

ANNÉE 2019

2019 TOU3 1140

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

MÉDECINE GÉNÉRALE

Présentée et soutenue publiquement par

Virginie DURIEZ

Le 14 Novembre 2019

**OUTILS POUR LE CONSEIL ET LA PRÉVENTION DES ERREURS NUTRITIONNELLES
DU SPORTIF D'ENDURANCE EN MÉDECINE GÉNÉRALE**

Directeur de thèse: Dr Pierre-André ATTARD

JURY

Monsieur le Professeur Pierre MESTHÉ

Président

Monsieur le Professeur Jean-Christophe POUTRAIN

Assesseur

Madame le Docteur Cécile INGUENEAU

Assesseur

Monsieur le Docteur Pierre-André ATTARD

Assesseur

Monsieur le Docteur Émile ESCOURROU

Assesseur



TABLEAU du PERSONNEL HU

des Facultés de Médecine du l'Université Paul Sabatier au 1^{er} septembre 2018

Professeurs Honoraires

Doyen Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	M. MASSIP Patrice
Doyen Honoraire	M. LAZORTHES Yves	Professeur Honoraire	Mme MARTY Nicole
Doyen Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. MAZIERES Bernard
Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Doyen Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire	M. ABBAI Michel	Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. ADER Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. OLIVES Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. ALBAREDE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. PASCAL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. ARLET Jacques	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe	Professeur Honoraire	M. PONTONNIER Georges
Professeur Honoraire	M. ARLET-SUAU Elisabeth	Professeur Honoraire	M. POURRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. BARRET André	Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. PUEL Pierre
Professeur Honoraire	M. BOCCALON Henri	Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel
Professeur Honoraire	M. BONAFÉ Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. BONEU Bernard	Professeur Honoraire	M. RAILHAC Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. REGIS Henri
Professeur Honoraire	M. BOUTAULT Franck	Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude
Professeur Honoraire	M. BUGAT Roland	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe	Professeur Honoraire	M. ROCHE Henri
Professeur Honoraire	M. CARATERO Claude	Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre
Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre	Professeur Honoraire	M. ROLLAND Michel
Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. ROQUE-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard	Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel
Professeur Honoraire	M. CHABANON Gérard	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard	Professeur Honoraire	M. SARRAMON Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. SIMON Jacques
Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. CLANET Michel	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. CONTE Jean	Professeur Honoraire	M. TREMOULET Michel
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA Michel	Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre
Professeur Honoraire	M. COTONAT Jean	Professeur Honoraire	M. VAYSSE Philippe
Professeur Honoraire	M. DABERNAT Henri	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. VOIGT Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. DALY-SCHVEITZER Nicolas		
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric		
Professeur Honoraire	M. DELSOL Georges		
Professeur Honoraire	Mme DELISLE Marie-Bernadette		
Professeur Honoraire	Mme DIDIER Jacqueline		
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean		
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michezl		
Professeur Honoraire	M. DUPRE M.		
Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique		
Professeur Honoraire associé	M. DUTAU Guy		
Professeur Honoraire	M. ESCANDE Michel		
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE Henri		
Professeur Honoraire	M. ESCOURROU Jean		
Professeur Honoraire	M. ESQUERRE J.P.		
Professeur Honoraire	M. FABIÉ Michel		
Professeur Honoraire	M. FABRE Jean		
Professeur Honoraire	M. FOURNIAL Gérard		
Professeur Honoraire	M. FOURNIE Bernard		
Professeur Honoraire	M. FORTANIER Gilles		
Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard		
Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques		
Professeur Honoraire	Mme GENESTAL Michèle		
Professeur Honoraire	M. GERAUD Gilles		
Professeur Honoraire	M. GHISOLFI Jacques		
Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis		
Professeur Honoraire	M. GUIRAUD CHAUMEIL Bernard		
Professeur Honoraire	M. HOFF Jean		
Professeur Honoraire	M. JOFFRE Francis		
Professeur Honoraire	M. LACOMME Yves		
Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE Jacques		
Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche		
Professeur Honoraire	M. LARENG Louis		
Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy		
Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Franck		
Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Yves		
Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul		
Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François		
Professeur Honoraire	M. MANELFE Claude		

Professeurs Émérites

Professeur ADER Jean-Louis
Professeur ALBAREDE Jean-Louis
Professeur ARBUS Louis
Professeur ARLET-SUAU Elisabeth
Professeur BOCCALON Henri
Professeur BONEU Bernard
Professeur CARATERO Claude
Professeur CHAMONTIN Bernard
Professeur CHAP Hugues
Professeur CONTÉ Jean
Professeur COSTAGLIOLA Michel
Professeur DABERNAT Henri
Professeur FRAYSSE Bernard
Professeur DELISLE Marie-Bernadette
Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard
Professeur JOFFRE Francis
Professeur LAGARRIGUE Jacques
Professeur LARENG Louis
Professeur LAURENT Guy
Professeur LAZORTHES Yves
Professeur MAGNAVAL Jean-François
Professeur MANELFE Claude
Professeur MASSIP Patrice
Professeur MAZIERES Bernard
Professeur MOSCOVICI Jacques
Professeur MURAT
Professeur ROQUES-LATRILLE Christian
Professeur SALVAYRE Robert
Professeur SARRAMON Jean-Pierre
Professeur SIMON Jacques

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE•PURPAN

37 allées Jules Guesde • 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : D. CARRIE

P.U. • P.H.

P.U. • P.H.

Classe Exceptionnelle et 1ère classe

2ème classe

M. ADOUE Daniel (C.E)	Médecine Interne, Gériatrie
M. AMAR Jacques	Thérapeutique
M. ATTAL Michel (C.E)	Hématologie
M. AVET-LOISEAU Hervé	Hématologie, transfusion
Mme BEYNE-RAUZY Odile	Médecine Interne
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie
M. BLANCHER Antoine	Immunologie (option Biologique)
M. BONNEVIALLE Paul (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie.
M. BOSSAVY Jean-Pierre (C.E)	Chirurgie Vasculaire
M. BRASSAT David	Neurologie
M. BROUCHET Laurent	Chirurgie thoracique et cardio-vascul
M. BROUSSET Pierre (C.E)	Anatomie pathologique
M. CALVAS Patrick (C.E)	Génétique
M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale
M. CARRIE Didier (C.E)	Cardiologie
M. CHAIX Yves	Pédiatrie
M. CHAUVEAU Dominique	Néphrologie
M. CHOLLET François (C.E)	Neurologie
M. DAHAN Marcel (C.E)	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadapt Fonct.
M. DEGUINE Olivier (C.E)	Oto-rhino-laryngologie
M. DUCOMMUN Bernard	Cancérologie
M. FERRIERES Jean (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique
M. FOURCADE Olivier	Anesthésiologie
M. FOURNIÉ Pierre	Ophtalmologie
M. GAME Xavier	Urologie
M. GEERAERTS Thomas	Anesthésiologie et réanimation
M. IZOPET Jacques (C.E)	Bactériologie-Virologie
Mme LAMANT Laurence (C.E)	Anatomie Pathologique
M. LANG Thierry (C.E)	Biostatistiques et Informatique Médicale
M. LANGIN Dominique (C.E)	Nutrition
M. LAUWERS Frédéric	Anatomie
M. LAUQUE Dominique (C.E)	Médecine Interne
M. LIBLAU Roland (C.E)	Immunologie
M. MALAVAUD Bernard	Urologie
M. MANSAT Pierre	Chirurgie Orthopédique
M. MARCHOU Bruno	Maladies Infectieuses
M. MAZIERES Julien	Pneumologie
M. MOLINIER Laurent	Epidémiologie, Santé Publique
M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E)	Pharmacologie
Mme MOYAL Elisabeth	Cancérologie
Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E)	Gériatrie
M. OSWALD Eric	Bactériologie-Virologie
M. PARANT Olivier	Gynécologie Obstétrique
M. PARIENTE Jérémie	Neurologie
M. PARINAUD Jean (C.E)	Biol. Du Dévelop. et de la Reprod.
M. PAUL Carle	Dermatologie
M. PAYOUX Pierre	Biophysique
M. PAYRASTRE Bernard (C.E)	Hématologie
M. PERON Jean-Marie	Hépatogastro-entérologie
M. PERRET Bertrand (C.E)	Biochimie
M. RASCOL Olivier (C.E)	Pharmacologie
M. RECHER Christian	Hématologie
M. RISCHMANN Pascal	Urologie
M. RIVIERE Daniel (C.E)	Physiologie
M. SALES DE GAUZY Jérôme	Chirurgie Infantile
M. SALLES Jean-Pierre (C.E)	Pédiatrie
M. SANS Nicolas	Radiologie
Mme SELVES Janick	Anatomie et cytologie pathologiques
M. SERRE Guy (C.E)	Biologie Cellulaire
M. TELMON Norbert (C.E)	Médecine Légale
M. VINEL Jean-Pierre (C.E)	Hépatogastro-entérologie

P.U. Médecine générale

M. OUSTRIC Stéphane

Mme BONGARD Vanina	Epidémiologie
M. BONNEVIALLE Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. BUREAU Christophe	Hépatogastro-entéro
Mme CASPER Charlotte	Pédiatrie
Mme CHARPENTIER Sandrine	Médecine d'urgence
M. COGNARD Christophe	Neuroradiologie
M. LAIREZ Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
M. LAROCHE Michel	Rhumatologie
M. LEOBON Bertrand	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. LOPEZ Raphael	Anatomie
M. MARTIN-BLONDEL Guillaume	Maladies infectieuses, maladies tropicales
M. MARX Mathieu	Oto-rhino-laryngologie
M. MAS Emmanuel	Pédiatrie
M. OLIVOT Jean-Marc	Neurologie
M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive
M. RONCALLI Jérôme	Cardiologie
Mme RUYSSSEN-WITRAND Adeline	Rhumatologie
Mme SAVAGNER Frédérique	Biochimie et biologie moléculaire
M. SOL Jean-Christophe	Neurochirurgie
Mme TREMOLLIÈRES Florence	Biologie du développement
Mme VEZZOSI Delphine	Endocrinologie

P.U. Médecine générale

M. MESTHÉ Pierre

Professeur Associé Médecine générale

M. ABITTEBOUL Yves

M. POUTRAIN Jean-Christophe

Professeur Associé en Neurologie

Mme PAVY-LE TRAON Anne

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE•RANGUEIL

133, route de Narbonne • 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : E. SERRANO

P.U. • P.H. Classe Exceptionnelle et 1ère classe		P.U. • P.H. 2ème classe	
M. ACAR Philippe	Pédiatrie	M. ARBUS Christophe	Psychiatrie
M. ACCADBLED Franck	Chirurgie Infantile	M. AUSSEIL Jérôme	Biochimie et biologie moléculaire
M. ALRIC Laurent (C.E)	Médecine Interne	M. BERRY Antoine	Parasitologie
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie	M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie
M. ARNAL Jean-François	Physiologie	M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique	Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
M. BUJAN Louis (C. E)	Urologie-Andrologie	M. CHAPUT Benoit	Chirurgie plastique et des brûlés
Mme BURA-RIVIERE Alessandra	Médecine Vasculaire	M. CHAYNES Patrick	Anatomie
M. BUSCAIL Louis (C.E)	Hépat-Gastro-Entérologie	Mme DALENC Florence	Cancérologie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie	M. DECRAMER Stéphane	Pédiatrie
M. CARON Philippe (C.E)	Endocrinologie	M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses
M. CHAUFOUR Xavier	Chirurgie Vasculaire	M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie	M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
M. CONSTANTIN Arnaud	Rhumatologie	M. GARRIDO-STÔW HAS Ignacio	Chirurgie Plastique
M. COURBON Frédéric	Biophysique	Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique
Mme COURTADE SAIDI Monique	Histologie Embryologie	M. HUYGHE Eric	Urologie
M. DAMBRIN Camille	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire	Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
M. DELABESSE Eric	Hématologie	M. LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
M. DELORD Jean-Pierre	Cancérologie	M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie	M. MAURY Jean-Philippe	Cardiologie
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice	Thérapeutique	M. MEYER Nicolas	Dermatologie
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie	M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. GALINIER Michel (C.E)	Cardiologie	M. REINA Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. GLOCK Yves (C.E)	Chirurgie Cardio-Vasculaire	M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. GOURDY Pierre	Endocrinologie	M. SOLER Vincent	Ophtalmologie
M. GRAND Alain (C.E)	Epidémiologie. Eco. de la Santé et Prévention	Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis	Chirurgie plastique	Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia	Gériatrie et biologie du vieillissement
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie	M. TACK Ivan	Physiologie
Mme HANAIRE Hélène (C.E)	Endocrinologie	M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
M. KAMAR Nassim	Néphrologie	M. YSEBAERT Loic	Hématologie
M. LARRUE Vincent	Neurologie		
M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie		
M. MALECAZE François (C.E)	Ophtalmologie		
M. MARQUE Philippe	Médecine Physique et Réadaptation		
Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie		
M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation		
M. OTAL Philippe	Radiologie		
M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile		
M. RITZ Patrick	Nutrition		
M. ROLLAND Yves (C.E)	Gériatrie		
M. ROUGE Daniel (C.E)	Médecine Légale		
M. ROUSSEAU Hervé (C.E)	Radiologie		
M. ROUX Franck-Emmanuel	Neurochirurgie		
M. SAILLER Laurent	Médecine Interne		
M. SCHMITT Laurent (C.E)	Psychiatrie		
M. SENARD Jean-Michel (C.E)	Pharmacologie		
M. SERRANO Elie (C.E)	Oto-rhino-laryngologie		
M. SOULAT Jean-Marc	Médecine du Travail		
M. SOULIE Michel (C.E)	Urologie		
M. SUC Bertrand	Chirurgie Digestive		
Mme TAUBER Marie-Thérèse (C.E)	Pédiatrie		
Mme URO-COSTE Emmanuelle	Anatomie Pathologique		
M. VAYSSIERE Christophe	Gynécologie Obstétrique		
M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie		

Professeur Associé de Médecine Générale

M. STILLMUNKES André

P.U. Médecine générale

Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve

Professeur Associé de Médecine Générale

M. BOYER Pierre

Professeur Associé en Pédiatrie

Mme CLAUDET Isabelle

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE•PURPAN
37, allées Jules Guesde – 31062 Toulouse Cedex

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE•RANGUEIL
133, route de Narbonne • 31062 TOULOUSE cedex

M.C.U. • P.H.

M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile
M. APOIL Pol Andre	Immunologie
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie
Mme BERTOLI Sarah	Hématologie, transfusion
M. BIETH Eric	Génétique
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition
Mme CASSAGNE Myriam	Ophthalmologie
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie
M. CAVAIGNAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie
Mme CHANTALAT Elodie	Anatomie
M. CONGY Nicolas	Immunologie
Mme COURBON Christine	Pharmacologie
Mme DAMASE Christine	Pharmacologie
Mme de GLISEZENSKY Isabelle	Physiologie
Mme DE MAS Véronique	Hématologie
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie
M. GANTET Pierre	Biophysique
Mme GENNERO Isabelle	Biochimie
Mme GENOUX Annelise	Biochimie et biologie moléculaire
M. HAMDJ Safouane	Biochimie
Mme HITZEL Anne	Biophysique
M. IRIART Xavier	Parasitologie et mycologie
Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire
M. KIRZIN Sylvain	Chirurgie générale
Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie
M. LHERMUSIER Thibault	Cardiologie
M. LHOMME Sébastien	Bactériologie-virologie
Mme MONTASTIER Emilie	Nutrition
Mme MOREAU Marion	Physiologie
Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire
M. PILLARD Fabien	Physiologie
Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie
Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme SABOURDY Frédérique	Biochimie
Mme SAUNE Karine	Bactériologie Virologie
M. TAFANI Jean-André	Biophysique
M. TREINER Emmanuel	Immunologie
Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie
M. VIDAL Fabien	Gynécologie obstétrique

M.C.U. Médecine générale

M. BRILLAC Thierry
Mme DUPOUY Julie

M.C.U. • P.H.

Mme ABRAVANEL Florence	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie
Mme CAMARE Caroline	Biochimie et biologie moléculaire
M. CAMBUS Jean-Pierre	Hématologie
Mme CANTERO Anne-Valérie	Biochimie
Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie
Mme CASSOL Emmanuelle	Biophysique
Mme CAUSSE Elizabeth	Biochimie
M. CHASSAING Nicolas	Génétique
M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire
Mme COLOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques
Mme CORRE Jill	Hématologie
M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie
M. DEDUIT Fabrice	Médecine Légale
M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale
M. DESPAS Fabien	Pharmacologie
M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie
Mme ESQUIROL Yolande	Médecine du travail
Mme EVRARD Solène	Histologie, embryologie et cytologie
Mme GALINIER Anne	Nutrition
Mme GALLINI Adeline	Epidémiologie
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie
M. GASQ David	Physiologie
M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction
Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline	Anatomie Pathologique
M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail
Mme INGUENEAU Cécile	Biochimie
M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. LEPAGE Benoit	Biostatistiques et Informatique médicale
Mme MAUPAS SCHW ALM Françoise	Biochimie
M. MIEUSSET Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. MOULIS Guillaume	Médecine interne
Mme NASR Nathalie	Neurologie
M. RIMAILHO Jacques	Anatomie et Chirurgie Générale
M. RONGIERES Michel	Anatomie - Chirurgie orthopédique
Mme VALLET Marion	Physiologie
M. VERGEZ François	Hématologie

M.C.U. Médecine générale

M. BISMUTH Michel
Mme ESCOURROU Brigitte

Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale

Dr FREYENS Anne
Dr IRI-DELAHAYE Motoko
Dr CHICOULAA Bruno

Dr BIREBENT Jordan
Dr BOURGEOIS Odile
Dr LATROUS Leila

FEVRIER 2019

A Monsieur le Professeur Pierre MESTHE,

Je suis très honorée que vous présidiez mon jury. Ce fut un plaisir de profiter de vos enseignements tout au long de mon internat.

A Monsieur le Professeur Jean Christophe POUTRAIN,

Merci Jean Christophe d'avoir été un excellent maître de stage, tu restes un modèle. Merci d'être là aujourd'hui pour juger mon travail.

A Monsieur le Docteur Pierre-André ATTARD,

Merci Pierre André d'avoir dirigé ce travail, ta disponibilité et tes conseils ont été une aide précieuse. Notre passion commune pour le vélo a rendu ce travail encore plus motivant et intéressant.

A Madame le Docteur Cécile INGUENEAU,

Je suis fière que tu aies bien voulu juger mon travail aujourd'hui, au plaisir de le mettre en application en ta compagnie.

A Monsieur le Docteur Emile ESCOURROU,

Merci d'avoir accepté de juger mon travail. J'espère qu'il sera à la hauteur.

A Madame le Docteur Christina GEBAUER,

Merci pour ton amitié et de m'avoir spontanément proposé ton aide. A tous les bons moments passés ensemble et à tous ceux à venir.

A mes Maîtres en médecine,

Merci d'avoir partagé avec moi votre savoir. Ce fut un plaisir d'apprendre mon métier à vos côtés. Merci également à toutes celles et ceux m'ont accueilli chaleureusement lors de mes stages.

A Stéphane, tu m'as accompagné jour et nuit jusqu'ici, je te remercierai jamais assez de ta patience, de ton soutien, de ton amour. J'ai encore tant de choses à découvrir à tes côtés. Je t'aime.

A Maximilien, mon petit bonhomme, je t'aime et je suis fière d'être ta maman.

A mes parents, grâce à vous je suis là aujourd'hui. Merci pour votre aide et votre soutien à toute épreuve.

A Estelle, ma petite sœur, toujours à la hauteur dans tous tes rôles. Merci.

A mes grands-parents, merci mamie, merci papi vous êtes mes modèles. Merci pour tout ce que vous m'avez transmis et pour tout ce que vous avez à me transmettre.

A mes beaux-parents, merci de votre présence, de votre accueil toujours chaleureux et pour tous ces bons moments partagés.

Parrain, Marraine, oncles et tantes, cousins et cousines, beaux-frères et belles sœurs, nièces et neveux, merci à tous pour votre présence et votre soutien.

Merci les amis d'être là aujourd'hui, de m'avoir soutenu toutes ces années et de m'avoir permis de m'échapper de mes cahiers pour de bons moments partagés.

Mes co-internes: à tous les bons (et moins bon) moments partagés en stage.

Au cabinet médical du FOSSAT, merci à tous de m'avoir si bien accueilli. Merci Julie de me permettre d'exercer la médecine que j'aime, Laura de m'avoir entraîné là, Brigitte pour tes enseignements précieux, Juliette et Myriam pour votre patience et votre aide au quotidien. Merci à tous pour ce travail d'équipe.

Table des matières

Liste des figures	2
Liste des tableaux.....	2
Liste des annexes	2
Liste des abréviations	2
I. Introduction.....	3
II. Objectif.....	5
III. Matériel et Méthodes.....	6
1. Critères de sélection et d'exclusion.....	6
2. Sources d'information et stratégies de recherche	7
3. Sélection des études.....	8
4. Processus de recueil des données et données recherchées	8
5. Analyse des données	9
IV. Résultats.....	10
1. Sélection des articles	10
2. Revue des principaux résultats au quotidien et avant l'effort.....	27
3. Revue des principaux résultats pendant l'effort.....	29
4. Revue des principaux résultats après l'effort.....	31
5. Présentation des outils pour le conseil nutritionnel du sportif d'endurance en médecine générale	32
V. Discussion.....	40
1. Discussion autour des forces et faiblesses de l'étude.....	40
2. Autres perspectives de recherche	41
3. Exploitation des résultats.....	41
VI. Conclusion	42
Annexes	43
Bibliographie	49

Liste des figures

<i>Figure 1 : Diagramme de flux</i>	<i>10</i>
<i>Figure 2: Variation du type de substrat utilisés avec la puissance de l'exercice CHO= glucides AG=acides gras(41).....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 3: Outil à destination des médecins repérage des erreurs et conseils au patient</i>	<i>33</i>
<i>Figure 4: Outil pour le conseil nutritionnel à destination des patients</i>	<i>37</i>

Liste des tableaux

<i>Tableau 1: Bases de données utilisées et équations de recherche</i>	<i>7</i>
<i>Tableau 2: Caractéristiques des articles inclus et principaux résultats</i>	<i>11</i>

Liste des annexes

<i>Annexes 1: Extrait PNNS4(6).....</i>	<i>43</i>
<i>Annexes 2: Outil détaillé à destination des patients</i>	<i>44</i>

Liste des abréviations

AET: Apport Energétique Totaux

AGMI: Acides Gras Mono Insaturés

AGPI: Acides Gras Polyinsaturés

AJR: Apports journaliers Recommandés

CG: Charge Glycémique

IG: Index Glycémique

IOC: International Olympic Committee

PNNS: Programme National Nutrition Santé

SGLT1: Sodium Glucose Co Transporteur de type 1

TGIM: Triglycérides Intra Musculaires

I. Introduction

En 2011, la thèse d'Amélie Oger (1) a montré que les sportifs d'endurance attachaient de l'importance à leur alimentation pour la pratique de leur activité physique et l'amélioration de leurs performances, et qu'ils avaient tendance à appliquer des «idées alimentaires reçues». D'autre part à la demande des médecins généralistes, il semblait intéressant de réaliser un guide nutritionnel rappelant les principes de base pour mieux les aider à répondre aux attentes de cette population.

Les courses d'endurance: semi-marathon, marathon, triathlon, trail, cyclosporives (courses cyclistes) sont de plus en plus populaires et le nombre de nouveaux pratiquants ne cesse de croître. En 1995, il y avait quatre trails en France; en 2000, une centaine; et l'an dernier, 4500 (2). De même les distances sont en constante augmentation avec toujours plus d'épreuves «version XXL» ou «ultra» qui connaissent un succès grandissant. Quelques données chiffrées de la participation aux différentes épreuves d'endurance dans notre région en 2018 :

- Marathon de Toulouse (semi-marathon 21km, marathon 42km, et marathon relais) environ 10 000 participants
- Triathlon de Toulouse totalise plus de 2000 participants en individuel ou en équipe
- Grand raid des Pyrénées: course à pied en montagne (42km, 80km, 123km et, 160km, avec des dénivelés allant de 3000 à 10 000 mètres: 4500 participants
- Cyclosporive L'ariégeoise: environ 5000 concurrents

La participation à ces différentes épreuves requiert soit la présentation d'une licence fédérale, soit d'un certificat médical attestant de l'absence de contre-indication à la pratique du sport en compétition datant de moins d'un an exigé par l'organisateur. Celui-ci est le plus souvent établi par un médecin généraliste et non par un médecin du sport (3). C'est pourquoi nous sommes les mieux placés pour délivrer des conseils nutritionnels fondamentaux pour que le sportif atteigne son objectif en préservant son état de santé.

Ce travail n'a pas vocation à prodiguer des conseils aux athlètes élités et professionnels qui eux bénéficient le plus souvent d'un suivi spécialisé. Il s'adresse à la grande majorité de nos patients pratiquant une activité sportive d'endurance (durée supérieure à 60 ou 90

minutes selon les auteurs). Une étude observationnelle Sud-Africaine en 2018, a montré que moins de la moitié des participants à une épreuve cycliste augmentaient leurs apports glucidiques les jours précédents l'épreuve (4). Des observations similaires ont été rapportées 2016 par une étude Australienne concernant les apports nutritionnels recommandés en post exercice (5). Cela suggère que les athlètes n'ont pas les apports macronutritionnels adéquats pour assurer une préparation et une récupération optimale. Quand on interroge cette même population, on se rend compte que très peu font appel à un professionnel de santé compétent pour s'informer. Dans sa thèse, Amélie OGER (1) a montré que moins de 30% des pratiquants interrogés faisaient appel à un diététicien ou à un médecin, préférant suivre leurs propres croyances, les informations trouvées sur internet ou dans la presse spécialisée.

L'alimentation et l'hydratation avant, pendant et après l'épreuve ont certaines spécificités qui font l'objet de ce travail.

II. Objectif

L'objectif principal de cette étude est d'établir des outils simples et utilisables par le praticien en médecine générale afin de conseiller au mieux nos patients sur l'alimentation et l'hydratation avant, pendant et après l'effort, et ainsi corriger les idées reçues des sportifs et des médecins en s'appuyant sur les données de la littérature.

J'ai apporté une attention particulière au fait que les conseils formulés soient conformes au Programme National Nutrition Santé 4 publié en 2019 (6).

III. Matériel et Méthodes

J'ai réalisé une revue narrative de la littérature selon les critères édités par les recommandations internationales Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta –Analyses (PRISMA) (7).

J'ai également inclus dans ce travail différents ouvrages de références issus de la Bibliothèque Universitaire Toulouse III Paul Sabatier rayon sciences du sport.

J'ai inclus des informations provenant de la littérature grise qui est très abondante sur le sujet de la nutrition du sportif. Les données extraites proviennent en particulier de sites internet validés.

Mon travail de recherche a été approuvé par une autre chercheuse: le Docteur Christina GEBAUER.

1. Critères de sélection et d'exclusion

Les critères de sélection des articles étaient:

- type d'articles: essais randomisés, revues systématiques, revues narratives de la littérature, études de cas,
- date de publication: 1^{er} janvier 2008 au 6 octobre 2018,
- langue: français, anglais ou espagnol,
- population: sportifs amateurs ou professionnels quels que soit l'âge ou le sexe,
- objectifs: articles permettant d'extraire des données utilisables en médecine générale dans le but de prodiguer des conseils nutritionnels aux patients avant pendant et après une épreuve d'endurance.

Les critères d'exclusion des articles ont été:

- population étudiée: articles dont les sujets présentaient une pathologie métabolique, articles s'intéressant uniquement aux sportifs professionnels,
- résultats: données physiologiques non extrapolables à la médecine générale.

Du fait de l'abondance de la littérature sur le sujet, j'ai choisi de ne retenir que les articles me permettant de tirer des conclusions pratiques et utilisables en médecine générale. C'est pourquoi j'ai exclu les articles dont les résultats s'adressent aux sportifs professionnels qui font l'objet d'un suivi spécialisé. De même, ma recherche ne concerne pas les patients atteints de pathologies chroniques métaboliques, mais cela pourrait faire l'objet de recherches ultérieures.

2. Sources d'information et stratégies de recherche

Les recherches ont été effectuées sur deux bases de données: *PubMed*, et *Web of Science*. Les équations de recherche sont données dans le tableau 1.

Tableau 1: Bases de données utilisées et équations de recherche

Base de données	Equation de recherche
PubMed	("Nutritional Requirements"[MAJR] OR "Dietary Carbohydrates"[MAJR] OR Glycogen/metabolism[MAJR]) AND ("Physical Endurance"[MeSH Terms] OR Endurance OR "Sports Nutritional Physiological") Filters: published in the last 10 years; Humans
Web of science	TS=(Nutrition* Require* AND Endurance*) Timespan- 2008-2018 Language =(English OR French OR Spanish)

Les bases de données ont été explorées le 6 octobre 2018.

Des ouvrages de références en français paru entre 2004 et 2019 issus de la BU Toulouse III Paul Sabatier rayon sciences du sport ont été sélectionnés et inclus dans ce travail.

Les données issues de la littérature grise et notamment de sites internet validés ont été explorés entre le 1^{er} octobre 2018 et le 1^{er} octobre 2019. Les sites explorés sont en particulier:

-L'ANSES agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail:
www.anses.fr (8)

-Site du ministère des solidarités et de la santé dont est extrait le dernier PNNS
<https://solidarites-sante.gouv.fr>

-Site de la Société Française de Nutrition du Sport: www.nutritiondusport.fr (9)

Une analyse détaillée de la littérature grise et des ouvrages de références pourrait faire l'objet d'un autre travail.

3. Sélection des études

La sélection des études s'est faite en deux étapes:

- première analyse des résultats par lecture des titres puis des résumés des articles,
- deuxième analyse par lecture du texte de l'article et sélection des articles correspondants aux critères d'inclusion.

4. Processus de recueil des données et données recherchées

Les articles ont ensuite été lus et analysés, à la recherche de données concernant les conseils nutritionnels à donner aux sportifs avant, pendant et après une épreuve d'endurance. Les données extraites ont été classées en différentes catégories:

- croyances et habitudes des sportifs,
- intérêt de l'apport protéique et glucidique versus glucidique seul en cours d'effort,
- apport glucidique forme, quantité, qualité et index glycémique,
- guidelines,
- intérêt de la supplémentation en anti oxydant Vit D et fer,
- régime sans gluten et performance,
- besoins protéiques chez l'athlète d'endurance,
- hydratation,
- spécificités de la femme athlète,
- réplétion des réserves en glycogène,
- troubles intestinaux à l'effort,
- méthodes d'évaluation des apports nutritionnels.

5. Analyse des données

Une synthèse a été réalisée par comparaison et rapprochement des données à partir des principaux résultats des études incluses, des ouvrages de références et de la littérature grise.

Cette synthèse est présentée sous la forme de trois guides, l'un à destination des médecins généralistes, le second à destination des patients sportifs amateurs, le troisième visant à informer les patients de façon plus experte.

IV. Résultats

1. Sélection des articles

Figure 1 : Diagramme de flux

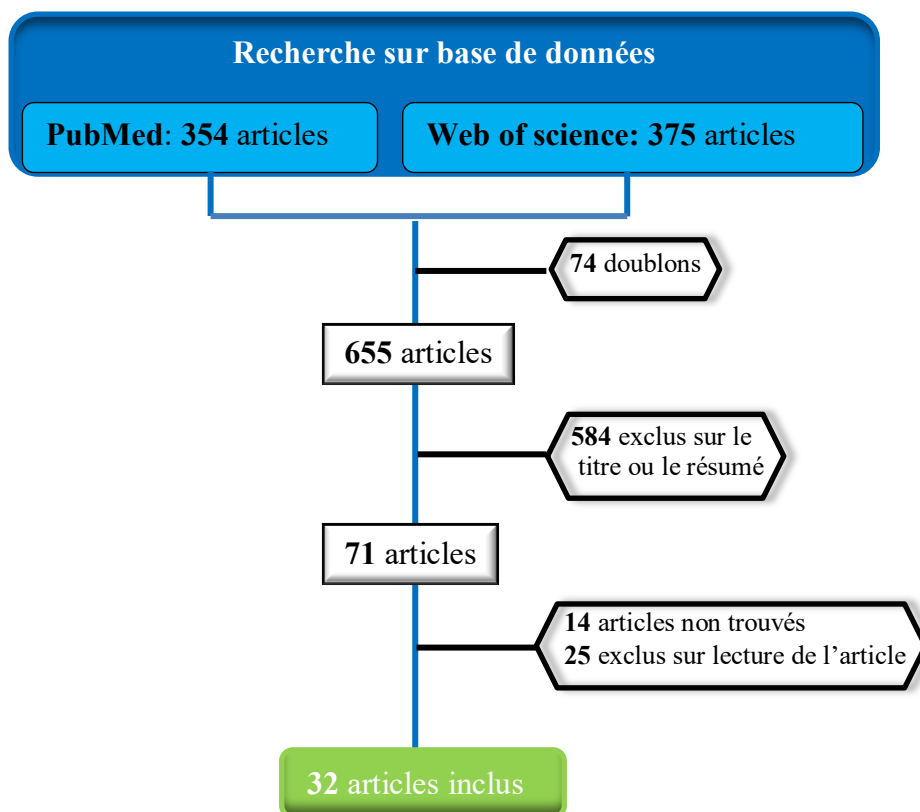


Tableau 2: Caractéristiques des articles inclus et principaux résultats

Titre/Auteur/ Année	Méthode	Lieu / Population étudiée	Objectifs de l'étude	Stratégie de prise en charge/ Interventions/ mesures de l'étude	Conflit d'intérêt/	Principaux Résultats																		
Croyances et habitudes des sportifs																								
A cross-sectional study of 2550 amateur cyclists shows lack of knowledge regarding relevant sports nutrition guidelines /Sparks /2018 (4)	Etude observationnelle	Afrique du Sud Université de Pretoria/ Participants au <i>Momentum</i> ^o 94,7km et 741m de dénivelé participants quel que soit l'âge ou le sexe à l'exclusion des professionnels	Etudier les connaissances et les pratiques concernant: la consommation de boissons, d'aliments pour sportif, de glucides et les stratégies d'hydratation chez les cyclistes amateurs avant pendant et après une épreuve d'endurance	Questionnaire en ligne sur le site avant la course n=2550 soit 8% des participants 25% de femmes et 75% d'hommes majoritairement entre 25 et 45 ans		61% des participants consomment des suppléments pour sportifs <table><caption>WHY USED?</caption><thead><tr><th>Reason</th><th>Percentage</th></tr></thead><tbody><tr><td>For recovery</td><td>45%</td></tr><tr><td>Training inadequacy</td><td>15%</td></tr><tr><td>Always tired, need energy boost</td><td>10%</td></tr></tbody></table> <table><caption>WHO ADVISED?</caption><thead><tr><th>Source</th><th>Percentage</th></tr></thead><tbody><tr><td>Friend</td><td>35%</td></tr><tr><td>Dietician</td><td>18%</td></tr><tr><td>Trainer</td><td>14%</td></tr><tr><td>Advertisement</td><td>10%</td></tr></tbody></table> 48% seulement des participants augmentent leur consommation glucidique les jours précédents l'épreuve car: 69% pensent qu'ils n'en ont pas besoin, 16% ont peur de prendre du poids et 12% ont eu des troubles digestifs. Augmentation sur les conseils: des amis 28%, des magazines 11% , d'internet 20%, 5% font appel à des professionnels (calcul des besoins sur la base de 8-12 g/kg/j). 81% des participants prévoient de consommer des compléments pour sportifs pendant la course sous forme: de boisson 63%, de gel 43%, de barres31%, Les aliments "entiers" fruits 18% sandwich 6% sont les moins utilisés, Après la course les cyclistes consomment des glucides sous forme de boisson ou au cours d'un repas; 59% ont choisi des boissons pour sportifs	Reason	Percentage	For recovery	45%	Training inadequacy	15%	Always tired, need energy boost	10%	Source	Percentage	Friend	35%	Dietician	18%	Trainer	14%	Advertisement	10%
Reason	Percentage																							
For recovery	45%																							
Training inadequacy	15%																							
Always tired, need energy boost	10%																							
Source	Percentage																							
Friend	35%																							
Dietician	18%																							
Trainer	14%																							
Advertisement	10%																							

Comparison of postexercise nutrition knowledge and post exercise carbohydrate and protein intake between Australian masters and younger triathletes/ Doering /2016 (5)	Etude observationnelle	Australie/ Triathlètes compétiteurs amateurs Australiens ayant répondu au questionnaire en ligne	Etudier et comparer les connaissances et les pratiques concernant les besoins glucidiques et protéiques en post exercice chez les >50 ans et <30 ans	Questionnaire en ligne n=101 hommes, n=81 femmes d'octobre 2014 à février 2015 triathlètes compétiteurs amateurs	50% des athlètes disent ne pas connaître les apports protéiques et glucidiques conseillés en post exercice 25% des athlètes répondent juste (1.0-1.4g/kg glucides et 20-30g de protéines). Il n'y a pas de différences significatives en terme de connaissances dans les deux groupes. Les athlètes se basent sur leurs propres connaissances pour répondre. Les >50 ans consomment moins de glucides que ce qui est recommandé en moyenne 0,7g/kg contre 1,0-1,2g/kg pour les jeunes triathlètes il n'y a pas de différence significatives entre les hommes et les femmes. La consommation protéique et calorique en valeur absolu est identique entre les jeunes et les masters néanmoins ramené au poids des sujets les masters ont une consommation insuffisante.
Many non-elite multisport endurance athletes do not meet sports nutrition recommendations for carbohydrates/ Masson /2016 (10)	Etude observationnelle	Québec Canada sujets >18 ans non élites participants au <i>pentathlon des neiges</i> , à l' <i>ITU winter triathlon</i> , <i>Ironman mont tremblant</i> , <i>Ironman worldchampion ship mont tremblant</i> °	Comparer les apports glucidiques et protéiques d'athlètes multisport durant la période d'entraînement précédant l'épreuve aux recommandations. Evaluer l'influence du sexe et du type de course sur les apports.	Questionnaire en ligne n=160 complété a posteriori 1/4 de femmes	Moins de la moitié des participants consomment la quantité recommandée minimale de glucides (6 g/kg/j). Au contraire la majorité des participants consomment la quantité recommandée de protéines (entre 1,2 et 1,6 g/kg/j). 2/3 des athlètes en consomment 1,6g/kg/j ou plus. Les participants aux Ironmans sont ceux qui suivent le mieux les recommandations d'apports glucidiques et qui consomment le plus de protéines. Il n'y a pas de différences entre les hommes et les femmes tant pour la consommation protéique que glucidique.
Intérêt apport protéique + glucidique versus glucidique seul					
Co ingestion of carbohydrate and protein during training reduces training stress and enhances subsequent exercise performance /Hall/2013 (11)	Essai randomisé	Tasmanie 10 cyclistes bien entraînés (>10h/semaine) entre 18 et 40 ans	Comparer l'effet d'une boisson glucido-protéique (CHO+PRO) à une boisson isocalorique glucidique(CHO) sur les performances après 4h de repos. Les marqueurs sériques de rhabdomyolyse, l'insulinémie et la glycémie sont aussi comparés	Entraînement de 2h30 consommation de la boisson à tester: suivi d'une période de récupération et d'un contre la montre de 20km. Comparaison des performances, mesure des paramètres physiologiques et recueil des sensations des athlètes.	Résultats sur critères secondaires Les performances lors du contre la montre sont un peu plus élevées quand ingestion CHO +PRO durant l'entraînement néanmoins les résultats ne sont pas significatifs. La conso CHO +PRO est significativement associée à une diminution de la fréquence cardiaque et des marqueurs de lésions musculaire durant l'entraînement de 2h30. Les symptômes gastro intestinaux ne sont pas statistiquement différents entre les deux groupes, il n'y a pas eu de différences en terme de perception entre les deux groupes (douleur musculaire et récupération).

Combined carbohydrate-protein supplementation improves competitive endurance exercise performance in the heat/ Cathcart/2011 (12)	Essai randomisé	28 coureurs cyclistes disputant la <i>Transalp mountain bike challenge</i> ° (7j de courses 500km et plus de 15 000m de dénivelés)	Comment l'adjonction de protéines à une boisson glucidique standard, durant un exercice intense d'endurance sur plusieurs jours, dans un environnement chaud, améliore la thermorégulation, la performance et réduit les dommages musculaires.	Consommation ad libitum durant l'épreuve, du standard ou d'une supplémentation avec ajout de protéines. Mesures comparatives dans les deux groupes avant et après l'épreuve: -quantité de suppléments ingérés -poids -dommages musculaires -température tympanique -fréquence cardiaque		La supplémentation glucido-protéique, en comparaison à la supplémentation glucidique seule durant une épreuve cycliste de montagne, dans un environnement chaud en 8 étapes, a permis: -de prévenir la perte de poids, -de limiter l'hyperthermie, -d'augmenter la performance: amélioration de 12% du temps de course, -il n'a pas été retrouvé de différence en terme de dommage et/ou de douleurs musculaires. L'adjonction de protéines ne semble pas modifier l'appétence de la boisson et ou des barres
Effect of protein and carbohydrate solutions on running performance and cognitive function in female recreational runners/ Gui /2017 (13)	Essai randomisé	Hong Kong 11 femmes marathoniennes amateurs effectuant un semi-marathon	La consommation d'une boisson glucido-protidique améliore t'elle la performance, et limite t'elle la diminution des fonctions cognitives à l'effort comparé à une boisson glucidique seule ou au placebo chez des femmes marathoniennes	21 km s à 3 reprises à 28j d'intervalles consommation: -placebo, -solution glucosée concentrée à 6%, -solution glucido 4% protidique 2%, Mesure: -capacités cognitives avant, après course -temps de course, -état d'hydratation.		Les meilleures performances ont été observées avec la solution composée uniquement de glucose à 6%. La solution protéique serait par contre associée à une meilleure préservation des capacités visuo spatiales.
Effects of ingesting carbohydrate-protein supplements during exercise on endurance performance: a systematic review/Espino Gonzalez/ 2015 (14)	Revue systématique	Mexique	La consommation de boissons de l'effort glucido-protéiques permettent-elles une augmentation des performances physique, en comparaison aux boissons glucido-électrolytiques seules?	20 articles sélectionnés publiés entre 2003 et 2013 concernant l'efficacité sur la performance et sur la résistance physique d'un complément glucido-protido-électrolytique versus placebo ou glucidique seul, sur les performances chez des triathlètes et des cyclistes.	Boissons différentes entre les études	13 études sur les 20 incluses ont montré une supériorité de la consommation d'une boisson de l'effort contenant des protéines versus la boisson glucidique ou un placebo. Pour augmenter les performances, il faut non seulement ajouter des protéines mais aussi augmenter le contenu calorique de la boisson (maintenir le contenu glucidique). Pas de recommandations concernant le type de protéines à utiliser afin d'augmenter les performances.

Apports glucidiques forme quantité et qualité					
Carbohydrate intake in Form of gel is associated with increased gastrointestinal distress but not with performance differences compared with liquid carbohydrate ingestion during simulated long-distance triathlon/ Sareban/ 2016 (15)	Essai randomisé	Etats-Unis 9 triathlètes longues distances	Prouver que: l'administration de glucides sous forme de gel en triathlon longue distance, a la même efficacité sur la performance que la forme liquide. La forme en gel augmenterait l'inconfort gastro-intestinal.	Comparaison de l'ingestion de glucides sous forme de gel ou liquides durant des tests en laboratoire (60 min de natation, 180min de vélo et 60min de course à pied) à 7j d'intervalles. Mesure de la distance parcourue sur les 60 minutes de course à pieds.	Il n'y a pas de différences significatives en terme de performance que les glucides soient consommés sous forme liquide ou sous forme de gel. Néanmoins les athlètes présentent plus d'inconfort intestinal lors de l'ingestion de glucides sous forme de gel.
Composite versus single transportable carbohydrate solution enhances race and laboratory cycling performance/Ro wlands/ 2012 (16)	Essai randomisé	Nouvelle Zélande 10 athlètes participant s à une course de VTT 16 athlètes recrutés pour effectuer des tests en laboratoire.	Comparer l'effet sur la performance et sur le confort digestif de l'ingestion d'une boisson: glucose/maltodextrine (G/M) versus fructose/maltodextrine (F/M) lors d'une épreuve de VTT et lors d'un contre la montre en laboratoire	Epreuve de VTT ou contre la montre en laboratoire effectués à deux reprises séparées par une période de wash out avec consommation (G/M) versus (F/M) Régime pré et post course standardisé et reproductible. Mesure et comparaison : -de la performance -du confort gastro intestinal.	Les gains retrouvés en terme de performances sont très faibles, néanmoins, ils sont dus à une meilleure absorption des glucides et à une meilleure tolérance digestive lors de l'ingestion de glucose+ fructose versus de glucose seul.
Does carbohydrate intake during endurance running improve performance? A critical review /wilson/2016 (17)	Revue de la littérature	Etats-Unis Université des sciences du mouvement	Etudier l'intérêt sur la performance et sur le confort intestinal de la supplémentation glucidique sous forme liquide, sur les épreuves d'endurance >1h en course à pied	Inclusion de 30 études comparant l'ingestion de boissons glucidiques vs placebo/eau; lors d'épreuves de course à pied >1h.	Les boissons sucrées (concentration entre 5 et 8%) consommées en petites quantités (100-200mL) toutes les 15-20 minutes améliorent la performance comparée au placebo ou à l'eau seule. Pour les épreuves de moins de 90 minutes, l'ingestion de glucides n'améliore pas les performances, et aurait tendance à favoriser l'inconfort intestinal.

Metabolic responses to carbohydrate ingestion during exercise: associations between carbohydrate dose and endurance performance/ Newell/ 2018 (18)	Essai randomisé	Angleterre 20 cyclistes amateurs	Quelle quantité de glucides faut-il ingérer afin d'obtenir la réponse métabolique optimale: économiser le glycogène et améliorer la performance.	20 cyclistes amateurs ont reçu tour à tour 0, 20, 39,64g/h de glucose, lors d'un effort sur ergocycle de 2h. Mesure des paramètres métaboliques afin d'évaluer l'utilisation du glycogène et des acides gras en fonction de la concentration en glucides de la boisson.	Plus la concentration en glucose augmente, plus on réduit l'utilisation des acides gras et du glycogène, et plus on augmente l'utilisation du glucose exogène. La concentration à 39g/h semble la plus adaptée.
--	-----------------	-------------------------------------	--	---	---

Guidelines					
Fueling for performance /Bytomski 2018 (19)	Revue de la littérature	Etats-Unis	Faire une synthèse des recommandations à destinée des professionnels de santé, afin qu'ils puissent apporter un conseil nutritionnel individualisé aux athlètes. En prenant en compte leurs dépenses énergétiques et leurs habitudes de vie		Apports protéiques conseillés varient entre 1.2- 2.0 g/kg/j soit 15-30% de l'apport calorique total. Apports glucidiques varient en fonction de l'activité et doivent représenter entre 6 et 12g/kg/j. Privilégier les glucides issues des céréales complètes, des fruits et des légumes. Besoins en lipides identiques entre athlètes et non athlètes : apports supérieur à 15-20% des AJR en privilégiant les AGPI (surtout oméga 3). Un régime riche en lipides permettrait d'augmenter l'oxydation des lipides lors des épreuves d'endurance. Les athlètes sont le plus souvent déficitaire en Vit D E et C, en Fer (femmes ++, végétariens), et en calcium. Les déficits en fer et Vit D doivent être corrigés après dosage biologique. La supplémentation en micronutriments en l'absence de déficit n'a pas d'effet ergogénique.
International society of sports nutrition position stand: nutrient timing/ Kerksick /2017 (20)	Revue de la littérature	Etats-Unis	Synthèse des recommandations concernant les moments privilégiés pour l'ingestion des glucides et des protéines en cours d'efforts.		Pour les exercices de haute intensité (>70% VO2max) et de plus de 60 min, il est nécessaire de consommer des glucides entre 30 et 60g/h sous forme de boisson, toutes les 10-15 minutes. L'ingestion de grandes quantités de glucides immédiatement après la fin d'un exercice de haute intensité: > 1,2 g/kg/h durant les 4 à 6 premières heures, permet de stimuler la resynthèse glycogénique. Si on y ajoute une consommation de protéines (dans les 4h) entre 0,2-0,5g/kg/h, on maximise la restauration du glycogène et on limite les dommages musculaires surtout si la consommation glucidique est insuffisante. Les besoins des athlètes d'endurance dont l'entraînement est >8h/semaine est comprise entre 8-12 g/kg/j pour les glucides et 1,4-2 g/kg/j pour les protides. L'ingestion fractionnée 0,25-0,4g/kg/dose de la quantité quotidienne de protéines, associée aux autres macronutriments, influence de façon positive la composition corporelle ainsi que la performance.

International society of sports nutrition position stand: protein and exercise Jager/ 2017 (21)	Revue de la littérature	Etats-Unis	Synthèse des recommandations concernant l'apport protéique.		L'ajout de protéines à un régime normo-glucidique n'améliore pas les performances d'endurance. L'augmentation des apports protéiques (2,3-3,1g/kg/j) associé à des entraînements basés sur la résistance, promeut le gain de masse maigre et la perte de masse grasse. Un exercice d'endurance de haute intensité sensibilise les muscles à l'apport protéique et favorise la synthèse protéique musculaire durant 24h, d'où l'intérêt d'une consommation protéique riche en acides aminés essentiels. Consommer des glucides + des protéines durant un exercice d'endurance permet de maintenir un profil hormonal anabolique et augmenterait le temps au bout duquel l'épuisement survient. Un apport en protéines de haute qualité (contenant des acides aminés essentiels) est nécessaire. L'apport protéique recommandé est de 1,4-2g/kg/j dans l'idéal, fractionné en 20 à 40 g à chaque prise (toutes les 3-4h), soit 0,25g/kg de protéines dont 10-12g d'acides aminés essentiels. Cette quantité doit être augmentée en cas de régime hypocalorique, chez le sujet âgé afin de maintenir le taux de masse maigre.
Nutrition du sportif, apports macronutritionnels en fonction des disciplines Richard/2014 (22)	Revue de la littérature	France	Synthèse des apports macronutritionnels selon les disciplines avant pendant et après une épreuve.		Pour la majorité des pratiquants les apports seront correctement couverts par les ANC (PNNS). Cependant quand la charge d'entraînement en endurance s'intensifie les apports nécessitent des ajustements. Apports recommandés varient entre 50-80kcal/kg/jour chez l'homme et 40-60kcal/kg/jour chez la femme. Au quotidien et avant une épreuve la charge glucidique devra être majorée chez l'athlète d'endurance de l'ordre de 5 à 11g/kg/j. On y parvient en diminuant la ration lipidique (qui représente normalement 30% des ANC). Les apports protéiques conseillés varient entre 1.2-1.6-7g/kg/jour. Un apport énergétique pendant l'épreuve sera recommandé, il sera essentiellement couvert par une boisson de l'effort (100-150mL toutes les 15 min) et complété par des « barres énergétiques ». Des apports en glucose et en fructose précocement après la compétition vont favoriser la réplétion des réserves en glycogène. Mais il est indispensable de revenir rapidement à une alimentation équilibrée et non transformée.

Nutrition for endurance sports: marathon, triathlon, and road cycling
/Jeukendrup /2011 (23)

Revue de la littérature

Royaume-Uni

Réaliser une revue de littérature afin d'apporter des conseils aux athlètes, concernant la nutrition et notamment les apports glucidiques.

Table 1. Recommendations for carbohydrate (CHO) intake during different endurance events.					
Event	CHO required for optimal performance and minimizing negative energy balance	Recommended intake	CHO type	Single carbohydrate (e.g. glucose)	Multiple transportable carbohydrates (e.g. glucose : fructose)
< 30 min	None required	—	—	—	—
30–75 min	Very small amounts	Mouth rinse	Most forms of CHO	●	●
1–2 h	Small amounts	Up to 30 g · h ^{−1}	Most forms of CHO	●	●
2–3 h	Moderate amounts	Up to 60 g · h ^{−1}	Forms of CHO that are rapidly oxidized (glucose, maltodextrin)	○	●
> 2.5 h	Large amounts	Up to 90 g · h ^{−1}	Only multiple transportable CHO		●
Note: ●, optimal; ○, OK, but perhaps not optimal. These guidelines are intended for serious athletes, exercising at a reasonable intensity (>4 kcal · min ^{−1}). If the (absolute) exercise intensity is below this, the figures for carbohydrate intake should be adjusted downwards.					

Supplémentation Vitaminique						
Antioxydant and vitamin D supplements for athletes: Sense or nonsense? /Powers/2011 (24)	Revue de la littérature	Italie	Synthèse des arguments pour et contre la supplémentation en vitamine D et en antioxydants.		Méthodologie non précisée	Il n'y a pas de preuve qu'il faille consommer des compléments alimentaires contenant des antioxydants. Les athlètes doivent s'appliquer à consommer en quantité suffisante des aliments variés et des produits frais riches en antioxydants. Beaucoup d'athlètes sont déficitaires en Vitamines D, il faut la doser avant de supplémenter.
Exercise and oxidative stress: potential effects of antioxidant dietary strategies in sports /Pingitore /2015 (25)	Revue de la littérature	Italie	Etudier l'effet de l'entraînement sur le stress oxydatif. Evaluer la différence d'efficacité entre Anti Oxydants AO issus de l'alimentation et des Compléments Alimentaires CA		Pas de réponse à la problématique de départ	Les doses supra physiologiques en Vitamines et AO dans les CA deviennent pro oxydants. Exemple pour la Vitamine C: dose recommandée >200mg/j, des doses supérieure à 1g/j diminuent la production des enzymes anti oxydantes et peuvent altérer la performance. De plus la production de Radicaux Libres Oxygénés RLO permettent une réponse adéquate à l'exercice. Néanmoins les suppléments à base d'AO pourraient être bénéfiques dans certaines situations comme: -le syndrome de surentrainement, - une alimentation pauvre en fruits et légumes frais. Le régime méditerranéen caractérisé notamment par la consommation d'AGMI est bénéfique sur les différents paramètres métaboliques et induit moins de stress oxydant qu'un régime "traditionnel". Tout comme l'entraînement les conseils nutritionnels doit être individualisé car chaque athlète est différent.
Recent advances in iron metabolism: relevance for health, exercise, and performance /Buratti /2015 (26)	Revue de littérature	Italie	Physiologie de la régulation du fer systémique et intracellulaire. Rôle de l'hepcidine et ses particularités dans le cadre de l'activité physique			L'hepcidine diminue l'absorption du fer par les entérocytes et son relargage par les macrophages. L'effort surtout de haute intensité augmente sa production. La supplémentation martiale en l'absence de déficit doit être évitée, en effet une supplémentation inadéquate peut entraîner une surcharge hépatique, splénique et musculaire entraînant toxicité et contre-performance.

Evaluation des apports nutritionnels					
Assessment of nutrient status in athletes and the need for supplementation/ Larson/ 2018 (27)	Revue narrative	Etats-Unis	Résumé des différentes méthodes d'évaluation du statut nutritionnel des athlètes.	Présentation de la méthode A-E: -Anthropometrics; -Biochemical; -Clinical; -Dietary assessment;	'-Anthropometrics: présentation des différentes méthodes anthropométriques... -Biochemical: dosages biologiques pas toujours bien adapté, car il n'existe pas pour tous les micronutriments de marqueurs fiable du statut nutritionnel. -Clinical: examen clinique. Examiner en particulier: les phanères, la peau, la langue, les yeux, la bouche, les lèvres. -Dietary assessment: un recueil de données (ingesta) sur 5 à 8j est bien adapté. Les croyances, les habitudes de vie, sont aussi très importantes (habitudes culinaires, consommation de produits frais et de saison...). La consommation médicamenteuse est aussi à prendre en compte.
Development and validation of a dietary screener for carbohydrate intake in endurance athletes / Harrison/2018 (28)	Etude observationnelle	Canada Développement de l'outil: 1571 participants. Pour la validation: 175 athlètes participants à un Ironman, à un pentathlon ou à un triathlon d'hiver.	Développer un outil permettant facilement et rapidement de dépister les athlètes d'endurance, qui ne respectent pas les apports conseillés en glucides d'au moins 6g/kg/j.	Questionnaire en ligne sur les habitudes alimentaires et sélection des items discriminants pour la mesure de la consommation glucidique. Questionnaire testé chez les athlètes afin de déterminer le nombre d'items nécessaires.	Items ne prennent pas en compte l'utilisation des compléments glucidiques et spécifiques de l'alimentation canadienne Questionnaire basé sur 15 questions afin de déterminer avec une sensibilité de 89,5% et une spécificité de 87,3% si la consommation glucidique des athlètes testé est supérieure ou inférieure à 6g/kg/j.

Micronutrient intakes in 553 dutch Elite and sub-Elite athletes: prevalence of low and high intakes in users and non-users of nutritional supplements /Wardenaar 2017 (29)	Etude observationnelle	Pays-Bas 553 athlètes allemands ayant complété le questionnaire de façon adéquate dont 240 athlètes d'endurance.	Evaluer l'apport micro nutritionnel (sur et sous consommation) des athlètes allemands selon qu'ils consomment ou pas des compléments alimentaires.	Questionnaire internet recueil des ingestas sur 24h avec analyse de la quantité de calories et de micronutriments ingérés. Analyse en 4 sous-groupes: -consommateurs de compléments nutritionnels (Dietary Supplements DS), -consommateurs de produits de l'effort (Sport Nutritional Product SNP), -consommateur des deux (DS+SNP), -non consommateurs (non users).	62% des athlètes utilisent des compléments nutritionnels DS SNP ou les deux. Les athlètes qui en consomment ont des apports alimentaires en micronutriments plus élevé que ceux qui n'en consomment pas. Les apports alimentaires suffisent pour les vitamines C, E, B6 et B12. Les athlètes semblent ne pas consommer assez de vitamine D néanmoins l'étude ne dose pas le taux sérique de vitamine D. Les femmes ne consomment pas assez de fer il faudrait pour y parvenir mixer les sources animales et végétales. Les vitamines B1 et B2 semblent être insuffisamment consommées par la population étudiée. Les antioxydants (C, E, Zn, Selenium) sont consommés en quantité suffisante dans l'alimentation, seule la Vitamine A est insuffisamment consommée chez certains athlètes. Les vitamines consommées en excès sont les vitamines B3, B6 A et C.
--	------------------------	---	--	--	--

Gluten					
Commercial hype versus reality: our current scientific understanding of gluten and athletic performance 2016 (30)	Revue de la littérature	Etats-Unis American college of sports medicine	Comprendre les raisons pour lesquelles les athlètes NCA(Non Coeliac non gluten sensitive Athlete) adoptent un régime sans gluten et déterminer la pertinence d'un tel régime.		L'éviction du gluten est très populaire, rien ne prouve qu'il soit bénéfique tant sur la performance que sur les symptômes Gastro Intestinaux GI chez les athlètes qui n'ont ni maladie cœliaque ni hypersensibilité au gluten. Les symptômes GI attribués au gluten pourraient être dus aux FODMAPS Fermentable Oligo-, Di-, Mono-saccharides And Polyols pour lesquels une limitation de la consommation a montré une efficacité chez certains athlètes. Un régime sans gluten est souvent associé à une limitation de la conso en FODMAP. Décider seul d'un régime sans gluten augmente le risque de privations alimentaires inutiles, de cout supplémentaires, et à des implications psychosociales importantes.

Hydratation						
Hydration for recreational sport and physical activity /Kenefick/ 2012 (31)	Revue narrative de la littérature	Etats-Unis	Produire des recommandations générales sur les besoins d'hydratation. Récapituler les moyens d'évaluer le statut d'hydratation pour les sportifs amateurs et plus généralement les pratiquants d'activité physique.			La soif, la couleur de l'urine et la perte de poids donnent une très bonne indication du statut d'hydratation. Une perte de poids de plus de 2% altère les capacités aérobies. La transpiration engendre des pertes sodées d'environ 35mEq/L la consommation moyenne par jour de sodium et d'environ 150mEq/j (américains) donc l'adjonction de sodium dans les boissons est surtout utile pour assurer l'absorption de l'eau et sa rétention. La consommation de glucides 1g/min sous forme de boisson permet à la fois d'assurer la compensation des besoins hydrique et glucidiques.
Hydration strategies, weight change and performance in a 161 km ultramarathon /Hoffman/ 2014 (32)	Etude observationnelle	Etats-Unis Participants à un ultramarathon de 161 km en Sierra Nevada	Dans quelle mesure la prise de boisson sodée affecte elle la perte de poids? Quelle corrélation entre la perte de poids et la capacité à terminer la course?	Peser les athlètes 47,8km, à 89,6, à 125,5km et évaluer les apports en sodium. Evaluation de la stratégie d'hydratation a posteriori: planifié, boire quand survient la soif, boire à tolérance maximum.	Résultats très inattendu contradictoire du reste de la littérature	Il n'a pas été retrouvé de différences significatives entre les variations pondérales des finishers à la fin de l'épreuve et des non finishers là où ils se sont arrêtés. Le poids des participants a varié entre le départ et le 48 ème km puis est resté stable, la variation de poids a été une perte de poids de 2% et plus. La stratégie d'hydratation n'a pas eu d'incidence sur la variation pondérale; la plupart des participants ont utilisé la soif comme déclencheur de l'hydratation. L'utilisation de suppléments sodés en plus du sodium consommé dans l'alimentation ou les boissons n'a pas eu d'incidence sur la variation pondérale. La performance ne semble pas impactée par une perte de poids de 2% et plus. Une hydratation adéquate peut être maintenu simplement en buvant quand la soif survient et sans faire appel à des suppléments sodés (en dehors des aliments et des boissons électrolytiques) même en cas d'exercice dans un environnement chaud.

Stockage du glycogène					
Nutrition to support recovery from endurance exercise: optimal carbohydrate and protein replacement American college of sports medicine /Moore/2015 (33)	Revue de la littérature	Canada	Revue de de la littérature en ce qui concerne les apports protéiques et glucidiques lors des phases de récupération, afin d'optimiser la resynthèse glycogénique, protéique et ainsi optimiser les performances lors des efforts suivants.		Les glucides consommés dans l'heure suivant l'exercice permettent de reconstituer les stocks glycogéniques plus rapidement. Ce qui est intéressant quand les périodes de récupération sont courtes (<8h) et lors des longs programmes d'entraînement. Les protéines consommées en même temps que les glucides en période de récupération, permettent d'augmenter la resynthèse glycogénique et protéique, surtout si les apports glucidiques sont insuffisants. Les athlètes devraient consommer environ 0,25g/kg de protéines et au moins 0,75g/kg de glucides. En cas de consommation insuffisante en protéines il est nécessaire d'augmenter les apports glucidiques glucose + fructose à 1,2g/kg/h. Il peut être pratique d'utiliser des boissons de récupération qui en plus permettent la réplétion des stocks hydriques. Quand la période de récupération est longue (entre 8 et 24h) il est toujours intéressant de profiter de la fenêtre métabolique post exercice pour consommer une boisson de récupération et pour stimuler la resynthèse glycogénique. Néanmoins des repas fréquents, riches en glucides et en protéines seraient suffisants pour restaurer les stocks en glycogène et pour assurer la resynthèse protéique.
Restoration of muscle glycogen and functional capacity: role of post-exercise carbohydrate and protein Co-Ingestion/ Alghannam/ 2018 (34)	Revue de la littérature	Arabie Saoudite	Rôle de l'ingestion des glucides et des protéines dans la phase précoce en post exercice, sur la restauration des réserves glycogénique et les performances ultérieures.		Il existe une relation étroite entre la dose de glucides consommés et la restauration des réserves en glycogène et la performance ultérieure. L'apport glucidique paraissant optimal est 1,1g/kg/h durant les 4h suivant la fin de l'exercice. L'adjonction de protéines 0,3-0,4g/kg en phase de récupération surtout si l'apport glucidique est insuffisant (<0,8g/kg) permet d'accélérer la resynthèse glycogénique et ainsi améliore les capacités d'endurance ultérieures.

Apports protéiques					
Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes /Phillips /2012 (35)	Revue narrative	Etats-Unis	Déterminer si les athlètes ont des besoins protéiques identiques à la population générale. Y'a-t-il un bénéfice/ des dangers pour les athlètes à avoir une sur ou sous consommation protéique ?		Apports conseillés pour les athlètes: 1,2-1,6g/kg/j. Apports de la population générale sont 0,8-0,9g/kg/j. La plupart des athlètes consomment suffisamment de protéines. Une consommation plus importante ne semble pas amener de bénéfices. Néanmoins tout comme pour les glucides ce qui est important c'est le moment auquel elles sont consommées. Idéalement: dans les 2h suivant la fin d'un exercice. Une quantité comprise entre 20 et 25g de protéines semble stimuler la synthèse protéique musculaire. La qualité des protéines et l'association aux glucides est importante.
Index Glycémique					
Effect of pre-exercise carbohydrate diets with high vs low glycemic index on exercise performance: a meta-analysis /Heung-Sang Wong /2017 (36)	Meta analyse	Hong Kong	Déterminer si un repas pré course à index glycémique bas LGI permet une meilleure performance qu'un repas à index glycémique élevé HGI.	Data base: revue de la littérature avant avril 2016 PICO etc score Jaddad+ + en nutrition	La performance d'un exercice d'endurance qui suit un repas LGI n'est pas significativement supérieure à celle d'un repas HGI. Néanmoins un repas LGI limite l'hyperinsulinisme post prandial et augmente l'oxydation des acides gras permettant aux glucides d'être disponible pour l'effort ce qui s'avère très utile quand l'accès aux glucides pendant l'épreuve est limité.

Effects of low versus moderate glycemic index diets on aerobic capacity in endurance runners: three-week randomized controlled crossover trial /Durkalec/ 2018 (37)	Essai randomisé	Pologne 25 coureurs à pied de longue ou moyenne distances, dont 9 femmes athlètes amateurs ou professionnels	Comparer les performances et les paramètres physiologiques de performance entre un régime riche en glucides à index glycémique bas LGI versus modérément élevé MGI	Consommation pendant 3 semaines de repas MGI (IG entre 55-70) puis consommation pendant 3 semaines de repas LGI (IG<50) séparés par 15j de wash out. Mesures anthropométriques, recueil des apports et des dépenses énergétiques avant et après chaque intervention. Comparaison de la VO2 max et de la distance parcourue en 12 min pour chaque athlète après chaque intervention.	Après la période LGI les athlètes pesaient environ 600g de moins qu'après la période MGI. Les performances (i.e distance parcourue en course à pied en 12 minutes ainsi que le test d'épuisement sur ergocycle) étaient significativement plus importante après 3 semaines de consommation d'aliments à index glycémique bas.
Athlète femme					
Nutritional aspect of female athlete/ Rossi/2017 (38)	Revue de la littérature	Etats-Unis Athlètes femme	Comprendre et faire un état des lieux concernant la triade de la sportive, informer et mettre en garde les professionnels du sport afin de la prévenir.		Triade: peu d'énergie disponible +/- trouble du comportement alimentaire avec dysménorrhées+ faible densité minérale osseuse. 65% des femmes élites coureuses à pied longue distance ont une aménorrhée secondaire. Le déficit en macronutriment stimule la production de cortisol et diminue la production d'œstradiol et d'IGF1 ce qui à la longue est en partie responsable de la triade de la sportive. Les conseils à donner aux professionnels (coachs, nutritionnistes, entraîneurs etc...) pour le suivi des athlètes afin de l'éviter: -Parler de la masse musculaire en positif et ne pas se baser uniquement sur la masse grasse, -Ne jamais demander à une athlète de perdre du poids en début de saison car le déficit énergétique est quasiment toujours contre-productif en raisons des désordres métaboliques qu'il occasionne. Les différents acteurs qui entourent l'athlète doivent véhiculer les mêmes messages positifs et doivent être attentifs afin d'en prévenir l'apparition

Symptômes gastro intestinaux					
Training the gut for athletes /Jeukendrup / 2017 (39)	Revue narrative	Angleterre	Montrer que l'intestin doit lui aussi être entraîné en vue de limiter l'inconfort et d'améliorer les performances.		Un régime riche en glucides augmenterait de façon significative la quantité de transporteurs luminal au glucose (SGLT1), avec à la clé une amélioration des capacités d'absorption et de tolérance au glucose.

2. Revue des principaux résultats au quotidien et avant l'effort

La préparation physique à une épreuve d'endurance (marathon, triathlon, course cycliste, trail...) nécessite plusieurs mois d'entraînements. Il en est de même pour la préparation nutritionnelle. En effet, il s'agit d'adopter une alimentation adaptée et saine que ce soit au quotidien en période d'entraînement ou de compétition (En ce sens, les recommandations nutritionnelles que nous allons formuler tiendront compte du PNNS 4 (6)). Autre point important, il ne faut en aucun cas innover le jour de l'épreuve. En effet, la tolérance et l'appétence aux différents aliments doivent être testées en amont (40).

Les apports énergétiques totaux doivent être augmentés chez le sujet sportif dont l'entraînement dépasse 90 minutes par jour. Ils doivent représenter au minimum 45-50kcal/kg/j pour les femmes et de 50-55kcal/kg/j pour les hommes (41).

Les besoins glucidiques doivent être majorés chez le sportif en fonction du niveau d'activité. Ils doivent être compris entre 6-12g/kg/j (19,20,22). On privilégiera les glucides à Index Glycémique et à Charge Glycémique ($CG = IG \times \text{contenu en glucides}/100$) basses (6). En effet une étude (36) a montré qu'un repas pré-course à index glycémique bas limitait l'hyperinsulinisme post prandial et augmentait l'oxydation des acides gras permettant aux glucides de rester disponibles quand l'effort s'intensifie. Ceci est d'autant plus utile quand l'apport en glucides pendant l'épreuve est limité (troubles intestinaux, conditions de course...) (41,42).

Les céréales complètes, les fruits et les légumes en raison de leur richesse en fibres, en minéraux et oligo-éléments sont à privilégier au quotidien (6,24). La consommation d'aliments riches en fibres doit être évitée la veille et le jour d'une épreuve afin d'augmenter la digestibilité des nutriments et de limiter l'inconfort intestinal (ballonnements, troubles intestinaux).

Dans la semaine précédant l'épreuve d'endurance, on majorera progressivement les apports glucidiques jusqu'à atteindre 60-70% des AET (Apports Énergétiques Totaux journaliers (41)), contre 50%-65% recommandé le reste du temps. On y parviendra en diminuant la ration lipidique et protidique. La majoration des apports glucidiques dans la semaine précédant l'épreuve va permettre la mise en réserve de glycogène. Il n'est plus d'actualité de recommander un régime dissocié de type scandinave et autres, qui sont des régimes basées sur la déplétion glucidique avant surcompensation (22,23). En sachant

qu'un gramme de glycogène nécessite 3g d'eau pour être stocké (23), cela pourrait entraîner une gêne tant musculaire que digestive si l'athlète n'avait pas l'habitude de consommer suffisamment de glucides au quotidien. De plus, l'intestin possède des capacités adaptatives à l'absorption des glucides et notamment du glucose avec une adaptabilité du nombre de transporteurs membranaires Sodium Glucose SGLT1 (39)

Le régime sans gluten chez les athlètes qui n'ont ni maladie cœliaque ni hypersensibilité au gluten est en vogue chez les sportifs. Il n'a pas prouvé de bénéfice tant sur la performance que sur les symptômes gastro intestinaux (30).

On conseillera à l'athlète de prendre son dernier repas environ 3h avant le début de l'épreuve. Il devra être riche en glucides complexes (céréales en flocons), simples (fruits frais, miel...) et en protéines (yaourt/ fromage blanc) (43). La quantité en fibres devra être limitée. Il existe selon nos observations une place pour les gâteaux sport maisons ou non dont la composition est généralement étudiée afin de répondre aux critères sus-cités. On évitera comme toujours les préparations industrielles ultra transformées en scrutant soigneusement la composition (6). Il semble tout de même difficile d'émettre des recommandations précises sur le ou les repas d'avant course. En effet, il va varier énormément d'un individu à l'autre selon ses goûts, sa tolérance, et le type d'épreuve. Encore une fois, on conseillera au patient de tester le repas d'avant course lors de ses entraînements.

Débuter la course en état de normo hydratation est d'une grande importance. On pourra conseiller d'absorber une boisson faiblement sucrée (environ 0.5L) de façon régulière dans les 2h précédant le début de l'exercice (42). La quantité ainsi que la concentration sera à moduler en fonction des conditions climatiques et de l'état d'hydratation.

Les apports protéiques conseillés varient entre 1.2- 2.0 g/kg/j. Ils doivent représenter 15-30% de l'apport calorique total (21,35,42). Les sportifs semblent avoir une consommation suffisante en protéines (35). Plus que la quantité de protéines consommées, il s'agit d'être attentif à la qualité de celles-ci. Si les protéines animales contiennent tous les acides aminés essentiels, il faudra porter une attention particulière aux patients qui ne consomment pas de viande: en conseillant la pratique de la complémentation protéique à savoir consommer conjointement des céréales, des légumineuses et des fruits à coques. Les protéines ont leur rôle à jouer dans l'alimentation du quotidien bien sûr, mais aussi lors du repas pré-course. En effet, elles permettent de diminuer le catabolisme musculaire lié à

l'effort et d'augmenter la satiété (12). On préférera la consommation de viandes maigres avant une épreuve (42,43).

Si les apports en lipides ont longtemps été diabolisés chez le sportifs, les besoins semblent identiques entre athlètes et non athlètes (19). 25-30% de l'apport énergétique total sont recommandés dont environ: 7% AGS, 10% AGMI, 10% AGPI (22,42). Depuis peu la recherche se focalise sur la consommation en oméga 3. Elle est notamment encouragée dans le dernier PNNS (6). Les lipides sont essentiels car vecteurs des vitamines liposolubles, composants membranaires et jouent le rôle de substrat énergétique à l'effort. Un régime riche en lipides permettrait d'augmenter l'oxydation des lipides lors des épreuves d'endurance (19).

Les apports en vitamines, minéraux et oligo-éléments sont assurés par la variété des aliments consommés. «Mangez varié, coloré, de saison, des produits frais et en quantité suffisante » tel doit être le message que nous devons véhiculer.

Concernant les compléments alimentaires, leur utilisation bien que fréquente (20.6% des coureurs loisirs participants au marathon de Toulouse en 2018 (44)) n'est pas justifiée (45) sauf en cas de carence avérée. A savoir que des doses supra physiologiques en vitamines et antioxydants deviennent pro-oxydants (25)

3. Revue des principaux résultats pendant l'effort

Les besoins en nutriments pendant une épreuve sont déterminés par sa durée, par l'intensité de l'effort, et par les conditions climatiques. Il est capital pour nous médecins généralistes de connaître quelques principes de base afin de prévenir l'hypoglycémie, l'accident d'hydratation, la blessure, la contre-performance. Bien sûr comme toujours en nutrition sportive, ces données sont à adapter individuellement.

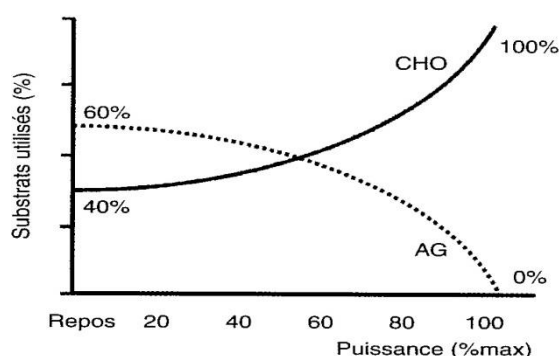
Un effort de moins de 60 à 90 min selon les auteurs (par exemple une course à pied de 10 km) ne nécessite pas d'apport métabolique glucidique (23,41). La consommation d'eau seule est suffisante. Néanmoins, il semblerait que se rincer la bouche avec une eau sucrée «mouth rinsing» permettrait une augmentation de la performance pour des raisons centrales et non métaboliques (23).

Pour un effort de durée entre 60 minutes et 2 heures 30, la consommation de boissons de l'effort s'avère suffisante.

Quand l'effort dépasse 2h30, une alimentation solide est nécessaire afin d'assurer les besoins nutritionnels. En outre, le plaisir de manger aiderait le pratiquant à supporter l'inconfort de la course.(46)

Les substrats énergétiques de l'effort varient en fonction de son intensité. Plus l'intensité augmente et plus l'utilisation des glucides est importante.

Figure 2: Variation du type de substrat utilisés avec la puissance de l'exercice CHO= glucides AG=acides gras(41)



Les réserves en lipides sont très importantes, quasi inépuisables de l'ordre de 70 000kcal (42). Les réserves en glucides stockées en grande partie sous forme de glycogène hépatique et musculaire sont relativement limitées et sont de l'ordre de 2500kcal (42). C'est l'épuisement des réserves en glycogène au cours de l'effort qui est responsable de l'état d'épuisement énergétique du sportif plus communément appelé «fringale». Afin de prévenir cet état préjudiciable, les apports glucidiques devront être réguliers, sous forme de boisson et d'alimentation solide pour les efforts de plus de 2h30. Les apports glucidiques en cours d'épreuve doivent représenter environ 30 à 60g/h (20,42), à moduler selon les conditions de la course, la tolérance individuelle à l'apport en glucides en cours d'effort. Il est important de varier les sources de glucides afin de favoriser leur absorption intestinale en utilisant les deux types de transporteur SGLT1(sodium/glucose) et GLUT 5 (fructose) (16,41,42). Les apports adéquats peuvent être obtenus en consommant des barres énergétiques, des gels, des aliments solides (petits sandwiches, biscuits, pâtes de fruit) ou via les boissons de l'effort.

La consommation de protéines en cours d'effort est encore débattue mais elle permettrait de maintenir un profil hormonal anabolique et retarderait l'apparition de l'épuisement (21). Il semblerait que l'appétence pour les aliments salés protéinés et riches en lipides augmente au fil des heures lors épreuves d'endurance et notamment d'ultra endurance. Il semble donc logique d'encourager leur consommation (jambon, fromage, biscuits salés, oléagineux...) tout en mettant en garde le sportif sur le fait que ces aliments ralentissent la vidange gastrique et sont susceptibles d'induire de l'inconfort intestinal.

L'hydratation est peut-être la chose la plus importante surtout si l'épreuve se déroule dans un environnement chaud. On conseillera des apports de boissons glucidiques de l'effort maison ou préparations pour sportif contenant entre 5 et 8% de glucides (fructose et glucose/maltodextrines) en moyenne (16,17,42). La concentration en glucides est à moduler en fonction de la température extérieure. Plus il fait chaud, moins la boisson doit être concentrée. Elle doit être consommée en petites quantités, entre 100 et 200mL toutes les 15-20 minutes (17). Ces apports augmenteraient la performance selon la même étude. La boisson de l'effort doit également contenir du sodium, compter 300 à 500mg de sodium soit 1.2 à 1.5g/L de sel de table par litres de boissons (41,47). Un plan d'hydratation adéquat permet d'éviter un état de déshydratation qui peut avoir des effets sévères: hypovolémie, hyperosmolalité plasmatique, hyperthermie...) pouvant entraîner le décès (41). La déshydratation même minime entraîne de façon proportionnelle une diminution des performances ainsi que l'apparition d'une fatigue censée mettre en garde le sportif. Afin d'évaluer le statut hydrique de nos sportifs, il semble intéressant de se baser sur la compilation des 3 paramètres que sont la soif, la couleur de l'urine et la perte de poids (31).

4. Revue des principaux résultats après l'effort

Les 4 heures suivant la fin de l'exercice sont cruciales pour reconstituer les stocks hydriques et glucidiques notamment. Cela est d'autant plus important quand le sportif doit enchaîner une autre épreuve dans un délai court (33). On conseillera de consommer des glucides dès la fin de l'épreuve, d'abord sous forme de boisson (dans les 30 minutes): on privilégiera cette fois les sucres à index glycémique élevé. En cas d'effort intense, il est préférable de différer le premier repas solide d'une heure environ (43). L'apport glucidique paraissant optimal dans les 4h suivant la fin de l'exercice est de 1.1g/kg/h. (34)

L'adjonction de protéines 0,3-0,4g/kg en phase de récupération précoce (dans les 4h suivant la fin de l'exercice) surtout si l'apport glucidique est insuffisant <0,8g/kg permet d'accélérer la resynthèse glycogénique et ainsi améliorer les capacités d'endurance ultérieures (34). On préférera les sources protéiques riches en acides aminés essentiels par exemple les protéines de lait (41)

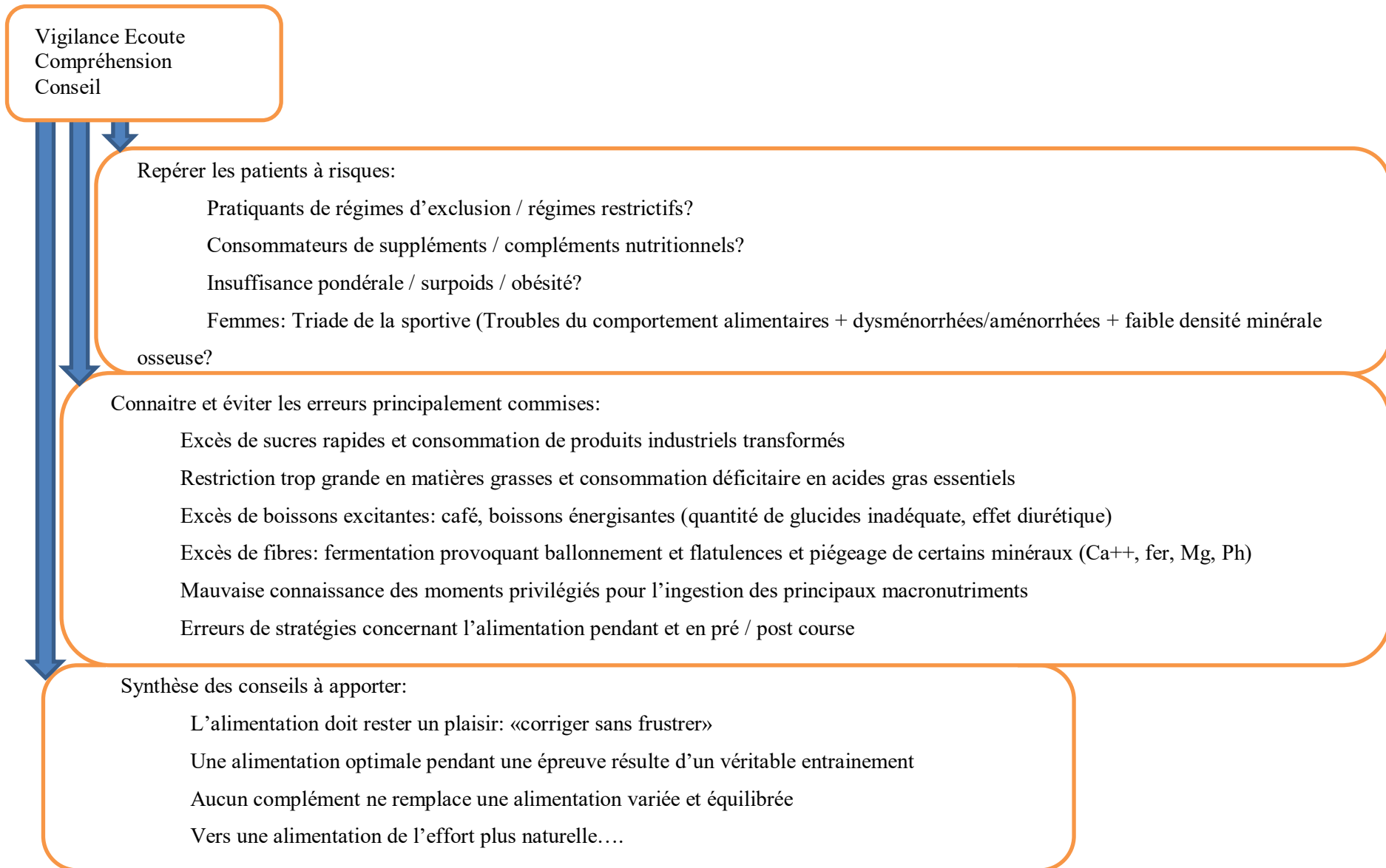
Consommer des lipides en post exercice permettrait de reconstituer les réserves en glycogène et en Tri Glycéride Intra Musculaire (41). On recommandera la consommation de petites quantités d'Acides Gras Poly Insaturés (42).

5. Présentation des outils pour le conseil nutritionnel du sportif d'endurance en médecine générale

Trois guides ont été réalisés à partir des données issues de la revue systématique de la littérature et sont présentés ci-dessous.:

- Un à destination des médecins afin d'aider le praticien à repérer et à corriger les principales erreurs commises
- Un deuxième à destination des patients et distribuable en consultation de médecine générale
- Un troisième à destination des sportifs acteurs de leur nutrition et intéressés par ce sujet, visant à les informer de façon plus experte en annexe

Figure 3: Outil à destination des médecins repérage des erreurs et conseils au patient



Nutriments	Avant	Pendant	Après
	Apports énergétiques minimum chez le sportif entraînés plus de 90 min par jour: Femmes: 45-50kcal/kg/j Hommes: 50-55kcal/kg/j (41)	Course<60min pas de nécessité métabolique de consommer des glucidiques: bénéfice du «mouth rinsing» (23). Consommation eau seule. Entre 60min et 2h30: boissons suffisantes Effort >2h30: alimentation solide satiété et compensation des pertes recherchées. <i>Plaisir de manger aiderait le pratiquant à supporter l'inconfort de la course</i>(46)	Notion de «fenêtre métabolique» dans les 4h suivant la fin de l'exercice. Hydratation uniquement les 30 premières minutes puis alimentation solide.
Glucides	Apport suffisant en fonction du niveau d'activité 6-12g/kg/j (19,20,22) Privilégier les glucides à index glycémique et à charge glycémique basse(37). Majorer progressivement les apports glucidiques dans la semaine précédant l'épreuve (43) jusqu'à atteindre 60-70% des apports énergétiques totaux journaliers(41).	Entre 30 et 60g/h en moyenne sous forme liquide et ou solide selon la tolérance, la durée et les contraintes logistiques de l'épreuve (42) Pour une même quantité de glucides varier les sources ex: glucose / maltodextrine, fructose plutôt que glucose seul (16,42). La consommation de gel (=30g de glucides en moyenne) est possible (mais doit être concomitante de l'apport en eau), il n'y a pas de différence en terme de performances. Elle augmenterait le risque de troubles digestifs(15). Des concentrations en glucides supérieures à 80g/L en ralentissant la vidange gastrique peuvent être responsables de troubles gastro intestinaux(41).	L'apport glucidique paraissant optimal est 1,1g/kg/h durant les 4h suivant la fin de l'exercice(34). Privilégier l'utilisation de sucres à index glycémique élevé le plus précocement possible après la fin de l'exercice.

Protides	Les apports protéiques conseillés varient entre 1.2-2.0 g/kg/j ils doivent représenter 15-30% de l'apport calorique total(19). 1.5-1.7g/kg/j chez les sportifs très entraînés (41). Dans la majorité des cas les athlètes ont un apport suffisant. Diminuer la consommation au profit des glucides dans la semaine précédant l'épreuve.	Consommer des glucides + protéines durant un exercice d'endurance permet de maintenir un profil hormonal anabolique et augmenterait le temps au bout duquel l'épuisement survient (21).	L'adjonction de protéines 0,3-0,4g/kg en phase de récupération précoce (dans les 4h suivant la fin de l'exercice) surtout si l'apport glucidique est insuffisant <0,8g/kg permet d'accélérer la resynthèse glycogénique et ainsi améliore les capacités d'endurance ultérieures (34). <i>Ex: consommer 20-25g de protéines (pour un poids moyen de 70-80kg) riche en acides aminés essentiels (surtout leucine) ex: protéines de lait (41).</i>
Lipides	Besoins identiques entre athlètes et non athlètes apports supérieur à 15-20% idéalement 25-30% de l'AET en privilégiant les AGPI: surtout oméga 3. Un régime riche en lipides permettrait d'augmenter l'oxydation des lipides lors des épreuves d'endurance (19).	Données absentes de la littérature mais appétence pour les produits riches en lipides lors des épreuves d'ultra endurance car baisse des réserves...	Apport en post exercice permet d'épargner le glycogène et de permet la reconstitution des réserves en glycogène et des TGIM (41).
Vitamines et Minéraux	Les doses supra physiologiques en vitamines et antioxydants dans les compléments alimentaires deviennent pro-oxydants (25). Il n'y a pas de preuve du bénéfice des compléments alimentaires contenant des antioxydants mais les athlètes doivent s'appliquer à consommer en quantité suffisante des aliments riches en antioxydants (graines, fruits et légumes, aliments complets etc...). Beaucoup d'athlètes sont déficitaires en Vit D (peaux mate) au vu des risques que représente un éventuel surdosage et de la fréquence des déficits chez les athlètes il est préférable de doser la Vit D avant de supplémenter (24).		

Hydratation Au moins 1.5L d'eau par jour sans compter les entraînements	Débuter l'épreuve en état de normo hydratation. Il n'existe pas de moyen idéal pour évaluer le statut d'hydratation mais probablement que la compilation des trois paramètres: la soif, la couleur de l'urine et la perte de poids donnent une très bonne indication (31).	Les boissons sucrées concentration entre 5 et 8% consommées en petites quantités (100-200mL) toutes les 15-20 minutes améliorent la performance versus placebo ou l'eau seule pour les efforts de plus de 90minutes (17). <i>Exemple de boisson à 60g/L: 400mL de jus de raisin+ 600mL d'eau+ 1.5g de sel. Ou boisson pour sportif 6 cuillère à soupe dans 1 litre d'eau.</i> Apport conseillé en NaCl entre 1.2 et 1.5g/L de boisson selon la température extérieure (plus il fait chaud plus la boisson doit être diluée) (47). L'utilisation de suppléments sodés «tablettes de sel» augmentent le risque de déshydratation et de troubles digestifs (32,47). Les boissons énergisantes ne sont pas adaptées à l'effort (48).	Réhydratation après l'exercice ne peut être réalisée si les pertes sudorales en électrolytes ne sont pas remplacées. Boisson de réhydratation doit contenir NaCl 2g/L. Compenser en apportant 150% des pertes sudorales (41) .
--	--	---	--

Glucides à IG modérés ou élevés:

Pain blanc, biscottes, riz blanc précuit, biscuits, confiture, miel, raisins secs, céréales industrielles boissons sucrées....

Limiter la consommation au quotidien, utile pendant l'effort 30-60g/h d'effort sous forme liquide et ou solide et dans les 4h suivant l'épreuve.

Protéines:

Animales et ou végétales idéalement les deux. Lors des épreuves longues apports protéiques avant, pendant et après l'épreuve.

Lipides:

1/3 Acides Gras saturés: *graisses animales, huile de palme, beurre de cacao...*

1/3 Acides Gras Mono Insaturés:

huile d'olive, d'arachide, avocat, amandes...

1/3 Acides Gras Poly Insaturés ou acides gras essentiels:

-Oméga 6: *huile de pépin de raisin, de noix, de sésame*

-Oméga 3 à privilégier: *huile de noix, de colza, poissons gras...*

Figure 4: Outil pour le conseil nutritionnel à destination des patients

**Glucides IG bas:**

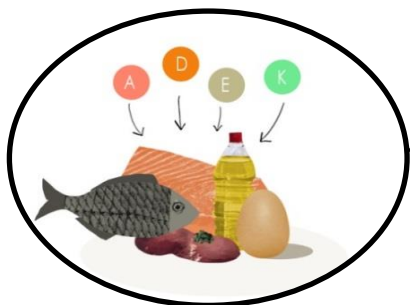
Pâtes al dente complètes, quinoa, pain intégral, légumes secs, muesli floconneux, fruits et légumes frais en général

Majorer les apports dans la semaine précédant la course afin de constituer les stocks de glycogène.

Apports macronutritionnels



Vitamines du groupe B: elles sont hydrosolubles. Leur stock doit être renouvelé quotidiennement. Elles ont de nombreux rôles mais sont surtout utiles au métabolisme énergétique (utilisation des principaux macronutriments). On les retrouve essentiellement dans produits frais: *fruits légumes, poissons, volailles, les oléagineux, les levures alimentaires...* Afin de les préserver, éviter de stocker trop longtemps les aliments et de les cuire à hautes températures.



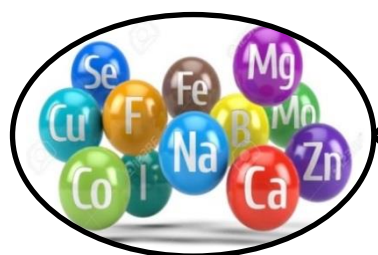
Les vitamines ADEK sont dites liposolubles. Elles sont contenues dans les lipides alimentaires: poissons gras, beurre, oléagineux... D'où l'importance de ne pas trop restreindre ses apports en lipides. Elles sont stockées dans le tissu graisseux. Les stocks sont généralement importants.

A: rôle essentiel dans la vision: *foie, carottes, patates douces*. On la retrouve aussi dans les légumes à feuilles vertes: *épinards, mâches, persil...*

D: minéralisation osseuse régulation du métabolisme phospho calcique. Elle est synthétisée par l'organisme grâce à l'exposition solaire, on la retrouve aussi dans les *poissons gras, les produits laitiers...*

E: propriétés anti oxydantes on la retrouve un peu partout *oléagineux, céréales, poissons gras, légumes à feuilles vertes...*

K: rôle essentiel dans la coagulation; *fromages fermentés, choux, jaune d'oeuf...*



Calcium: Rôle essentiel édification du squelette : *laitages, amandes, eaux minérales Talian°, Hépar°*

Magnésium: métabolisme des tissus musculaires cardiaques et nerveux. *Légumineuses, légumes à feuilles vertes, fruits de mer, eaux minérales Donat°, Rozana°...*

Phosphore: Edification du squelette osseux. *fruits secs, fromages, fruits de mer...*

Sodium: 6g/j +1.2-1.5g par heure d'effort: régule le stock hydrique de l'organisme . *sel de table, Donat°, Rozana°*

Potassium: régulation de la pression artérielle avec le sodium: *pomme de terre, poissons, bananes...*

Fer: Transport de l'oxygène viandes rouges++, carences fréquentes chez la sportive pas de supplémentation sans dosage: *viandes rouges, légumineuses...*

Zinc: système immunitaire: *huîtres.*

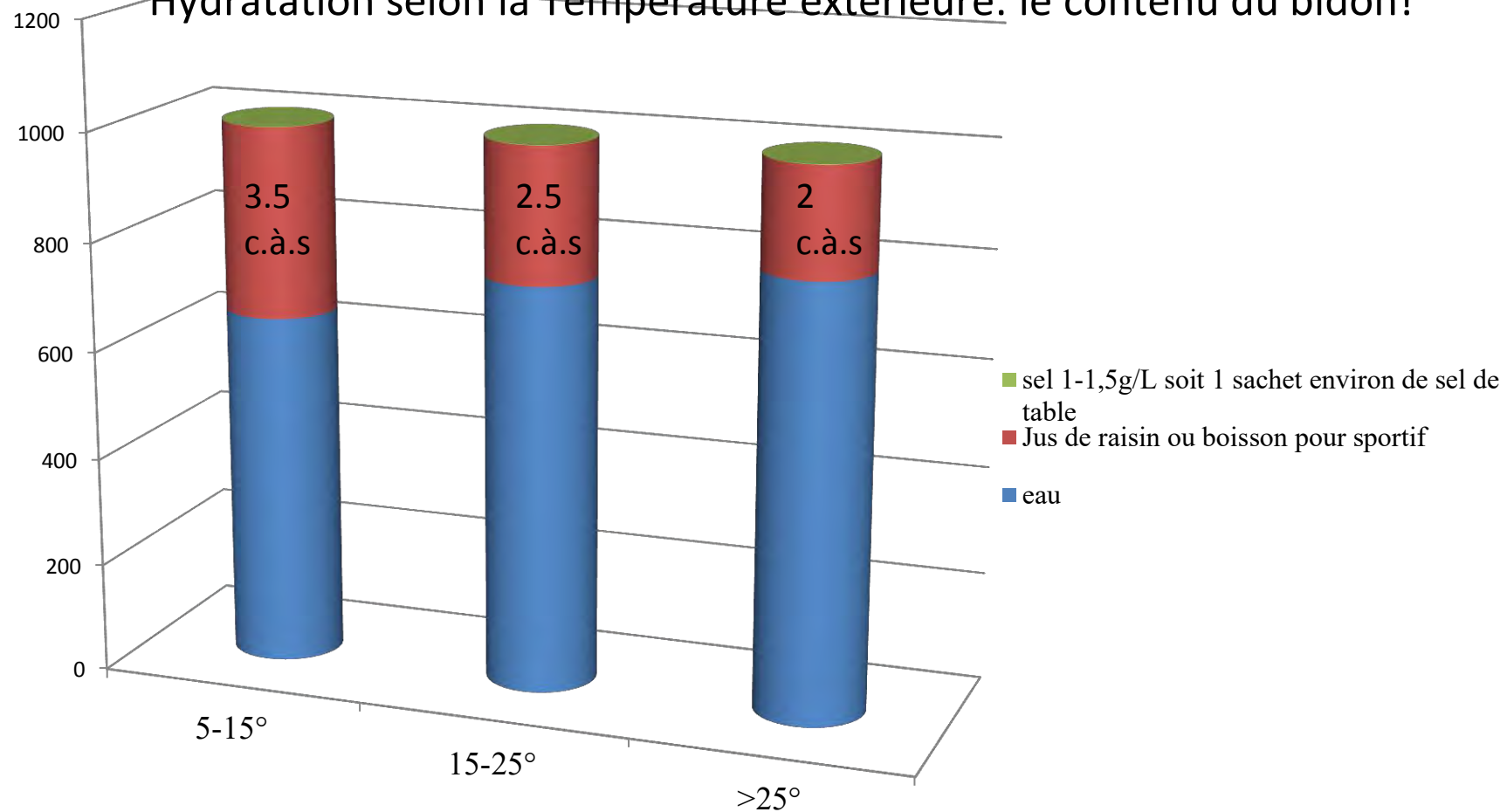
Selenium: Rôle d'anti oxydant: *noix du Brésil...*

Iode: Structure des hormones thyroïdiennes: *poissons, crustacés, sel de table...*



Vitamine C: synthèse du collagène, des globules rouges, absorption du fer: *persil, kiwi, orange, cerise...*

Hydratation selon la Température extérieure: le contenu du bidon!



V. Discussion

1. Discussion autour des forces et faiblesses de l'étude

Il s'agit à ma connaissance de la première revue de la littérature destinée à apporter des conseils pratiques aux médecins généralistes et aux patients de façon concise et fiable sous forme d'outils simples.

La littérature grise incluant des sites internet de sociétés savantes et/ou d'organismes institutionnels a aussi été explorée et a permis de compléter les données issues de la littérature scientifique. Ces données sont particulièrement intéressantes pour répondre à l'objectif de ce travail, en effet l'utilisation des moyens numériques étant très répandue tant chez les médecins généralistes que chez les patients, il est fondamental que les résultats soient en adéquation avec les dernières données publiées par ces instances. Selon une enquête réalisée en 2015 par la CESSIM (Centre d'Etude sur les Supports de l'Information Médicale) 80% des médecins généralistes interrogés se connectent à des bases de données médicales pour s'informer.

J'ai réalisé cette revue de la littérature avec l'aide d'un deuxième chercheur, le Dr Christina GEBAUER, une mise en commun des résultats a été réalisée.

A l'heure actuelle, l'évaluation qualitative précise des études n'a pas été réalisée, néanmoins la qualité méthodologique de l'étude a été prise en compte. Nous avons ainsi accordé une plus grande importance aux résultats issus des articles ayant le plus de puissance.

Certains articles qui avaient été sélectionnés sur le titre et ou le résumé n'ont pu être obtenus bien que les auteurs aient été contactés.

De même certains articles issus notamment de sites de références n'ont pu être accessibles en raison de leur caractère payant et/ou réservé aux abonnés.

2. Autres perspectives de recherche

Le sujet de la nutrition du sportif d'endurance est vaste et pourrait faire l'objet de plusieurs travaux plus approfondis sur les différentes thématiques abordées. De même il pourrait être utile de s'intéresser aux spécificités de la nutrition du sportif chez l'enfant, la femme enceinte ou allaitante, la femme ménopausée, les séniors et les sujets atteints de pathologies métaboliques. Toutes ces populations sont rencontrées en médecine générale. En effet, mes recherches m'ont permis de rencontrer un grand nombre de données potentiellement intéressantes qui n'entraient pas dans mes critères.

Il pourrait être intéressant d'interroger des patients et des médecins généralistes sur l'utilité de ces guides pratiques tant sur la performance que sur l'amélioration de l'état de santé des pratiquants concernés.

3. Exploitation des résultats

Les outils réalisés sont destinés:

-Au praticien, afin de guider le pratiquant dans ses choix alimentaires avant, pendant et après une épreuve d'endurance. L'outil est présenté sous forme d'un tableau afin de faciliter la recherche des informations et les références y sont mentionnées. Il pourra ainsi utiliser ce guide en consultation pour répondre aux interrogations de son patient, pour prévenir et repérer les principales erreurs et ainsi améliorer son statut nutritionnel.

-Au patient, un guide simple et attrayant afin de promouvoir l'utilisation des données incluses. L'autre guide plus complet en annexe pourra être utilisé pour approfondir le sujet.

VI. Conclusion

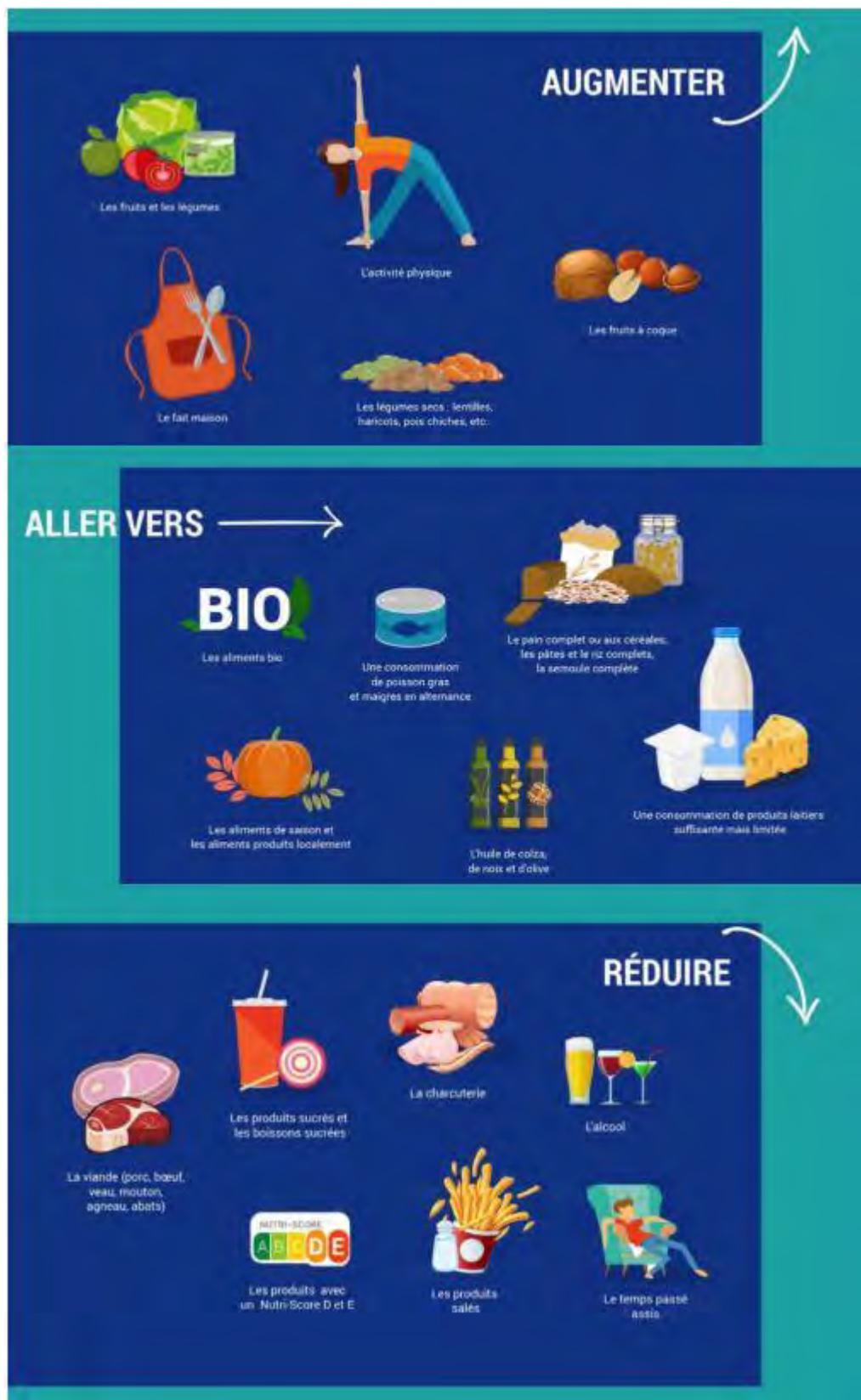
Cette revue a permis de préciser les apports caloriques totaux, macro et micro nutritionnels, et hydriques conseillés avant, pendant et après une épreuve d'endurance pour les sportifs amateurs. L'accent a aussi été mis sur les principales erreurs commises facilitant la détection des sujets à risque.

Les données extraites de cette revue de la littérature ont permis d'élaborer trois outils pratiques destinés aux praticiens de premier recours et aux patients afin de guider la prise en charge nutritionnelle des pratiquants de sports d'endurance.

Afin d'assurer la diffusion de ces informations, les outils pratiques pourront être librement distribués aux praticiens ainsi qu'à leurs patients.

Annexes

Annexes 1: Extrait PNNS4(6)



Annexes 2: Outil détaillé à destination des patients

Manger doit être un plaisir quotidien, une bonne hygiène alimentaire ne signifie pas absence de saveur ou de convivialité bien au contraire...

Variez vos menus le plus possible en privilégiant les produits frais non transformés (6), ce qui vous assurera des apports satisfaisants en nutriments, vitamines et minéraux.

« Prendre soin de la santé des sportifs c'est prendre soin en priorité de la santé de leur intestin » (49)

Si vous vous préparez pour une épreuve, il ne faut pas improviser le jour J, tout devra être testé à l'entraînement (tolérance digestive, appétence, texture, saveur etc...)

Voici donc quelques informations pour ne manquer de rien au quotidien comme avant pendant et après une épreuve d'endurance.

Apports Nutritionnels Conseillés ANC quand l'entraînement dépasse 90 minutes par jour sont au minimum de 45-50kcal/kg/j pour les femmes et de 50-55kcal/kg/j pour les hommes(41)		
Glucides= sucres= sont présents dans l'alimentation sous forme plus ou moins ramifiés Quelques exemples: Le glucose, le fructose sont des unités simples, Le lactose un assemblage de deux unités (glucose+ galactose), L'amidon un assemblage complexe d'unités; il diffère selon le végétal duquel il est issu. Idem pour le glycogène dans le règne animal. On parlera d'Index Glycémique IG: Plus l'IG est bas (<55) plus le sucre est lent. Plus l'IG est haut (>69) plus le sucre est rapide=Risque hypoglycémie secondaire, et stockage de l'excédent sous forme de graisses. Autre notion importante la Charge glycémique des aliments= $IG \times \text{quantité de sucre dans le produit} / 100$. Ex de la cerise son IG est élevé (63) mais sa charge glycémique est modérée en raison de sa forte teneur en eau. ANC 50-65% de l'AET (Apport Energétique Total) Soit entre 6-12g/kg/j selon le niveau d'activité(19,42)	Lipides= graisses: 25-30% de l'AET(Apport Energétique Total) sont recommandés (minimum 15%) dont: -7% AGS (Acides Gras Saturés): graisses animales (viandes, charcuteries, fromages, beurre), l'huile de palme, le beurre de cacao, « les graisses végétales hydrogénées (ex margarine, produits industriels transformés)». -10% AGMI (Acides Gras Mono Insaturés): huile d'olive, d'arachide, avocat, amandes... -10% AGPI privilégier oméga3 -Oméga3: huile de noix, de colza, poissons gras, -Oméga6: huile de pépin de raisin, de noix, de sésame. Il est très important de les consommer en quantité suffisante (en privilégiant AGPI et notamment les oméga 3). Consommer des lipides en quantité adéquate permet d'augmenter leur utilisation à l'effort.	Protéines: Formés d'un assemblage d'unités appelées acides aminés. Certains ne peuvent pas être fabriqués par l'homme. On les appelle acides aminés essentiels. On distingue: Les protéines animales: Riches en acides aminés essentiels, elles sont globalement mieux absorbées au niveau de l'intestin que les protéines végétales . Les protéines végétales: assimilation un peu moindre et il est nécessaire de varier les apports (céréales légumineuses, oléagineux, légumes verts, +/-laitages) voire de les associer au cours du même repas afin d'optimiser les apports en acides aminés essentiels. Apport quotidien 15-20% de l'AET compris entre 1.1-1.7g/kg (41) de poids corporel selon le niveau d'entraînement.
Les fibres: Contenues dans les végétaux, elles ne contiennent pas de calories, néanmoins elles sont indispensables au transit et régulent l'absorption des autres nutriments et notamment des glucides. Ex : des pâtes blanches seront plus vite absorbées au niveau intestinal que des pâtes complètes et seront d'autant moins hyperglycémiantes.		

Vitamines:

Leur rôle est essentiel notamment au métabolisme énergétique (= transformation des glucides, protides et lipides en énergie). **En l'absence de carence avérée, la supplémentation vitaminique ne permet pas une amélioration des performances ni de l'état de santé.**

Les vitamines ADEK sont dites liposolubles. Elles sont contenues dans les lipides alimentaires (d'où l'importance de ne pas trop restreindre ses apports en lipides) et stockées dans le tissu graisseux. Les stocks sont généralement importants.

La vitamine C et celles du groupe B sont dites hydrosolubles. Elles ne sont pas stockées. Il faut donc avoir des apports réguliers en ayant une alimentation variée. Elles résistent mal à une conservation trop longue des aliments ainsi qu'aux cuissons à hautes températures.

Voici brièvement leur fonction, les apports journaliers nécessaires et leurs principales sources. La plupart sont largement présentes dans l'alimentation, veillez seulement au fait que votre alimentation soit **variée et colorée**.

	ANC /j	Sources	Rôle
Vit A (rétinol)	=900µg ♂ =700 µg ♀ (42)	Forme active=rétinol <i>qui se trouve dans les huiles de poisson, le foie, le lait entier, les fromages.</i> Forme pro active (qui est transformable en Vit A): le bêta-carotène contenu dans les carottes, légumes verts (épinards persil, salade, mâche), poivrons rouge/jaune, patate douce, , abricot, mangue, fruits à baies noires (43)	Système immunitaire vision de nuit notamment (43)
Vit B1 (thiamine)	=1.3mg♂ =1.1mg♀ (41)	Levures alimentaire, poissons, œufs, porc, légumes secs (lentilles, haricots, pois...), graines de tournesol, de lin, céréales en flocons , orange (42).	Rôle essentiel métabolisme énergétique des glucides, transmission de l'influx nerveux (50)
Vit B2 (riboflavine)	=1.6 mg♂ =1.5mg♀ (41)	Germe de blé, volailles, abats (foie, cœur...) fruits de mer, noix, produits laitiers, légumes verts , céréales, œufs, champignons, avocat (42,51)	Production d'énergie à partir des glucides et des lipides. Assure le maintien en bon état de la peau et des muqueuses (50).
Vit B3 ou PP (niacine)	=14mg♂ =11mg♀ (41)	Céréales complètes (blé, riz...), produits céréaliers complets (pain, pâtes...), viandes (poulet, veau...), poissons (thon, morue, saumon...), amandes, arachides, légumes secs (lentilles, haricots, pois...) (51)	Constitution de systèmes enzymatiques qui sont essentiels au métabolisme des glucides, des lipides et des protéines (50).
Vit B5 (acide panthoténique)	= 5mg ♂♀ (52)	abats (foie, cœur...),yaourts, graines de tournesol, champignons, (42)	Métabolisme énergétique. Favorise le renouvellement cellulaire de la peau, des muqueuses, des cheveux (50).
Vit B6 (pyridoxine)	=1.8mg♂ =1.5mg♀ (51)	germe de blé, viandes (dinde, poulet...), poissons (thon, saumon...), abats (foie...), noix, graines de tournesol, sésame, légumes secs (lentilles, haricots, pois...), pommes de terre carottes, banane, avocat (53)	Métabolisme énergétique. Permet l'absorption du magnésium, synthèse des globules rouges, d'hormones et de neurotransmetteurs...

Vit B8 (biotine)	=30µg/j (42)	<i>Abats (foie...), viandes, poissons, œufs, céréales complètes (blé, riz...) et produits céréaliers complets (pain, pâte...), légumes secs (haricots, lentilles...), soja, champignons, chou-fleur, banane (51)</i>	Métabolisme des glucides, des protéines et des lipides. (50)
Vit B9 (Acide folique)	=330µg/j ♂ =300µg/j ♀ (52)	<i>Levures alimentaires, son de blé, légumes verts (épinards, blettes, oseille, chou brocolis, laitue...), asperges, betteraves, abats (foie...), légumes secs (haricots, pois chiches...), soja (42,53)</i>	Rôle clé dans le renouvellement de la plupart des cellules de l'organisme. (50)
VitB12 (cobalamine)	=2.4µg/j (52) ♂♀	<i>Ses sources sont essentiellement animales: viandes, poissons, œufs, abats, fruits de mer (huîtres, crevettes...), fromages (53)</i>	Nécessaire à la formation des globules rouges. Sa carence entraîne des douleurs neurologiques
Vit C (acide ascorbique)	=75mg ♀ =90mg ♂ (42,43)	<i>Goji, acérola, cynorrhodon, argousier en sont très riches (43) +++ mais également avocat, goyave, persil, poivron jaune, cassis, kiwi, orange (53)</i>	Synthèse du collagène. Formation des Globules Rouges, aide à l'absorption du fer contenu dans les végétaux (43).
Vit D (cholécalférol)	=600 à 800UI (unités internationale) (42)	<i>Une partie de nos besoins est couvert par une exposition régulière et modérée de la peau au soleil, elle se trouve également dans les poissons de mer gras : huile de foie de morue, flétan, saumon, hareng, sardine (42,53)</i>	Minéralisation osseuse Régulation du métabolisme phospho- calcique...(50)
Vit E (tocophérol)	adulte 15mg (42) Attention limite de consommation= 50mg/kg/j (43)	<i>Huile de tournesol, d'avocat, d'amande, de colza (53)</i>	propriétés anti-oxydante s (50)
Vit K	80µg (42)	<i>Herbes aromatiques séchées :basilic, thym, sauge, persil. Epinards choux vert/brocoli/Bruxelles (53)</i>	Indispensable à la coagulation sanguine et favorise la fixation du calcium sur les os (43).

Minéraux et oligoéléments:

Présents en faible quantité (minéraux) voire en quantités infinitésimales (oligoéléments) dans notre organisme, ils n'en sont pas moins essentiels à son fonctionnement.

En règle générale, une alimentation diversifiée, équilibrée et corrélée aux besoins énergétiques permet de couvrir les ANC.

	ANC /j	Sources	Rôle
Calcium	900 mg/j adultes 1200mg/j: femmes ménopausées (41)	<i>Laitages notamment fromages à pâte dure, les sardines, les amandes, blettes, épinards, l'eau minérale (Talian°, Hépar° Courmayeur°, Contrex° etc)</i> Le calcium contenu dans l'eau est aussi bien absorbé que le calcium laitier (54)	Edification et renouvellement du squelette. De plus, le calcium participe à la contraction musculaire et cardiaque (54).
Magnésium	400mg/j (42)	<i>Légumineuses (pois cassés, lentilles, haricots...), légumes à feuilles vertes foncées, les noix, le germe de blé, les poissons, les fruits de mer, les céréales complètes et produits céréaliers complets, chocolat noir,(53) eaux minérales (Donat°, Rozana°, Hydroxydase°, Hépar°) (43)</i>	La moitié de la quantité de magnésium présente dans l'organisme se situe dans le tissu osseux. Régulation du métabolisme glucidique, lipidique des tissus musculaires cardiaques et nerveux (54)
Phosphore	700 mg/j (42)	<i>Fromages, lait, graines de tournesol, harengs, huitres, lentilles, poule, amandes (42)</i>	Constitue, avec le calcium et le magnésium, la masse minérale du squelette osseux. Maintien de l'équilibre acido-basique (54)
Sodium « sel de table», contient environ 40% de sodium et 60% de chlorure(47)	6g/j +1,2 à 1,5g de chlorure de sodium = « sel ») par heure, lors des épreuves de longue durée et/ou en ambiance chaude (47)	<i>Sel de table, eaux riches en bicarbonate de sodium (Donat°, Rozana°, Vichy celestins° Vichy saint Yorre°(43)</i>	Régulation de la masse hydrique de l'organisme (54)
Fer	11mg/j ♂ 16mg/j ♀ (43) Carences fréquentes notamment chez la sportive mais pas de supplémentation sans dosage au préalable++	Fer héminique: <i>boudin, viandes rouge</i> Fer non héminique : <i>céréales, lentilles, épinards</i> Seule une faible quantité du fer ingéré est absorbé surtout fer non héminique. Absorption favorisée par la prise concomitante de vitamine C, et/ou la consommation viande rouge. Absorption réduite par : thé café, son, acide phytique(contenu dans les pois, le soja et les céréales complètes)	Constituant essentiel des globules rouges, il permet notamment le transport de l'oxygène (43)
Zinc	12-14mg/j	<i>Huitres++ 100g suffisent à couvrir les besoins journaliers (42,43)</i>	Régulation du système immunitaire (55)
Sélénium	1µg/kg/j limite de sécurité 150µg/jour	<i>Noix du brésil, abats, moules, seiches, huitres (42,43)</i>	Co facteur de la vitamine E + participe au fonctionnement du système immunitaire. attention dangereux et pro oxydant en quantité élevée (49)
Iode	150µg/j (42)	<i>Poissons, crustacés, mollusques, algues sel de table (53)</i>	Intégré dans la structure des hormones thyroïdiennes (42)

Avant la compétition:	Pendant:	Après:
but=stockage du glycogène. Pour cela, au fur et à mesure de la semaine, diminuer les apports protéiques et lipidiques au profit des apports glucidiques. A distance de l'épreuve on privilégiera les glucides à IG bas. Bien s'hydrater 1 g de glycogène stocké nécessite 3g d'eau Dans les 3 jours qui précèdent la compétition on consommera environ 10-12g/kg/j de glucides. La veille: pasta party? Oui mais on veillera à consommer des pâtes al dente assaisonnées d'huile végétale (ex colza/olive) accompagnées par exemple d'une viande maigre grillée. En dessert, on pourra consommer par exemple une semoule/ riz au lait pour compléter la ration glucidique. Le dernier repas sera pris 3h avant le début de l'épreuve, il contiendra: -Un aliment protéiné: yaourt/ fromage blanc -Des glucides complexes à IG bas céréales en flocons par exemple, -Des acides gras par exemple des graines oléagineuses, -Des glucides simples fruits frais ou séchés, du miel. OU possibilité de consommer un gâteau sport. Débuter l'épreuve en état de normo hydratation : consommation d'une boisson faiblement sucrée dans l'heure qui précède le départ.	but = maintenir l'équilibre hydrominéral et assurer un apport énergétique suffisant, et notamment en glucides. Apport régulier en glucides 30 à 60g/h(42) selon la tolérance individuelle. Boissons = 10-20mL/kg/h en prises fractionnées de 100 à 250mL toutes les 15 min. La concentration des boissons glucidiques (contenant glucose/ fructose) d'effort doit être adaptée à la température extérieure: -30g/L à 25°C -40g/L entre 15-25°C -65g/L entre 5-15°C -80g/L si moins de 5°C Concentration en sodium de la boisson 1.2-1.5g/L (41) Plus la distance et la durée de la course augmentent plus il est nécessaire de consommer des aliments solides, contenant des lipides et des protéines et ce dès le début de l'épreuve: barres énergétiques, pain d'épices pâte d'amande, pâte de fruits, petits sandwiches... (43) selon les goûts et l'expérience de chacun.	But= reconstituer le capital hydrique et les stocks glycogéniques et favoriser la reconstruction musculaire. Les 4 premières heures sont essentielles. Glucides 1.1g/kg/h(34) à débiter dans les 30 min afin de mettre à profit le pic insulinaire post effort, donc privilégier: -IG élevé avec fructose glucose -la forme liquide -association à des protéines: 10-20g/h accélère resynthèse glycogène musculaire et permet la reconstruction musculaire -+sodium: 0.4g/L Ex: 500mL de boisson avec : ½ Vichy ½ jus de raisin +Fromage blanc +miel par exemple Attendre 30min avant de débiter une consommation de solides car le système digestif est fragilisé.

Bibliographie

1. Oger A. Rôle du médecin généraliste dans la prévention et le dépistage des erreurs diététiques chez les sportifs d'endurance [Thèse d'exercice]. [1970-2011, France]: Université d'Aix-Marseille II. Faculté de médecine; 2011.
2. Le jogging c'est fini, tous adeptes de trail ! [Internet]. L'Obs. [cité 23 sept 2019]. Disponible sur: <https://www.nouvelobs.com/o/20190518.OBS13090/le-jogging-c-est-fini-tous-adeptes-de-trail.html>
3. La saga des certificats de non contre-indication (au sport) [Internet]. Fédération des Médecins de France. [cité 23 sept 2019]. Disponible sur: <https://www.fmfpro.org/la-saga-des-certificats-de-non-contre-indication-au-sport.html>
4. Sparks IM, Janse van Rensburg DC, Fletcher L, Jansen van Rensburg A. A cross-sectional study of 2550 amateur cyclists shows lack of knowledge regarding relevant sports nutrition guidelines. *South African Journal of Sports Medicine*. 2018;30(1):1-6.
5. Doering TM, Reaburn PR, Cox G, Jenkins DG. Comparison of Postexercise Nutrition Knowledge and Postexercise Carbohydrate and Protein Intake Between Australian Masters and Younger Triathletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. août 2016;26(4):338-46.
6. Santé Publique France. Recommandations sur l'alimentation, l'activité physique et la sédentarité pour les adultes. 2019.
7. Gedda M. Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. *Kinésithérapie, la Revue*. 1 nov 2014;15.
8. Alimentation et nutrition humaine | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 7 oct 2019]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/thematique/alimentation-et-nutrition-humaine>
9. Société Française de Nutrition du Sport [Internet]. SFNS. [cité 7 oct 2019]. Disponible sur: <https://www.nutritiondusport.fr/>
10. Masson G, Lamarche B. Many non-elite multisport endurance athletes do not meet sports nutrition recommendations for carbohydrates. *Appl Physiol Nutr Metab*. juill 2016;41(7):728-34.
11. Hall AH, Leveritt MD, Ahuja KDK, Shing CM. Coingestion of carbohydrate and protein during training reduces training stress and enhances subsequent exercise performance. *Appl Physiol Nutr Metab*. juin 2013;38(6):597-604.
12. Cathcart AJ, Murgatroyd SR, McNab A, Whyte LJ, Easton C. Combined carbohydrate-protein supplementation improves competitive endurance exercise performance in the heat. *Eur J Appl Physiol*. sept 2011;111(9):2051-61.
13. Gui Z, Sun F, Si G, Chen Y. Effect of protein and carbohydrate solutions on running performance and cognitive function in female recreational runners. *PLoS ONE*. 2017;12(10):e0185982.

14. Espino-González E, Muñoz-Daw M de J, Candia-Lujan R. [EFFECTS OF INGESTING CARBOHYDRATE-PROTEIN SUPPLEMENTS DURING EXERCISE ON ENDURANCE PERFORMANCE: A SYSTEMATIC REVIEW]. *Nutr Hosp.* 1 nov 2015;32(5):1926-35.
15. Sareban M, Zügel D, Koehler K, Hartveg P, Zügel M, Schumann U, et al. Carbohydrate Intake in Form of Gel Is Associated With Increased Gastrointestinal Distress but Not With Performance Differences Compared With Liquid Carbohydrate Ingestion During Simulated Long-Distance Triathlon. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* avr 2016;26(2):114-22.
16. Rowlands DS, Swift M, Ros M, Green JG. Composite versus single transportable carbohydrate solution enhances race and laboratory cycling performance. *Appl Physiol Nutr Metab.* juin 2012;37(3):425-36.
17. Wilson PB. Does Carbohydrate Intake During Endurance Running Improve Performance? A Critical Review. *J Strength Cond Res.* déc 2016;30(12):3539-59.
18. Newell ML, Wallis GA, Hunter AM, Tipton KD, Galloway SDR. Metabolic Responses to Carbohydrate Ingestion during Exercise: Associations between Carbohydrate Dose and Endurance Performance. *Nutrients.* 3 janv 2018;10(1).
19. Bytowski JR. Fueling for Performance. *Sports Health.* févr 2018;10(1):47-53.
20. Kerksick CM, Arent S, Schoenfeld BJ, Stout JR, Campbell B, Wilborn CD, et al. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* [Internet]. déc 2017 [cité 6 oct 2018];14(1). Disponible sur: <http://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12970-017-0189-4>
21. Jager R, Kerksick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, Skwiat TM, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 20 juin 2017;14:20.
22. Richard R. Sports nutrition, macronutrient intake according to the type of sport. *Nutrition Clinique Et Metabolisme.* déc 2014;28(4):272-8.
23. Jeukendrup AE. Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling. *Journal of Sports Sciences.* 2011;29:S91-9.
24. Powers S, Nelson WB, Larson-Meyer E. Antioxidant and Vitamin D supplements for athletes: Sense or nonsense? *Journal of Sports Sciences.* 2011;29:S47-55.
25. Pingitore A, Pereira Lima GP, Mastorci F, Quinones A, Iervasi G, Vassalle C. Exercise and oxidative stress: Potential effects of antioxidant dietary strategies in sports. *Nutrition.* août 2015;31(7-8):916-22.
26. Buratti P, Gammella E, Rybinska I, Cairo G, Recalcati S. Recent Advances in Iron Metabolism: Relevance for Health, Exercise, and Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* août 2015;47(8):1596-604.

27. Larson-Meyer DE, Woolf K, Burke L. Assessment of Nutrient Status in Athletes and the Need for Supplementation. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 1 mars 2018;28(2):139-58.
28. Harrison S, Carbonneau É, Talbot D, Lemieux S, Lamarche B. Development and validation of a dietary screener for carbohydrate intake in endurance athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* [Internet]. déc 2018 [cité 6 oct 2018];15(1). Disponible sur: <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12970-018-0250-y>
29. Wardenaar F, Brinkmans N, Ceelen I, Van Rooij B, Mensink M, Witkamp R, et al. Micronutrient Intakes in 553 Dutch Elite and Sub-Elite Athletes: Prevalence of Low and High Intakes in Users and Non-Users of Nutritional Supplements. *Nutrients.* févr 2017;9(2):142.
30. Lis DM, Fell JW, Ahuja KDK, Kitic CM, Stellingwerff T. Commercial Hype Versus Reality: Our Current Scientific Understanding of Gluten and Athletic Performance. *Current Sports Medicine Reports.* août 2016;15(4):262-8.
31. Kenefick RW, Cheuvront SN. Hydration for recreational sport and physical activity. *Nutrition Reviews.* nov 2012;70:S137-42.
32. Hoffman MD, Stuenkel KJ. Hydration Strategies, Weight Change and Performance in a 161 km Ultramarathon. *Research in Sports Medicine.* sept 2014;22(3):213-25.
33. Moore DR. Nutrition to Support Recovery from Endurance Exercise: Optimal Carbohydrate and Protein Replacement. *Curr Sports Med Rep.* août 2015;14(4):294-300.
34. Alghannam AF, Gonzalez JT, Betts JA. Restoration of Muscle Glycogen and Functional Capacity: Role of Post-Exercise Carbohydrate and Protein Co-Ingestion. *Nutrients.* 23 févr 2018;10(2).
35. Phillips SM. Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. *British Journal of Nutrition.* août 2012;108:S158-67.
36. Heung-Sang Wong S, Sun F-H, Chen Y-J, Li C, Zhang Y-J, Ya-Jun Huang W. Effect of pre-exercise carbohydrate diets with high vs low glycemic index on exercise performance: a meta-analysis. *Nutr Rev.* 1 mai 2017;75(5):327-38.
37. Durkalec-Michalski K, Zawieja EE, Zawieja BE, Jurkowska D, Buchowski MS, Jeszka J. Effects of Low Versus Moderate Glycemic Index Diets on Aerobic Capacity in Endurance Runners: Three-Week Randomized Controlled Crossover Trial. *Nutrients.* 17 mars 2018;10(3).
38. Rossi KA. Nutritional Aspects of the Female Athlete. *Clin Sports Med.* oct 2017;36(4):627-53.
39. Jeukendrup AE. Training the Gut for Athletes. *Sports Medicine.* mars 2017;47:S101-10.

40. Conseils nutritionnels pour réussir votre Marathon [Internet]. SFNS. 2013 [cité 25 juill 2019]. Disponible sur: <https://www.nutritiondusport.fr/conseils-nutritionnels-pour-reussir-votre-marathon/>
41. Bigard X, Guézennec C-Y, éditeurs. Nutrition du sportif. Issy-les-Moulineaux, France: Elsevier Masson; 2017. xii+288.
42. Fink HH, Mikesky AE. Nutrition du sport. Louvain-la-Neuve, Belgique: De Boeck supérieur; 2018. xxvi+517.
43. Guillaume G, Madiot M, Hinault B. La diététique du coureur cycliste professionnel et amateur: et des sports d'endurance. Paris: J.-M. Laffont; 2015.
44. VAN BUTSELES M. La consommation des compléments alimentaires chez les coureurs à pied de loisir participant au marathon de Toulouse 2018. 2019.
45. Compléments alimentaires et conduites dopantes [Internet]. SFNS. 2015 [cité 30 juill 2019]. Disponible sur: <https://www.nutritiondusport.fr/usage-des-complements-et-supplements-alimentaires-chez-le-sportif/>
46. Delage S. Santé et performances sportives: diététique de l'effort et micronutrition : questions de pratiquants. 2017.
47. Sodium et sport - Nicolas AUBINEAU [Internet]. [cité 17 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.nicolas-aubineau.com/sodium/>
48. Rousseau V, Rousseau Véronique-, Cascua S. Alimentation du sportif: de la santé à la performance. Paris: Amphora; 2015.
49. Mouton G. Écosystème intestinal et santé optimale nouvelle approche diagnostique et thérapeutique. Embourg (Belgique): M. Pietteur; 2004.
50. Les vitamines par le menu | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 8 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-vitamines-par-le-menu>
51. Vitamines B et Sport - Nicolas AUBINEAU [Internet]. [cité 17 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.nicolas-aubineau.com/vitamines-b-et-sport/>
52. Mcardle W. Nutrition & performances sportives. Bruxelles: De Boeck; 2004.
53. Ciqua Table de composition nutritionnelle des aliments [Internet]. [cité 5 oct 2019]. Disponible sur: [https://ciqua.anses.fr/#/constituants/56500/vitamine-b6-\(mg-100g\)](https://ciqua.anses.fr/#/constituants/56500/vitamine-b6-(mg-100g))
54. Les minéraux | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 8 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-min%C3%A9raux>
55. Zinc, iode, selenium - Nicolas AUBINEAU [Internet]. [cité 17 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.nicolas-aubineau.com/zinc-iode-selenium/>

Nom, Prénom: Duriez Virginie

Titre: Outils pour le conseil et la prévention des erreurs nutritionnelles du sportif d'endurance en médecine générale

Toulouse, le 14 novembre 2019,

Résumé: Devant l'essor des disciplines d'endurance: marathon, trail, courses cyclistes et à la demande des médecins généralistes, l'objectif de cette revue narrative de la littérature est d'établir des outils simples et utilisables par le praticien en médecine générale afin de conseiller au mieux nos patients sur l'alimentation avant, pendant et après l'effort. Les données incluses sont issues des bases de données Pub Med, Web of Science et d'ouvrages de référence publiés entre 2008 et 2018. Trente-deux articles ont été retenus et analysés. On conseillera à nos patients d'avoir des apports caloriques suffisant en fonction du niveau d'activité, au minimum 45 55 kcal/kg/j. Les apports glucidiques devront être majorés à l'approche d'une épreuve jusqu'à atteindre 60-70% des apports énergétiques totaux, pendant l'effort on en consommera 30 à 60g/h. Ils seront le composant essentiel de la boisson de l'effort, dont la concentration sera variable en fonction de la température extérieure. La ration lipidique au quotidien ne doit pas être négligée contrairement aux idées reçues. Il faut privilégier les acides gras poly insaturés et notamment les oméga3. Les apports protéiques minimum sont en règle générale facilement atteints chez les sportifs. Les besoins en vitamines et minéraux seront assurés par une alimentation variée et équilibrée. Deux guides à destination des médecins et des patients ont été réalisés.

Title: Nutritional guide for general practitioners to best prepare athletes practicing endurance sports

Abstract: The boom of endurance sports like marathon, trail and cycling races challenges general practitioners to guide and help athletes to find the right nutrition. Therefore; the aim of this review is to establish simple and usable tools in order to best advice patients on nutrition before, during and after an endurance performance. The data included has been extracted from Pub Med and Web of science and from reference books published between 2008 and 2018. Thirty two articles have been selected and analyzed. One of the conclusion of this literature search is that the athletes need to consume more than 45-55kcal/kg/j. Before an upcoming endurance performance athletes should therefore elevate the consumption of carbohydrates up to 60-70% of their total daily energy intake. It is recommended that carbohydrates should represent the most essential component of the energy drink. The carbohydrate concentration depends on the outside temperature. The amount of carbohydrate on exercise must be between 30 and 60g/h. The requirement of fat for a good endurance performance should not be neglected. Contrary to the established view to avoid fat athletes should focus on good sources of fat like poly unsaturated fatty acids especially omega-3. The minimal amount of protein needed is most of the time reached in the athlete population. A sufficient consumption of minerals and vitamins (micronutrients) is insured by a variated and equilibrated diet. Two nutritional guides have been compiled one for patients and one for general practitioners.

Mots clés: Nutrition/endurance/ soins premiers

Key words: Nutrition require / endurance/ primary care

Discipline administrative: Médecine générale

UFR: Faculté de médecine Purpan - 37 Allées Jules Guesde – 31000 TOULOUSE

Directeur de thèse: Dr Pierre-André Attard