demande et d'optimiser l'efficacité du produit. La posologie est de 2 gélules par jour mais ici le matin et le soir. Cela est étonnant par rapport aux recommandations de l'EMA, en effet, la prise devait se prendre le matin et/ou à midi pour ne pas gêner le sommeil.

Les gélules sous forme de micro-granulés gastrorésistantes du laboratoire S.I.D ® sont très innovatrices. En effet, cette galénique permet une meilleure tolérance, une meilleure biodisponibilité des actifs au niveau du passage gastrique et donc une concentration finale plus importante. Ici, 200 milligrammes d'extrait de racine sont titrés à 2% de ginsénosides soit dans une gélule nous avons 600 milligrammes de racine de ginseng dont 4 milligrammes de ginsénosides. Ici, l'observance est aussi intéressante car 1 à 2 gélules par jour sont suffisantes pour atteindre la quantité en ginseng recommandée. Contrairement aux autres produits, il est important de prendre les gélules gastrorésistantes en dehors du repas.

3. Contre-indications et précautions d'emplois

Par mesure de sécurité, l'utilisation du ginseng chez les femmes enceintes, les femmes qui allaitent et même chez les enfants et les adolescents est contre-indiquée. Le ginseng est donc déconseillé aux personnes de moins de 18 ans.

En cas d'hypersensibilité aux substances actives, le ginseng est une contre-indication.

Pour les personnes ayant un traitement antidiabétique, il est préférable de ne pas en consommer sans suivi médical pour éviter le risque d'hypoglycémie.

De plus, en cas d'hypertension artérielle sévère (>180/110), de troubles cardiaques, d'insomnies ou d'angoisses, il est préférable de s'abstenir sur la prise de produits à base de ginseng sans avis médical.

Lors de troubles psychiatriques sévères non stabilisés le ginseng doit être utilisé avec précaution.

La consommation de ginseng en cas de cancers hormono-dépendant doit être prise avec précaution. (35) (88) (89)

4. Effets secondaires et toxicités

La consommation du ginseng pendant de courtes périodes n'est pas dangereuse et n'entraîne pas de toxicité.

Un essai multicentrique en double aveugle, randomisé, contre placebo confirme la sécurité et la bonne tolérance de l'apport quotidien de 2 grammes de ginseng coréen pendant 24 semaines chez les adultes en bonne santé.

En l'absence de surdosage, nous ne retrouvons pas d'effets secondaires signalés.

Cependant, une consommation excessive de ginseng peut entraîner : palpitations, nervosité, troubles du sommeil, diarrhées (surtout le matin), nausées, élévation de la pression artérielle.

(32) (88) (89)

5. Interactions médicamenteuses

Des interactions médicamenteuses entre le ginseng et certaines substances sont possibles.

Le ginseng associé avec les anticoagulants (warfarine) pourrait diminuer l'efficacité de ce dernier. En cas d'association, il est conseillé de renforcer la surveillance de l'INR.

Un cas de digoxinémie élevée a été associé à une prise concomitante de digoxine et de ginseng.

Une interaction entre le ginseng et un antidépresseur inhibiteur non sélectif de la monoamine oxydase (IMAO) a été signalée. Cela se traduit par des symptômes de manies avec céphalées et tremblements.

Du fait de son activité ostrogénique, le ginseng interfère avec les antagonistes compétitifs des récepteurs de l'œstrogène tel que le tamoxifène.

Il faut éviter la prise du ginseng en cas de traitement antidiabétiques oraux (risque d'hypoglycémie).

De plus, il est conseillé de faire attention avec les consommateurs de caféine, en effet, si on l'associe avec le ginseng cela peut entraîner de l'hypertension ou encore de la nervosité.

(32) (35) (88)

B. L'éléuthérocoque (*Eleutherococcus senticosus* Maxim.)

1. Indications de l'éléuthérocoque chez le sportif

Nous allons voir à présent les principales indications thérapeutiques de la racine d'éléuthérocoque chez le sportif.

En relation avec ses propriétés adaptogènes, cette plante peut être indiquée chez le sportif pour réduire la fatigue physique associée à une baisse de la performance intellectuelle, préparer à une épreuve sportive, prévenir le risque d'épuisement nerveux lors d'un stress chronique induit par exemple lors d'un effort.

Il augmente le sentiment de bien-être en général ce qui est important lors d'une épreuve sportive.

Par son effet tonique général, nous l'utiliserons donc en cas d'asthénie fonctionnelle passagère, lors d'efforts physiques tel que des entraînements sportifs ou des compétitions.

On s'en servira aussi lors d'une période de convalescence car il permet une reprise de poids et de vitalité après une maladie, un accident ou une chirurgie.

2. Mises-en pratique en officine

Le pharmacien a la possibilité de conseiller plusieurs formes et présentations comprenant la plante l'éléuthérocoque.

Formes utilisées et posologies recommandées :

Forme sèche :

Les doses recommandées dans la monographie HMPC sont : (90)

- **Poudre de plantes** : 0.75 à 3 g,
- **Extrait sec (DER 13-25 :1, solvant d'extraction éthanol 28-40% v/v)** : doses correspondant à 0,5-4 g de racines séchées,
- **Extrait sec (DER 17-30 :1, solvant d'extraction éthanol 70 % v/v)** : dose correspondant à 0.5-4 g de racines séchées ;
- **Extrait aqueux sec** : 90-180 mg ;

La dose quotidienne peut être prise en 2 à 3 doses.

Forme liquide :

Les doses recommandées dans la monographie HMPC sont :

- **Tisanes** : 0.5 à 4 g dans 150 ml d'eau bouillante ;
Fréquence d'administration : divisée en une ou trois doses
- **Extrait liquide (DRE 1 :1)** : éthanol 30 à 40% v/v : 2-3 ml
- **Teinture** : 10-15 ml
- **Extrait liquide (DER 1 : 11.3)** : extraction vin doux solvant : 30 ml
- **Extrait liquide (DER 1 :20)** : solvant d'extraction vin doux : 25-33 g

La dose quotidienne peut être prise en 2 à 3 doses.

Durée d'utilisation de l'éleuthérocoque : la cure ne doit pas dépasser deux mois.

Il est conseillé d'alterner les cures avec des pauses thérapeutiques.

Pour les enfants entre 12 et 17 ans, il est préférable de diviser la durée de prise par deux : 6 semaines maximum puis 1 semaine de fenêtre thérapeutique.

Principales formules utilisant l'éleuthérocoque avec d'autres plantes

Le pharmacien peut proposer en fonction de la demande et du sportif différentes formules utilisant le ginseng avec d'autres plantes sous forme de compléments alimentaires : (51)

- Avec l'andrographis (*Andrographis paniculata* Nees.) : infection de voies respiratoires,
- Avec l'algue *Porphyra umbilicalis* et l'eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) :
asthénie post- infections respiratoires,
- Avec l'échinacée (*Echinacea purpurea* L.), le thym, (*Thymus vulgaris* L.), le sureau (*Sambucus nigra* L.) : pour libérer les voies respiratoires et agir sur le nez et la gorge,
- Avec l'échinacée (*Echinacea purpurea* L.), la griffe du chat (*Uncaria tomentosa* DC.), le curcuma (*Curcuma longa* L.), la propolis : renforcement immunitaire avant l'hiver,
- Avec la grande camomille (*Tanacetum parthenium* Sch.Bip.), le saule blanc (*Salix alba* L.), la reine des prés (*Filipendula ulmaria* Maxim.), le plantain (*Plantago* L.) et l'andrographis (*Andrographis paniculata* Nees.) : pour améliorer le fonctionnement du système immunitaire et le confort respiratoire,

- Avec la rhodiola (*Rhodiola rosea* L.) : amélioration des capacités d'adaptation physique et psychique ; prévention du syndrome d'épuisement,
- Avec le ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer) plus ou moins ginkgo biloba (*Ginkgo biloba* L.), romarin (*Salvia rosmarinus* Spenn.), bacopa (*Bacopa monnieri* L.), propolis : amélioration des performances physiques ou psychiques.

3. Contre-indications et précautions d'emplois

L'utilisation chez les enfants de moins de 12 ans et chez les femmes enceintes et allaitantes n'est pas recommandée. L'hypersensibilité aux substances actives est une contre-indication à prendre en compte.

Sauf indication médicale, il faut limiter la consommation simultanée de produits ou d'aliments contenant de la caféine, plus précisément éviter d'en prendre après 16 h car cela pourrait troubler le sommeil. La prise massive d'alcool qui accentuerait le côté sédatif de la plante est à éviter.

Il est déconseillé également aux personnes souffrant de tension artérielle sévère (plus de 180/90 mm Hg). De plus, comme l'éleuthérocoque peut être un stimulant ; les personnes atteintes de troubles cardiovasculaires ou de cardite rhumatismale doivent faire attention : cela peut provoquer des palpitations, des tachycardies et une élévation de la tension artérielle.

La consommation de cette plante n'est pas recommandée non plus en cas d'insomnies ou de troubles nerveux.

L'éleuthérocoque pourrait avoir une action proche de celles des œstrogènes et stimulerait les sécrétions hormonales : les femmes atteintes d'un cancer hormono-dépendant ou autres maladies du sein ainsi que celles sous contraceptif oral doivent éviter la prise de cette plante.

En cas de diabète, il n'est pas conseillé d'en consommer.

Si l'utilisation de cette plante se fait dans le cadre de l'automédication, en cas d'aggravation des symptômes, il est prudent de consulter un médecin ou un professionnel de santé qualifié.

(55) (90)

4. Effets indésirables et toxicités

A très forte dose, c'est à dire au-delà des posologies recommandées, la prise d'éléuthérocoque peut provoquer des maux de têtes, des insomnies, de l'irritabilité, des palpitations, des mastalgies, des saignements utérins de fréquence inconnue.

Une diarrhée temporaire peut apparaître puisqu'il a une action sur les intestins. (55) (90)

5. Interactions médicamenteuses

Les principales interactions existantes proviennent de la composition et des propriétés intrinsèques de l'éléuthérocoque.

L'association avec des antiagrégants plaquettaires et anticoagulants augmenterait le risque de saignement par addition d'effets dus à la présence de coumarines. Une surveillance clinique des signes d'hémorragie est importante ainsi que la surveillance de l'INR pour les anticoagulants. Ensuite, la prise d'éléuthérocoque avec des médicaments antidiabétiques et de l'insuline accentuerait le risque d'hypoglycémie par addition d'effets hypoglycémisants. Il est conseillé de surveiller étroitement sa glycémie et les signes d'hypoglycémie en cas d'association. De plus, du fait de l'effet régulateur de la plante, la prise avec des médicaments hypo ou hyper tenseur est à prendre en compte.

Par rapport aux interactions pharmacocinétiques, l'association avec des médicaments métabolisés par l'isoenzyme 1A2 du cytochrome P450 augmenterait leurs concentrations plasmatiques. Les éléuthérosides B et E pourraient inhiber le métabolisme des médicaments métabolisés via le CYP2C9 et le CYP2E1 et augmenteraient de ce fait la toxicité.

Des interactions avec d'autres plantes seraient présentes, par exemple avec des plantes ayant également des effets anticoagulants : ail (*Allium sativum*), angélique (*Angelica archangelica*), clou de girofle (*Syzygium aromaticum*), gingembre (*Zingiber officinale*), ginkgo (*Ginkgo biloba*), ginseng (*Panax ginseng*).

Ensuite, il faut faire attention à l'association avec d'autres plantes hypoglycémisantes : melon amer (*Momordica charantia*), gingembre (*Zingiber officinale*), olivier (*Olea europaea*).

Pour finir, l'association entre des plantes avec des effets sédatifs ou anxiolytiques peut engendrer une élévation théorique des effets par addition, en particulier avec l'eschsoltzia (*Eschscholtzia californica*), la camomille allemande (*Matricaria chamomilla*), l'herbe du tigre (*Centella asiatica*), le millepertuis (*Hypericum perforatum*), la valériane (*Valeriana officinalis*). (53) (55) (90)

C. La rhodiola (*Rhodiola rosea* L.)

1. Indications de l'éléuthérocoque chez le sportif

Les principales indications en relation avec ses propriétés d'amélioration des capacités physiques sont :

- Préparation à une épreuve physique ou sportive,
- Aide à la récupération et réparation suite à un effort physique,
- Asthénie physique.

Ses propriétés adaptogènes, notamment sur le système nerveux central sont très bénéfiques chez le sportif. En effet, ces derniers vont pouvoir utiliser la rhodiola en cas de troubles de l'adaptation au stress avec par exemple un état de fatigue, d'anxiété ou encore d'élévation de la pression artérielle. Elle favorise l'équilibre mental en cas de stress. Elle réduit le stress mental, stabilise l'humeur. En cas de comportements addictifs, la prise de rhodiola est intéressante.

2. Mises-en pratique en officine

Les formes et préparations conseillées par le pharmacien sont multiples.

Formes utilisées et posologies recommandées :

Forme sèche :

Les doses recommandées dans la monographie HPMC sont : (91)

- **Extrait sec (DER 1,5-5 :1)**, solvant d'extraction éthanol 67-70% v/v :
 - Dose unique : 144-200 mg
 - Dose quotidienne : 144-400 mg

Forme liquide :

Au niveau de la monographie HPMC, la forme liquide n'est pas présente.

La rhodiola peut quand même être utilisée sous forme de :

- **Tisanes** : infusion de racines séchées, 1 à 2 cuillères à café par tasse, à infuser 10 minutes dans de l'eau très chaude (80 à 90°), 1 tasse 1 à 2 fois par jour.
- **Extraits fluides de plantes fraîches standardisées** : 5 à 10 millilitres par jour dans de l'eau
- **Extrait hydroalcoolique, teinture-mère** : 25 gouttes 1 à 2 fois par jour dans de l'eau ou du jus de fruits.

Il est recommandé de prendre la rhodiola plutôt le matin ou le midi car cela pourrait entraîner des problèmes de sommeil et des effets tonifiants.

La cure doit durer minimum trois semaines pour que la plante puisse agir. Il est conseillé d'arrêter une à deux semaines avant de reprendre un cycle.

Principales formules utilisant la rhodiola avec d'autres plantes

Le pharmacien peut proposer plusieurs formulations utilisant la rhodiola avec d'autres plantes

En préparation magistrale d'extraits standardisés sous forme liquide : (68)

- Avec le ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer.) : asthénie physique ou psychique : préparation et réparation en cas d'effort physique et sportif, période de stress, surmenage physique et psychique,
- Avec le ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer) et le ginkgo biloba (*Ginkgo biloba* L.) : troubles cognitifs lors des situations d'hypoxie cérébrale au cours de maladie comme la Parkinson, l'Alzheimer ou encore chez les personnes âgées ; activité sportive en altitude et prévention du mal des montagnes (en ajoutant le ginseng),
- Avec le griffonia (*Griffonia simplicifolia* DC.) et plus ou moins la passiflore : troubles de l'humeur à composante sérotoninergique, avec irritabilité, agitation surmenage, tendances aux addictions et aux compulsions alimentaires,
- Avec le millepertuis (*Hypericum perforatum* L.) : dépression avec épuisement, sevrage des addictions.

Sous forme de compléments alimentaires :

- Avec le ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer.) et le ginkgo biloba (*ginkgo biloba* L.) : pour renforcer l'énergie du corps et améliorer l'endurance et les performances,
- Avec le safran : dépression légère à modérée,
- Avec la guarana (*Paullinia cupana* Kunth.) : période de surmenage de l'organisme physique ou psychique,
- Avec l'éleuthérocoque (*Eleutherococcus senticosus* Maxim.) et plus ou moins le magnésium : pour améliorer la résistance au stress, au surmenage, diminuer la fatigue, booster le bien-être émotionnel et physique,
- Avec le magnésium seul : pour résister au stress et réduire la fatigue,
- Avec l'aubépine (*Crataegus* L.), la valériane (*Valeriana officinalis* L.), la passiflore (*Passiflora* L.) : pour permettre de mieux se détendre, d'apporter la sérénité, et d'améliorer le sommeil.

3. Contre-indications et précautions d'emplois

L'hypersensibilité aux substances actives est une contre-indication.

Selon l'EMA, en l'absence de données suffisantes, la rhodiole n'est pas recommandée chez la femme enceinte ou allaitante et chez les enfants et adolescents de moins de 18 ans.

Chez des sujets irritables ou agités, il est important d'être prudent lors de la prise de rhodiole.

Chez les personnes bipolaires, particulièrement chez ceux ayant des antécédents d'épisodes maniaques lors de prises d'antidépresseurs ou de stimulants, l'utilisation doit aussi être surveillée.

Il est recommandé d'avoir un suivi par un professionnel de santé en cas de prise de rhodiole dans ce contexte. (71) (91)

4. Effets indésirables et toxicités

En cas de surdosage, une possibilité d'agitation, d'irritabilité, de surexcitation est possible. Sinon, aucun effet secondaire n'a été observé cliniquement. (91)

5. Interactions médicamenteuses

La rhodiola en théorie peut accroître l'effet des médicaments ou même des plantes ayant un effet stimulant.

Il est donc plus prudent de ne pas associer des psychostimulants comme les antidépresseurs en raison de l'effet inhibiteur de la rhodiola sur la dégradation des neurotransmetteurs (sérotonine, noradrénaline).

Ses effets pourraient aussi s'additionner à ceux des inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine. (68) (71) (91)

D. Synthèse des effets de ces plantes adaptogènes sur la performance sportive : la racine du ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer), la racine de l'éleutherocoque (*Eleutherococcus senticosus* Maxim.), le rhizome de la rhodiola (*Rhodiola rosea* L.)

Plante	Sports étudiés	Effets observés	Contre-indications, Précautions d'emplois	Effets indésirables	Intéactions médicamenteuses
<p>Panax ginseng</p> <p><i>Panax ginseng</i></p>	<p>Sports d'endurances (essais cliniques chez des sportifs pratiquant du marathon, course à pied, tapis roulant ou du cyclisme, étude in vivo chez l'animal par le test de nage)</p> <p>Essais cliniques sur des sportifs pratiquants des exercices aigus de résistance</p>	<p>Diminution du niveau des lactates</p> <p>Diminution de la fréquence cardiaque</p> <p>Meilleure mobilisation des graisses</p> <p>Augmentation du temps d'activité physique jusqu'à épuisement</p> <p>Augmentation de la puissance aérobie</p> <p>Amélioration des fonctions mitochondriales des muscles</p> <p>Effets antifatigues</p> <p>Effets antioxydants</p> <p>Diminution des dommages oxydatifs induits et des réponses inflammatoires</p>	<p>Grossesse et allaitement</p> <p>Enfants < 18 ans</p> <p>Hypersensibilité liée aux substances actives</p> <p>Précautions d'emplois : Patients diabétiques, HTA, maladies cardiaques, irritabilité, nervosité, insomnies, troubles psychiatriques sévères</p> <p>Cancer hormonodépendant</p>	<p>Aucun sauf si surdosage : palpitation, nervosité, troubles du sommeil, diarrhées, nausées, pression artérielle haute</p>	<p>Association avec les anticoagulants (warfarine) : renforcer la surveillance de l'INR</p> <p>Prise de digoxine : surveillance accrue</p> <p>A éviter en cas de traitement par : antidiabétiques oraux, insuline, IMAO , tamoxifène</p>

Plante	Sports étudiés	Effets observés	Contre-indications, Précautions d'emplois	Effets indésirables	Intéractions médicamenteuses
<p>Éleuthérocoque</p> <p><i>Eleutherococcus senticosus</i></p>	<p>Sports d'endurances (étude in vivo chez l'animal par le test de nage, essais cliniques chez des sportifs pratiquants du cyclisme, de la course à pied et tapis roulant)</p>	<p>Amélioration de la fatigue physique avec une diminution des lactates et une augmentation de la contenu en glycogène chez l'animal</p> <p>Augmentation du temps d'activité jusqu'à épuisement</p> <p>Effets sur la réponse au stress contradictoire chez l'homme</p> <p>Inhibition de l'élévation la corticostérone chez l'animal (résistance au stress)</p>	<p>Enfants < 12 ans Grossesse et allaitement Hypersensibilité des substances actives</p> <p>Précautions d'emplois : HTA, Troubles cardiovasculaires, diabète, insomnies, nervosité, cancers hormono-dépendants</p>	<p>Aucun sauf si forte dose : maux de têtes, insomnies, irritabilité, palpitations, mastalgies</p>	<p>A éviter en cas de traitement par des antidiabétiques oraux, insuline, IMAO,</p> <p>Association avec les anticoagulants : surveillance accrue de l'INR (risques de saignements).</p>

Plante	Sports étudiés	Effets observés	Contre-indications, Précautions d'emplois	Effets indésirables	Intéractions médicamenteuses
<p>Rhodiola</p> <p><i>Rhodiola rosea</i></p>	<p>Sports d'endurances (essais cliniques des sportifs pratiquant du cyclisme, de la course à pied, essais in vivo chez l'animal par le test de nage)</p> <p>Essais cliniques sur la force musculaire et sur la performance mentale</p> <p>Essai clinique sur l'inhibition des comportements addictifs chez des rats</p>	<p>Diminution de la fatigue en période de stress ou d'effort physique, diminution de la réponse du cortisol au stress d'éveil</p>	<p>Enfants < 18 ans Grossesse et allaitement Hypersensibilité des substances actives</p> <p>Précautions d'emplois: sujets irritables, bipolaires ou agités</p>	<p>Aucun sauf en cas de surdosage: agitation, irritabilité</p>	<p>A éviter en cas de prise de psychostimulants comme les antidépresseurs</p>

Tableau 18: Synthèse des effets des trois plantes adaptogènes (Panax ginseng, Eleuthérocooccus senticosus, Rhodiola rosea

CONCLUSION

Le pharmacien, de par sa proximité et sa disponibilité, est constamment en contact avec des sportifs amateurs, semi-professionnels voire même professionnels. Il a, de ce fait, un rôle important à jouer dans l'accompagnement de ces patients.

Ce travail avait pour objectif d'étudier la place de la phytothérapie chez le sportif et leur prise de compléments alimentaires ou médicaments à base de plantes dans l'optimisation de leur activité physique.

Mon choix s'est porté plus particulièrement sur les plantes « adaptogènes », des plantes qui permettent de résister et s'adapter au stress c'est à dire lors d'un exercice physique. Cependant, les résultats des études présentées dans la thèse doivent être interprétés avec précaution car les doses et les durées d'utilisation, ainsi que les populations d'étude (animaux, sportifs entraînés ou occasionnels...) sont très variables. Ces plantes adaptogènes sont encore trop méconnues en France.

Comme nous avons pu le constater lors du déroulement de l'enquête, 43.87 % des sportifs ont déjà consommés des compléments alimentaires ou des médicaments à base de plantes.

Cependant, l'utilisation chez les sportifs de plantes « adaptogènes » reste assez rare. Les études de la littérature que je présente dans la thèse montrent pourtant une certaine efficacité. En effet, les 3 plantes étudiées dans cette thèse (ginseng, éléuthérocoque, rhodiola) induiraient une amélioration de la performance physique, favoriseraient la récupération, augmenteraient la tonicité, la sensation d'énergie et diminueraient la fatigue. De nombreuses plantes peuvent être associées avec ces plantes « adaptogènes » pour en optimiser les effets et jouer des rôles complémentaires.

La délivrance de ces plantes « adaptogènes » doit se faire par des personnes qualifiées dans le domaine de la phytothérapie et spécifiquement sur cette notion d'« adaptogène ». Il faut être également conscient des contre-indications, des précautions d'emplois et effets indésirables propres à chaque plante. C'est pour cela que le pharmacien est là pour promouvoir et conseiller ces plantes adaptogènes (comme le ginseng, l'éléuthérocoque, la rhodiola) en fonction du besoin de chaque sportif et de ses antécédents.

Aujourd'hui, la consommation de compléments alimentaires se développe de plus en plus chez le sportif avec comme objectifs principaux, l'optimisation de leurs performances et l'amélioration de leurs conditions physiques.

Cependant, la consommation de compléments alimentaires peut être dangereuse et présenter des risques notamment sur la santé du sportif et sur le plan du dopage. Le dopage est bien une réalité dans le milieu sportif. Cette pratique concerne tous les niveaux de joueurs. Le pharmacien joue également une place importante dans la lutte contre ce fléau. De nombreuses substances dopantes sont des médicaments disponibles en pharmacie, certaines le sont sur prescription médicale, d'autres sont en libre accès. C'est pour cela que le rôle du pharmacien est indispensable en raison de ses connaissances des médicaments et ses contacts fréquents avec les sportifs.

Aujourd'hui, aucune plante ou préparation à base de plante ne figure sur la liste de l'Agence mondiale antidopage (Voir annexe 2). Nous avons par contre des molécules d'origine végétales comme l'éphédrine et la pseudo-éphédrine retrouvées dans des plantes qui apparaissent dans la liste des substances interdites stimulantes. En France, dans les pharmacies d'officine, la vente de cette substance est interdite. Cependant, ces produits peuvent être retrouvés en vente sur internet.

Le pharmacien a donc un rôle de conseil, incluant cette lutte contre le dopage. Le développement des achats sur internet amène le pharmacien à être encore être plus vigilant, il a pour but de prévenir le patient, l'informer sur la composition de certains produits et l'accompagner le mieux possible lors de sa carrière sportive.

Il jouera aussi un rôle déterminant dans le choix des compléments alimentaires qu'il référence dans son officine, afin de se démarquer des compléments alimentaires disponibles sur internet. Néanmoins, de nombreuses améliorations doivent être prises en compte pour que le pharmacien ait complètement sa place dans cette lutte. Même si de nombreux outils ont déjà été mis en place comme par exemple l'outil disponible en ligne www.cespharm.fr qui permet d'ouvrir un dialogue entre le pharmacien et le sportif, les enseignements de la formation commune pourraient être renforcés et des formations post-universitaires pourraient être développées. L'amélioration de la formation de base pourrait inciter les pharmaciens d'officine à s'impliquer d'avantage et les formations complémentaires apporteraient des outils et des méthodes nécessaires à une mise en pratique sûre et efficace. De plus, il faudrait développer l'intervention

des pharmaciens dans les centres sportifs et clubs sportifs afin qu'ils puissent sensibiliser directement les sportifs sur le thème du dopage, en expliquant les risques associés en cas de prise de ces substances. Il pourrait en plus présenter ses connaissances sur la diététique et sur l'utilisation de compléments alimentaires à base de plantes. D'après les différentes études vues dans cette thèse, les plantes « adaptogènes » peuvent avoir un véritable impact sur la vie sportive en termes de performance et de récupération.

Le laboratoire « les Jardins d'Occitanie », production locale et engagée avec une phytothérapie sûre et de qualité, a été très complémentaire dans ma recherche pour développer la culture, la composition chimique, les bien-faits du ginseng coréen (*Panax ginseng* C.A. Meyer) et cela a permis de mettre en lumière en détail les vertus de cette plante et de les appliquer chez les sportifs. Grâce à ses effets ergogènes et antioxydantes, le ginseng procure un réel intérêt au cours d'un effort physique. Je tiens à les remercier sur l'ensemble des données qu'ils m'ont fournies.

La consommation de plantes adaptogènes devrait être amplifiée chez les sportifs et en dehors de la sphère sportive par exemple chez les séniors ou les personnes actives.

Les pharmaciens doivent de plus en plus mettre en avant ces plantes dans leurs officines mais les formations et les connaissances sur le sujet sont encore trop insuffisantes pour les mettre réellement en pratique.

Un apprentissage plus approfondi en la matière lors du cursus dispensé à la Faculté, suivi de formation complémentaires ou d'interventions dans des centres de formations ou des clubs sportifs permettrait une optimisation des connaissances sur les plantes adaptogènes.

Pour finir, en remerciement des réponses recueillies dans le cadre de mon questionnaire et en collaboration avec « Les Jardins d'Occitanie », une brochure numérique sera réalisée par mes soins et envoyée aux personnes volontaires et intéressées par le sujet de mon enquête.

ANNEXES

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE SUR L'ENQUETE DE LA PRISE DE COMPLEMENTES ALIMENTAIRES À BASE DE PLANTES CHEZ LE SPORTIF

Enquête sur la prise de compléments alimentaires ou médicaments à base de plantes chez les sportifs

Bonjour à toutes et à tous et bienvenue sur ce questionnaire.

Je tiens en premier lieu à vous remercier pour le temps que vous comptez m'accorder.

Le questionnaire qui suit s'inscrit dans le cadre de ma thèse d'exercice pour le "Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie (parcours officine)".

Au cours de ma thèse, je vais étudier les plantes adaptogènes chez le sportif: des plantes qui s'adaptent au stress physiologique de l'organisme et qui amènent une certaine résistance dans l'effort .

Je m'intéresserai à leurs délivrances en officine, leurs principales indications et les différents conseils qui seraient bénéfiques aux sportifs tant au niveau de la résistance, de la prévention des blessures ou de l'augmentation de l'efficacité et ceci bien sûr en restant dans les règles: sans dopage !

Mon but est de mettre en évidence les habitudes de chacun en fonction du sport qu'il pratique, vos connaissances sur les plantes médicinales et si vous en consommez.

Tout mon travail sera bien sûr sous les signes de l'anonymat.

Merci beaucoup pour votre collaboration.

Bien à vous.

Quel âge avez-vous?

Réponse courte

Quel est votre sexe ?

Féminin

Masculin

Quel(s) sport(s) pratiquez-vous?

Réponse courte

Depuis combien de temps?

Réponse courte

Est-ce en amateur ou en professionnel?

Amateur

Professionnel

Combien d'heures d'entraînement avez-vous par semaine ?

Réponse courte

En tant que sportif, avez-vous des habitudes particulières pour améliorer vos performances ou votre récupération?

OUI

NON

Si oui, pouvez-vous me donner quelques exemples (prises de médicaments, de compléments alimentaires, alimentation..) ?

Réponse longue

Connaissez-vous le terme " phytothérapie"? Si oui, expliquez le avec vos mots.

Réponse courte

Avez-vous déjà pris des compléments alimentaires à base de plantes ou des médicaments à base de plantes?

OUI

NON

Si vous-en-avez-déjà consommé, pouvez-vous me citer le nom de ces produits et me dire si c'est un complément alimentaire ou un médicament ?

Réponse longue

Dans quel(s) but(s) les-prenez-vous?

Réponse longue

Comment les avez-vous connus? Et depuis combien de temps les connaissez-vous?

Réponse longue

Quel est votre lieu d'achat pour ces produits?

Réponse courte

Avez-vous eu des conseils lors de la délivrance?

OUI

NON

Quels sont vos schémas de prise pour ces produits?

Réponse courte

Depuis la prise de ces produits, avez-vous trouvé des répercussions bénéfiques dans votre vie sportive?

Réponse courte

Les utilisez-vous en dehors de la sphère sportive?

Réponse courte

Si vous n'en consommez pas, ce sujet vous intéresse-t-il et pourquoi?

Réponse longue

Pouvez-vous me communiquer votre mail si j'ai éventuellement d'autres questions?

Réponse courte

ANNEXE 2 : LISTE DES INTERDICTIONS 2022 (AMA)



CODE MONDIAL ANTIDOPAGE
STANDARD INTERNATIONAL
**LISTE DES
INTERDICTIONS**
2022

Cette liste entrera en vigueur le 1^{er} janvier 2022



LISTE DES INTERDICTIONS 2022 CODE MONDIAL ANTIDOPAGE

ENTRÉE EN VIGUEUR LE 1^{er} JANVIER 2022

Introduction

La *Liste des interdictions* est un *standard international* obligatoire dans le cadre du Programme mondial antidopage.

La *Liste* est mise à jour chaque année à la suite d'un vaste processus de consultation facilité par l'AMA. La date d'entrée en vigueur de la *Liste* est le 1^{er} janvier 2022.

Le texte officiel de la *Liste des interdictions* est maintenu par l'AMA et sera publié en anglais et en français. En cas de conflit entre les versions anglaise et française, la version anglaise prévaudra.

Voici quelques termes utilisés dans cette *Liste des substances et des méthodes interdites* :

Interdite En compétition

Sous réserve d'une période différente ayant été approuvée par l'AMA pour un sport donné, la période *En compétition* est en principe la période commençant juste avant minuit (à 23 h 59) la veille d'une compétition à laquelle le *sportif* doit participer jusqu'à la fin de la compétition et le processus de collecte des *échantillons*.

Interdite En permanence

Cela signifie que la substance ou la méthode est interdite en tout temps tel que défini dans le *Code*.

Spécifiée et non-spécifiée

Conformément à l'article 4.2.2 du *Code mondial antidopage*, « aux fins de l'application de l'article 10, toutes les *substances interdites* sont des *substances spécifiées* sauf mention contraire dans la *Liste des interdictions*. Aucune *méthode interdite* ne sera considérée comme une *méthode spécifiée* si elle n'est pas identifiée comme telle dans la *Liste des interdictions* ». Selon le commentaire de l'article, « les *substances et méthodes spécifiées* identifiées à l'article 4.2.2 ne devraient en aucune manière être considérées comme moins importantes ou moins dangereuses que d'autres substances ou méthodes dopantes. Au contraire, ce sont simplement des substances et des méthodes qui ont plus de probabilité d'avoir été consommées ou utilisées par un *sportif* dans un but autre que l'amélioration des performances sportives. »

Substances d'abus

Conformément à l'article 4.2.3 du *Code*, les *substances d'abus* sont « les substances interdites qui sont spécifiquement identifiées comme des *substances d'abus* dans la *Liste des interdictions* parce qu'elles donnent souvent lieu à des abus dans la société en dehors du contexte sportif ». Ce qui suit sont désignées Substances d'abus: cocaïne, diamorphine (héroïne), méthylènedioxyamphétamine (MDMA/« ecstasy »), tétrahydrocannabinol (THC).

**SUBSTANCES ET MÉTHODES INTERDITES EN PERMANENCE
(EN ET HORS COMPÉTITION)**

Toutes les substances interdites de cette classe sont des *substances spécifiées*.

Toute substance pharmacologique non incluse dans une section de la *Liste* ci-dessous et qui n'est pas actuellement approuvée pour une utilisation thérapeutique chez l'Homme par une autorité gouvernementale réglementaire de la santé (par ex. médicaments en développement préclinique ou clinique ou médicaments discontinués, médicaments à façon, substances approuvées seulement pour usage vétérinaire) est interdite en permanence.

Cette classe couvre de nombreuses substances différentes, y compris, mais sans s'y limiter, le BPC-157.

S1 AGENTS ANABOLISANTS (suite)

1. STÉROÏDES ANABOLISANTS ANDROGÈNES (SAA) (suite)

- méthyl-1-testostérone (17 β -hydroxy-17 α -méthyl-5 α -androst-1-ène-3-one)
- méthylclostébol
- méthyl-diénonolone (17 β -hydroxy-17 α -méthylestra-4,9-diène-3-one)
- méthyl-nortestostérone (17 β -hydroxy-17 α -méthylestr-4-en-3-one)
- méthyltestostérone
- métribolone (méthyltriénonolone, 17 β -hydroxy-17 α -méthylestra-4,9,11-triène-3-one)
- mibolérone
- nandrolone (19-nortestostérone)
- norbolétone
- norclostébol (4-chloro-17 β -ol-est-4-en-3-one)
- noréthandrolone
- oxabolone
- oxandrolone
- oxymestérone
- oxymétholone
- prastérone (déhydroépiandrosterone, DHEA, 3 β -hydroxyandrost-5-ène-17-one)
- prostanazol (17 β -[(tétrahydropyrane-2-yl)oxy]-1'H-pyrazolo[3,4:2,3]-5 α -androstane)
- quinbolone
- stanozolol
- stenbolone
- testostérone
- tétrahydrogestrinone (17-hydroxy-18 α -homo-19-nor-17 α -prégn-4,9,11-triène-3-one)
- tibolone
- trenbolone (17 β -hydroxyestr-4,9,11-triène-3-one)

et autres substances possédant une structure chimique similaire ou un (des) effet(s) biologique(s) similaire(s).

2. AUTRES AGENTS ANABOLISANTS

Incluant sans s'y limiter :

Clenbutérol, modulateurs sélectifs des récepteurs aux androgènes [(SARMs par ex. andarine, enobosarm (ostarine), LGD-4033 (ligandrol) et RAD140)], osilodrostat, zéranol et zilpatérol.

S3 BÊTA-2 AGONISTES

SUBSTANCES ET MÉTHODES INTERDITES EN PERMANENCE (EN ET HORS COMPÉTITION)

Toutes les substances interdites de cette classe sont des *substances spécifiées*.

Tous les bêta-2 agonistes sélectifs et non sélectifs, y compris tous leurs isomères optiques, sont interdits.

Incluant sans s'y limiter :

- | | | | |
|----------------|------------------|---------------|----------------------------------|
| - arformotérol | - indacatérol | - reprotérol | - trétoquinol
(trimétoquinol) |
| - fenotérol | - lévosalbutamol | - salbutamol | - tulobutérol |
| - formotérol | - olodatérol | - salmétérol | - vilantérol |
| - higénamine | - procatérol | - terbutaline | |

SAUF

- le salbutamol inhalé : maximum 1600 microgrammes par 24 heures répartis en doses individuelles, sans excéder 600 microgrammes par 8 heures à partir de n'importe quelle prise;
- le formotérol inhalé : dose maximale délivrée de 54 microgrammes par 24 heures;
- le salmétérol inhalé : dose maximale 200 microgrammes par 24 heures;
- le vilantérol inhalé : dose maximale 25 microgrammes par 24 heures.

NOTE

La présence dans l'urine de salbutamol à une concentration supérieure à 1000 ng/mL ou de formotérol à une concentration supérieure à 40 ng/mL n'est pas cohérente avec une utilisation thérapeutique et sera considérée comme un *résultat d'analyse anormal (RAA)*, à moins que le *sportif* ne prouve par une étude de pharmacocinétique contrôlée que ce résultat anormal est bien la conséquence d'une dose thérapeutique (par inhalation) jusqu'à la dose maximale indiquée ci-dessus.

S4

MODULATEURS HORMONAUX ET MÉTABOLIQUES

SUBSTANCES ET MÉTHODES INTERDITES EN PERMANENCE (EN ET HORS COMPÉTITION)

Les substances interdites des classes S4.1 et S4.2 sont des *substances spécifiées*.
Celles des classes S4.3 et S4.4 sont des *substances non-spécifiées*.

Les hormones et modulateurs hormonaux suivants sont interdits :

1. INHIBITEURS D'AROMATASE

Incluant sans s'y limiter :

- 2-androsténol (5 α -androst-2-ène-17-ol)
- 2-androsténone (5 α -androst-2-ène-17-one)
- 3-androsténol (5 α -androst-3-ène-17-ol)
- 3-androsténone (5 α -androst-3-ène-17-one)
- 4-androstène-3,6,17 trione (6-oxo)
- aminoglutéthimide
- anastrozole
- androsta-1,4,6-triène-3,17-dione (androstatriènedione)
- androsta-3,5-diène-7,17-dione (arimistane)
- exémestane
- formestane
- létrozole
- testolactone

2. SUBSTANCES ANTI-ŒSTROGÉNIQUES [ANTI-ŒSTROGÈNES ET MODULATEURS SÉLECTIFS DES RÉCEPTEURS AUX ŒSTROGÈNES (SERM)]

Incluant sans s'y limiter :

- bazédoxifène
- clomifène
- cyclofénil
- fulvestrant
- ospémifène
- raloxifène
- tamoxifène
- torémifène

S4

MODULATEURS HORMONAUX ET MÉTABOLIQUES

(suite)

3. AGENTS PRÉVENANT L'ACTIVATION DU RÉCEPTEUR IIB DE L'ACTIVINE

Incluant sans s'y limiter :

- les anticorps neutralisant l'activine A
- les anticorps anti-récepteurs IIB de l'activine (par ex. bimagrumab)
- les compétiteurs du récepteur IIB de l'activine par ex.
 - récepteurs leurres de l'activine (par ex. ACE-031)
- les inhibiteurs de la myostatine tels que
 - les agents réduisant ou supprimant l'expression de la myostatine
 - les anticorps neutralisant la myostatine (par ex. domagrozumab, landogrozumab, stamulumab)
 - les protéines liant la myostatine (par ex. follistatine, propeptide de la myostatine)

4. MODULATEURS MÉTABOLIQUES

- 4.1 Activateurs de la protéine kinase activée par l'AMP (AMPK), par ex. AICAR, SR9009; et agonistes du récepteur activé par les proliférateurs des péroxysomes delta (PPAR δ), par ex. acide 2-(2-méthyl-4-((4-méthyl-2-(4-(trifluorométhyl)phényl)thiazol-5-yl)méthylthio)phénoxy)acétique (GW 1516, GW501516)
- 4.2 Insulines et mimétiques de l'insuline
- 4.3 Meldonium
- 4.4 Trimétazidine

S5

DIURÉTIQUES ET AGENTS MASQUANTS

SUBSTANCES ET MÉTHODES INTERDITES EN PERMANENCE (EN ET HORS COMPÉTITION)

Toutes les substances interdites de cette classe sont des *substances spécifiées*.

Les diurétiques et agents masquants suivants sont interdits, ainsi que les autres substances possédant une structure chimique similaire ou un (des) effet(s) biologique(s) similaire(s).

Incluant sans s'y limiter :

- Desmopressine; probénécide; succédanés de plasma, par ex. l'administration intraveineuse d'albumine, dextran, hydroxyéthylamidon et mannitol.
- Acétazolamide; amiloride; bumétanide; canrénone; chlortalidone; acide étacrynique; furosémide; indapamide; métolazone; spironolactone; thiazides, par ex. bendrofiuréthiazide, chlorothiazide et hydrochlorothiazide; triamtérène et vaptans, par ex. tolvaptan.

SAUF

- la drospirénone; le pamabrome; et l'administration topique ophtalmique des inhibiteurs de l'anhydrase carbonique (par ex. dorzolamide, brinzolamide);
- l'administration locale de la félypressine en anesthésie dentaire.

NOTE

La détection dans l'échantillon du *sportif* en permanence ou *en compétition*, si applicable, de n'importe quelle quantité des substances qui suivent étant soumises à un niveau seuil : formotérol, salbutamol, cathine, éphédrine, méthyléphédrine et pseudoéphédrine, conjointement avec un diurétique ou un agent masquant, sera considérée comme un *résultat d'analyse anormal (RAA)* sauf si le *sportif* a une *autorisation d'usage à des fins thérapeutiques (AUT)* approuvée pour cette substance, outre celle obtenue pour le diurétique ou l'agent masquant.

S6 STIMULANTS (suite)

B: STIMULANTS SPÉCIFIÉS

Incluant sans s'y limiter :

- 3-méthylhexan-2-amine (1,2-diméthylpentylamine)
- 4-fluorométhylphénidate
- 4-méthylhexan-2-amine (méthylhexaneamine)
- 4-méthylpentan-2-amine (1,3-diméthylbutylamine)
- 5-méthylhexan-2-amine (1,4-diméthylpentylamine)
- benzfétamine
- cathine**
- cathinone et ses analogues, par ex. méphédron, méthédron et α -pyrrolidinovalerophénone
- dimétamfétamine (diméthylamphétamine)
- éphédrine***
- épinéphrine**** (adrénaline)
- étamivan
- éthylphénidate
- étillamfétamine
- étilléfrine
- famprofazone
- fenbutrazate
- fencamfamine
- heptaminol
- hydrafnil (fluorénol)
- hydroxyamphétamine (parahydroxyamphétamine)
- isométhéptène
- levmétamfétamine
- méclofénoxate
- méthylènedioxy-méthamphétamine
- méthyléphédrine***
- méthyl-naphthidate [((±)-méthyl-2-(naphthalèn-2-yl)-2-(pipéridin-2-yl)acétate]
- méthylphénidate
- nicéthamide
- norfénefrine
- octodrine (1,5-diméthylhexylamine)
- octopamine
- oxilofrine (méthylsynéphrine)
- pémoline
- pentétrazol
- phénéthylamine et ses dérivés
- phenmétrazine
- phenprométhamine
- propylhexédrine
- pseudoéphédrine*****
- sélégiline
- sibutramine
- strychnine
- tenamfétamine (méthylènedioxyamphétamine)
- tuaminoheptane

et autres substances possédant une structure chimique similaire ou un (des) effet(s) biologique(s) similaire(s).

SAUF

- Clonidine;
- les dérivés de l'imidazoline en application dermatologique, nasale ou ophtalmique (par ex. brimonidine, clonazoline, fenoxazoline, indanazoline, naphazoline, oxymétazoline, xylométazoline) et les stimulants figurant dans le Programme de surveillance 2022*.

* Bupropion, caféine, citratine, chloréthylène, chlorhydrate de naltrexone, nicotine et vésicifères; ces substances figurent dans le Programme de

S8 CANNABINOÏDES

SUBSTANCES ET MÉTHODES INTERDITES EN COMPÉTITION

Toutes les substances interdites de cette classe sont des *substances spécifiées*.

Les *substances d'abus* de cette section sont : tetrahydrocannabinol (THC)

Tous les cannabinoïdes naturels et synthétiques sont interdits, par ex. :

- Dans le cannabis (haschisch, marijuana) et produits de cannabis
- Tetrahydrocannabinols (THCs) naturels ou synthétiques
- Cannabinoïdes synthétiques qui miment les effets du THC

SAUF

- Cannabidiol

S9 GLUCOCORTICOÏDES

SUBSTANCES ET MÉTHODES INTERDITES EN COMPÉTITION

Toutes les substances interdites de cette classe sont des *substances spécifiées*.

Tous les glucocorticoïdes sont interdits lorsqu'ils sont administrés par toute voie injectable, orale [incluant oromuqueuse (par ex. buccale, gingivale, sublinguale)], ou rectale.

Incluant sans s'y limiter :

- béclométasone
- bétaméthasone
- budésonide
- ciclésonide
- cortisone
- deflazacort
- dexaméthasone
- fluocortolone
- flunisolide
- fluticasone
- hydrocortisone
- méthylprednisolone
- mométasone
- prednisolone
- prednisone
- triamcinolone acétonide

NOTE

• D'autres voies d'administration (y compris l'administration par inhalation, et topique : cutanée, dentaire-intracanal, intranasale, ophtalmologique et périanale) ne sont pas interdites lorsqu'elles sont utilisées aux doses et pour les indications thérapeutiques enregistrées par le fabricant.

P1 BÊTABLOQUANTS

SUBSTANCES INTERDITES DANS CERTAINS SPORTS

Toutes les substances interdites de cette classe sont des *substances spécifiées*.

Les bêtabloquants sont interdits *en compétition* seulement, dans les sports suivants, et aussi interdits *hors compétition* lorsqu'indiqué (*).

- Automobile (FIA)
- Billard (toutes les disciplines) (WCBS)
- Fléchettes (WDF)
- Golf (IGF)
- Ski (FIS) pour le saut à ski, le saut *freestyle/halfpipe* et le *snowboard halfpipe/big air*
- Sports subaquatiques (CMAS) pour toutes les sous-disciplines de plongée libre, la chasse sous-marine et le tir sur cible
- Tir (ISSF, IPC)*
- Tir à l'arc (WA)*

* Aussi interdit *hors compétition*

Incluant sans s'y limiter :

- | | | | |
|--------------|--------------|----------------|---------------|
| • acébutolol | • bunolol | • labétalol | • oxprénolol |
| • alprénolol | • cartéolol | • métipranolol | • pindolol |
| • aténolol | • carvédilol | • métoprolol | • propranolol |
| • bétaxolol | • céliprolol | • nadolol | • sotalol |
| • bisoprolol | • esmolol | • nébivolol | • timolol |

ANNEXE 3 : BROCHURE « COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES – ÉVITEZ LE RISQUE DE DOPAGE ACCIDENTEL »



SPORTIFS, PRÉSENTEZ-VOUS !

LES SPORTIFS SONT RESPONSABLES DE LEURS CONSOMMATIONS EN CAS DE CONTRÔLE (CODE MONDIAL ANTIDOPAGE).

- Vous devez donc vous assurer que les médicaments et/ou les compléments alimentaires que vous prenez ne comportent pas de substance interdite.
- Faites-vous connaître comme sportif auprès de votre pharmacien afin qu'il puisse vous apporter des conseils adaptés quant à la prise de médicaments et/ou de compléments alimentaires.

POUR EN SAVOIR PLUS

PROGRAMME NATIONAL NUTRITION SANTÉ :
<http://www.mangerbouger.fr/pnms>
<https://www.afld.fr/>

AGENCE FRANÇAISE DE LUTTE CONTRE LE DOPAGE :
<http://www.afld.fr/>

ANTENNE MÉDICALE DE PRÉVENTION DU DOPAGE (AMPD) DE LANGUEDOC ROUSSILLON :
 Tel. : 04 67 33 22 73
<http://www.chu-montpellier.fr/ampd>

COMITÉ NATIONAL OLYMPIQUE ET SPORTIF FRANÇAIS
<http://franceolympique.com/index.phtml>

NORME AFNOR NF V 94-001

La norme AFNOR NF V 94-001 a été publiée en 2012 pour permettre aux sportifs de connaître les compléments ou denrées alimentaires ne contenant pas de substances dopantes.

En adoptant cette norme, les fabricants s'engagent à garantir la composition de leurs compléments alimentaires et l'absence de substances interdites pouvant conduire à un contrôle antidopage positif.

La mention NF V 94-001 sur l'emballage des produits permet d'identifier facilement les compléments alimentaires ou denrées alimentaires dépourvus de substances dopantes.



canon™ www.bird-ri.com Photos : © Thinkstock

BESOINS NUTRITIONNELS DU SPORTIF

LA NUTRITION EST UN ÉLÉMENT ESSENTIEL DE LA RÉUSSITE SPORTIVE



L'alimentation doit être équilibrée et variée.

Dans la majorité des cas, une alimentation équilibrée et variée par les aliments courants permet d'apporter l'essentiel des nutriments nécessaires pour couvrir les besoins d'un sportif en bonne santé.



Dans certaines situations particulières (pratique de certains sports, dépense énergétique très importante, environnements climatiques extrêmes...), un apport supplémentaire en vitamines, minéraux et autres nutriments par des compléments alimentaires peut être utile.

Dans ce cas, il est important de s'adresser à un professionnel de santé spécialisé en nutrition du sportif qui évaluera les besoins nutritionnels et proposera un conseil adapté.



QU'EST-CE QU'UN COMPLÉMENT ALIMENTAIRE ?

Les compléments alimentaires sont définis comme des denrées alimentaires dont le but est de compléter un régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments (minéraux et/ou vitamines) ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique. Ils peuvent contenir des plantes ou extraits de plantes.

USAGE DE COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES : QUELS RISQUES ?

Si l'usage de compléments alimentaires est justifié dans certaines situations, leur consommation peut également présenter des risques :



RISQUE POUR LA SANTÉ

En cas de consommation inadaptée ou trop importante, d'association avec d'autres compléments alimentaires ou avec certains médicaments.

➤ Demandez conseil à votre pharmacien ou votre médecin pour toute prise de compléments alimentaires et/ou de médicaments.

En cas de contamination du complément alimentaire par des substances nocives.

➤ Vérifier que les compléments alimentaires sont autorisés en France.



RISQUE DE DOPAGE ASSUMÉ

Lié à la présence de substances dopantes pouvant conduire à un contrôle antidopage positif et des sanctions même chez un sportif de bonne foi.

➤ N'achetez pas de compléments alimentaires sur Internet sans garanties du fabricant.

➤ Privilégiez les compléments alimentaires bénéficiant de la norme AFNOR NF V94-001 garantissant l'absence de substances dopantes.

EN PRATIQUE

- ✓ Prenez conseil auprès d'un professionnel de santé pour vos besoins nutritionnels.
- ✓ N'achetez pas de compléments alimentaires non autorisés en France ou sur internet sans garanties du fabricant. Privilégiez les compléments alimentaires bénéficiant de la norme AFNOR NF V94-001.
- ✓ Évitez les prises prolongées, répétées ou multiples au cours de l'année de compléments alimentaires sans vous entourer des conseils d'un professionnel de santé.
- ✓ Signalez à votre pharmacien ou votre médecin tout effet indésirable survenant suite à la consommation d'un complément alimentaire.
- ✓ Ne vous laissez pas enfermer dans une pratique sportive qui vous isole de vos proches.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- (1) ROLLAND J. Des plantes et des hommes, *Vuibert*, Oct 2002, pp 3-5
- (2) EUREKASANTÉ VIDAL. Quelles sont les origines de la phytothérapie, [Internet], 2012. Disponible sur : <https://www.vidal.fr/parapharmacie/utilisation/bon-usage-phytotherapie-plantes/origines-phytotherapie.html> (dernier accès le 01/03/22)
- (3) LORRAIN E. Grand manuel de phytothérapie, *Dunod*, Sept 2019, pp 17-33
- (4) COLLÈGE DES PHARMACIENS CONSEILLES ET MAÎTRES DE STAGE. Guide de stage officinal d'initiation. Phytothérapie [Internet], 2021. Disponible sur : <https://cpcms.fr/guide-stage-initiation/knowledge-base/phytotherapie/> (dernier accès en 11/21)
- (5) ANSM. La liste des plantes médicinales de la pharmacopée française Xème édition. [Internet], Disponible sur <https://ansm.sante.fr/uploads/2020/10/22/preface-liste-des-plantes-medicinales.pdf>
- (6) ADENOT I. Le pharmacien et les plantes- le cahier de l'ordre des pharmaciens, [Internet], 2014. Disponible sur : http://www.ordre.pharmacien.fr/content/download/160922/784724/version/1/file/CTOP005_WEB_OK.pdf (dernier accès en 12/21)
- (7) ANSM. Pharmacopée européenne, [Internet], 2020. Disponible sur : <https://ansm.sante.fr/documents/referencelpharmacopee/la-pharmacopee-europeenne> (dernier accès en 11/21)
- (8) ANSM. La pharmacopée française [Internet], 2020. Disponible sur : <https://ansm.sante.fr/documents/referencelpharmacopee/la-pharmacopee-francaise> (dernier accès en 11/21)
- (9) WENIGER B. Site internet de la Société française d'ethnopharmacologie : les plantes de la pharmacopée française, 2020. Disponible sur : <http://www.ethnopharmacologia.org/definition/les-pharmacopees-du-monde/les-plantes-pharmacopee-francaise/> (dernier accès en 11/21)
- (10) SYNADIET. Réglementation des compléments alimentaires [Internet], 2014. Disponible sur : www.Synadiet.org/la-règlementation-des-compléments-alimentaires-en-2014 (dernier accès en 11/21)
- (11) ANSES. Dispositif national de nutrivigilance [Internet], 2019, pp 10-24. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/ANSES-Ft-BilanNutrivigilance2019.pdf> (dernier accès en 03/22)
- (12) CHABRIER J-Y. Plantes médicinales et forme d'utilisation en phytothérapie [Internet], *Thèse d'exercice en Pharmacie soutenue à l'Université Henri Poincaré - Nancy 1*, 2010, pp 80-95. Disponible sur le site : http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDPHA_T_2010_CHABRIER_JEAN_YVES.pdf (dernier accès en 11/21)
- (13) FRANCEAGRIMER. Marché des plantes à parfums, aromatiques et médicinales, [Internet], 2020, pp 72. Disponible sur : https://www.franceagrimer.fr/content/download/67749/document/20211212_MARCHE_PPAM_2020.pdf (dernier accès en 02/22)

- (14) LARREY D. Hépatotoxicité des compléments diététiques et végétaux, *Association française de Formation Médicale Continue en Hépato-Gastro-Entérologi*, [Internet], 2019. Disponible sur : <https://www.fmcgastro.org/texte-postu/postu-2019-paris/toxicite-hepatique-des-complements-alimentaires/> (dernier accès le 28/02/22)
- (15) EUREKESANTE VIDAL. Vrac, poudre, extraits... comment s'y retrouver ? - [Internet], 2012. Disponible sur le site : <http://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/bon-usage-phytotherapie-plantes/vrac-poudre-extraits.html> (dernier accès en 11/21)
- (16) JACQUEMIN D. DELAPORTE D. Apport à la botanique et culture du ginseng, *Phytothérapie*, [Internet], 2004 ; 2 : pp 102-105. Disponible sur : <https://pdfslide.tips/embed/apports-a-la-botanique-et-culture-du-ginseng.html> (dernier accès en 11/21)
- (17) JARDINS D'OCCITANIE. Jardins d'Occitanie-Producteur de ginseng- français-nos conseils, [Internet], 2010. Disponible sur le site : <https://www.jardins-occitanie.fr/nos-conseils> (dernier accès le 02/03/22)
- (18) EMA. Reflection paper on The adoptogenic concept [Internet], 2007, pp 1-6. Disponible sur : https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/reflection-paper-adaptogenic-concept_en.pdf (dernier accès en 02/21)
- (19) EMA. Overview of comment on 'reflection paper on adaptogenic concept' (EMA/HMPC/598048/2007), [Internet] 2007, pp 1-20. Disponible sur: https://www.ema.europa.eu/en/documents/other/overview-comments-reflection-paper-adaptogenic-concept-emea/hmpc/598048/2007_en.pdf (dernier accès en 02/21)
- (20) MONTBROUSSOUS A. Stress et nutrition cellulaire-Amélioration du sujet stressé par une nutrition adaptée rôle du pharmacien d'officine dans les conseils associés, *Thèse d'exercice en pharmacie à l'Université Paul Sabatier*, 2016 ; 1 : pp 35-37.
- (21) VERHEIJ M. RUITER G. The role of the stress-activated protein kinase (SAPK/JNK) signaling pathway in radiation-induced apoptosis, 1998; 47 (3): pp 225-232. Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167814098000073> (dernier accès en 02/21)
- (22) NARIMANIAN M BADALIAN M. Impact de Chisan (R) (ADAPT-232) sur la qualité de vie et son efficacité en tant qu'adjuvant dans le traitement de la pneumonie aiguë non spécifique [Internet], 2004. Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/7446365_Impact_of_Chisan_R_ADAPT-232_on_the_quality-of-life_and_its_efficacy_as_an_adjuvant_the_treatment_of_acute_non-specific_pneumonia (dernier accès en 03/22)
- (23) U.S NATIONAL LIBRARY OF MEDECINE. Efficacy of Adaptogens in Patients With Long COVID-19 [Internet], Mars 2021. Disponible sur : <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04795557> (dernier accès en 03/22)
- (24) MONTBROUSSOUS J. Rôle du pharmacien d'officine chez le sportif : lutte antidopage et alternative diététique appliquées au rugby, *Thèse d'exercice en pharmacie de l'Université PAUL SABATIER à TOULOUSE*, 2015 ; 1 : pp 104-79.

- (25) ANSES. Compléments alimentaires destinés aux sportifs : des risques pour la santé pour des bénéfices incertains, [Internet], Déc 2016. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/compl%C3%A9ments-alimentaires-destin%C3%A9s-aux-sportifs-des-risques-pour-la-sant%C3%A9-pour-des-b%C3%A9n%C3%A9fices> (dernier accès en 03/22)
- (26) MASSICOTTE J.P., LESSARD C. Histoire du sport de l'Antiquité au XIXème siècle, *Presse de l'Université de Québec*, 1984, pp 7-93. Disponible sur : https://extranet.puq.ca/media/produits/documents/391_9782760520363.pdf (dernier accès en 02/22)
- (27) COLLÈGE DES ENSEIGNANTS DE NUTRITION. La dépense énergétique - cours.pdf [Internet] 2010-2011. Disponible sur : http://campus.cerimes.fr/nutrition/enseignement/nutrition_3/site/html/cours.pdf (dernier accès en 12/21)
- (28) BACQUAERT P. IRBMS (Institut de recherche du bien-être de la médecine et du sport santé). Les différentes filières énergétiques, [Internet], 2014. Disponible sur le site : <https://www.irbms.com/filieres-energetiques/> (dernier accès en 12/21)
- (29) COURS PHARMACIE. Métabolisme des glucides – [Internet]. Disponible sur le site : <http://www.cours-pharmacie.com/biochimie/metabolisme-des-glucides.html> (Dernier accès en 12/21)
- (30) LACTATES : « mode d'emploi », [Internet], 2002. Disponible sur le site : <http://www.ffs.fr/pdf/dss/FFSdtninfo-physio-lactates.pdf> (dernier accès en 12/21)
- (31) BRUNETON J. Phytothérapie Les données de l'évaluation, *Tec et doc*, 2002, pp 110-111
- (32) ACTUALITÉ PHARMACEUTIQUES n°485. Le ginseng, Mai 2009, pp 45-48
- (33) LORRAIN E. Grand manuel de phytothérapie, Dunod, Sept 2019, pp 492-500
- (34) BRUNETON, J. Ginseng. In : Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Paris, France : Éd. Tec & doc ; 2009, pp 850-4.
- (35) EMA: EUROPEAN MEDICINES AGENCY. Assessment report on *Panax ginseng* C.A. Meyer, radix, [Internet], Mars 2014. Disponible sur : https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/final-assessment-report-panax-ginseng-ca-meyer-radix_en.pdf (dernier accès en 03/22)
- (36) BAKHUKANDI A. BISHT K. Ginseng Saponin, [Internet], 2021. Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/ginseng-saponin> (dernier accès en 11/21)
- (37) SANG MYUNG L. BONG-SEOK B. Characterization of Korean Red Ginseng (*Panax ginseng* Meyer) : History, preparation method, and chemical composition [Internet], Oct 2015. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4593794/> (dernier accès en 11/21)
- (38) XI-DING Y. YONG-YU Y. DONG-SHENG O. GUO-PING Y. Fitoterapie. A review of biotransformation and pharmacology of ginsenoside compound K [Internet], 2015 ; 100 : pp 208-220. Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0367326X14003177?via%3Dihub>

(dernier accès en 11/21)

- (39) HWANG S.H *et al.* Gintonin, newly compounds from ginseng, is novel lysophosphatidic acids-proteine complex and activated G protein-coupled lysophosphatidic acid receptros with high affinity, *Mol Cells.*, [Internet], 2012; 33(2): pp 151-62. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22286231/> (dernier accès en 11/21)
- (40) COLLOMP K., WRIGHT F., COLLOMP R., SHAMARI K. Ginseng et exercice supra maximal, *Science et Sports*, [Internet], 1996, 11 : pp 250-251. Disponible sur : <https://ur.booksc.eu/book/18041954/0134bb> (dernier accès en 11/21)
- (41) WONG C. P. F, BANDYOPADHYAY A. CHEN C. K. Effects of *Panax ginseng* supplementation on physiology responses during endurance performance. *J. Mens Health* [Internet], 2011 ; 8 : pp 78-80. Disponible sur : <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1016/S1875-6867%2811%2960028-6> (dernier accès 12/21)
- (42) LYUNG JUNG H.,KANG YOUL H. Effects of *Panax ginseng* supplementation on muscle damage and inflammation after uphill treadmill running in humans, [Internet], 2011 ; 39(3) :pp 441-50.Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21598413/> (dernier accès en 12/21)
- (43) CALDWELL L., DUPONT W., BEELER K., VOLEK J. KRAEMER W. The Effects of a Korean Ginseng, GINST15, on Perceptual Effort, Psychomotor Performance, and Physical Performance in Men and Women, *J Sport Sci Me*, [Internet], 2018 ; 17(1) : pp 92–100. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5844213/> (dernier accès en 12/21)
- (44) BAO L., XIAXIA CAI J., WANG J., ZHANG Y.SUN B. , YONG L. Anti-Fatigue Effects of Small Molecule Oligopeptides Isolated from *Panax ginseng* C. A. Meyer in Mice, *al.Nutrients* [Internet], 2016 ; 8(12) : pp 807. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27983571/> (dernier accès en 12/21)
- (45) SZU-HSIEN Y., HUIT-YU H., MAKKIJARJUNA K.,SHIN-DA L., CHIA-HUA K., Oral Rg1 supplementation strengthens antioxidant defense system against exercise-induced oxidative stress in rat skeletal muscles, *J Int Sports Nutr.*, [Internet], 2012 ; 9 : pp 23. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3469378/> (dernier accès en 12/21)
- (46) RAI D. *et al*, Anti-stress effects og Ginkgo biloba and *Panax ginseng* : a comparative study, *J Pharmacol Sci*, [Internet], 2003 ; 93(4) : pp 458-64. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14737017/> (dernier accès en 12/21)
- (47) BHATTACHARYA S., MITRA S. Anxiolytic activity of *Panax ginseng* roots : an experimental study, *J ethnopharmacol*, [Internet], 1991 ; 34 (1) : pp 87-92. Disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1684404/> (dernier accès en 02/22)
- (48) TODE T. *et al*, Effects of Korean red ginseng on psychological functions in patients with severe climacteric syndromes, *Int J Gynacecol Obstef.* [Internet], 1999 ; 67(3) pp 169-74. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10659900/> (dernier accès en 03/22)
- (49) YUG J. Anti-inflammatory potential of saponins derived from cultured wild ginseng roots in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages, *Int J Mol Med*, [Internet], 2015. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25847675/> (dernier accès en 03/22)

- (50) LEE J.H. *et al.*, Matrix metalloproteinase-13 downregulation and potential cartilage protective action of the Korean Red Ginseng preparation, *J Ginseng Res.*, [Internet], 2015 ; 39(1) : pp 54-60. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4268559/> (dernier accès en 03/22)
- (51) LORRAIN E. Grand manuel de phytothérapie, Dunod, Sept 2019, pp 365-371
- (52) DAVYDOV M., KRIKORIAN D. *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. & Maxim.) Maxim. (Araliaceae) as an adaptogen : a closer look, *Journal of Ethnopharmacology*, [Internet], 2000 ; 72 : pp 345-393. Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874100001811?via%3Dihub> (dernier accès en 12/21)
- (53) BRUNETON J. Phytothérapie Les données de l'évaluation 2002, pp 117-119
- (54) LINZHANG H., HONGFAM Z., BAO KANG H., CHENGJIAN Z., *Acanthopanax senticosus* : review of botany, chemistry and pharmacology, *School of Pharmacy, Second Military Medical University*, [Internet], 2011 ; 66 : pp 83-97. Disponible sur : <https://www.ingentaconnect.com/contentone/govi/pharmaz/2011/00000066/00000002/art00001?crawler=true> (dernier accès en 11/21)
- (55) EMA : EUROPEAN MEDICINES AGENCY. Assessment report on *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim., radix, [Internet], Mars 2014. Disponible sur : https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/final-assessment-report-eleutherococcus-senticosus-rupr-et-maxim-maxim-radix_en.pdf (dernier accès en 02/22)
- (56) ZHANG X.-L., REN F., HUANG W., DING R.T., ZHOU Q.S., LIU X., Anti-fatigue activity of extracts of stem bark from *Acanthopanax senticosus*. *Mol Basel Switz.*, [Internet], 2011 ; 16 : pp 28-37. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21187815/> (dernier accès en 12/21)
- (57) JIP K. The effect of eight weeks of supplementation with *Eleutherococcus senticosus* on endurance capacity and metabolism in human, *al. Chin J Physiol* [Internet], 2010; 53(2): pp 105-11. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21793317/> (dernier accès en 12/21)
- (58) DOWLING E.A *et al.*, Effect of *Eleutherococcus senticosus* on submaximal and maximal exercise performance, *Medicine et Science in Sports et Exercice*, [Internet], 1996; 4 : pp 482-489. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8778554/> (dernier accès en 12/21)
- (59) ESCHBACH L.F *et al.*, The effect of Siberian ginseng on substrate utilization and performance *International Journal of Sport Nutrition and Metabolism*, [Internet], 2000; 10(4): pp 444-451. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11099371/> (dernier accès en 12/21)
- (60) GAFFNEY B.T *et al.*, *Panax ginseng* and *Eleutherococcus senticosus* may exaggerate an already existing biphasic response of stress via inhibition of enzymes which limit the binding of stress hormones to their receptors, *Med Hypotheses*, [Internet], 2001; 56(5): pp 567-72. Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306987700911630?via%3Dihub> (dernier accès en 12/21)
- (61) KIMURA Y., SUMIYOSHI M. Effects of various *Eleutherococcus senticosus* cortex on swimming time, natural killer activity and corticosterone level in forced swimming stressed mice. *J Ethnopharmacol.* [Internet], 2004 ; 95 : pp 447-53. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15507373/> (dernier accès en 12/21)

- (62) GAFFNEY B.T., HUGEL H. M, RICH PA. The effects of *Eleutherococcus senticosus* and *Panax ginseng* on steroidal hormone indices of stress and lymphocyte subset numbers in endurance athletes. *Life Sci.* [Internet], 2001 ; 70 : pp 431–442. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11798012/> (dernier accès en 12/21)
- (63) ROGALA E. *et al*, The influence of *Eleutherococcus senticosus* on cellular and humoral immunological response of mince, *Pol.J. Vet. Sci.*, [Internet], 2003; 6: pp 37-9. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14509359/> (dernier accès en 12/21)
- (64) JIANG L.H. *et al.*, Daucosterol promotes the proliferation of neural stem cells, *J Steroid Biochem Mol Biol*, [Internet], 2013 ; 140 : pp 90-99. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24333794/> (dernier accès en 12/21)
- (65) CICERO A.F. G *et al.*, Effects of Siberian Ginseng (*Eleutherococcus senticosus* Maxim.) on Elderly Quality of Life: a Randomised Clinical Trial, *Arch.Gerontol, Geriatr.*, [Internet], 2004; 9: pp 69-73. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15207399/> (dernier accès en 12/21)
- (66) FACCHINETTI F. *et al.*, *Eleutherococcus senticosus* reduces cardiovascular response in healthy subjects: a randomized, placebo-controlled trial, *Stress Health*, [Internet], 2002; 18: pp 11-17. Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/229631286_Eleutherococcus_senticosus_reduces_cardiovascular_stress_response_in_healthy_subjects_A_randomized_placebo-controlled_trial (dernier accès en 12/21)
- (67) BAZAZ'IAN G.G. *et al*, Effect of *Eleutherococcus* on the functional status of the anticoagulation system in older animals, *Fiziol.Zh. SSRR Im. I.M Sechenova*, [Internet], 1987; 49(2): pp 293-297. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3428427/> (dernier accès en 12/21)
- (68) LORRAIN.E Grand manuel de phytothérapie, *Dunod*, Sept 2019, pp 925-937
- (69) MOUGIN N., L'orpin rose (*rhodiola rosea*) : de son utilisation traditionnelle vers un avenir thérapeutique, *Thèse d'exercice de pharmacie pour l'Université de Lorraine*, [Internet], 2011, pp 7-10. Disponible sur : <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01734285/document> (dernier accès en 12/21)
- (70) FARHATD K. *Rhodiola rosea*: a versatile adaptogen, *Food science and food chemistry*, [Internet], 2005; 4: pp 55-62. Disponible sur : <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1541-4337.2005.tb00073.x> (dernier accès en 01/22)
- (71) EMA : EUROPEAN MEDICINES AGENCY. Assessment report on *Rhodiola rosea* L., rhizoma et radix, [Internet], 2011. Disponible sur https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/draft-assessment-report-rhodiola-rosea-first-version_en.pdf (dernier accès en 01/22)
- (72) BROWN R.P., GERBARG P.L., RAMAZANOV Z. *Rhodiola rosea* : A phytochemical overview. *Herbal Gram Journal*. [Internet], 2002, pp 40-52. Disponible sur <https://www.herbalgram.org/resources/herbalgram/issues/56/table-of-contents/article2333/> (dernier accès en 01/22)
- (73) DE BOCK K. *et al*. Acute *Rhodiola rosea* intake can improve endurance exercise performance, *Int J sport Nutr Exerc metab*, [Internet], 2004 ; 14 (3) : pp 298-307. Disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15256690/> (dernier accès en 01/22)

- (74) LEE F.T et al, Chronic *Rhodiola rosea* extract supplementation enforces exhaustive swimming, tolerance, *Am J Chin Med*, [Internet], 2009; 37(3) : pp 557-72. Disponible sur <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0192415X09007053> (dernier accès en 01/22)
- (75) ABIDOV M. et al. Effect of extracts from *Rhodiola rosea* and *Rhodiola crenulata* (crassulaceae) roots on ATP content in mitochondria of skeletal muscles, *Bull, Exp Biol Med.*, [Internet], 2003; 136 (6): pp 585-7. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15500079/> (dernier accès en 01/22)
- (76) PANOSSIAN A. et al, Stimulating effects of adaptogens; an overview with particular reference to their efficacy following single dose administration, *Phytother Res*, [Internet], 2005; 19(10): pp 819- 38. Disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16261511/> (dernier accès en 01/22)
- (77) DARBINYAN V., Kteyan A., PANOSSIAN A., GABRIELIAN E., WIKMAN G., WAGNER H., *Rhodiola rosea* in stress induced fatigue--a double blind cross-over study of a standardized extract SHR-5 with a repeated low-dose regimen on the mental performance of healthy physicians during night duty. *Phytomedicine Int J Phytother Phytopharm*, [Internet], 2000 ; 7 : pp 365-71. Disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11081987/> (dernier accès en 01/22)
- (78) OLSSON E. M., VON SCHEELE B., PANOSSIAN A. G., A randomized, double-blind, placebo- controlled, parallel-group study of the standardized extract shr-5 of the roots of *Rhodiola rosea* in the treatment of subjects with stress-related fatigue. *Planta Med*, [Internet], 2009 ; 75 : pp 105-12. Disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19016404/> (dernier accès en 01/22)
- (79) HUANG S.C et al., Attenuation of long term *Rhodiola rosea* supplementation on exhaustive swimming-evoked oxidative stress in the rat *Chin J physiol*, [Internet], 2009; 52(5): pp 316-24. Disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20034236/> (dernier accès en 01/22)
- (80) SKARPANSKA-STEJNBORN A., PILACYNSKA L., Basta P., Deskur E., et al. The influence of supplementation with *Rhodiola rosea* L. extract on selected redox parameters in professional rowers. *Int J Sport Nutr*, [Internet], 2009 ; 19 : pp 186. Disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19478343/> (dernier accès en 01/22)
- (81) CIFANI C. et al. Effect of salidroside, active principle of *Rhodiola rosea* extract, on binge eating, *Physiol Behav*, [Internet], 2010; 101 (5): pp 555-62. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20837037/> (dernier accès en 01/22)
- (82) KWON Y.I. et al., Evaluation of *Rhodiola crenulata* and *Rhodiola rosea* for management of type II diabetes and hypertension, *Asia Pac. J Clin Nutr.*, 2006 ;15(3) :425-32 (dernier accès en 04/22)
- (83) MAJEWSKA A. et al. Anti proliferative and antimitotic effect, S phase accumulation and induction of apoptosis and necrosis after treatment of extract from *Rhodiola rosea* rhizomes on HL. -60 cells. *J Ethnopharmacol.*, 2006 ; 103(1) : pp 43-52. Disponible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16169692/> (dernier accès en 03/22)
- (84) SKOPINSKA-ROZEWSKA E. et al, Dose-dependent in vivo effect of *Rhodiola* and *Echinacea* on the mitogen-induced lymphocyte proliferation in mice, *Pol J Vet Sci.*, 2011 ; 14(2) : pp 265-72. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21721412/> (dernier accès en 03/22)

- (85) WOJCIK R, *et al.* The effect of Chinese medicinal herb *Rhodiola kirilowii* extracts on cellular immunity in mice and rats, *Pol J Vet Sci.*, 2009 ; 12(3) : pp 399-45. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19886264/> (dernier accès en 03/22)
- (86) SKOPINSKA-ROZEWSKA E. *et al.* The effect of *Rhodiola quadrifida* extracts on cellular immunity in mice and rats, *Pol J vet Sci.*, 2008 ; 11(2) : pp 105-11. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18683538/> (dernier accès en 03/22)
- (87) POOJA BAWA A.S, *et al.* Anti-inflammatory effect of *Rhodiola rosea* « a second generation adaptogens », *Phytother Res.*, 2009 ; 23(8) : pp 1099-102. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19152369/> (dernier accès en 03/22)
- (88) EMA : EUROPEAN MEDICINES AGENCY. Community herbal monograph on *Panax ginseng* C.A.Meyer, radix, [Internet], 2014. Disponible sur : https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-monograph/final-community-herbal-monograph-panax-ginseng-ca-meyer-radix_en.pdf (dernier accès en 03/22)
- (89) SONG S.W. *et al.* Safety and tolerability of Korean Red Ginseng in healthy adults : A multicenter, double-blind, randomized, placebo-controlled trial, *Journal of Ginseng Research*, [Internet], 2018. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30337818/> (dernier accès en 03/22)
- (90) EMA : EUROPEAN MEDICINE AGENCY, Community herbal monograph on *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim., radix, [Internet], 2014. Disponible sur https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-monograph/final-community-herbal-monograph-eleutherococcus-senticosus-rupr-et-maxim-maxim-radix_en.pdf (dernier accès en 03/22)
- (91) EMA : EUROPEAN MEDICINE AGENCY, Community herbal monograph on *Rhodiola rosea* L., rhizoma et radix, [Internet], 2012. Disponible sur : https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-monograph/final-community-herbal-monograph-rhodiola-rosea-first-version_en.pdf (dernier accès en 03/22)

LES PLANTES ADAPTOGENES CHEZ LE SPORTIF- ENQUÊTE DE TERRAIN CHEZ DIFFÉRENTS SPORTIFS SUR LA PRISE DES COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES OU MÉDICAMENTS A BASE DE PLANTES

RESUME en français

Une majorité de sportifs cherche en permanence à améliorer leurs performances sportives et à réduire leur temps de récupération, ils sont donc en quête de substances leur permettant d'atteindre ces objectifs, ce qui peut les amener aux dérives du dopage. Le pharmacien d'officine étant régulièrement en contact avec des sportifs de tous niveaux, il a donc un véritable rôle à jouer dans l'accompagnement des sportifs et dans la lutte contre le fléau du dopage. Le pharmacien doit savoir diriger le sportif vers une bonne alimentation et/ou si cela est nécessaire vers une supplémentation adaptée. La phytothérapie qui signifie « thérapie par les plantes » est de plus en plus importante dans la médecine et elle contient un large éventail de plantes adaptogènes découvertes en 1969 et étudiées scientifiquement dans laquelle le pharmacien peut venir puiser. Le ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer.), l'éléuthérocoque (*Eleutherococcus senticosus* Maxim.), la rhodiola (*Rhodiola rosea* L.), sont des plantes adaptogènes connues sur le marché et qui ont la capacité soit d'améliorer les performances physiques, soit de diminuer le stress physiologique et la sensation de fatigue mais aussi d'optimiser la récupération et de soutenir le mental. Ces plantes permettant au sportif de maintenir son équilibre vital, nécessitent toutefois une utilisation méticuleuse : le pharmacien – professionnel aux connaissances solides sur le sujet - doit être là pour optimiser leur usage et leur délivrance.

ADAPROGENIC PLANTS FOR ATHLETES- FIELD SURVEY AMONG DIFFERENT ATHLETES ON THE INTAKE OF FOOD SUPPLEMENTS OR HERBAL MEDICINE

RESUME en anglais

A majority of athletes constantly seek to improve their sports performance and reduce their recovery time. They are therefore in search of substances allowing them to achieve these objectives, which can lead them to the excesses of doping. The pharmacist being in regular contact with athletes of all levels, therefore has a real role to play in supporting athletes and in the fight against the scourge of performance enhancement. The pharmacist must know how to guide the athlete towards a good diet and/or, if necessary, towards an appropriate food supplement. Phytotherapy which means « herbal therapy » is increasingly important in medicine and it contains a wide range of adaptogenic plants discovered in 1969 and scientifically studied from which the pharmacist can get. Ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer.), eleutherococcus (*Eleutherococcus senticosus* Maxim.), rhodiola (*Rhodiola rosea* L.), are adaptogenic plants known for sale. They have the capacity either to improve physical performance, to reduce physiological stress and feeling of fatigue but also to optimize recovery and support the mindset. These plants allow the athlete to maintain his vital balance. However, they require meticulous use. The pharmacist - professional with sound knowledge on the subject - must be there to optimize their use and delivery.

DISCIPLINE administrative : PHARMACIE

MOTS-CLES : SPORTIFS, « PHYTOTHÉRAPIE », ADAPTOGÈNES, STRESS, PERFORMANCES, PHARMACIEN, CONSEILS

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

FACULTE DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES -35 chemin des Maraîchers 31400 TOULOUSE

Directeur de thèse : Pr VANSTEELANDT Marieke