

UNIVERSITÉ TOULOUSE III Paul SABATIER
FACULTÉ DE MÉDECINE

Année 2022

2022 TOU3 1063

2022 TOU3 1064

THESE
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
SPECIALITÉ MÉDECINE GÉNÉRALE

Thèse présentée et soutenue publiquement le 31 mai 2022

Par

Mathilde CHABAUD

Etienne DELMAS

La triade de la sportive : Repérage en médecine générale
Revue systématique de la littérature

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Yves ABITTEBOUL

JURY :

Monsieur le Professeur Pierre MESTHE

Président

Monsieur le Professeur Yves ABITTEBOUL

Assesseur

Madame le Docteur Anne FREYENS

Assesseur

Monsieur le Docteur Jeremy BRUNELLO

Assesseur





TABLEAU du PERSONNEL HU
des Facultés de Médecine de l'Université Paul Sabatier
au 1^{er} septembre 2020

Professeurs Honoraires

Doyen Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	M. MANELFE Claude
Doyen Honoraire	M. LAZORTHES Yves	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Doyen Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. MASSIP Patrice
Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	Mme MARTY Nicole
Doyen Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. MAZIERES Bernard
Professeur Honoraire	M. ABBAL Michel	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Professeur Honoraire	M. ADER Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire	M. ADOUE Daniel	Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire associé	M. NICODEME Robert
Professeur Honoraire	M. ARLET Jacques	Professeur Honoraire	M. OLIVES Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe	Professeur Honoraire	M. PASCAL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. ARLET-SUAU Elisabeth	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire	M. BARRET André	Professeur Honoraire	M. PONTONNIER Georges
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	M. POURRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. BOCCALON Henri	Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques
Professeur Honoraire	M. BONAFÉ Jean-Louis	Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline
Professeur Honoraire	M. BONEU Bernard	Professeur Honoraire	M. PUEL Pierre
Professeur Honoraire	M. BONNEVILLE Paul	Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. BOUTAULT Franck	Professeur Honoraire	M. RAILHAC Jean-Jacques
Professeur Honoraire Associé	M. BROS Bernard	Professeur Honoraire	M. REGIS Henri
Professeur Honoraire	M. BUGAT Roland	Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude
Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. CARATERO Claude	Professeur Honoraire	M. RISCHMANN Pascal
Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre	Professeur Honoraire	M. RIVIERE Daniel
Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. ROCHE Henri
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard	Professeur Honoraire	M. ROLLAND Michel
Professeur Honoraire	M. CHABANON Gérard	Professeur Honoraire	M. ROQUE-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard	Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel
Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. CLANET Michel	Professeur Honoraire	M. SARRAMON Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CONTE Jean	Professeur Honoraire	M. SIMON Jacques
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA Michel	Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel
Professeur Honoraire	Mme CHABAUD Mathilde	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. DELMAS Etienne	Professeur Honoraire	M. TREMOULET Michel
Professeur Honoraire	M. DAHAN Marcel	Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. VAYSSE Philippe
Professeur Honoraire	M. DALY-SCHVEITZER Nicolas	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric	Professeur Honoraire	M. VOIGT Jean-Jacques
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 Michel		
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. GLOCK Yves		
Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis		
Professeur Honoraire	M. GRAND Alain		
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	M. LANG Thierry		
Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche		
Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy		
Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Franck		
Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Yves		
Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul		

Professeurs Emérites

Professeur ADER Jean-Louis	Professeur SALVAYRE Robert
Professeur ALBAREDE Jean-Louis	Professeur SARRAMON Jean-Pierre
Professeur ARBUS Louis	Professeur SIMON Jacques
Professeur ARLET Philippe	
Professeur ARLET-SUAU Elisabeth	
Professeur BOCCALON Henri	
Professeur BOUTAULT Franck	
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 GRAND Alain	
Professeur JOFFRE Francis	
Professeur LAGARRIGUE Jacques	
Professeur LANG Thierry	
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 RISCHMANN Pascal	
Professeur RIVIERE Daniel	
Professeur ROQUES-LATRILLE Christian	

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. AMAR Jacques	Thérapeutique	Mme BONGARD Vanina	Epidémiologie
M. ATTAL Michel (C.E)	Hématologie	M. BONNEVILLE Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. AVET-LOISEAU Hervé	Hématologie, transfusion	Mme CASPER Charlotte	Pédiatrie
Mme BEYNE-RAUZY Odile	Médecine Interne	M. CAVAGNAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie	M. COGNARD Christophe	Neuroradiologie
M. BLANCHER Antoine (C.E)	Immunologie (option Biologique)	M. LAIREZ Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
M. BOSSAVY Jean-Pierre (C.E)	Chirurgie Vasculaire	M. LAROCHE Michel	Rhumatologie
M. BRASSAT David	Neurologie	M. LOPEZ Raphael	Anatomie
M. BROUCHET Laurent	Chirurgie thoracique et cardio-vascul	M. MARTIN-BLONDEL Guillaume	Maladies infectieuses, maladies tropicales
M. BROUSSET Pierre (C.E)	Anatomie pathologique	M. MARX Mathieu	Oto-rhino-laryngologie
M. BUREAU Christophe	Hépto-Gastro-Entérologie	M. OLIVOT Jean-Marc	Neurologie
M. CALVAS Patrick (C.E)	Génétique	M. PAGES Jean-Christophe	Biologie cellulaire
M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale	Mme PASQUET Marlène	Pédiatrie
M. CARRIE Didier (C.E)	Cardiologie	M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive
M. CHAIX Yves	Pédiatrie	Mme RUYSSSEN-WITRAND Adeline	Rhumatologie
Mme CHARPENTIER Sandrine	Médecine d'urgence	Mme SAVAGNER Frédérique	Biochimie et biologie moléculaire
M. CHAUVEAU Dominique	Néphrologie	M. SIZUN Jacques	Pédiatrie
M. CHOLLET François (C.E)	Neurologie	Mme TREMOLIERES Florence	Biologie du développement
M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadapt Fonct.	Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie
M. DEGUINE Olivier (C.E)	Oto-rhino-laryngologie	Mme VEZZOSI Delphine	Endocrinologie
M. DUCOMMUN Bernard	Cancérologie		
M. FERRIERES Jean (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique		
M. FOURCADE Olivier	Anesthésiologie		
M. FOURNIÉ Pierre	Ophthalmologie	P.U. Médecine générale	
M. GAME Xavier	Urologie	M. MESTHÉ Pierre	
M. GEERAERTS Thomas	Anesthésiologie et réanimation		
M. IZOPET Jacques (C.E)	Bactériologie-Virologie	Professeur Associé Médecine générale	
Mme LAMANT Laurence (C.E)	Anatomie Pathologique	M. ABITTEBOUL Yves	
M. LANGIN Dominique (C.E)	Nutrition	M. POUTRAIN Jean-Christophe	
M. LAUQUE Dominique (C.E)	Médecine d'Urgence		
M. LAUWERS Frédéric	Chirurgie maxillo-faciale	Professeur Associé en Bactériologie-Hygiène	
M. LEOBON Bertrand	Chirurgie Thoracique et Cardiaque	Mme MALAUDA Sandra	
M. LIBLAU Roland (C.E)	Immunologie		
M. MALAUDA Bernard	Urologie		
M. MANSAT Pierre	Chirurgie Orthopédique		
M. MARCHOU Bruno	Maladies Infectieuses		
M. MAS Emmanuel	Pédiatrie		
M. MAZIERES Julien	Pneumologie		
M. MOLINIER Laurent	Epidémiologie, Santé Publique		
M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E)	Pharmacologie		
Mme MOYAL Elisabeth (C.E)	Cancérologie		
Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E)	Gériatrie		
M. OSWALD Eric (C.E)	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 (C.E)	Dermatologie		
M. PAYOUX Pierre	Biophysique		
M. PAYRASTRE Bernard (C.E)	Hématologie		
M. PERON Jean-Marie	Hépto-Gastro-Entérologie		
M. PERRET Bertrand (C.E)	Biochimie		
M. RASCOL Olivier (C.E)	Pharmacologie		
M. RECHER Christian (C.E)	Hématologie		
M. RONCALLI Jérôme	Cardiologie		
M. SALES DE GAUZY Jérôme (C.E)	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. SOL Jean-Christophe	Neurochirurgie		
M. TELMON Norbert (C.E)	Médecine Légale		
M. VINEL Jean-Pierre (C.E)	Hépto-Gastro-Entérologie		
P.U. Médecine générale			
M. OUSTRIC Stéphane (C.E)			
Professeur Associé de Médecine Générale			
Mme IRI-DELAHAYE Motoko			

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL

133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE Cedex

P.U. - P.H.

Classe Exceptionnelle et 1ère classe

M. ACAR Philippe	Pédiatrie
M. ACCADBLE Franck	Chirurgie Infantile
M. ALRIC Laurent (C.E)	Médecine Interne
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie
M. ARBUS Christophe	Psychiatrie
M. ARNAL Jean-François	Physiologie
M. BERRY Antoine	Parasitologie
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique
M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie
M. BUJAN Louis (C. E)	Urologie-Andrologie
Mme BURA-RIVIERE Alessandra	Médecine Vasculaire
M. BUSCAIL Louis (C.E)	Hépto-Gastro-Entérologie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie
M. CARON Philippe (C.E)	Endocrinologie
M. CHAUFOR Xavier	Chirurgie Vasculaire
M. CHAYNES Patrick	Anatomie
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
M. CONSTANTIN Amaud	Rhumatologie
M. COURBON Frédéric	Biophysique
Mme COURTADE SAIDI Monique	Histologie Embryologie
M. DAMBRIN Camille	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire
M. DELABESSE Eric	Hématologie
M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses
M. DELORD Jean-Pierre (C.E)	Cancérologie
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice (C.E)	Thérapeutique
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie
M. GALINIER Michel (C.E)	Cardiologie
Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique
M. GOURDY Pierre	Endocrinologie
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis (C.E)	Chirurgie plastique
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie
Mme HANAIRE Hélène (C.E)	Endocrinologie
M. HUYGHE Eric	Urologie
M. KAMAR Nassim (C.E)	Néphrologie
M. LARRUE Vincent	Neurologie
M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie
M. MALECAZE François (C.E)	Ophthalmologie
M. MARQUE Philippe (C.E)	Médecine Physique et Réadaptation
M. MAURY Jean-Philippe	Cardiologie
Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie
M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation
M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile
M. RITZ Patrick (C.E)	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 (C.E)	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 (C.E)	Anatomie Pathologique
M. VAYSSIERE Christophe	Gynécologie Obstétrique
M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie

Professeur Associé de Médecine Générale

M. STILLMUNKES André

Doyen : E. SERRANO

P.U. - P.H.

2ème classe

M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile
M. AUSSEIL Jérôme	Biochimie et biologie moléculaire
M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence
Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
M. CHAPUT Benoit	Chirurgie plastique et des brûlés
Mme DALENC Florence	Cancérologie
M. DE BONNECAZE Guillaume	Oto-rhino-laryngologie
M. DECRAMER Stéphane	Pédiatrie
M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
Mme FARUCH BILFELD Marie	Radiologie et imagerie médicale
M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie
M. GARRIDO-STÓWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique
M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
Mme LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
M. LE CAIGNEC Cédric	Génétique
M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M. MEYER Nicolas	Dermatologie
M. PUGNET Grégory	Médecine interne
M. REINA Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. SOLER Vincent	Ophtalmologie
Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia	Gériatrie et biologie du vieillissement
M. TACK Ivan	Physiologie
M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
M. YSEBAERT Loic	Hématologie

P.U. Médecine générale

Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve

Professeur Associé de Médecine Générale

M. BOYER Pierre

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL

133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE Cedex

P.U. - P.H.

Classe Exceptionnelle et 1ère classe

M. ACAR Philippe	Pédiatrie
M. ACCADBLE Franck	Chirurgie Infantile
M. ALRIC Laurent (C.E)	Médecine Interne
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie
M. ARBUS Christophe	Psychiatrie
M. ARNAL Jean-François	Physiologie
M. BERRY Antoine	Parasitologie
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique
M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie
M. BUJAN Louis (C. E)	Urologie-Andrologie
Mme BURA-RIVIERE Alessandra	Médecine Vasculaire
M. BUSCAIL Louis (C.E)	Hépto-Gastro-Entérologie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie
M. CARON Philippe (C.E)	Endocrinologie
M. CHAUFOR Xavier	Chirurgie Vasculaire
M. CHAYNES Patrick	Anatomie
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
M. CONSTANTIN Amaud	Rhumatologie
M. COURBON Frédéric	Biophysique
Mme COURTADE SAIDI Monique	Histologie Embryologie
M. DAMBRIN Camille	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire
M. DELABESSE Eric	Hématologie
M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses
M. DELORD Jean-Pierre (C.E)	Cancérologie
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice (C.E)	Thérapeutique
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie
M. GALINIER Michel (C.E)	Cardiologie
Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique
M. GOURDY Pierre	Endocrinologie
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis (C.E)	Chirurgie plastique
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie
Mme HANAIRE Hélène (C.E)	Endocrinologie
M. HUYGHE Eric	Urologie
M. KAMAR Nassim (C.E)	Néphrologie
M. LARRUE Vincent	Neurologie
M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie
M. MALECAZE François (C.E)	Ophthalmologie
M. MARQUE Philippe (C.E)	Médecine Physique et Réadaptation
M. MAURY Jean-Philippe	Cardiologie
Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie
M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation
M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile
M. RITZ Patrick (C.E)	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 (C.E)	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 (C.E)	Anatomie Pathologique
M. VAYSSIERE Christophe	Gynécologie Obstétrique
M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie

Professeur Associé de Médecine Générale

M. STILLMUNKES André

Doyen : E. SERRANO

P.U. - P.H.

2ème classe

M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile
M. AUSSEIL Jérôme	Biochimie et biologie moléculaire
M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence
Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
M. CHAPUT Benoit	Chirurgie plastique et des brûlés
Mme DALENC Florence	Cancérologie
M. DE BONNECAZE Guillaume	Oto-rhino-laryngologie
M. DECRAMER Stéphane	Pédiatrie
M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
Mme FARUCH BILFELD Marie	Radiologie et imagerie médicale
M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie
M. GARRIDO-STÓWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique
M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
Mme LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
M. LE CAIGNEC Cédric	Génétique
M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M. MEYER Nicolas	Dermatologie
M. PUGNET Grégory	Médecine interne
M. REINA Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. SOLER Vincent	Ophthalmologie
Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia	Gériatrie et biologie du vieillissement
M. TACK Ivan	Physiologie
M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
M. YSEBAERT Loic	Hématologie

P.U. Médecine générale

Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve

Professeur Associé de Médecine Générale

M. BOYER Pierre

Remerciements aux membres du Jury

À notre président de jury,

Monsieur le Professeur Pierre MESTHE,

Vous nous faites l'honneur de présider notre jury de thèse. Votre volonté à perfectionner l'enseignement des internes de spécialité de médecine générale nous a permis d'avoir accès à une formation de haut niveau. Vous nous avez transmis pendant les cours du DUMG votre savoir et votre passion pour ce métier. Nous avons pu nous lancer en toute confiance grâce à une autonomie progressivement acquise au cours de ces années d'internat. Veuillez trouver ici toute l'expression de notre reconnaissance

À notre directeur de thèse,

Monsieur le Professeur Yves ABITTEBOUL,

Merci d'avoir accepté de nous suivre dans cette aventure qu'est la thèse, d'avoir porté un intérêt pour notre sujet et de nous avoir aidé à le concrétiser. Tes conseils avisés ont été des aides précieuses. Les cours de traumatologie du DUMG, en stage, en tuteur, en directeur de thèse, tu nous as accompagnés du début à la fin de notre internat. Que ces lignes soient l'occasion de t'exprimer notre gratitude.

À notre maître et juge,

Madame le docteur Anne FREYENS

Nous vous remercions de votre participation à ce jury, et de l'intérêt que vous avez bien voulu porter à notre travail.

À notre maître et juge,

Monsieur le docteur Jeremy BRUNELLO

Nous te remercions d'avoir accepté de participer à notre jury de thèse et de l'intérêt que tu as porté à notre travail. Nous sommes tous les deux heureux d'avoir appris la gynécologie en consultation avec toi.

À notre maître,

Monsieur le docteur Thierry ADAM

Votre manuel de la gynécologie du sport a éveillé notre curiosité pour cette facette de la médecine. Nous vous remercions d'avoir porté un intérêt à notre travail et d'avoir répondu patiemment à nos questions.

Remerciements d'Etienne

À Jamal Sohl,

Mon professeur de judo qui m'a appris la persévérance dans la difficulté ainsi que le goût de l'effort. « On ne peut pas se mentir à soi-même », j'entends ta voix qui nous encourageait. A l'heure de rédiger le plus grand travail de mes études, elle résonne encore.

À Grand-Maman,

Qui, sans le savoir, m'a mis cette idée en tête il y a bien longtemps, puis à Esteban qui m'a convaincu de tenter l'aventure envers et contre tout.

À mes parents,

Vous avez su me faire gagner confiance en moi en me donnant les moyens de faire mes propres choix et en étant d'infaillible soutiens dans mes projets. C'est toujours une joie de prendre un week-end pour se ressourcer à Fondanger.

À mes frères et sœurs,

Sylvain, Christophe et Claire que j'admire. Vous m'avez donné envie de suivre vos chemins tout en faisant de mon mieux pour en laisser un aussi joli à Laure. On va pas se mentir, j'ai un peu tout copié sur vous depuis le début.

À toute ma famille,

Papi et Mamie, Grand Papa, oncles, tantes et cousins. Vos encouragements réguliers et les moments passé ensemble m'ont donné l'envie de venir à bout de ces dix années alors que les raisons de changer de voie peuvent être nombreuses sur ce parcours.

Aux Larchois,

Aurélien, Anne, Laura, Estelle, Ludo, Gwladys, Amandine, Adrien, Julie, Fabien. Malgré le cap que l'on franchit tous cette année, vous aurez toujours 11 ans dans mon cœur. La Corrèze en cathéter c'est vous. D'ailleurs même si vous le croyez tous, en fait je suis incapable de poser un cathéter.

Alors même qu'il n'y avait plus aucun espoir de réussite tu as continué à croire en moi et à m'encourager. C'est exactement ce qu'il faut faire pour que quelque chose puisse aboutir à la tentative suivante. Merci **Emilie**.

À Ulysse, Léo, Baba, Delphine, Kevin, Baptiste, Cécile, Hugo, Thibault.

De concours en partiels et des BU aux vacances, ça a été tellement important pour moi d'être en équipe pour traverser l'épopée de ces terribles études. A refaire le monde trop longtemps aux pauses café on a dû serrer les fesses aux partiels.

Aux cirrhotiques,

Chouchou, Tata, Alex, Paul, Thibault, Anaïs, Elise, Sido, Camille, Nono, JB, Bébé, Katoche et Bastoche. Vous êtes infectes, puants, sales, infréquentables, insortables, énervants, effervescents, brillants, engagés, passionnés ! A très vite pour d'autres lectures !

Dr Roger, Dr Champeau, Dr Philippe, Dr Bellanger, Dr Abitteboul, Dr Ceccomarini, Dr Croesie, Dr Emery, Dr Durliat, Dr Gauvrit, Dr Crespy, Dr Vezinet, vous m'avez fait aimer le métier et montré mille façons de s'épanouir dans la médecine générale. Merci de m'avoir confié vos patients pendant un temps.

À tous les internes que j'ai rencontré en Occitanie,

Et avec qui j'ai passé de longues nuits aux urgences, à faire des prises en charge douteuses sur des diagnostics foireux. On sort de garde pas toujours fier de soi, mais les débriefings entre co-interne nous font avancer. Merci de m'avoir permis de vivre la camaraderie des internats pour le meilleur comme pour le pire.

À la grande Maison de l'Espinet,

Léo, Antoine, Caro, Faustine, Camille, Louis et Anne. C'est tout simplement magique d'avoir vécu un an dans cette énergie. J'ai pu m'appuyer sur chacun de vous pour me propulser quand il a fallu. Lorsque je poussais la porte de la maison le soir en rentrant, je me sentais vraiment bien, à ma place parmi vous, et ça n'a pas de prix.

À Mathilde,

Merci de m'avoir proposé ce sujet alors que mon idée précédente venait de s'éteindre. Tu as été le moteur de ce travail, patiente quand je n'étais pas là, redynamisante une fois rentré. Je suis très admiratif de ton immense rigueur et ta perspicacité sur le sens de tel ou tel élément de notre thèse. Cette soutenance est un peu notre acte de divorce. Bébé a atteint sa maturité, nous ne nous appellerons sans doute plus tous les jours. A très bientôt pour un truc avec NAP, EEE et MET à fond en finissant bien sûr par un super casse-croute pour éviter le DE, la LEA et de mettre les pieds dans le RED-s ! Tu nous as affranchie, Merci et Bravo pour ton parcours !

À Lisa,

Tu entreras dans la carrière quand ton aîné n'y sera plus, tu y trouveras mes poussières et la trace de ma vertu. J'espère que sous les montagnes de livres à connaître, que derrière la solitude d'une nuit de garde aux urgences, qu'à côté de l'archaïsme de certains enseignements, qu'entre les longs et intenses efforts à fournir pour avancer, qu'au-dessus de ces petits ou grands désespoirs que traversent les Carabins, tu rencontreras l'épanouissement, les amitiés, la joie et l'honneur que procure l'exercice de la médecine. Bienvenue, prends-y toute ta place.

À Anaïs,

Nos routes se croisent, s'éloignent, se rapprochent puis s'alignent. Nos intuitions et nos desseins se complètent, comme une évidence. Des profondeurs du lagon à la cime des Pyrénées, tu me tires vers le haut. Nous avons une belle histoire alors maintenant que j'ai écrit cette thèse, écrivons la suite.

Remerciements de Mathilde

A mes maitres de stage et médecins inspirants rencontrés pendant mon internat de médecine générale aux quatre coins d'Occitanie de Millau, à Saint Girons, puis Cahors, Lourdes et Cahors : Dr. François Jacob ; Dr. François Tarrusson ; Erell ; Dr. Rastrelli ; Dr. Sirgant ; Dr. Chouvet ; Dr. Demeixmoron ; Dr. Gicquel ; Dr. Alric ; DrLemonnier ; Dr Alik ; Dr Ceccomarini...

A ma famille

A mon frerot Morgan, merci pour tes blagues XD on va Bamako ? Un tempérament de petit frère explosif qui a évolué en Montagne de sagesse. Merci pour ton écoute précieuse et ton épaule solide et fraternelle qui m'est si chère. Je te souhaite beaucoup de bonheur et de décoller ton projet entrepris, avec sérieux et persévérance, j'admire aussi le musicien que tu es.

A mes parents pour m'avoir transmis votre force et pour m'avoir soutenue vers tous les projets où je me suis dirigée. Pour celui-ci j'ai eu votre soutien précieux lors des moments de doute. Pleins de bonheur pour vos nouveaux projets à venir.

Maman, merci pour ta sensibilité, tu m'as transmis cette finesse d'attention pour l'autre au travers des années. Tu es pleine de surprise, tu t'es réinvestie au travers de tellement de métiers passionnant la coiffure, le commerce, le paysagisme, aujourd'hui la petite enfance. Tu as l'atout et le goût de la joie qui t'anime, merci.

Papa, merci pour ta curiosité du monde et des paysages qui nous entourent, tu m'as ouvert au monde et tu as toujours tenu à ce que l'on ait le choix. Tu m'as tant appris. Merci pour m'avoir fait découvrir ta passion du vélo, contagieuse ! J'ai vraiment aimé partager ces saisons d'entraînements et de projets vélo avec toi, à quand le prochain ?

A **Dedette**, ma Bernadette de grand-mère pour cette constance de bonne humeur, et tous ces étés que l'on a passés avec toi quand nous étions petits, tu es généreuse et nous a apporté beaucoup d'amour avec Morgan.

A **Agnès** ma tantine et ce monde des chevaux que tu m'as fait découvrir, où Chacha n'en sera pas restée indifférente. Merci pour ces moments passés à tes côtés. Merci pour l'écoute avisée lors de mon choix post-concours de première année, qui me pétrifiait.

A mes tantes, **Jacqueline et Marie Christine et oncles**, j'ai toujours été chaleureusement accueilli chez vous.

A mes cousins et cousines pour ces beaux souvenirs d'enfance que vous m'avez laissé ces étés passés en Haute Loire ; **Charlotte, Sandie, Laetitia, Adrien, Kévin, Sébastien et Willy**.

A ma Mamie **Marinette** et mon **Papi**, qui êtes partis du côté des étoiles, vous me manquez. Je vous garde un profond respect et beaucoup d'admiration. Autant dans votre force de travail de vos terres agricoles que pour les valeurs de famille. Vous avez connu une autre époque que la notre, différente dans ses exigences et de rythme de vie, mais où les rebouteux existent toujours ... ;)

A mes amis rencontrés sur le parcours de l'internat : aux copains Saint Gironais, Aisha, Kéoni, Jérém, Jo, et les autres ; aux **cadurciens**, les **copains du vélo cycle 7**, à **Christian Arades** merci pour ton humanité et le sérieux de tes entraînements borne après borne, aux filles du vélo et leur mari, **Karine, Laura, Laure, Pascale** triathlète assidue avec qui j'ai

eu le plaisir de partager ce joli trail chez toi à Maxou. Merci aux copains rencontrés à la salle d'escalade de Cahors, à **Antoine** et sa famille ; à mes voisines de paliers, **Laura**, et tous les autres **Charlotte**, **Carole** et **Rémi**...

A **Oriane** pour ces randonnées cet été et affûts en forêt pour le cerf me tarde d'y retourner voir la chouette hulotte.

A **Fabio Cecco**, merci pour ces sons musicaux en solo guitare ou avec les voix de Léa et Romain, que tu m'envoies encore aujourd'hui, j'ai beaucoup appris à la PMI avec toi.

A mes amis et internes de fac de médecine :

A **Nico Couzi**. pour ta facilité montagnarde légendaire du Couserans et c'est pas rien! A **Maé** merci pour ces moments partagés avec vous, de nos sorties en ski ou nos vacances audoises en vélo, on rajoutera bien quelques km après le 150è et 2000 de d+ ?? :P

A **Raphael**, pour cette légèreté que tu entretiens masque sur la tête, jolies vacances et belles balades au Balaïtous resterons en souvenirs. A **Léa** pour ta rousueur de bonne humeur.

A **Manu**, leader ta danse endiablée, cela toujours en rythme avec calme et sérénité que l'on te connaît.

A **Lucille** et **PM**, qui avez filé du rêve en Amérique latine cette année, je vous souhaite de pêcher pleins de poisson à Belle île. A **Sarah** et **Théo** sous le soleil. A **Marion D.** et **Coco K.** habitants de Cadurcie. A ceux et celles avec qui j'ai partagé mes stages pendant ces 3 ans.

A mes amis de l'externat de la fac de médecine :

A **Ophélie BJ** petite biquette bouclée que je reviendrai voir à la Réunion si le Pays Toy ne te rappelle pas avant.

A **notre groupe de musique** : A **Nicolas G**, pour cette assiduité musicale et force de volonté d'avoir monté notre projet ces concerts réussis. A **Adèle B.G.** merci pour ta joie de vivre et spontanéité, heureuse d'avoir pu chanter à tes côtés, je te souhaite beaucoup de bonheur pour votre vie de famille A **Simon G.** merci pour le rythme de batterie et cette motivation. A **Grégoire N.** merci pour cette bonne humeur et cet entrain que tu as donné et transmis par ces notes de guitare. A **Greg B.** le manager, **Béa**, **Sophia**, et tous les autres avec qui nous avons fait un bout de chemin.

A **Mado** et **Simon R.** avec qui j'ai eu le plaisir de partager un voyage en Bolivie et un stage à l'hôpital de La Paz.

A **Camille V.** avec qui nous avons partagé des sorties en montagne et ce voyage en Inde enrichissant, tu as réalisé ton beau projet d'installation, je te souhaite beaucoup de bonheur pour ta vie de famille. A **Agnès et Dimitri L.**, pour l'inspiration et votre volonté de réaliser vos rêves, je vous ai découvert au travers du beau projet de Bouge Ton Karma en association avec Dream Indian Network et du voyage en Inde.

A la coloc' de l'Espinet de Foix :

A **Louis M.** heureuse de te croiser As de la trompette, tu fais bientôt partis des murs de la maison, avec coinçeurs ou friends ; merci pour ces découvertes en grande voie fuxéenne au pilier des cathares et tes sons Cailloucaillas qui ambiancent. A **Camille** pour ta découverte du Zaatar et **Lélé** pour tes bons conseils et merci de me livrer ton repère de morilles... le vent vous portera vers l'île de Réunion ou une autre.

A **Anne, Anita** infectiologue en herbe, pour ton sourire ensoleillés et ton soutien lors des météo plus grise ; merci pour ta folie du dernier jour du disco, bientôt une pièce de théâtre ensemble ;).

Aux nouveaux arrivés, **Julien, Camille F. et Léa**, aux belles ambitions potagères et à qui les idées fusent.

Aux voisines de l'Espinet, **Roxane** grimpeuse en trad', et **Nono** réussite dans ta reconversion. A la **jolie bande de l'escalade pandémonium et du ski de rando, Maga, anto, Tom et Isa...** **Gaspard et Hélène**. A **Agnès M.** pour toutes tes astuces et tes bons goûts musicaux ;)

A **Maelle et Rémi**, pour votre goût des fondues savoyardes, Rémi à quand une chasse aux sangliers en vtt ? Maelle j'espère que d'autres sorties à vélo nous attendent et pourquoi pas sous le soleil ? XD

A **Etienne D., mon binôme de thèse**, sans toi ce projet ne serait pas là, je te dois beaucoup et te remercie d'y avoir cru ! Je suis hyper contente de cette équipe que nous avons formée ! Merci d'avoir raccourci mes phrases trop longues. Je t'ai découvert depuis presque 2 ans et ce fut un plaisir d'avoir ta bonne humeur et ton pragmatisme pour ce projet. Après ça, on se refera des sorties dans les cols ariégeois quand tu repasseras à Foix n'oublie pas le casse-croute ; pleins de belles choses à vous souhaiter à Anaïs et toi pour votre nouvelle vie en pays cadurcien ... ☺

A mes amis du lycée :

A **Nini et Hélène, Benoit, Mehdi**, merci pour ces bons moments partagés en vacances, tous ces nouvel an en folie... Où allons-nous nous rassembler maintenant, Ariège, Seattle, Paris, Lille, Castres ?

A **Mathilde V.**, ma mathmouth ma besta ever ! Merci pour cette dynamique bonne humeur que tu as toujours motivée. Tu m'as beaucoup apporté. Je garde de précieux souvenirs de notre tour d'Espagne en train, nos vacances dans les eaux salées, en Amérique, notre vie de coloc à Toulouse et ses folies déguisées... Enorme rencontre avec toi, je te remercie pour tout, je vous souhaite de belles choses avec Valentin.

A **Loïc**, tourbillon spatio-temporel qui m'a fait décoller sur un air de Manu Chao. Merci pour ton aide avisée sur ce projet que tu as pris en cours de route. On s'est découvert au travers de pentes nocturnes de ski de rando, tu me hisses vers le haut en plus des grandes voies comme Peppermint ou sur la glace, en passant par les mythiques crêtes des Monts d'Olmes^^, pour rouler en fond de vallée avant de s'élever au-dessus d'un col. S'offrent à nous pleins de jolies routes que j'aurais le plaisir de dessiner avec toi.

Serment d'Hippocrate

« Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque. »

Abréviations :

AET : Apport Energétique Totale

AHF : Aménorrhée Hypothalamique Fonctionnelle

CIO : Comité Internationale Olympique

DED : Déficit en Energie Disponible

DER : Dépense Energétique de Repos

DET : Dépense Energétique Totale

DMO : Densité Minérale Osseuse

ED : Energie Disponible

FCR : Fréquence Cardiaque de Repos

IMC : Indice de Masse Corporel

MB : Métabolisme de Base

MET : Metabolic Equivalent Task

MG : Masse Grasse

MM : Masse Maigre

MNG : Masse Non Grasse

NAP : Niveau d'Activité Physique

RED-s : Relative Energy Deficiency in Sport

RMR : Resting Metabolic Rate

TCA : Trouble des Conduites Alimentaires

TPP : Thermogénèse Post-Prandiale

Sommaire

I. CONNAISSANCES ACTUELLES	3
A. Définition étendue du syndrome de la triade : le déficit énergétique en sport ou le RED'S syndrome.....	3
1. Définition du syndrome de la triade	3
a) Déficit en énergie disponible	3
b) Fonction reproduction : Perturbation du cycle menstruel	4
c) Santé osseuse : Diminution de la densité minérale osseuse.....	5
2. Déficit énergétique en sport chez l'athlète : extension du syndrome de la triade	5
a) Impact sur les fonctions endocrines : fonctions de reproduction et métabolique.....	7
b) Impact musculo squelettique.....	8
c) Baisse de l'immunité	9
d) Impact cardiovasculaire.....	9
e) Impact gastro-intestinal.....	10
f) Santé psychologique.....	10
g) Baisse de performance	11
B. Epidémiologie du déficit énergétique en sport.....	12
1. Facteur de risque du déficit d'apport énergétique : Selon le sportif	12
a) Facteur psychologique et TCA.....	12
b) Niveau de connaissance nutritionnelle des athlètes.....	13
c) Niveau de connaissance des entraîneurs	13
2. Selon l'activité sportive pratiquée	14
C. Eléments diagnostiques du syndrome	15
1. Évaluation de l'apport énergétique journalier.....	15
a) Apports énergétiques	15
b) Dépenses énergétiques	16
c) Besoins énergétiques	18
2. Diagnostic clinique.....	22
d) Interrogatoire	22
e) Examen clinique	23
3. Diagnostic biologique.....	25
4. Diagnostic radiologique	25
D. Thérapeutique	26
1. Education de l'athlète et de son entourage sportif.....	26
2. Education nutritionnelle.....	27

3. Prise en charge psychologique.....	27
4. Traitement hormonal de substitution.....	30
E. Les recommandations internationales sur le syndrome de la triade	31
II. MATERIEL ET METHODE.....	35
A. Délimitation du champ de recherche.....	35
B. Technique de recherche.....	35
C. Equation de recherche.....	36
D. Critères de sélection et d'exclusion	37
E. Analyse et sélection des articles	38
III. RESULTATS	39
A. Diagramme de flux.....	39
B. Caractéristiques des articles sélectionnés.....	40
C. Critères anamnestiques, cliniques et anthropométriques	40
D. Critères paracliniques.....	43
E. Caractéristiques énergétiques : prise et dépense énergétique.....	44
F. Questionnaires destinés aux patientes	46
G. Outils diagnostics destinés au médecin.....	48
IV. DISCUSSION	51
A. Éléments marquants sur le plan médical.....	51
B. Forces et limites.....	55
C. Application pour le médecin généraliste	56
D. Proposition et aide-mémoire pour le médecin en soin premier.....	59
V. CONCLUSION.....	60
Bibliographie	61
Annexes	68

I. CONNAISSANCES ACTUELLES

A) DÉFINITION ÉTENDUE DU SYNDROME DE LA TRIADE : LE DÉFICIT ÉNERGÉTIQUE EN SPORT OU LE RED'S SYNDROME

1. DÉFINITION DU SYNDROME DE LA TRIADE

Le syndrome de la triade de l'athlète est une entité médicale décrivant l'association entre la disponibilité énergétique de la sportive, sa fonction de reproduction et sa santé osseuse. L'athlète en fonction de ses habitudes de vie évolue sur un continuum(1). Celui-ci va d'une énergie disponible optimale permettant de tirer profit des bénéfices de l'activité physique, jusqu'à un déficit de cette énergie disponible, conduisant à une aménorrhée et une ostéoporose.

a) Déficit en énergie disponible

La balance énergétique corporelle est à l'état d'équilibre lorsque les apports et les besoins énergétiques sont en adéquation. Les besoins représentent la dépense énergétique totale (DET) du corps, qui correspond à : la somme des énergies nécessaires pour le métabolisme au repos, pour la thermogénèse post prandiale et pour l'activité physique. (1)(2) Chez un sujet sédentaire, il est admis que le métabolisme de repos consomme 70% de la DET, la thermogénèse post prandiale 10% des DET et l'activité physique 20% des DET(3). Chez le sujet entraîné, le métabolisme de repos représente 40% des DET, la thermogénèse toujours 10% des DET et l'activité physique représenterait 50% des DET.

L'énergie disponible est définie par la différence entre les apports énergétiques amenés par l'alimentation en kcal, et la dépense énergétique liée à l'activité physique rapportée à la Masse Non Grasse (MNG) en kg. Cette MNG correspond au poids du tissu osseux et de la masse maigre (tissu musculo tendineux). Pour un adulte en bonne santé les fonctions physiologiques sont assurées si l'énergie disponible représente 45kcal/kg MNG/j.

Lorsque cette équation énergétique est déficitaire sur une longue période, des troubles physio pathologiques peuvent s'installer. Le corps redistribue l'énergie vers des secteurs

vitaux, au détriment des fonctions endocrines, de reproduction et du métabolisme osseux principalement. Nous parlons de déficit énergétique en deçà de 30 kcal/kg de MNG/jour. (Dans le cadre de la triade, la disponibilité énergétique est définie par la différence entre les apports alimentaires sur 24 h (en kcal) et la dépense énergétique liée à l'exercice, normalisés par la masse non grasse (MNM). Chez un adulte sain la valeur de 45 kcal/kg de masse non grasse/jour permet l'équilibre énergétique(4). Lorsque cet équilibre est déficitaire sur une trop longue période, des troubles s'installent. Le corps redistribue l'énergie vers les secteurs vitaux au détriment des fonctions de reproduction et de métabolisme osseux principalement.

Ce déséquilibre a d'abord été imputé à l'existence préalable de troubles du comportement alimentaire. Aujourd'hui il est reconnu que d'autres circonstances peuvent donner lieu à un déficit énergétique tel qu'un objectif de performance en sport ou un objectif de perte importante de poids(1).

b) Fonction reproduction : Perturbation du cycle menstruel

L'aménorrhée, l'absence de cycle menstruel est un symptôme facilement décelable identifiable, potentiellement motif de consultation. Elle est l'un des premiers arguments pour évoquer un syndrome de la triade. Elle se révèle pourtant tardivement dans la perturbation du cycle menstruel.

Le stress physique et psychique ou un indice de masse corporel (IMC) bas, peuvent être retrouvés chez la femme en aménorrhée. Cependant le facteur objectif et déterminant de l'apparition d'une aménorrhée secondaire dans le syndrome de la triade est le déficit en énergie chronique(5). En effet en dessous de 30 kcal/kg de MM/ jours des troubles du cycle peuvent apparaître. Un cycle ovulatoire normal dure entre 26 et 32 jours. Le déficit énergétique induit une diminution de la pulsativité du GnRH hypothalamique impactant ainsi celle de l'Hormone Lutéinisante hypophysaire (LH) et de l'Hormone folliculostimulante (FSH). Il n'y a alors une déficience du pic hormonal de LH nécessaire à l'ovulation. Un cycle peut avoir une durée normale mais être anovulatoire et conserver une phase lutéale en deuxième partie de cycle, plus courte. Progressivement s'installe une oligoménorrhée (cycle de plus de 35 jours) puis une aménorrhée.

c) Sante osseuse : Diminution de la densité minérale osseuse

La baisse de sécrétion de GnRH et de FSH impacte la croissance des follicules ovariens et leur capacité à produire des œstrogènes. Le climat métabolique devenu hypoestrogénique, ne joue plus son rôle de rétrocontrôle des ostéoclastes, et entraîne une augmentation de la résorption osseuse. Parallèlement, le déficit énergétique induit une diminution des hormones de l'ostéosynthèse (T3, IGF-1, leptine). Ces deux phénomènes amènent conjointement à une perte osseuse prématurée dans l'histoire de vie de la femme sportive. Il est admis qu'une femme en aménorrhée perd 2 à 3% de densité osseuse par an(6).

L'installation d'une ostéopénie peut aussi apparaître avant d'être en aménorrhée, alors même que la femme ne présente aucun symptôme, l'insuffisance lutéale n'ayant aucune répercussion clinique. Le diagnostic se fait alors souvent avec du retard. La récupération d'une disponibilité énergétique correcte, si elle rééquilibre le métabolisme osseux ne permet pas toujours la récupération d'une densité osseuse optimale.

2. DÉFICIT ÉNERGÉTIQUE EN SPORT CHEZ L'ATHLÈTE : EXTENSION DU SYNDROME DE LA TRIADE

Une faible disponibilité énergétique chronique entraîne une perturbation de l'homéostasie physiologique, de la performance et de la santé globale de l'athlète. En 2014, le Comité International Olympique suggère une nouvelle appellation de la triade pour englober les autres perturbations physiologiques : le déficit relatif en énergie dans le sport (RED-s). Dans sa mise à jour en 2018, le CIO précise quelques points de la déclaration de consensus de 2014, cela sans apporter de haut niveau de preuves scientifiques systématiques dans la causalité directe du déficit énergétique sur l'altération des dix fonctions physiologiques cités et sur dix points de performances. (4)

Le concept du RED's n'a pas encore été démontré selon une base expérimentale : le lien unidirectionnel et causal du déficit énergétique sur les points de physiologiques reste à prouver, contrairement à la triade, comme l'a souligné le Dr Duclos en 2020, qui est un continuum entre trois entités. (1)

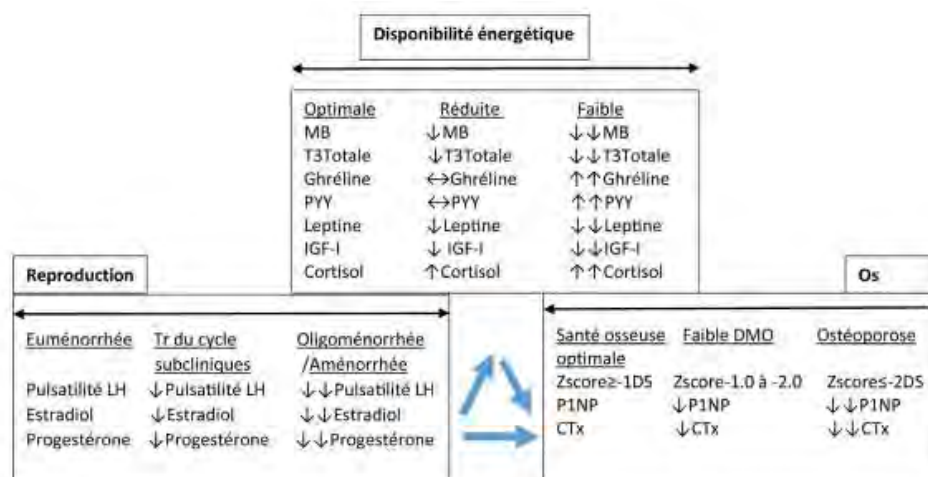


FIGURE 1

La triade de l'athlète féminine représente un spectre de disponibilité énergétique, de régularité des cycles menstruels et de santé osseuse. Pour chaque condition (disponibilité énergétique, cycles menstruels et os), les femmes peuvent se situer sur un continuum qui va de la santé optimale (colonne de gauche) à l'état pathologique (colonne de droite), avec tous les gradients possibles (colonne du milieu).

P1NP : télopeptides C-terminaux du collagène osseux de type I ; DMO : densité minérale osseuse ; MB : métabolisme de base ; P1NP : télopeptide N-terminal du procollagène de type I ; PYY : peptide YY.

Figure 1 tirée de l'article Duclos Martine. La triade de la sportive : mise au point, les nouvelles données. 2020



Health consequences of Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S) showing an expanded concept of the Female Athlete Triad to acknowledge a wider range of outcomes and the application to male athletes (*Psychological consequences can either precede RED-S or be the result of RED-S).^{1,4}

Figure 2. Mise en relation du déficit énergétique relatif en sport sur différents systèmes physiologiques. Extrait de l'article IOC consensus statement on relative energy in sport : 2018 update. Br J Sports Med. 1 juin 2018



Potential Performance consequences of Relative Energy Deficiency in Sport ("Aerobic and anaerobic performance").¹⁴

Figure 3. Mise en relation du déficit énergétique relatif en sport avec différents points modulant la performance. Extrait de l'article IOC consensus statement on relative energy in sport : 2018 update. Br J Sports Med. 1 juin 2018

a) Impact sur les fonctions endocrines : fonctions de reproduction et métabolique

S'il arrive une période où la disponibilité énergétique est moindre, l'énergie est redirigée vers les fonctions essentielles à la survie de l'individu telles que la thermorégulation, l'homéostasie cellulaire et la locomotion, au dépend d'autres fonctions non vitales telle que la croissance ou la reproduction. On observe ce fait une diminution du métabolisme de base : une diminution de la sécrétion de triiodothyronine (TT3), de l'IGF-1, de la leptine et de l'insuline ; une modification de sécrétion d'autres hormones régulatrices de l'appétit (diminution ocytocine, augmentation du peptide YY, ghréline adiponectine) ; et une augmentation l'hormone de croissance GH avec une augmentation de la résistance à celle-ci, et une élévation du cortisol.

Il est prouvé que le déficit en énergie, à court terme comme à long terme, impacte directement la sécrétion hormonale des hormones métaboliques que sont la leptine, l'insuline, et l'IFG1, et la diminution des fréquences de pulses de LH, sans avoir nécessairement une perte de poids.(7)

L'axe hypothalamique est en interaction avec la leptine, hormone anorexigène, indicatrice du niveau de réserve énergétique. (8)La leptine est sécrétée proportionnellement à la taille des adipocytes et une partie de ces récepteurs se trouvent

sur hypothalamus : elle permet la sécrétion de GnRH, hormone clef de l'axe gonadotrope, indépendamment d'un déficit en énergie.(9) Ainsi les troubles du cycle de la sportive, peuvent être représentés comme le modèle dynamique du contrôle métabolique.

Cela signifie que la leptine a un rôle propre sur la fonction de reproduction, et non la masse grasse directement. (10)

b) Impact musculo squelettique

La faible énergie disponible impacte l'os en diminuant la densité minérale osseuse et en fragilisant son architecture, cela a été démontré dans des études transversales comparant des femmes pratiquant une activité physique avec une oligo/aménorrhée et celles en euménorrhées.(11)(12) Cela représente un risque pour la santé de la sportive par l'augmentation des fractures de stress et le risque d'ostéoporose au long terme. Certaines disciplines sportives spécifiques sont un facteur de risque de diminution de DMO chez les femmes et hommes, jockeys, coureurs, nageurs, cyclistes.

Indirectement il existe un impact musculaire du déficit énergétique, par le biais de la diminution des taux de triiodotyronine. La TT3 fait partie d'un régulateur essentiel du métabolisme oxydatif des muscles squelettiques. En effet elle intervient dans la transcription de gènes codants pour des enzymes de la mitochondrie, où a lieu la production d'énergie pour la cellule.(9)

La relation directe entre l'aménorrhée et la diminution de l'activité oxydative mitochondriale a été prouvée par McCully (1993) et Paganini (1997), suggérant que l'état d'aménorrhée altère la récupération post exercice au niveau musculaire et impacte négativement la répétition d'effort chez les sportives en aménorrhées. Le lien direct entre métabolisme oxydatif et la T3 et le déficit énergétique n'a pas été mis en évidence ce jour.

c) Baisse de l'immunité

Il serait aisé de penser que les défenses immunitaires soient éteintes par l'hypercortisolémie réactionnelle à la faible énergie disponible. En effet on sait que le

cortisol a des effets supprimeurs au long court sur les cellules éosinophiles, neutrophiles, Natural Killer et les lymphocytes.(9)

Les exercices intenses et prolongées (marathon par exemple) provoqueraient plus de perturbations de l'immunité que les exercices plus courts et effectués à Vo2max plus bas (moins de 6 minutes à moins de 60% de consommation d'oxygène), cela a été démontré par Nieman en 1997 qui arrive à la conclusion que l'activité intense impacte de façon inhibitrice la réponse immunitaire innée (neutrophile, macrophage) que la réponse immunitaire acquise (lymphocytes, T4/T8, IgA sécrétoire).(13) Cette mise en veille de l'immunité pourrait être expliquée peut-être par l'hypercortisolémie consécutive d'un déficit énergétique, ainsi que par d'autres facteurs tels que l'hyperthermie, la déshydratation, la production des hormones de stress et une élévation de concentrations de cytokines (interleukine 6), une diminution des concentrations en immunoglobuline A salivaire.

Une étude observationnelle montre une association par un questionnaire déclaratif (LEAF Q) entre faible disponibilité énergétique et une augmentation d'affection des voies respiratoires et gastro-intestinale, douleur corporelle ou céphalées dans les mois suivants. (14)

Le faible niveau de preuve ne permet pas aujourd'hui d'associer un lien objectif entre la faible disponibilité énergétique et un déficit immunitaire.

d) Impact cardiovasculaire

Un profil lipidique athéro-sclérogène peut être attribué à une carence oestrogénique et indirectement à une faible disponibilité énergétique. Les œstrogènes favorisent aussi l'activation du monoxyde d'azote et sont vasodilatateurs endothéliaux. La carence oestrogénique entraîne une dysfonction endothéliale chez les femmes : un deuxième effet du déficit oestrogénique, engendre une augmentation du cholestérol total, du LDL cholestérol et de l'apolipoprotéine B, ainsi une dégradation du profil lipidique.(9)

La mesure de la dilatation de l'artère brachiale serait un marqueur prédictif des maladies cardiovasculaires (marqueur précoce de maladie coronarienne dans 95% des cas), et les études montrent une altération de la fonction endothéliale chez les athlètes en aménorrhée.(15)(16)(17)D'autre part, l'exercice physique a montré un effet supposé

positif sur la fonction endothéliale car elle permet une augmentation du HDL cholestérol circulant.

Cependant il n'est pas démontré à ce jour de lien objectif ni de pertinence clinique prédisposant les athlètes en déficit énergétique, au développement de maladie cardiovasculaire sur le long terme.(1)

e) Impact gastro-intestinal

Dans des études observationnelles sur un mode déclaratif, le déficit énergétique chez la femme sportive serait rapporté à des troubles du tractus gastro-intestinal avec des symptômes de trouble sphinctérien, d'incontinence fécale, de constipation, de ralentissement de vidange gastrique. (18)(19)

En revanche, le lien entre déficit énergétique de l'athlète et dysfonctions gastro-intestinales n'est pas établi de façon objective et scientifique à ce jour.

f) Santé psychologique

D'une part, un trouble psychologique peut être à l'origine d'un déficit énergétique chez la sportive ; d'autre part le CIO note qu'un déficit énergétique pourrait aussi être une conséquence d'une affection de la santé mentale. A la diminution de T3 et de la dépense d'énergie du métabolisme de base chez les athlètes femme en déficit énergétique, s'ajoute l'augmentation des taux circulants de ghréline. (20) Cette hormone est sécrétée surtout par l'estomac et un de ses rôles opère dans la régulation centrale de la prise alimentaire entre autres, elle serait orexigène.

Des sentiments d'inefficacité, des symptômes d'altération cognitive et de tendance à la boulimie ont été notifiés chez des femmes sportives ayant un niveau élevé de conduite de minceur. (20)

Des traits psychologiques communs sont soulignés entre des adolescentes atteintes d'anorexie mentale et des adolescentes en aménorrhée hypothalamique fonctionnelle : problème de maturité, une tendance à la dépression, une insécurité sociale, un rapport difficile avec la nourriture, la peur de prendre du poids.(21)

g) Baisse de performance

La notion de performance sportive peut être définie au travers de 3 types de facteurs plus ou moins modifiables : des facteurs énergétiques, neuromusculaires et psychologiques.

Le déficit en énergie disponible reflète un déficit d'apport pour les différentes voies énergétiques de l'exercice musculaire sur le plan quantitatif et qualitatif : il y a une altération de la constitution des stocks de glycogène et de nutriments, de la synthèse protéique, de la qualité du profil lipidique nécessaires pour tendre vers des capacités physiques optimales d'exercice et de performance.

L'énergie chimique extraite de l'alimentation (kcal) nécessite d'être transformée en ATP (adénosine triphosphate) utilisé par le muscle strié squelettique pour la production de force. L'énergie mécanique est rendue possible notamment avec la consommation d'oxygène, car la voie énergétique aérobie est la seule pouvant utiliser les acides gras en grande quantité pour un grand débit d'ATP. Et le potentiel aérobie d'un sportif peut être évalué en mesurant le débit de consommation maximal d'oxygène en fonction du poids corporel, le VO_{2max} . Ce volume maximal d'oxygène qui peut être consommé par unité de temps lors d'un exercice maximal, est utilisable pour évaluer le potentiel en endurance d'un individu. Cet indicateur est exploitable mais insuffisant pour évaluer la performance de la filière énergétique aérobie puisque l'économie de mouvement rentre en jeu pour la performance. Pour parler de performance d'endurance aérobie, il faut prendre en compte la capacité à prolonger un effort sous maximal et définir plusieurs indicateurs tels que la VO_{2max} et la puissance de l'exercice associé à la consommation d'oxygène : la puissance maximale aérobie. (22)

Les facteurs psychologiques de la performance font écho à la motivation, à la concentration et à la disponibilité mentale pour l'effort ; ils pourraient être modifiés en cas de déficit énergétique et venir impacter négativement la performance.

Des facteurs neuromusculaires tels que la technique d'un geste, la force et la vitesse modulent aussi la performance. Il a été mis en évidence qu'un déficit énergétique altère la performance sportive sur le plan neuromusculaire et cela serait expliqué en partie par le biais d'une baisse de TT3, qui impacte la fonction enzymatique de production d'énergie (l'ATP : adénosine tri phosphate) dans la mitochondrie musculaire. L'ATP est le fruit de 3

voies énergétiques anaérobie alactique, aérobie lactique et anaérobie lactique ; c'est aussi le substrat physiologique de l'exercice musculaire. Une étude a mis en évidence une diminution de performance neuromusculaire chez des d'athlètes d'endurance en aménorrhée hypothalamique fonctionnelle secondaire en comparaison à des athlètes euménorrhéiques, qui avait une force musculaire et une endurance musculaire du genou plus importante. Cette étude identifie chez les athlètes en aménorrhée le lien avec une baisse de la masse non grasse de la jambe de l'athlète, une baisse des taux de TT3, de glucose et d'œstrogène, et une élévation des taux de cortisol. (23)

En partant du fait que le déficit énergétique engendre des dysfonctions menstruelles, une autre étude a montré l'impact de la fonction ovarienne sur la performance sportive : les nageuses en aménorrhée secondaire à un déficit énergétique, allaient moins vite que des nageuses euménorrhéiques sur une épreuve de 400mètres nage, au bout de la 12^e semaine d'entraînement qu'elles avaient suivi de façon égale. (24)

Il serait nécessaire de réaliser d'autres études bien menées de plus haut niveau de preuve, pour étayer le lien direct entre un déficit de disponibilité énergétique et la baisse de performance sportive sur ces 3 plans énergétique, neuromusculaire et psychologique et ainsi appréhender scientifiquement le concept du RED's.

B) EPIDÉMIOLOGIE DU DÉFICIT ÉNERGÉTIQUE EN SPORT

1. FACTEUR DE RISQUE DU DÉFICIT D'APPORT ÉNERGÉTIQUE : SELON LE SPORTIF

a) Facteur psychologique et TCA

Les athlètes sont à plus haut risque que la population générale de développer des troubles du comportement alimentaire (TCA) tels que l'anorexie ou la boulimie. Les facteurs psychologiques prédisposant au développement d'un TCA sont une faible estime de soi, des difficultés à s'affirmer, une forte sensibilité, un évènement traumatique mais surtout dans cette population sportive, le souci de la performance et le perfectionnisme(25). Cette notion est d'autant plus vraie pour les disciplines où le faible poids accorde un avantage compétitif. 18% des athlètes d'élite féminine souffrent de TCA contre 5% dans la population non sportive(26). Cette prévalence passe à 25% chez les athlètes des sports à catégorie de poids ou d'esthétique. Indépendamment d'un diagnostic de TCA, il existe une tendance montrant que les pratiques

visant à perdre du poids comme la consommation de laxatif, de diurétiques, les saunas ou les vomissements sont plus fréquentes à l'Université(27). La particularité du TCA du sportif est sa plus grande conscience du trouble car la perte de poids est volontaire, malgré cela les athlètes minorent les troubles alimentaires dans leur déclaration, plus que les non-athlètes. Dans la population générale, le TCA est dans 50% des cas associé au diagnostic de dépression.

Le déficit énergétique n'est pas systématiquement associé à un TCA et un TCA n'est pas forcément corrélé à un déficit énergétique. Il n'en reste pas moins un facteur de risque majeur de par la diminution de l'apport énergétique.

b) Niveau de connaissance nutritionnelle des athlètes

Les évaluations des connaissances nutritionnelles des athlètes sont très hétérogènes. Le taux de bonnes réponses à un questionnaire n'est pas comparable selon l'échelle du test, selon la quantité d'item, ou selon le champ de la nutrition étudié. Quel taux de bonnes réponses devrait être considéré comme bon ? Dans ces conditions, des résultats de revue de la littérature sont difficiles à exposer. On peut citer à titre d'exemple une étude de 2019 sur 30 footballeuses amatrices en Australie(28). Au questionnaire SNKQ-88 items (29) le taux de bonnes réponses étaient de 54% ce qui a été considéré comme étant de faibles connaissances nutritionnelles.

Il ressort tout de même d'une revue de la littérature de Gina Trakman(30) le faible niveau de connaissances des athlètes concernant la densité énergétique des aliments, le rôle des protéines dans la synthèse des muscles, les sources de lipides. Il ressort également qu'un plus haut niveau de pratique sportive serait associé à de meilleures connaissances nutritionnelles, possiblement en lien avec une équipe encadrante mieux formée elle-même. De plus, de meilleures connaissances sembleraient être corrélées à de meilleures performances, et donc être un facteur protecteur de déficit énergétique. Les outils pour évaluer les connaissances nutritionnelles des athlètes ne sont pas encore suffisamment bien étalonnés pour apporter des preuves à ces observations.

c) Niveau de connaissance des entraîneurs

Les clubs de sport sont un lieu idéal pour promouvoir la santé des jeunes athlètes. Pourtant très peu d'informations sont disponibles sur l'état des connaissances des entraîneurs sur les pratiques sportives à risque de déficit énergétique. Une étude de 2018(31) portant sur 285 entraîneurs des Universités Américaines retrouve que 98% d'entre eux avaient entendu parler de la triade de l'athlète, un tiers avaient entendu parler du RED's, la moitié pouvait identifier 2 éléments de la triade de l'athlète. Les coachs femmes connaissaient mieux les symptômes à repérer que les coachs hommes. Une autre étude portant sur les connaissances relatives au RED's de 10

entraîneurs de la région de Vienne en 2019 retrouve un lien connu des entraîneurs entre manque de fer et manque d'énergie ou baisse des performances. Le stress lié à l'école ou aux parents est évoqués, mais le lien entre un entraînement excessif et une fatigue n'a pas été mentionné par les entraîneurs. Enfin, aucun entraîneur n'avait connaissance de l'existence du RED's, ni de ces enjeux ni des signes le faisant suspecter. Ils rapportent une volonté d'améliorer leurs connaissances sur le développement de l'adolescent, les besoins nutritionnels et le repérage des signes d'épuisement. Les moments d'échange entre entraîneurs et professionnels de santé sont rares. Il semble que les entraîneurs Américains, quoi que ne connaissant pas la nouvelle appellation du RED's, aient des notions concernant les signes permettant de repérer un athlète ayant un déficit énergétique(32). Il n'existe pas de données concernant les connaissances des entraîneurs français. (33)

2. SELON L'ACTIVITÉ SPORTIVE PRATiquÉE

La prévalence d'une faible énergie disponible a été mesurée dans plusieurs discipline chez des athlètes d'élites hommes et femmes. Les méthodes de mesure ont été plurielles pour les apports énergétiques avec tenu d'un registre des repas, déclaration des repas avec rappel, ou via une application. Les dépenses énergétiques ont été mesuré à l'aide d'accéléromètre (capteur enregistrant chaque mouvement du corps et la fréquence cardiaque) ou d'Activity Log (registred'activité physique)(26).On retrouve chez les danseurs une proportion de 22% d'athlète ayant de faible énergie disponible, 53% chez les footballeurs, 58% chez les footballeuses juniors de niveau national aux Etats Unis, 31% chez les athlètes de fond féminine, 32% chez les sprinteuses(34).

Pour d'autres sports, les données de déficit énergétique n'existent pas encore mais d'autres indicateurs peuvent être disponibles. Chez le cycliste, au cours de la saison, il existe une perte de densité minérale osseuse lombaire. Il n'est pas établi que celle-ci soit secondaire à un déficit énergétique. Le rachis n'étant pas en charge pendant l'effort et de possible modification du métabolisme calcique chez le cycliste pourraient en être la cause. Le T-score du col fémoral est abaissé de 18% chez le cycliste professionnel (35). Dans les sports de combats à catégorie de poids, la répétition des régimes et pertes de poids rapides expose à un risque de trouble cardiovasculaire, trouble des conduites alimentaires et obésité ainsi que des troubles de l'humeur. Chez les jockeys, il a été retrouvé des taux hormonaux anormalement bas de

testostérone, d'IGF-1. Les troubles du comportement alimentaire concernent 80% des jockeys professionnels(36).

De façon générale, il a été montré que 52% des femmes sportives avait des troubles du cycle (anovulation ou phase lutéale trop courte) contre 5% chez la femme non sportive(37). Dans le détail, la proportion d'anomalie du cycle varie de 100% chez les gymnastes de haut niveau à 0% chez les joueuses de badminton. Il existe une tendance qui montre que le trouble est d'autant plus fréquent qu'il s'agit d'un sport d'esthétique (patinage et gymnastique), d'endurance ou à catégorie de poids, c'est-à-dire les sports où soit l'IMC soit le rapport poids puissance sont déterminants. Les sports d'équipe ou non-porté (natation et cyclisme) ont des taux d'anomalie du cycle comparable à la population générale. Ces données restent fragiles car les taux de ces anomalies varient selon les études.

C) ELÉMENTS DIAGNOSTIC DU SYNDROME

1. ÉVALUATION DE L'APPORT ÉNERGÉTIQUE JOURNALIER

L'enquête alimentaire a pour rôle d'évaluer l'apport énergétique (en quantité et fréquence), le comportement alimentaire du sujet et mettre en évidence d'éventuels déséquilibre alimentaire.

Pour être critiquée, il est nécessaire de connaître le statut nutritionnel de l'individu et de considérer la balance énergétique des apports et dépenses énergétiques.

L'équilibre entre les apports et les dépenses énergétiques est indispensable pour le maintien de la performance et pour lutter contre les effets néfastes de l'entraînement. Si cet équilibre n'est pas maintenu, l'insuffisance des apports énergétiques entraînera une mobilisation excessive de la masse grasse et de la masse maigre du sportif. À l'extrême, il devient possible que le déséquilibre engendre des dysfonctions physiologiques avec des répercussions sur le fonctionnement micro et macro cellulaire.

a) Apports énergétiques

Les apports énergétiques doivent être en adéquation avec les besoins de l'individu : la combustion des nutriments énergétiques (que sont les protides, glucides, lipides) en présence d'oxygène permet une production d'énergie chimique qui sera transformée totalement en différentes composantes énergétiques : une énergie mécanique lié à

l'activité musculaire, dépense énergétique de repos (DER), thermogénèse post prandiale (TPP) ou activité spécifique des aliments (10% DET) et la thermorégulation.

Selon le niveau d'activité physique et l'entraînement du sujet, l'utilisation du substrat énergétique par composantes est différente (en pourcentage de consommation de l'apport énergétique total (AET)) :

- La dépense énergétique du sédentaire : 70% lié au MB + 10 % lié à la TPP + 20% lié à l'activité physique.
- La dépense énergétique du sujet entraîné à l'effort musculaire : 40% lié au MB + 10 % lié à la TPP + 50% lié à l'activité musculaire.

L'activité physique est le seul moyen d'augmenter sa dépense énergétique et donc ses besoins.

Une enquête alimentaire permet de quantifier le nombre de kilocalories quotidiennes, qui peut être évalué et moyenné sur 3 jours à 7 jours. Chaque macronutriment a une valeur calorique :

- 4 kJ (17kJ/g) pour 1 g de glucides,
- 9 kJ (37kJ/g) pour 1 g de lipides,
- 4 kJ (17kJ/g) pour 1 g de protéines.

L'oxydation de ces molécules permet de libérer de l'énergie et permet de produire des formes d'énergie notamment sous forme d'ATP pour la contraction musculaire.

L'étude de la composition des aliments est appréciée avec CIQUAL, la base de données de référence de composition nutritionnelle des aliments en France, proposé par l'ANSES, Agence Nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation. Le CIQUAL est utilisé par les professionnels de santé s'intéressant à la composition des aliments.

b) Dépenses énergétiques

Pour évaluer les dépenses énergétiques il existe plusieurs méthodes directes ou indirectes(38) :

Méthode de calorimétrie directe dans une chambre calorimétrique : elle consiste à la mesure de chaleur corporelle émise dans une enceinte close de taille réduite et

hermétique. On considère que la production de chaleur est équivalente à la dépense énergétique de l'individu. Cela permet de quantifier la différence de température de l'eau à l'entrée et à la sortie du circuit autour de cette chambre. Elle est peu utilisée en pratique.

Méthode de calorimétrie indirecte de l'eau doublement marquée non radioactive de l'hydrogène et l'oxygène, présents dans la molécule d'eau. L'hydrogène s'élimine sous forme d'eau et l'oxygène s'élimine dans l'eau et le CO₂. La méthode consiste à faire ingérer au sujet un mélange d'eau marquée sur l'oxygène (¹⁸O) et sur l'hydrogène (deutérium). Il boit l'eau marquée par ces traceurs stables (non radioactifs) et recueille un échantillon d'urine tous les jours pendant 14 jours, en menant sa vie normalement. L'oxygène est plus rapidement éliminé que le deutérium et la différence de vitesse d'élimination dépend de la production de CO₂ donc de l'activité du sujet. La mesure de la différence d'élimination du deutérium et de l'oxygène ¹⁸ dans les urines permet le calcul de la production de CO₂ et de la dépense énergétique.

La détermination est très simple et non agressive pour le sujet étudié. L'inconvénient de cette méthode est de nécessiter un traceur et des méthodes d'analyse en spectrométrie de masse très onéreux. L'emploi de cette technique est réservé à des activités de recherche ; c'est aussi la seule qui étudie l'individu dans son environnement naturel.

Méthode par calorimétrie indirecte par mesure de consommation d'oxygène,⁽²²⁾ où le patient est équipé d'un masque nasobuccal étanche relié à un pneumotachographe permettant d'analyser le débit ventilatoire (litre.min⁻¹) au repos et en activité. Le débit ventilatoire et l'analyse de composition en O₂ et CO₂ de l'air expiré est traitée au sein de l'appareil nommé ergospiromètre.

Le cout énergétique en kcal/minute est obtenu en multipliant la consommation en oxygène par l'équivalent énergétique en oxygène (4,8 kcal) ; en effet il est considéré que 4,8 kcal est produit par l'organisme en consommant 1 Litre d'oxygène par l'oxydation ses substrats (lipide, glucide, protide).

Méthode de calorimétrie indirecte par enregistrement de la fréquence cardiaque :

Ici la consommation d'oxygène est mise en relation de façon linéaire à la dépense énergétique totale. En effet l'oxydation des substrats de la voie aérobie produit plus de 98% des dépenses énergétique totale. La consommation d'oxygène correspond au débit sanguin (FCxVES) multiplié par la différence artérioveineuse en oxygène : il existe une

relation directe entre consommation d'oxygène et fréquence cardiaque. La première étape est d'établir la relation entre la FC et la consommation en oxygène, en étant assis debout puis en activité en enregistrant la FC en continu. Cette méthode nécessite du matériel, du temps... et une mise en œuvre compliquée.

Plusieurs de ces méthodes sont combinées et utilisées dans le domaine de la recherche. En pratique clinique, il n'existe pas de méthode idéale pour mesurer la dépense énergétique, une approximation est possible avec la calorimétrie respiratoire en ambulatoire.

c) Besoins énergétiques

L'Apport Énergétique Total (AET) en kcal par jour, peut être estimé avec le produit du Métabolisme de Base (MB) par le Niveau d'Activité Physique (NAP).

$$\text{AET} = \text{MB} \times \text{NAP}$$

La valeur énergétique du MB peut être estimée par des formules, cinq équations prédictives utilisables chez l'adulte, qui peuvent être considérées comme équivalentes (Harris and Benedict 1919, Mifflin et al. 1990, Schofield et al. 1985, Muller et al. 2004, Henry 2005). Ainsi, pour chaque tranche d'âge et pour chaque sexe, le métabolisme basal est estimé en kcal/j.(39)

Hommes			Métabolisme de base (kcal/j)				
Tranche d'âge	Taille médiane INCA2 (cm)	Poids (kg) pour IMC de 22 kg/m ²	Schofield et al., 1985	Mifflin et al., 1990	Harris et Benedict, 1919	Müller et al., 2004	Henry, 2005
18-29 ans	178	69,7	1742	1696	1753	1708	1659
30-39 ans	178	69,7	1673	1642	1679	1670	1579
40-49 ans	176	68,1	1655	1564	1580	1617	1557
50-59 ans	174	66,6	1637	1487	1481	1565	1535
60-69 ans	172	65,1	1350	1410	1383	1514	1411
Femmes			Métabolisme de base (kcal/j)				
Tranche d'âge	Taille médiane INCA2 (cm)	Poids (kg) pour IMC de 22 kg/m ²	Schofield et al., 1985	Mifflin et al., 1990	Harris et Benedict, 1919	Müller et al., 2004	Henry, 2005
18-29 ans	163	58,5	1353	1324	1403	1340	1319
30-39 ans	163	58,5	1321	1270	1352	1302	1261
40-49 ans	163	58,5	1321	1220	1305	1267	1261
50-59 ans	161	57	1309	1144	1241	1217	1248

Figure 4 - Estimation du métabolisme de base (kcal/j) selon la taille médiane de la population rapportée par INCA2 et selon les cinq équations prédictives retenues par l'Efsa – avis de l'ANSES déc. 2016. Actualisation des repères nutritionnels du PNNS : élaboration des références nutritionnelles.

Le NAP est calculé par le rapport entre la dépense énergétique sur 24 h et le métabolisme de base. Le Scientific Advisory Committee on Nutrition (SACN 2011) a estimé la dépense énergétique des 24 h de 929 individus avec la technique de référence, c'est à dire la méthode à l'eau doublement marquée. L'étude rapporte un NAP médian de 1,63 et des valeurs aux 25ème et 75ème centiles de 1,49 et 1,78, respectivement pour une population adulte en bonne santé.

Le NAP correspond aussi à l'équivalent métabolique d'une activité moyenne sur 24 h (Metabolic Equivalent Task ou MET). Le MET est une expression du niveau de dépense énergétique, c'est l'unité d'intensité d'une activité physique la plus souvent utilisée dans la littérature internationale. Il est défini comme le rapport de la dépense énergétique de l'activité considérée, sur la quantité d'énergie dépensée au repos :

1 MET = niveau de dépense d'énergie d'un sujet assis au repos = 3,5mL O₂.min⁻¹.kg⁻¹

Classification des activités physiques selon leur intensité. HAS 2018

<u>Activité sédentaire :</u> une dépense énergétique ≤ 1,5 MET ;	- < 40 % FC max ; - < 20 % FCR et VO₂ max ; - pénibilité < 2 / 10 ; pas d'essoufflement, pas de transpiration, battements cardiaques non perçus ; - exemples : les déplacements en véhicule motorisé, les activités en position assise (regarder la télévision, lire, écrire, travailler sur ordinateur, etc.) et toutes les activités réalisées au repos en position allongée ou semi-allongée.
<u>AP d'intensité faible :</u> une dépense énergétique comprise entre 1,6 et 3 METs ;	- 40 à 55 % FC max ; - 20 à 40 % FCR et VO₂ max ; - pénibilité : 3 à 4 / 10 ; - pas d'essoufflement, pas de transpiration ; - exemples : une marche < 4 km/h, promener son chien, s'habiller, faire des activités manuelles ou lecture (en position debout).
<u>AP d'intensité modérée :</u> une dépense énergétique comprise entre 3 et < 6 METs ;	- 55 à 70 % FC max ; - 40 à 60 % FCR ou VO₂ max ; - pénibilité : 5 à 6/10 ; - essoufflement et transpiration modérée, conversation possible ; - AP peut être maintenue 30 à 60 min ; - exemples : une marche 5 à 6,5 km/h, une montée lente des escaliers, une course à pied < 8 km/h, du vélo de loisirs à 15 km/h, la nage de loisirs, la danse,

	le jardinage, etc. Guide de promotion, consultation et prescription médicale d'activité physique et sportive pour la santé - chez les adultes 8
<u>AP d'intensité élevée :</u> une dépense énergétique comprise entre 6 à < 9 METs	- 70 à 90 % FC max ; - 60 à 85 % FCR ou VO2 max ; - pénibilité : 7 à 8/10 ; - essoufflement important, transpiration abondante, conversation difficile ; - AP ne peut être maintenue plus de 30 min ; - exemples : une marche rapide supérieure à 6,5 km/h, une montée rapide des escaliers, une course à pied à 8 - 9 km/h, du vélo à 20 km/h, etc.
<u>AP d'intensité très élevée</u> <u>correspond approximativement à</u> une dépense énergétique ≥ 9 METs ;	- > 90 % FC max ; - > 85 % FCR ou VO2 max ; - pénibilité : > 8/10 ; essoufflement très important, transpiration très abondante, conversation impossible ; - AP ne peut être maintenue plus de 10 min ; - exemples : une course à pied à 9 à 28 km/h, vélo > 25 km/h, etc.

L'ANSES remplace le terme d'Apports Nutritionnels Conseillés (ANC) en 2016 par les Références Nutritionnelles pour la Population (RNP). Le RNP représente les apports qui couvrent le besoin de presque toute la population considérée, tel qu'estimé à partir des données expérimentales. Ainsi pour un NAP médian de 1,63, les calculs permettent de définir un besoin énergétique de 2600 kcal/j pour les hommes âgés de 18 à 69 ans et de 2100 kcal/j pour les femmes âgées de 18 à 59 ans (les moyennes étant réalisées sur toutes les valeurs, toutes tranches d'âge obtenues à partir des cinq équations).

Le NAP moyen de la population générale pris en compte pour les recommandations, caractérise une activité physique modérée.

La dépense énergétique liée à l'activité physique peut s'accroître de façon considérable selon la durée, l'intensité et le type d'activité et devra être considéré dans le calcul de l'estimation des AET avec un NAP supérieur à 2.

Selon la tranche d'âge et la charge d'entraînement physique et sportive il faut ajuster ces apports et la répartition des macronutriments, ils peuvent être recalculés de façon précise ou estimés.(40)

Tableau 8. Récapitulatif des intervalles de référence retenus (en % de l'AET)

Population	Protéines	Lipides	Glucides
0-3 ans	0-1 an : 7-15 % 1-3 ans : 6-15 %	0-6 mois : 50-55 % Evolution progressive jusqu'à 1-3 ans : 45-50 %	40-50 %
3-17 ans	3-5 ans : 6-16 % 6-9 ans : 7-17 % 10-13 ans : 9-19 % 14-17 ans : 10-20 %	Réduire progressivement	Evolution progressive jusqu'à 40-55 % chez les adolescents
Adultes	10-20 % ou 12-20 % pour : - les personnes ayant un NAP très faible parmi les femmes de plus de 50 ans et hommes de plus de 60 ans ; - les femmes enceintes lors du 3 ^{ème} trimestre de grossesse ; - les femmes allaitantes.	35-40 %	40-55 %
Personnes âgées (> 70 ans)	15-20 %	35-40 %	40-55 %
Personnes actives à dépense énergétique élevée	10-20 %	30-35 %	50-60 %

Figure 5 - récapitulatif des intervalles de référence retenus (en % de l'AET). ANSES 2016

Les apports en macronutriments doivent couvrir chez l'enfant les besoins liés à la croissance. Les besoins du jeune enfant de moins de 3 ans, période de la vie au cours de laquelle la croissance est la plus importante, sont spécifiques alors que les besoins de l'adolescent sont proches de ceux de l'adulte. En l'absence de données dans la littérature, le groupe de travail de l'ANSES pour l'équilibre des macronutriments, préconise une transition progressive entre les apports en macronutriments recommandés pour le jeune enfant et ceux recommandés pour l'adulte.(39)

Chez la jeune sportive, les besoins nutritionnels sont majorés par rapport à son âge d'autant plus qu'elle est en croissance ; il est nécessaire de rester vigilant autour de cette période critique d'acquisition du pic de masse osseuse, et ainsi d'adapter les apports alimentaires. Chez les femmes, la totalité ou presque du pic de masse osseuse est acquis dans les deux ans suivant l'apparition des menstruations (en tout cas avant 20ans).(41)(42)

L'apport nutritionnel qualitatif et quantitatif est déterminant à cette période. L'enjeu de l'acquisition de ce pic de masse osseuse est important car déterminant pour le risque de fracture pathologique à l'âge adulte.

2. DIAGNOSTIC CLINIQUE

Le diagnostic du déficit énergétique relatif chez les sportives, peut être évoqué devant un ensemble de symptômes peu spécifiques, il est difficile à établir : il est le reflet d'un continuum de symptômes cliniques, et l'assemblage des arguments est subtil. Si on soupçonne un athlète de souffrir de déficit énergétique, il faudrait identifier soit un manque d'apport alimentaire habituel soit un excès de dépenses, ou bien les deux ; ensuite il s'agit de corréler l'interrogatoire aux signes cliniques.

a) Interrogatoire :

Le déficit énergétique serait diagnostiqué entre autre par le calcul des apports énergétiques, en enquêtant sur l'alimentation de la patiente(43), à l'aide d'un calendrier alimentaire par exemple, auxquels on déduit les dépenses énergétiques de la vie quotidienne et les activités physiques et sportives, en se référant aux valeurs de consommation énergétique de l'activité en question.

Il faut être vigilant devant des pratiques en faveur d'une restriction alimentaire ou de trouble des conduites alimentaires : vomissement, prise de laxatifs, d'hormones thyroïdiennes, ou la prise de diurétique.(44)

On recherchera à l'interrogatoire des antécédents de fracture de fatigue récurrentes ; des troubles du cycle menstruel(cycle irrégulier, aménorrhée(1)) et sur le plan psychologique : un comportement compulsif, une faible estime de soi, un perfectionnisme, une humeur dépressive, des troubles des conduites alimentaires (anorexie, boulimie, phobies alimentaires). Il y a deux troubles majeurs parmi les TCA à repérer selon le DSM V 2013 : l'anorexie mentale (restrictif pur ou avec boulimie et crise de purgation) et la boulimie.

Il existe une particularité des TCA par rapport aux sportifs qui est l'anorexie athlétique (anorexia athletica)(45) (46): l'anorexie propre aux sportifs. Elle se différencie de l'anorexie mentale par une perte de poids progressive et relativement lente. C'est un

trouble temporaire qui est censé disparaître après l'arrêt de la pratique sportive (ou à la fin de carrière). Il y a ensuite un risque de continuum par le passage de l'anorexie athlétique (ou TCA non spécifiques) vers l'anorexie mentale et la boulimie nerveuse.

On peut dépister ces éventuels troubles alimentaires par des tests questionnaires : EAT26 et EDI; d'autres s'intéressent à la dépendance à l'exercice physique (EDSR-R).

b) Examen clinique :

Il s'agit d'une part, d'évaluer la composition corporelle, où les indices anthropométriques corrélés entre eux seraient en faveur d'un déficit énergétique mais surtout d'une faible énergie disponible (47):

Selon le sexe et l'âge si la patiente est en cours de croissance, il faut rapporter les mesures dans ses courbes de taille, de poids et d'IMC ;

L'Indice de Masse Corporelle (IMC). C'est un indice de corpulence corrélé à la mortalité, la corpulence normale entre 18 et 25, est statuée vis-à-vis du risque de développement de maladie cardiovasculaire.

Le pourcentage de masse grasse (% MG) est très variable selon les sportives et le sport pratiqué, notamment par le type d'effort et le métabolisme énergétique mis en jeu. Il ne doit pas être interprété de façon isolée mais dans l'ensemble des mesures anthropométriques de la taille du poids et de l'IMC de la patiente.

Les méthodes de mesure de masse grasse sont en outre l'absorptiométrie biphotonique aux rayons X, qui est la plus précise mais qui reste une méthode coûteuse ; en pratique le % MG est par la méthode de mesure des plis cutanée, estimée par des formules anthropométriques validées.

Il y a une part de grande variabilité entre les individus et la notion de poids de forme est personnelle : il n'existe pas de norme de pourcentage de masse grasse à appliquer universellement à tous les sports.

Les fourchettes de recommandation de pourcentage de masse grasse sont assez larges, elles incluent toutes les disciplines(48) : l'adiposité conseillée chez la femme est comprise entre 12 et 23 % (élargie à 28% selon les disciplines sportives). La limite inférieure d'adiposité est large selon les auteurs : le pourcentage minimal chez les femmes est de

10% à 12% (plus reconnu autour de 5%MG chez l'homme), en deçà duquel la femme sportive compromet sa santé.

Les signes cliniques conséquents ou accompagnant un déficit énergétique sont variés et assez peu spécifiques, et peuvent être discrets, il est intéressant de les rechercher : (44)

Signes généraux : de fatigue, perte de poids, d'intolérance au froid,

Signes cutanés : lanugo, hypertrichose, peau sèche, extrémités froides, syndrome de Raynaud, trouble des phanères, œdème de carence,

Signes neuropsychologiques : anxiété, dépression, TCA, potomanie, dysmorphophobie, manque de confiance en soit, introversion, hyperactivité motrice, troubles du sommeil

Signes cardiovasculaires : hypotension, bradycardie, anomalies de l'électrocardiogramme

Signes ORL et dentaires : érosion de l'émail, gingivite (sur vomissement), hypertrophie parotidienne,

Signes digestifs : pyrosis, douleur abdominale, ballonnement, constipation

Signes urogénitaux : retard pubertaire, trouble du cycle menstruel, infertilité

Signes musculosquelettiques : blessures à répétition, hypotrophie musculaire, fractures de stress...

Le Comité International Olympique site l'utilisation d'outil diagnostique pour une détection précoce du syndrome tel que le questionnaire, Low Energy Availability in Females Questionnaire (LEAF-Q) s'intéressant aux symptômes physiologiques liés au déficit énergétique chez les femmes ; un équivalent existe pour les hommes (LEAF-Q). (49)
Les preuves scientifiques sont limitées vis-à-vis de l'efficacité de dépistage, il est suggéré de corrélér avec une évaluation individuelle de la patiente.

Un outil d'évaluation clinique, le RED-s Clinical Assessment tool, tendrait à aider les cliniciens à dépister ce syndrome de déficit énergétique en classant les patientes à haut, modéré ou faible risque ; ainsi qu'à guider la reprise de l'activité sportive. Un autre outil le « triad coalition tool » aurait été créé dans le but d'aider le médecin au diagnostic. (6) Encore une fois ces modèles auraient besoin de validation scientifique à cet effet. (50)

3. DIAGNOSTIC BIOLOGIQUE

La suspicion de déficit énergétique et son diagnostic passe peu par les examens biologiques. Toutefois pour étayer le lien entre les symptômes de l'athlète et un déficit énergétique, un bilan biologique est possible. Il est principalement celui de l'exploration d'une aménorrhée secondaire, responsable de la carence oestrogénique : LH, FSH, prolactine, œstradiol, testostérone, DHEA, progestérone, TSH diminués du fait de perte de pulsatilité de GnRH. Cependant les valeurs de ces hormones hypophysaires ou effectrices restent souvent dans les limites basses de la normale. L'impact de cette carence sur le métabolisme osseux peut être évalué par les dosages suivant : cortisol urinaire augmenté, hypercalcémie, diminution de la vitamine D. Devant ce symptôme il convient d'éliminer une grossesse par le dosage des BHCG. Une dénutrition, une anémie ou un syndrome inflammatoire doivent également être recherchés avec les dosages de l'albuminémie, hémogramme, transaminases, phosphatase alcaline, CRP(51).

4. DIAGNOSTIC RADIOLOGIQUE

La perte de densité osseuse est la conséquence de la carence oestrogénique. La densité minérale osseuse (DMO) est le déterminant de la fragilité osseuse retrouvé dans le déficit énergétique. Elle se mesure par absorptiométrie biphotonique aux rayons X au niveau des cols fémoraux et du rachis lombaire. C'est un examen rapide, disponible, de bonne reproductibilité et de faible irradiation. Il ne détermine pas l'étiologie d'une faible densité osseuse. Cet examen est indiqué dans la population générale pour les personnes présentant une fracture sans traumatisme important, après corticothérapie prolongée, en présence d'hypogonadisme, d'hyperthyroïdie, d'hypercorticisme, d'hyperparathyroïdie, ainsi que chez la femme ménopausée avant 40 ans ou ayant un IMC inférieur à 19kg/m^2 (52).

En dehors de ces indications, l'ostéodensitométrie est recommandée aux sportives présentant un facteur de risque majeur de déficit énergétique : antécédent de trouble des conduites alimentaires, IMC inférieure à 17.5kg/m^2 , perte de 10% du poids en un mois, ménarche après 16 ans, aménorrhée secondaire de 6 mois sur une année, une

fracture de fatigue ou une fracture à faible cinétique. Chez l'adolescente la densitométrie explore le squelette entier à l'exception du crâne. On utilise ici le Z-score (densité moyenne d'un groupe du même âge), en cas d'écart supérieure à -1 DS il existe une ostéopénie, si l'écart est supérieur à -2DS il existe une ostéoporose(4,6). Chez la femme athlète après 20 ans, on utilise aussi le Z-score. Si celui-ci est en dessous de -2DS, on parle d'ostéoporose. Le seuil d'ostéopénie n'est pas clairement défini. Pour les sports en charge un écart de -1DS est déjà une alerte.

D) THÉRAPEUTIQUE

Des programmes d'éducation et de nutrition pourraient être délivrés aux sportives(40) et d'autant plus aux jeunes sportives, où il serait important de proposer des conseils nutritionnels individualisés et de prévenir un déficit énergétique : évaluer l'intensité d'activité physique et les apports alimentaires (la disponibilité énergétique), suivre le pourcentage de masse grasse, informer sur le contenu énergétique des aliments et sur le coût énergétique de l'activité physique. Lorsque le déficit énergétique est installé, nous retenons l'aspect multidisciplinaire de la prise en charge.

1. EDUCATION DE L'ATHLÈTE ET DE SON ENTOURAGE SPORTIF

Nous avons abordé la faible proportion d'athlète, de coach et d'encadrant ayant connaissance de l'existence du syndrome de la triade. Un important travail d'information et d'éducation sur ce risque est à prévoir. On retrouve une amélioration des connaissances sur les risques liés à la triade et des changements bénéfiques sur les comportements boulimique après un an de sessions d'éducation organisées par certains programmes(53), l'évaluation des connaissances étant en moyenne de 4.5/10 avant les séances et atteignant 7.2/10 à la fin des interventions. Il s'agit de programmes tels que le « Female Athlete Body Project » ou « Athena »(54). Des équipes de sports, ou des athlètes de club se réunissent pendant 1h environ entre 3 et 5 fois dans l'année. Une ou deux personnes du groupe choisies pour leur leadership animent les échanges à l'aide de supports d'information abordant les thèmes de la silhouette de l'athlète attendu par la

société, l'image de soi, la nutrition du sportif au cours de la saison de compétition. Cette pédagogie avec les pairs présente l'avantage d'être mieux intégrée comme valeur sociale commune qu'en cas de pédagogie verticale dispensée par un médecin ou un entraîneur. L'impact de l'éducation de la famille de l'athlète n'a pas été évalué. Le rôle des parents de l'athlète, allant du simple soutien à l'incitation à la performance, est pourtant centrale chez le jeune sportif. Leur participation à des ateliers semble plus difficile à mettre en place car eux même ne participent pas aux entraînements. Le médecin de famille averti peut distiller à l'entourage des notions sur l'alimentation, le volume d'entraînement et les risques associés.

2. EDUCATION NUTRITIONNELLE

Via l'intervention de diététicien auprès des équipes et des clubs, par des informations brèves et répétées par le médecin de l'athlète et par une plus grande bienveillance des encadrants et de la famille, l'approche nutritionnelle est la plus cohérente dans le déficit énergétique car elle corrige l'étiologie du syndrome. Le diététicien nutritionniste doit chercher avec la patiente à viser un apport de 45kcal/kgMM(1) ou du moins augmenter l'apport au-delà de 30kcal/kg de MM par jour. En pratique, il pourra aussi travailler la notion de poids de forme qui est propre à chacune et permettant de remettre de la subjectivité dans cette notion d'alimentation codifiée ou cognitive de la sportive. La correction suffisante des apports nutritionnels permettra le retour de cycles normaux à terme, témoins d'une imprégnation oestrogénique correcte et du retour d'un métabolisme osseux dans la norme.

3. PRISE EN CHARGE PSYCHOLOGIQUE

Le déficit énergétique peut ainsi exister avec ou sans trouble du comportement alimentaire. Les tableaux de TCA sont complexes et ne pas forcément des tableaux cliniques tranchés. Deux à trois fois plus fréquent dans la population sportive de haut niveau que dans la population générale,(55) le TCA lorsqu'il existe sera pris en charge de façon pluridisciplinaire et le plus précocement possible, avec plusieurs volets

d'intervention nécessaires et articulés autour d'un médecin coordinateur : somatique, psychologique et/ou psychiatrique, nutritionnel et sociale.(51) La psychologie ne doit pas être l'unique axe thérapeutique pour une prise en charge du TCA bien menée.

Les prises en charge psychologiques de l'anorexie, de la boulimie, de l'anorexie athlétique ou des autres troubles alimentaires, s'attachera à travailler sur différents thèmes : **l'estime de soi, le perfectionnisme et la pression sociale**. En effet ces facteurs avancés expliquerait la survenue des troubles chez la sportive, d'après l'INSEP.(56)

Le travail du psychologue permettra aussi de mettre des mots sur le problème de la sportive, de le comprendre, de traiter sa souffrance, de travailler sur la frustration et les émotions. La psychothérapie cherche aussi à corriger les distorsions cognitives et les fausses croyances en nutrition en retravaillant sur les séquences du comportement alimentaire de la faim, le rassasiement et de la satiété.

La HAS a rédigé des recommandations de prise en charge pour les troubles anorexiques et boulimiques.(57)(58)

Il existe différents types de thérapie psychologique. La thérapie cognitivo-comportementale (TCC) est une démarche ou un état d'esprit sans recette établie et idéale pour changer le comportement d'un individu ; elle s'appuie sur la réalisation d'exercices concrets entre les séances, qui ont été établies en collaboration entre le spécialiste et le patient. Il y a plusieurs modèles de TCC et l'importance de l'alliance thérapeutique est de mise.

La démarche comportementale et cognitive repose sur plusieurs principes :(59)

- Définir le ou les comportements qui posent problème (ici la sous-alimentation, les accès de boulimie, les conduites de contrôle du poids),
- Mettre en évidence des articulations entre cognitions (pensées verbales, représentations mentales), émotions, modifications physiologiques, comportement mis en acte, et environnement,
- Mettre en évidence des cercles vicieux par lesquels ces articulations pérennisent les troubles,
- Instaurer une relation de partenariat entre le (la) thérapeute et la patiente pour aider celle-ci à faire évoluer ses comportements vers des conduites plus compatibles avec sa santé physique et mentale,
- Utiliser des questionnaires et des échelles psychométriques pour tenter d'évaluer avec le plus d'objectivité possible les changements obtenus, (SCOFF (Sick, Control, One stone, Fat), EAT (Eating Attitude Test); EDI (Eating Disorder Inventory)... questionnaire d'hyperactivité physique)

- Faire référence à des études validées et publiées pour le choix de la méthode proposée à la patiente.

La TCC obtient de bons résultats pour les cas de boulimie avec un suivi de 6 mois minimum, elle est ainsi la méthode de première intention pour le trouble boulimique avant le traitement pharmacologique. En revanche, pour le trouble anorexique les formes de psychothérapie (individuelle, familiale ou de groupe) les plus usuelles sont : les thérapies de soutien ; les thérapies psychanalytiques ; les thérapies comportementales et cognitivo-comportementales (TCC) ; les thérapies systémiques et stratégiques. Le traitement de l'anorexie mentale est un défi pour les thérapeutes comportementalistes : les TCC à elles seules sont souvent un relatif échec pour cette indication.(59)

Ces troubles des conduites alimentaires peuvent encore être associés à des épisodes de dépressions ou à d'autres conduites addictives, le recours à un médecin spécialiste est souhaitable il pourra établir la prescription d'un traitement médicamenteux tel que les antidépresseurs si dépression associée à l'anorexie ou les ISRS dans la boulimie en association avec la TCC.

L'hyperactivité physique est souvent décrite dans les symptômes de l'anorexie mentale.(60) Plusieurs notions reflètent l'hyperactivité physique : pour les patientes, elle peut être excessive en quantité (durée), en intensité et en fréquence, surtout compte tenu de leur état de dénutrition. Mais au-delà de ces notions quantitatives, la nature qualitative de l'activité physique est aussi complexe : elle est décrite par les patients comme volontaire, involontaire, ou mixte. L'importance de cette AP n'est d'ailleurs pas toujours consciente pour les patients qui en souffrent.

Des questionnaires sur l'hyperactivité existent et sont validés pour suivre leur prise en charge : (61)

- Exercise Dependence Questionnaire : L'EDQ est un autoquestionnaire dont l'intérêt est représenté dans la prise en compte des motivations des personnes à pratiquer un exercice physique. Il est composé de 29 items cotés sur une échelle de Likert en sept points et destinés à mesurer huit dimensions : le sevrage, les problèmes internes, l'inférence de la vie sociale, le comportement stéréotypé, les récompenses positives, les raisons sociales, la raison santé et l'exercice physique pour le poids.

- Exercise Dependence Scale Revised : L'EDS-R version française (Kern, 2007) est un autoquestionnaire construit à partir des critères diagnostiques de dépendance aux substances du DSM-IV. Il est composé de 21 items cotés sur une échelle de Likert en six points et destinés à mesurer sept dimensions (sevrage, continuité, tolérance, manque de contrôle, réduction des autres activités, temps passé, intention). Cette échelle a été utilisée en France et validée auprès de marathonien (Allègre et Therme, 2008) mais également en population générale et estudiantine (Kern, 2007).

Dans l'optique de prévention des TCA, l'INSEP préconise aussi plusieurs recommandations qui devraient être appliquées particulièrement pour les sport les plus à risques (les sports esthétiques, à catégorie de poids et ceux où le poids est un facteur important de la performance) (56) :

1. Encourager l'éducation nutritionnelle des sportives,
2. Promouvoir une éducation nutritionnelle en mettant en avant l'importance l'alimentation adaptée à la pratique sportive basée sur la santé et la performance,
3. Ne pas peser les sportives en public,
4. Faire superviser les programmes de perte de poids par un professionnel de la nutrition,
5. Se rappeler que la relation entre le poids et la performance est complexe, et qu'une perte de poids n'assure pas forcément un gain de performance,
6. Être à l'écoute des réactions des sportives occasionnées par des remarques sur leur poids et leur silhouette. En particulier, rester vigilants face à certains comportements (agressivité, refus de dialogue, comportement fuyant) que peuvent susciter ces remarques,
7. Rappeler que le poids et la masse grasse optimaux sont propres à chacune

4. TRAITEMENT HORMONAL DE SUBSTITUTION

Un traitement hormonal de substitution par œstrogène a souvent été proposé. Or celui-ci palie modérément aux troubles métaboliques induits par le déficit énergétique. Le retour de saignement de privation avec une contraception oestroprogestative n'est pas synonyme de rééquilibrage énergétique. Un retour à des menstruations physiologiques et des cycles de durée normale est le meilleur marqueur d'une récupération de l'équilibre énergétique et d'un arrêt de la destruction osseuse. Il est le marqueur d'une amélioration des habitudes de l'athlète là où un traitement par œstrogène camouflerait l'invisible

problème de la perte osseuse(62). Par ailleurs, chez la jeune femme qui constitue son stock osseux, une pilule oestroprogestative contenant 30µg d'ethinyloestrogène permet la constitution de ce stock, mais une pilule contenant 20µg ne permettrait pas d'obtenir un stock suffisant(63). En cas de non-retour des règles après une période adaptée de modification des habitudes alimentaires il est possible de proposer des patchs d'œstradiol (E2). Ceux-ci n'ont qu'un effet ostéoprotecteur sans être contraceptif.

E) LES RECOMMANDATIONS INTERNATIONALES SUR LE SYNDROME DE LA TRIADE

L'académie Française de Médecine dans son rapport de 2018, « Conséquences de la pratique sportive de haut niveau chez les adolescentes : l'exemple des sports d'apparence », (64)propose de renforcer le suivi clinique des athlètes pratiquant des sports à risque de déficit énergétique avec :

- 4 visites annuelles évaluant l'IMC, le développement staturo-pondéral, et le stade pubertaire.
- Dispense régulière de conseils nutritionnels personnalisés permettant l'adaptation de l'apport calorique.
- identifie un bilan biologique et hormonal annuel avec LH, FSH, œstradiol, TSH, GH, IGF-1, NFS, CRP.
- Met en avant les éléments connus délétères pour la santé de la sportives (conduisant à un retard de croissance staturale, pondérale et pubertaire, à des pathologies gynécologique et ostéo-articulaire, ainsi qu'à la triade) : certains sports (gymnastique, danse), une insuffisance d'apport nutritionnel par rapport à la dépense énergétique, l'âge jeune du début de la pratique, le stress environnant les compétitions et des étapes de sélection, la fréquence des blessures pour certains sports, le manque d'encadrement et de suivi médical et psychologique.
- souligne des incertitudes concernant la qualité de surveillance médicale, et la gestion des déficits pondéraux ; et est en demande de protocoles et enquêtes, tout comme le seraient les fédérations et les instances internationales.

L'académie préconise de former les médecins de clubs et entraîneurs à mieux repérer les troubles alimentaires, troubles du cycle et blessures à répétition.

Elle préconise aussi d'informer les jeunes athlètes du risque pour leur santé d'une pratique sportive intense non encadrée, et d'impliquer la famille dans ce processus, principale ressource des adolescents. Pour les athlètes de haut niveau, elle recommande d'évaluer l'avenir médical et social des jeunes très investis dans leur sport.

Le Comité Olympique International (COI) a publié en 2018 une mise à jour du consensus sur la triade de l'athlète. (49)

Il préconise une éducation à la nutrition des athlètes, dont les sous nutritons n'est le plus souvent pas intentionnelle.

Ce consensus constate l'existence d'outils de repérage du trouble du comportement alimentaire ou de défaut nutritionnel ciblé pour la sportive, mais aucun ne serait validé. Dans la dynamique de dépistage du syndrome, le COI cite le LEAF-Q, un questionnaire sur les symptômes lié au déficit énergétique, récemment développé ; il cite aussi le RED-S CAT destinés à assister le clinicien pour l'aide au diagnostic. Ces outils requièrent une validation scientifique.

En cas de persistance du syndrome, une thérapie cognitivo-comportementale est requise, où la non compliance de la sportive peut entraîner son inaptitude à la compétition ou à l'entraînement.

L'emploi de traitement oestroprogestatif n'est pas recommandé. Des patchs d'oestradiol peuvent être appliqués en cas de non-retour des règles malgré une amélioration des habitudes alimentaires.

L'American College of Sport Medicine (ACSM) n'a pas réactualisé ses recommandations depuis 2007. (65)

L'ACSM rédige des recommandations de dépistage et diagnostic de la triade :

Le dépistage de la triade devrait faire partie d'un examen au préalable d'une épreuve ou de la consultation de dépistage annuelle. Les athlètes présentant une des trois entités de la triade, doivent faire rechercher les deux autres. (Evidence category C – 2)

À propos des antécédents : les athlètes présentant un trouble du comportement alimentaire devraient être adressées à un professionnel de la santé psychiatrique pour une évaluation, un diagnostic et une thérapie. (Evidence category C-2)

Le diagnostic de l'aménorrhée hypothalamique fonctionnelle est posé en excluant les autres causes d'aménorrhée. (Evidence category B)

À propos du diagnostic de l'ostéoporose, ostéopénie : une DMO doit être effectuée après une fracture liée à un stress ou un impact faible, ainsi qu'à partir de 6 mois d'aménorrhée, d'oligoménorrhée, de trouble du comportement alimentaire ou d'une nutrition insuffisante. (Evidence category C-2).

Il y est surligné à l'époque, le sous diagnostic relatif et un traitement inadéquat des troubles du comportement alimentaire, et demande à ce que les instances réalisent des recommandations pour le diagnostic et traitement en soin premier. Certains outils destinés à la médecine générale devraient être étudiés. (Eating disorder for primary care questionnaire - ESP)

L'Académie Canadienne de Médecine du sport et de l'exercice rédige un énoncé de position "ostéoporose et exercice" suite à une revue de la littérature publiée en 2012. (66)

Des recommandations au sujet de la triade de l'athlète féminine sont rédigées :

L'occasion importante de l'anamnèse et l'examen physique avant une épreuve de déterminer s'il y a une alerte et d'appliquer des mesures préventives et(ou) thérapeutiques.

Les recommandations proposées en vue d'une non contre-indication à la pratique sportive concernant l'anamnèse, l'examen physique et le diagnostic de la triade, sont celles de la Female Athlete Triad Coalition, mises au point par Mountjoy, Cruz, Lebrun et Hutchinson.

Les tests de densité minérales osseuse sont indiqués pour les athlètes touchées par la triade et présentant : une aménorrhée, oligoménorrhée, perturbation de l'alimentation ou trouble alimentaire pendant 6 mois ou plus, ou des fractures de stress ou fractures induites par un traumatisme minime.

La découverte d'ostéoporose chez une jeune athlète pré ménopausée indique une surveillance étroite de cette athlète pour tout signe clinique de la triade : un faible taux d'énergie disponible, des perturbations de l'alimentation et des troubles alimentaires, des

troubles menstruels ou de l'aménorrhée, l'ostéopénie ou l'ostéoporose, les fractures de stress.

La prise en charge nécessite une approche multidisciplinaire mettant à contribution médecins, psychiatres et nutritionnistes. Le traitement suggéré repose sur un conseil nutritionnel qui pourrait inclure une psychothérapie. Un objectif pour atteindre le rétablissement de l'état euménorrhéique chez l'athlète féminine, est donné avec une augmentation de l'apport énergétique à 30 kcal/kg de masse maigre par jour. Les bisphosphonates ne sont pas recommandées pour cette catégorie d'âge. La Coalition pour la triade n'appuie pas non plus les contraceptifs oraux. Il faut voir à corriger tout problème de santé que les épreuves diagnostiques pourraient révéler.

Les fédérations sportives et instances médicales internationales sont sensibles au risque d'une faible disponibilité énergétique et au syndrome de la triade chez la sportive, étant donné les conséquences sur sa santé au long court. Même si l'on observe une prévalence faible du syndrome, qui reste un diagnostic complexe à établir, la prévalence des entités composant la triade est à considérer chez les athlètes quelque soit le niveau de compétition et l'âge. (23,5% des femmes sportives présenteraient des troubles du cycle, 18,2% des troubles du comportement alimentaire, et 4,1% auraient une faible densité minérale osseuse). (67)

Il semble exister un manque de prise en charge diagnostique ou de reconnaissance de ce syndrome par les médecins.

Aujourd'hui quels sont les moyens disponibles que nous pourrions utiliser en termes d'outil diagnostique et de repérage de la triade ?

Que peuvent utiliser les médecins généralistes pour repérer un syndrome de déficit énergétique lors d'une consultation annuelle de la sportive ou lors de la réalisation du certificat de non contre-indication à une pratique physique ou sportive ? L'objectif de cette thèse serait ainsi de proposer une stratégie diagnostique de la triade et du déficit énergétique relatif à la sportive, exploitable en soins premiers.

II. MATERIEL ET METHODE

A) DÉLIMITATION DU CHAMP DE RECHERCHE

Nous avons réalisé une revue systématique de la littérature afin d'obtenir les résultats les plus pertinents à la question de recherche suivante : Quels sont les outils de repérage des répercussions médicales péjoratives sur la santé de la femme d'une activité sportive intense ?

Nos objectifs sont ainsi de recenser les outils existants mentionnés dans la littérature pour dépister le syndrome de la triade chez la femme sportive ou le déficit énergétique relatif de la sportive ; puis de déterminer la qualité de ces outils afin de faire une synthèse dans la pratique pour le médecin généraliste.

B) TECHNIQUE DE RECHERCHE

La recherche documentaire est réalisée à partir des bases de données internationales Pubmed, Web of science et la Cochrane Library. Les données francophones et la littérature grise sont étudiées à partir de Google Scholar. Cette recherche s'étend du 1^{er} janvier 2010 au 1^{er} février 2022 puis une veille bibliographique aura été effectuée jusqu'à l'édition du travail de recherche.

Une première sélection des articles est faite à partir du titre puis après élimination des doublons du résumé, selon des critères d'inclusion et d'exclusion préalablement établis.

Une troisième sélection est faite sur la lecture entière de l'article.

La sélection est faite indépendamment par les deux chercheurs, avec une mise en commun des articles retenus après chaque étape. En cas de disparité au sujet d'un article, nous aurons procédé à une discussion critiquant le maintien de l'article susceptible de répondre ou non à notre question de recherche. Si un désaccord entre les deux chercheurs persistait, le directeur de thèse serait sollicité afin de trancher sur l'article litigieux.

C) EQUATION DE RECHERCHE

La notion de triade de l'athlète est ancienne. A partir de 2014 apparait la notion de déficit relatif en énergie dans le sport et ces deux appellations cohabitent dans la littérature. Afin de sélectionner tous les articles répondant potentiellement à notre question de recherche nous avons construit les équations de recherche à l'aide de MeSH Terms :

Concepts	MeSH Terms
Syndrome de la triade de l'athlète	Female athlete triad Female athlete triad syndrome
Déficit énergétique relatif dans le sport	RED-S Relative Energy Deficiency in Sport
Dépistage Enquêtes et questionnaires	Screening Questionnaires and Surveys
Sport Pratique sportive Activité sportive	Sports

La recherche de terme MeSH pour « Relative Energy Deficiency in sport » correspond à « Female Athlete Triad ».

Sur les moteurs de recherche PubMed, Web Of Science et Cochrane, nous avons utilisé l'équation de recherche suivante afin d'inclure le plus d'article possible : « Relative Energy Deficiency in sport OR Female Athlete Triad ».

D'autre part, l'équation « Triade de l'athlète féminine OR déficit énergétique relatif en sport » a été choisie afin de cibler le champ de recherche de façon plus précise sur Google Scholar pour les articles français.

Bases de données	Equations de recherche
PubMed	"Relative Energy Deficiency in sport OR Female athlete triad" (MeSH) De 2010 à 2022
Web of Science	"Relative Energy Deficiency in sport OR Female athlete triad" De 2010 à 2022
Cochrane (Cochrane DSR)	"Relative Energy Deficiency in sport" "Female athlete triad " (MeSH) De 2010 à 2022
Google Scholar	Triade de l'athlète féminine OR déficit énergétique relatif en sport De 2010 à 2022

D) CRITÈRES DE SÉLECTION ET D'EXCLUSION

Les critères de sélections et d'exclusion ont été définis comme suit :

Nous avons inclus les articles selon les critères suivants :

- Type d'article : revues systématiques de la littérature, méta-analyses, guides thérapeutiques et recommandations pour la pratique clinique, études observationnelles, essai clinique.
- Population étudiée : femmes à partir de 12 ans pratiquant un sport ou une activité physique.
- Diagnostic et dépistage : RED's, triade de l'athlète, l'aménorrhée fonctionnelle secondaire.
- Date de publication : du 1er janvier 2010 au 7 février 2022 puis veille bibliographique jusqu'à l'édition du travail de recherche.
- Langue : français ou anglais ;

Nous avons exclu les articles s'ils ciblaient les populations exclusivement masculine, avec des comorbidités lourdes, et ceux traitant la période de la grossesse; ainsi que les études abordant uniquement le sujet de l'ostéoporose.

E) ANALYSE ET SÉLECTION DES ARTICLES

Après avoir sélectionné les articles selon les étapes mentionnées précédemment, ceux-ci ont été analysés.

Pour l'évaluation de la qualité des études incluent, nous utiliserons les grilles d'évaluation suivantes :

- Check list PRISMA pour la qualité du rapport des revues systématiques et recommandations consensus puis grille R-AMSTAR pour leur qualité méthodologique.
- Grille STROBE pour la qualité des études observationnelles.
- Grille AGREE-II pour les recommandations de pratique clinique et conférence de consensus.
- Grille CONSORT pour les essais cliniques randomisés.

Par la suite le recueil des données est effectué indépendamment par chaque chercheur pour chaque article grâce à une grille de lecture permettant de relever les différents outils d'évaluation des entités du RED-s, leur pertinence, leur conclusion et leurs limites.

III. RÉSULTATS

A) DIAGRAMME DE FLUX

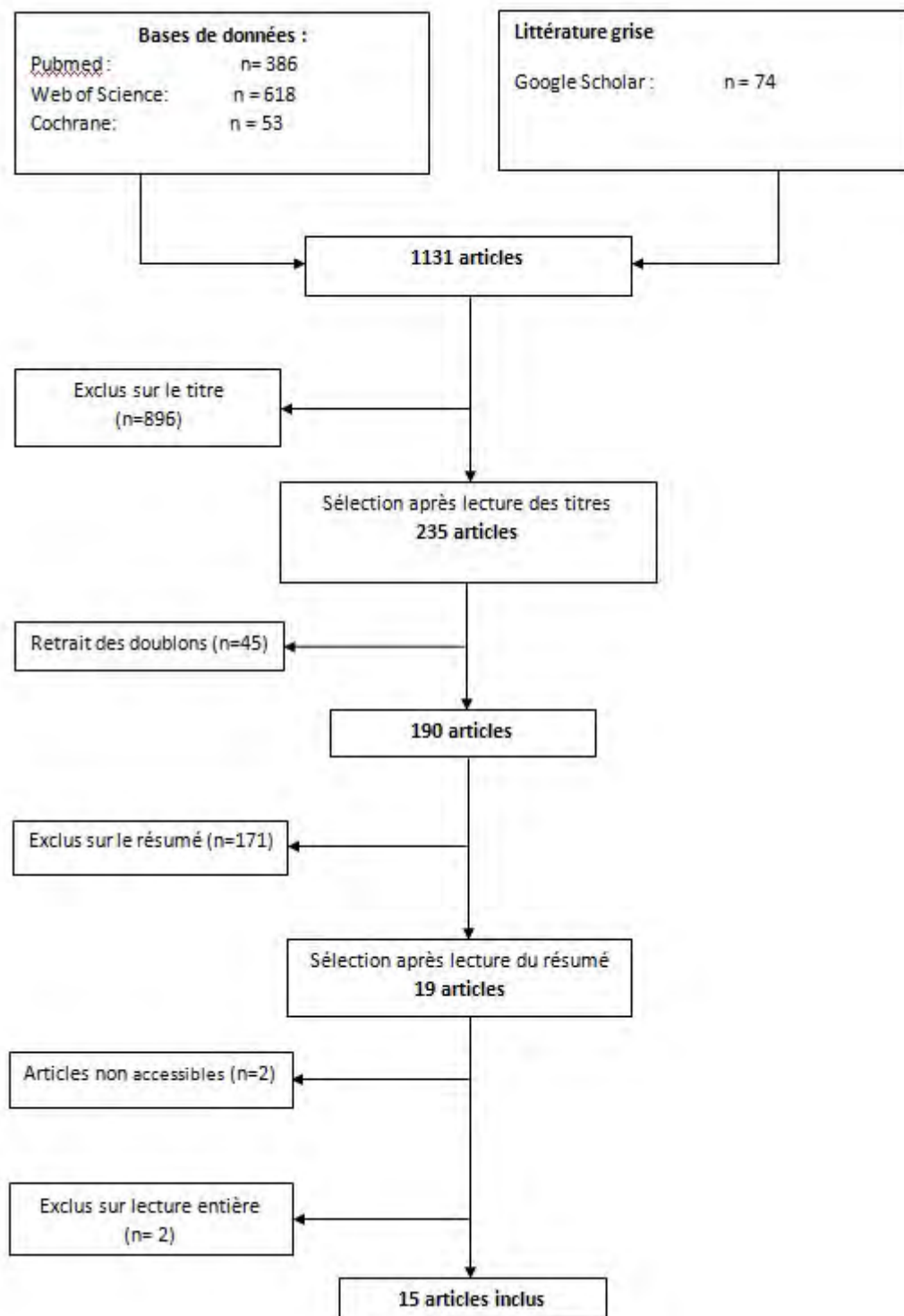


Figure 6- diagramme de flux

B) CARACTÉRISTIQUES DES ARTICLES SÉLECTIONNÉS

La recherche a retrouvé 1131 articles. Après lecture des titres, des résumés et exclusions des doublons nous avons gardé 19 articles. A chaque étape de la sélection, une mise en commun des articles a été faite.

Deux articles ont été exclus sur la lecture complète. L'article "Characterizing the resting metabolic rate ratio in ovulatory exercising women over 12 months" a été exclu car il n'aborde pas le RED-s et l'article « Authors' 2015 additions to the IOC consensus statement : Relative Energy Deficiency in Sport (RED-s) » car il n'exposait pas sa méthodologie. Deux autres articles ont été exclus car ils n'étaient pas accessibles via les bibliothèques universitaires et malgré des emails envoyés aux auteurs. Ce sont donc 15 articles qui ont été inclus dans notre étude. Le détail de cette sélection est exposé dans le diagramme de flux ci-dessus.

Une revue systématique de la littérature a été retenue. La qualité du rapport a été évaluée à 68.1% par la grille PRISMA. La qualité méthodologique a été évaluée à 30.3% via l'outil R-AMSTAR. Un essai clinique randomisé a été retenu : sa qualité évaluée avec la grille CONSORT est mesurée à 58%. Trois conférences de consensus et une recommandation de pratique clinique ont obtenues la note moyenne de 51.5% avec la grille AGREE-II. Dix études observationnelles ont été évaluées avec la grille STROBE : la note la plus haute, 81.8%, a été attribuée à 2 articles. La note la plus basse, 59.1%, a été attribuée à 2 articles. La moyenne des notes des 10 études évaluées par la grille STROBE est de 72.2%. Les grilles d'évaluations et d'extraction des données sont disponibles en Annexe 6 et 7.

C) CRITÈRES ANAMNESTIQUES, CLINIQUES ET ANTHROPOMÉTRIQUES.

La recommandation « Female athlete triad coalition consensus » (De Souza et al. 2014)(68) évaluée à 58.7% avec AGREE-II, encadre la triade et propose de repérer à l'interrogatoire les éléments suivants : le nombre de menstruation dans l'année écoulée, les antécédents de fracture de fatigue ou fracture à basse cinétique, recenser les blessures, les antécédents de trouble de l'humeur, la prise d'une contraception hormonale. Dans l'histoire du sportif il convient de rechercher l'âge du début de la pratique de la discipline et de la compétition, le volume et l'intensité de l'entraînement,

un tempérament perfectionniste. On recherche l'existence de reproches sur le mode alimentaire ou une pression pondérale par l'entourage du sportif. Les recommandations encadrant la recherche d'aménorrhée hypothalamique fonctionnelle (Gordon et al. 2017)(69) (évalué avec AGREE-II à 62.7%) qui propose les mêmes éléments d'anamnèse considère cet interrogatoire comme ayant un faible niveau de preuve.

Afin d'améliorer le diagnostic des troubles du cycle chez l'adolescente dans des centres médicaux, une étude publiée en 2022 (70) notée 61,4% sur STROBE, a proposé de façon systématique un questionnaire menstruel à l'entrée de chaque adolescente dans le parcours de soin de consultation en médecine du sport. Ainsi l'optimisation de ce questionnaire et sa systématisation par l'interface informatique avant la consultation médicale a montré une amélioration du diagnostic qui est passé de 2,6% à 20% pendant 1 an et ainsi une meilleure aide à la décision de prise en charge. Les items du questionnaire sont basés sur la définition des troubles du cycle selon les critères de la CIM10 et validés par l'OMS 2004, à remplir avec l'entraîneur ou un assistant médical avant la consultation avec le médecin.

Les critères cliniques associés à des troubles du cycle et une faible DMO sont : un IMC inférieur à 18.5kg/m² chez l'adulte, et chez l'adolescente jusqu'à 20 ans, on utilisera le seuil limite d'un poids inférieur à 85% du poids corporel attendu (Thralls et al. 2016) (71), c'est-à-dire le poids correspondant à un IMC médian pour l'âge et la taille. Les autres éléments cliniques qui peuvent être en lien avec un déficit énergétique sont : une perte de poids de 10% en un mois ; une hypotension orthostatique, un lanugo, une hypercaroténémie, un œdème des parotides, et une hyperkératose des interphalangiennes proximales dorsales en tant que signes en faveur de la présence de troubles de la conduite alimentaire.

Les outils anthropométriques permettant la mesure de la masse grasse et aidant au diagnostic de déficit énergétique retrouvés au cours de notre recherche sont les suivants : L'impédancemétrie, la pléthysmographie par déplacement et la méthode de mesure des plis cutanés sont validés (Gordon et al. 2017) (69) mais le Gold Standard reste l'absorptiométrie biphotonique à rayon X. Cette mesure renseigne sur la masse grasse, la masse maigre et la densité osseuse. L'absorptiométrie biphotonique à visée ostéodensitométrie est recommandée (69) (71) dans les situations suivantes :

- Après 6 mois d'aménorrhée secondaire.

- En cas d'antécédents de trouble du comportement alimentaire ou signes de dénutrition.
- En cas d'antécédents de fractures de fatigue.
- Ménarche après 16 ans.
- IMC inférieur à 18,5 kg/m² ou un poids inférieur à 85% du poids idéal de l'adolescente.

Cette recommandation a un niveau de preuve modérée. L'American College of Sports Medicine (ACSM) préconise également de réaliser l'examen après 6 mois d'aménorrhée. Une densité minérale basse est définie comme un Z score inférieur à -2 pour l'Endocrine Society et comme un Z score inférieur à -1 pour l'ACSM qui considère que l'on attend une densitométrie plus haute chez un athlète. Les femmes en aménorrhée secondaire ont une densité minérale osseuse significativement plus basse (Heikura et al.2018) (72). Il existe également une corrélation avec un odds ratio significatif à 3.2, entre un pourcentage de masse grasse inférieur à -1 écart type (soit inférieur à 17.7% du poids du corps) et la présence d'un trouble du cycle chez l'adolescente (Thralls et al. 2016) (71). Concernant les troubles du comportement alimentaire, troisième axe de la triade, on trouve paradoxalement qu'ils sont trois fois plus présents chez les athlètes présentant un pourcentage de Masse Grasse supérieur à la moyenne et notamment au-dessus de 31.5%. Les auteurs l'expliqueraient par la sous déclaration de comportements alimentaires anormaux de la part des adolescentes à la morphologie plus fine.

Un Poids Corporel Idéal inférieur à 85% de sa valeur attendue chez l'adolescente est corrélé significativement à 3.7 fois plus de chance de présenter des troubles du cycle et 2.6 fois de présenter une ostéopénie (71). Cet outil est applicable à tout âge avec la formule de Hamwi. L'Indice de Masse Corporel selon les abaques adaptés à l'âge chez les adolescentes en dessous du 5^{ème} percentile, est corrélé à une densité osseuse basse <-1 Z-Score avec un odds ratio à 10 (71). Et les adolescentes ayant un IMC en dessous du 5ème percentile et chez celles entre le 5ème et le 49ème percentile, on trouve un risque respectivement 9 fois et 2 fois supérieur de présenter des troubles du cycle menstruel.

D) CRITÈRES PARACLINIQUES

Le délai limite de suspicion d'une aménorrhée hypothalamique fonctionnelle (AHF), est suggéré dans les recommandations de Endocrine Society noté à 62,7% avec la grille AGREE-II (69) pour des cycles menstruels allongés de plus de 45 jours et/ou d'aménorrhée de plus de 3 mois chez l'adolescente et la femme antérieurement réglée (qualité de preuve faible). Ce seuil de 45 jours est choisi en rapport avec la durée du cycle maximum acceptable chez l'adolescente pendant la première année des menstruations.

-> Hypo-œstrogénie : Le bilan sanguin hormonal est recommandé pour rechercher une hypo-œstrogénie, dans 2 études (69)(68). Les dosages sanguins suggérés par les experts de Endocrine Society sont : bétaHcG, ionogramme sanguin, NFS, glycémie à jeun, urée, créatininémie, bilan hépatique, CRP ou VS ; LH FSH Œstradiol, T3 T4 et TSH AMH (Recommandation d'un fort niveau de qualité). En cas de suspicion d'hyper androgénie clinique se rajouteront au bilan, le dosage de la testostérone, de la DHEAS et à 8 heures du matin de la 17hydroxyprogesterone en cas d'hyperplasie surrénale congénitale.

-> Imprégnation oestrogénique : Le test diagnostique à la progestérone en prise orale, est utilisé pour donner une information supplémentaire à propos de l'exposition oestrogénique de l'endomètre. Les options sont la médroxyprogestérone 10mg pendant 5 à 10 jours ou la progestérone microdosée 200mg à 300mg/d pendant 10 jours.

-> Statut ovulatoire : Pour établir le statut ovulatoire de la femme sportive, une étude utilise le dosage hormonal des métabolites œstradiol et progestérone sur échantillon urinaire quotidien pendant un cycle menstruel(73)(Strock, Koltun et al. 2020).

-> Diagnostics différentiels : l'IRM cérébrale est prescrite devant l'association d'une hypo œstrogénie et l'antécédent ou persistance de céphalées afin d'éliminer une agénésie hypophysaire, un traumatisme de la tige pituitaire, une hémorragie(69).

L'échographie pelvienne est recommandée pour éliminer notamment des ovaires poly kystiques ou une tumeur ovarienne virilisante(69)(68) ou l'IRM pelvienne(69) pour préciser une anomalie anatomique.

-> Reflet d'un métabolisme hormonal et énergétique altéré :

Le taux de T3 : en 2018, l'étude de Heikura et al. (72) sur 59 coureurs d'Elite d'endurance (dont 35 femmes) a observé que les femmes en aménorrhée (37% des coureuses

d'endurance) ont une T3 significativement ($p < 0,05$) plus basse que celle en euménorrhée, une moyenne respective de 2,9pmol.l-1 et 3,4). Dans l'étude de Koltun, Williams et al. 2020(74), il n'est pas identifié de valeur seuil de T3 pour détecter une femme sportive à risque pour sa santé : avec l'outil CRA, il n'y a pas de différence significative de T3 entre les groupes autorisés avec sursis ou contre indiqués au sport.

Le profil lipidique et lipidomique : Une étude publiée dans Nature en 2020(75), de qualité 79,5% d'après la grille STROBE, montre que l'analyse lipidomique (bilan lipidique, glycerophospholipid, glycerolipides, sphingolipides...) a une valeur prédictive pauvre des états de déficit en énergie disponible (DED) ou d'AHF. Quatre paramètres HDL TG LDL et cortisol mesurés à jeun, montrent une association significative avec des profils lipidomiques identifiés (ainsi les statuts d'AHF et de déficit en énergie disponible):

- le taux de HDL retrouvé en moyenne à 1,79 mmol/l pour les patientes avec une énergie disponible (ED) suffisante et à 1,99 mmol/l pour celles en DED ($< 45\text{kcal/kg}$ masse non grasse /jour) et à 1,76 pour les patientes en euménorrhée contre 1,8 mmol/l pour les patientes en AHF.

- le taux de cortisol est retrouvée en moyenne à 478mmol/l pour les patientes avec une ED suffisante et à 458 chez celle en DED ; à 424 mmol/l pour celle en euménorrhée, et à 510 pour celle ayant une AHF.

L'évolution du taux TG sanguin en fonction de la répétition de l'exercice dans le temps semble différente en fonction de l'état d'euménorrhée ou d'AHF.

E) CARACTÉRISTIQUES ÉNERGÉTIQUES : PRISE ET DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE

Lorsque le poids corporel, ou l'IMC ne sont pas particulièrement bas, (68) le déficit en énergie disponible peut être calculé grâce à l'équation : thermogénèse où l'EI est l'énergie ingérée, et DEE est la dépense énergétique liée à l'exercice (68)(76). Une faible énergie disponible est considérée en dessous de 30kcal/kg MNG/jour.

L'article de 2018 du consensus du Comité Olympique International, (Mountjoy et al. 2018, (76) évalué à 33,1% avec la grille AGREE-II), s'accorde à dire que ce seuil n'est pas forcément prédictif d'aménorrhée chez toutes les femmes mais assez pour servir d'outil d'aide au diagnostic du RED's. Cela implique l'évaluation de la prise alimentaire et de la dépense énergétique, dont les méthodes sont encore imprécises : enquête alimentaire

sur 3, 4 ou 7 jours, ou un questionnaire de fréquence alimentaire ; mesure de la dépense énergétique grâce à un cardiofréquencemètre et un accéléromètre. Le Panels d'experts du CIO suggère d'estimer la DEE en kcal grâce à la formule = MET (équivalent métabolique) x poids (kg) x durées de l'activité (h) (détail des MET indexés dans 2011 Compendium of Physical Activities).

De plus, certains marqueurs sont associés au déficit en énergie disponible, avec lesquels il serait possible de s'orienter lorsqu'il n'y pas de perte de poids récente ou de trouble alimentaire évident : le taux de T3, le taux d'énergie métabolique au repos (RMR, resting metabolic rate) en kcal/jour, et le ratio $RMR_{\text{mesuré}}/RMR_{\text{prédit}} < 0,9$.

L'étude de Strock et Koltun de 2020, (73) évaluée avec la grille STROBE à 77,2%, a souhaité évaluer la précision des méthodes de prédiction du RMR ainsi que l'association et la prédiction du taux RMR_m/RMR_p au risque du syndrome de la triade. Un taux de $T3 < 1,12 \text{ nmol/l}$ et le statut ovulatoire sont utilisés dans la régression logistique pour déterminer si le ratio de RMR est prédictif du risque du syndrome de la triade : le rapport RMR_m/RMR_p est significativement associé à certains paramètres puisqu'il prédit dans 70% des cas une patiente ayant une T3 basse et dans 65% des cas une femme ayant une aménorrhée.

Le RMR mesuré est obtenu par calorimétrie indirecte en décubitus dorsale pendant au moins 30 minutes (après un repos de 30 à 45min). Le RMR prédit avec les équations de Cunningham 1991 et avec la méthode DXA surestime d'environ 10% le RMR mesuré chez les sportives, et le RMR prédit avec les équations Harris et Benedict et Cunningham 1980 de 20%. Le ratio RMR_m/RMR_p est ainsi retrouvé plus pertinent avec les équations DXA et Cunningham.

Des seuils de ratio modifiés à 0,94 avec l'équation DXA et de 0,92 avec l'équation Cunningham 1990, permettent d'obtenir une sensibilité d'environ 80% pour détecter une baisse de T3. Le seuil du ratio à 0,90 permet d'obtenir avec l'équation de Cunningham 1980, une sensibilité de 90% et spécificité de 41% ; et avec l'équation Harris et Bénédict, une sensibilité de 87% et spécificité de 43%.

Avec les méthodes de prédiction le RMR est surestimé surtout chez les femmes ayant un niveau de T3 le plus bas, soit chez les femmes en déficit énergétique. Cela s'explique par l'adaptation et la baisse du métabolisme de base chez les femmes en activité physique.

Les auteurs proposent d'utiliser le ratio RMR en tant qu'outil de dépistage du déficit énergétique en attendant un gold standard validé.

Dans l'étude transversale rétrospective de Koltun et al. 2020 (74) (évaluation STROBE 77,2%), s'intéressant à la validité de la modification de l'outil diagnostique CRA, les groupes classés autorisés provisoirement et contre-indiqués à l'exercice, ont un ratio RMR (Harris et Bénédicte) retrouvés $< 0,90$, correspondant à un déficit en énergie disponible. Quelque soit les équations Harris et Bénédicte, Cunningham ou DXA, il n'est cependant pas mis en évidence de seuil du ratio RMR pour distinguer significativement les groupes de risque, restreints ou contre indiqués à la pratique d'activité physique.

F) QUESTIONNAIRES DESTINÉS AUX PATIENTES.

La revue systématique de la littérature (Sim, Burns et al. 2021)(77) évaluée à 63,6% par la grille PRISMA recense les questionnaires permettant de mettre en évidence un RED-s ou une faible énergie disponible. Il présente leurs paramètres et leurs limites. Ces questionnaires peuvent être remplis directement par la patiente, ou bien au cours d'une consultation. Aucun ne prétend être un outil diagnostic mais permet d'orienter le clinicien.

Certains questionnaires cherchent avant tout à mettre en évidence un TCA, facteur de risque majeur de DED.

-Le Brief Eating Disorder in Athletes Questionnaire (BEDA-Q Annexe-1) (9 items) a une sensibilité de 82,1%, une spécificité de 84,6% et un coefficient Chronbach de 0.8. Il a été comparé au EDI-2 qui est valable dans le repérage des TCA. Le BEDA-Q a été validé dans la population d'athlète féminine jeune pour dépister des facteurs de risque de DED que sont les préoccupations du poids et de la silhouette et les habitudes alimentaire. Il est le seul en adéquation avec les critères du DSM V de 2013.

-Le Eating Disorder Examination Questionnaire (EDE-Q) (28 items) est validé dans une population féminine non active pour la recherche de TCA. Il a une sensibilité de 83%, une spécificité de 96% et un coefficient Chronbach 0.93. Il recherche les anomalies du comportement alimentaire et des pratiques du sport. Il n'est pas étalonné pour mesurer un DED directement malgré que certains auteurs l'utilisent comme tel (Thralls, Nichols et al 2016)(71)

-Le Eating Disorder Inventory (EDI-2) - Drive for Thinness (DT) (7 items). Il s'agit d'une sous-catégorie de 7 questions d'un questionnaire en comportant 91. Les conduites de minceur sont corrélées à des mesures biologiques associées à un DED, ce questionnaire pourrait permettre de l'appréhender. Le questionnaire original est validé dans la population féminine et a une sensibilité de 86%, une spécificité de 80% et un coefficient Chronbach de 0.8, la sous-catégorie n'a pas été évaluée en tant que telle.

-Le Eating Disorder Screening for Primary Care (ESP) (5 items). Il a été validé pour la recherche de TCA en soin premier chez les étudiants contre le SCOFF qui a lui une sensibilité de 100%. En revanche lorsque comparé au BEDA-Q, il retrouve 12.3% de TCA dans l'échantillon contre 39% pour le BEDA-Q dont la trame est plus exhaustive.

-Le Meal Attitude and Body Weight Questions se compose de 2 questions et est à destination des lycéens pour rechercher un risque de DED. Ce questionnaire a retrouvé moins de 3% de lycéens à risque de DED, probablement en dessous de la valeur réelle. Les items recherchent le souhait de perte de poids et le nombre de repas par jour.

-Le Three-Factor Eating Questionnaire (TFEQ) – Dietary cognitive restraint (51 items). Ce questionnaire a une sensibilité de 72%, une spécificité de 70% et un coefficient Chronbach de 0.71. Il n'a pas été développé en population sportive. Il recherche la restriction alimentaire, la désinhibition et la faim.

Certains questionnaires recherchent de façon plus élargie les facteurs de risque du RED-s et de DED.

-Le Female Athlete Triad Screening Questionnaire (12 items). Construit en 2008 par Montjoy, ses caractéristiques n'ont pas été déterminées. En cas de réponse positive à une question, des recherches approfondies doivent être menées.

-Le Low Energy Availability in Females Questionnaire (LEAF-Q Annexe 3) (25 items). Il a une sensibilité de 78% et une spécificité de 90%, pour un score seuil $\geq 8/25$. Le coefficient Chronbach est de 0.71 selon Sim et al 2021(77) ou 0.86 selon Melin et al 2014(78). Il recherche la fréquence des infections et blessures, la présence de trouble menstruel et symptômes reliés à un DED mais n'évalue pas les habitudes alimentaires et sportives. Il est validé chez l'athlète féminine d'endurance mais n'a pas été évalué pour d'autres catégories de sportif. Il est le test le plus employé. Il ne prend pas en compte les athlètes qui ont une contraception hormonale. Heikura et al. (2018)(72) démontre qu'un score élevé du LEAF-Q est corrélé significativement à une DMO basse. L'utilisation du LEAF-Q

pour la recherche de DED obtient des résultats plus près de la réalité du déficit énergétique chronique que la mesure d'énergie disponible ponctuelle (72).

-Le Triad Consensus Panel Screening Questions by the Female Athlete Coalition (11 items) (Annexe 2) (Joy et De Souza)(68)n'a pas été validé. Il ne propose pas de score seuil. Il s'agit du questionnaire préliminaire à l'évaluation par le « Cumulativ Risk Assessment Tool » l'outil CRA. Il évalue les comportements alimentaires, l'image du corps, le cycle menstruel et la santé osseuse.

-Le Healthy Wisconsin High School Female Athlete Survey de Young et al. (2018)(79) évalué à 59.1% par la grille STROBE. Il y a une tendance à une meilleure discrimination des troubles du cycle avec le HWHSFAS (23 items) par rapport au questionnaire PPE 5eme édition qui est le questionnaire de référence avant une consultation d'aptitude. Cette différence n'est pas significative. Les adolescentes prêtent peu attention aux irrégularités du cycle. Les athlètes utilisant une contraception hormonale ont été exclus de l'étude. Cet article présente des biais de déclaration car le questionnaire a été rempli avec les parents et des biais de mémoire (évaluation rétrospective des symptômes et délais entre le remplissage des deux questionnaires comparés).

-Le RED-S Specific Screening Tool (RST) (31 items). Ce questionnaire peut être utilisé dans une large population. Il prend en compte le cycle menstruel, le niveau d'activité, le régime alimentaire, les blessures, les effets physiologiques et psychologiques, la santé osseuse. Ses items sont mieux compris par les adolescents notamment avant 15 ans d'après l'étude de Davellar et al. 2020 (80), évaluée à 58.0% avec la grille CONSORT. La recherche de la corrélation de Pearson est significative avec le PPGE pour la sous partie « trouble du cycle ». Le score du RST est prévu pour être adapté à l'adolescente réglée ou non. Ce questionnaire pourrait être utilisé par tout l'entourage de la sportive. Ces questionnaires sont soumis à des biais de mémoire et de déclaration.

G) OUTILS DIAGNOSTICS DESTINÉS AU MÉDECIN

Les deux algorithmes, outils de dépistage et d'aide à la prise en charge de la sportive sont proposés ce jour : le CRAT (« Clinical Risk Assessment tool»)proposé par le comité d'experts (De souza et al.) (68)pour repérer les signes de la triade (Annexe 4), et le RED's CAT (RED's Clinical Assessment Tool) (Annexe 5) proposé par un consensus d'expert du

COI (Mountjoy M. 2014 ; 2015) pour repérer les critères de déficit énergétique relatif à la sportive.

Selon l'étude de Holtzman et al. 2019, (81)(de qualité notée avec la grille STROBE à 61,4%), les outils Triad CRA (De souza 2014) et le RED-s CAT (Moutjoy 2015) concordent sur le niveau de risque pour 55.5% des athlètes sélectionnées, (n=1000) pratiquant plus de 4heures de sport par semaine les 6 derniers mois. La concordance de classement des 2 outils augmente à 64,3%, en considérant uniquement les athlètes ayant un résultat DMO. Pour une autre étude de Koltun et al. 2019 (82)(qualité avec grille STROBE 77,2%) les 2 outils sont concordants pour 41,6% des décisions du niveau de risque. Pour cette étude, il s'agissait de l'analyse rétrospective de 166 femmes sportives pratiquant plus de 2 heures par semaines, en bonne santé sans diagnostic de TCA en cours et sans traitement.

Selon Holtzman et al. 2019,(81)l'outil CRA identifie moins d'athlètes à risque élevé (modéré et haut) que l'outil RED'S: 24,9% des athlètes à bas risque pour le CRA sont classés à moyen risque pour l'outil REDS ; 1,6% des athlètes classé à bas risque avec l'outil CRA sont classés à haut risque pour l'outil RED's. Cela est expliqué notamment par un décalage de facteur de risque entre les 2 outils : la classe haut risque pour l'outil RED's contient des femmes principalement avec des facteurs qui ne sont pas présents dans le CRA comme les anomalies à lecture de l'ECG (bradycardie) et des facteurs inflexibles du TCA. Avec l'outil CRA, le clinicien choisit de classer l'athlète dans le moyen ou haut risque, s'il considère que le TCA n'est plus d'actualité ; alors qu'avec l'outil RED's l'athlète est automatiquement classée à haut risque : c'est le cas pour 1,8% des athlètes classées à moyen risque non contre indiqué au sport avec le CRA mais à haut risque et contre indiqué avec l'outil RED's sur critère TCA. Les auteurs soulignent la nécessité d'un besoin de clarté sur les facteurs de contre-indications à la pratique sportive étant donné la gravité des conséquences de la poursuite de l'activité avec un TCA ou un déséquilibre alimentaire.

Paradoxalement, l'étude Koltun et al. 2019(82) retrouve que l'outil CRA oriente vers la surveillance d'un plus grand nombre de femme par rapport à l'outil RED's : la proportion de femmes est significativement différente entre les 2 outils pour les groupes classés dits à faible et moyen risque. Une différence notable entre les 2 outils se porte sur la définition du retard de l'âge de ménarche fixé à partir de 15 ans pour l'outil CRA et après 16 ans pour l'outil RED's. Selon l'outil CRA les femmes classées à moyen et haut

risque présentent respectivement dans 9,7% et 71,4% des cas un antécédent de retard de ménarche alors que selon l'outil RED's, elles ont 3,2% et 18,8% des femmes présente cet antécédent.

Le critère aménorrhée est défini différemment selon l'outil CRA il est positif si au moins 3 mois sans cycle et selon l'outil RED's il est positif s'il y a au moins 6 mois sans cycle. Dans cette étude les questionnaires TEFQ et EDI sont choisis pour évaluer le risque de faible ED et dépister un TCA, car les recommandations Triad Coalition n'ont pas donné d'instruction pour remplir ce critère. D'autre part les deux outils ne sont pas flexibles si la femme prend une contraception hormonale ou il existe un manque de données telles que le DXA.

Pour tenter d'améliorer l'algorithme de l'outil CRA, dans une étude en 2020 (74)(qualité 72,2% avec la grille STROBE) les auteurs Koltun, Williams et de Souza proposent d'adapter des items et de définir objectivement la restriction alimentaire : si le résultat de mesure de DMO est indisponible, de le remplacer par le résultat du critère « retard de ménarche » ; si il y a une impossibilité de réponse au critère menstruel oligo/aménorrhée par prise d'une contraception hormonale et si elle n'est pas indiquée pour réguler des cycles, de le remplacer par le résultat du critère de faible ED (EDI, TFEQ). Les auteurs ont choisi ces adaptations car elles n'entraînent pas de différence significative de la proportion des femmes dans les groupes de risque par rapport à la version initiale de l'outil de référence (De Souza et al. 2014) et correspondent aux proportions les plus faibles de femmes qui changent de catégorie de risque. Si les 2 critères sont manquants le fait de les remplacer par la combinaison des deux critères choisis n'a pas entraîné de différence significative des proportions de groupe de risque ; cependant les changements orientent vers un groupe de risque moins sévère et donc vers moins de prudence et une potentielle sous-estimation du risque. L'intitulé « conduite de restriction alimentaire » est proposé comme plus adaptée que « faible énergie disponible ».

En effet pour détecter une altération des fonctions endocrino-métabolique et de la santé osseuse, l'étude de cohorte de 59 athlètes de course d'élites (72)(Heikura et al. 2018 noté à 77,3% avec STROBE) montre que l'analyse des symptômes grâce aux LEAFQ, et aux scores de risque de la triade (CRA) est plus précise que le calcul de l'énergie disponible basé journal d'entraînement et l'enquête alimentaire. La T3 était significativement différente entre les groupes à risque modéré et haut selon l'outil CRA (respectivement 3,5

et 2,7pmol/L en moyenne) et le nombre de fracture était significativement différent et plus nombreux pour le groupe à haut risque par rapport au groupe bas risque. En revanche, selon l'outil RED's, la T3 n'était pas significativement différente entre les groupes de risque chez les athlètes femmes. Selon l'évaluation de déficit énergie disponible (basse si $<30\text{kcal}\cdot\text{kg FFM/j}$) il n'est pas retrouvé de différence significative pour les concentrations hormonale T3, E2 ni le Z-score du rachis lombaire entre les groupes faible ED et une ED modérée. En revanche, il est mis en évidence que le critère clinique qu'est l'aménorrhée est significativement associé à des concentrations hormonales basses de T3 et E2, à un Z score du rachis lombaire abaissé et à des blessures ou fracture de fatigue par rapport à des athlètes en euménorrhée.

IV- DISCUSSION :

Cette revue systématique de la littérature permet de faire une synthèse des connaissances sur les moyens d'identification du syndrome de la triade de l'athlète et cette notion de déficit énergétique relatif à l'activité physique et au sport. Elle vise à étoffer une aide au repérage des signes de ce syndrome ; cela, dans le but d'élaborer une aide lors de la consultation, pour la prise en charge diagnostique de la femme et adolescente sportive en soin premier. Il n'existe pas d'outil validé pour la pratique du médecin généraliste. A notre connaissance, il s'agit de la première revue systématique de ce type.

Des articles de qualités diverses ressortent de cette revue. Il s'agit de beaucoup de recherches expérimentales amenant des preuves statistiques significatives mais issues d'articles de faible niveau de preuve, comme les études observationnelles rétrospectives, quoique de méthodologie correcte.

A) ÉLÉMENTS MARQUANTS SUR LE PLAN MÉDICAL

La triade de la sportive est un diagnostic concret. Il dépend de trois critères identifiables de façon objective : une aménorrhée, un déficit énergétique et une ostéoporose.

Le mode d'entrée dans ce diagnostic est inhérent à la pratique d'une activité physique ou sportive ; il s'agit notamment des activités où l'IMC bas est un critère lié à la performance. D'autant plus que ce diagnostic est prévalant au-delà d'un certain volume horaire consacré. Le volume horaire moyen de pratique physique avoisine les 8 heures par semaine, dans la population de sportive de l'étude Koltun et al. 2019. La définition d'une pratique sportive intensive varie dans la littérature, elle peut être définie pour une quantité horaire hebdomadaire allant de 5 heures jusqu'à 12 à 18 heures (Ronchcondar et Rivière, 2013). En pratique nous pourrions retenir un seuil autour de 9h de pratique hebdomadaire qui nécessite une surveillance accrue de ces pratiquantes.

Notre travail soulève toutefois un paradoxe : d'une part la médecine basée sur les preuves recommande l'activité physique pour traiter l'ostéoporose, contrôler la prise de poids et traiter les aménorrhées liées au surpoids ou au stress ; et d'autre part, la pratique sportive intense peut amener à une situation de déficit énergétique, d'aménorrhée, et d'ostéoporose. Toute la subtilité se trouve dans la notion d'équilibre de l'hygiène de vie, de la prise alimentaire adaptée à la quantité de la pratique physique et sportive et du volume hebdomadaire d'heures d'activité physique et de son intensité sur les grands équilibres physiologiques.

Chaque critère de ce syndrome est un continuum entre le normal, l'adaptation métabolique et le pathologique. La mise en évidence du syndrome repose sur un faisceau de symptômes et d'arguments paracliniques.

Le critère aménorrhée est peu spécifique au syndrome de la triade mais reste l'élément diagnostic le plus visible et pertinent. La triade est intriquée avec l'Aménorrhée Fonctionnelle Hypothalamique qui est un diagnostic d'élimination. Nous retenons l'importance d'éliminer les diagnostics prévalents, notamment la grossesse et le syndrome des ovaires polykystiques (SOPK). Il faut garder en tête que la triade de l'athlète et le SOPK peuvent coexister et que le rétablissement de l'équilibre énergétique ne pourra pas être évalué sur le retour de cycles réguliers à cause du SOPK sous-jacent.

La prise de contraception hormonale, fréquente chez la sportive, peut elle aussi masquer cet élément clinique principal. Certains articles expérimentaux ont proposé de stopper cette contraception pour évaluer le bon retour d'un cycle. Nous ne retiendrons pas cette démarche. Un traitement hormonal est donné à visé contraceptive, le suspendre ne nous

semble pas raisonnable en raison du risque de grossesse. Par ailleurs la reprise d'un traitement hormonal après une fenêtre de quelques semaines, réexpose la patiente au risque de thrombophlébite que l'on sait plus élevé au début du traitement. La plupart des outils explorés pour l'aide au diagnostic du médecin sont mis en défaut en cas de contraception. Pour améliorer l'outil CRA, l'étude de Koltun et Al. (2020), propose en cas de contraception hormonale de remplacer l'item "cycle menstruel" par celui des "comportements de restrictions alimentaires" qu'ils explorent par les questionnaires EDI ou TFEQ. Or ce remplacement par la répétition d'un autre critère, est choisi de façon statistique pour entrainer le moins de différences significatives par rapport à l'outil de base. Une adaptation statistique semble limitante pour la pertinence clinique et dans la vision diagnostique polymorphe de la triade ; d'autant plus que cela est réalisé de façon rétrospective.

L'autre élément notable est que ce symptôme n'est pas systématiquement reporté par la patiente qui ne s'en plaint pas : en effet, ne pas avoir de menstruation peut être perçu comme confortable pendant sa saison sportive lors des compétitions. Raison pour laquelle faire un screening systématique avant une consultation médicale, par un questionnaire, permet d'augmenter le taux diagnostique (Daniel et al. 2022).

La Densité Minérale Osseuse ne sera pas accessible lors d'une première consultation. Pourtant le Z-score est nécessaire à affirmer le diagnostic et est un critère dans tous les outils transversaux d'aide au diagnostic de la triade et du RED-s. Cet examen est rarement demandé en médecine générale dans la population jeune. La mise en évidence d'une ostéopénie, principal danger de la triade, pourrait aider l'athlète à prendre conscience du déséquilibre imperceptible et involontaire dans lequel elle se trouve. En plus de créer une alliance thérapeutique avec la patiente, le médecin détient un élément objectif du degré de sévérité du trouble, bien que non symptomatique. Avant d'atteindre l'aménorrhée, les cycles deviennent anovulatoires puis s'allongent. Il existe donc souvent une longue période de carence oestrogénique asymptomatique mais délétère pour l'os, d'où l'importance de cet examen.

Dans le but d'évaluer le critère de déficit énergétique, les questionnaires destinés à la patiente qui ressortent de cette revue sont, le LEAF Q pour dépister les symptômes

du déficit énergétique relatif à une pratique sportive ; et le BEDA Q pour révéler une restriction alimentaire chez la sportive. Lors de l'examen clinique, il est indispensable de s'intéresser simplement à ses critères anthropométriques l'IMC et le PCI (Poids Corporel Idéal) surtout valable pour l'adolescente. La perte de poids est un mode d'entrée notable dans la triade. Attention, chez la femme adulte un IMC normal peut être concomitant avec la triade notamment lorsque le déséquilibre énergétique est récent. Initialement il n'y a pas de perte de poids mais celui-ci peut apparaître sur du long terme. La méthode des plis cutanée pour l'estimation de la masse grasse est un autre indicateur.

L'analyse du bilan biologique par le profil lipidique prétend refléter un déficit énergétique et une aménorrhée, de façon non spécifique. Dans l'étude de Verga et Al. (2020) les taux de HDL et de cortisol sont significativement plus élevés chez les athlètes en déficit énergétique et celles en aménorrhée ; cela est en adéquation avec le reste de la littérature pour le taux de cortisol (Adam T. 2014). En revanche le taux de LDL reste inchangé dans cette étude ce qui n'est pas cohérent avec la littérature qui observe une hausse de LDL chez les patientes en aménorrhée. L'analyse du lipidome (analyse fine des lipides), n'est pas pertinente pour détecter une patiente dans une situation de déficit énergétique. La dyslipidémie, facteur de risque cardio-vasculaire, n'est à ce jour pas corrélé à une majoration du taux de morbidité chez l'athlète, ce qui n'en fait pas un enjeu majeur de la triade. Si des tendances existent, un seuil ne peut pas être déterminé.

Un taux de T3 basse est aussi corrélé à l'aménorrhée et indirectement au déficit énergétique chez l'athlète. L'étude Heikura et Al. (2018) retrouve une T3 moyenne dans la population d'athlète euménorrhéique à 3.5pmol/L contre 2.7pmol/L en cas d'aménorrhée. Un seuil ne peut toujours pas être donné ici, mais il est intéressant d'avoir un ordre d'idée de la tendance.

Le **calcul de l'énergie** disponible par l'évaluation de la dépense énergétique au travers du journal d'entraînement et de la prise énergétique par l'enquête alimentaire ressort moins sensible pour détecter la triade que les questionnaires LEAFQ et l'outil CRA d'après Heikura et al. 2018. Le calcul des calories dépensées par le métabolisme de repos (ratio metabolic rate, RMR) et celui du ratio du RMR mesuré / RMR prédit sont des outils valables pour détecter des femmes sportives en déficit énergétique. En deçà d'un seuil de 0,9 à 0,94 selon les équations utilisées, est évoqué le déficit énergétique, avec une

sensibilité autour de 80% mais une spécificité faible. Ces calculs sont difficiles à appliquer en routine et restent réservés au domaine de la recherche.

B) FORCES ET LIMITES

- Les forces :

Cette revue de la littérature est la première étude recherchant à mettre en application les connaissances actuelles pour rechercher la triade de l'athlète en consultation de médecine générale.

Nous avons suivi les recommandations PRISMA, et chaque étape a été réalisée indépendamment par les deux auteurs depuis la sélection des études jusqu'à l'évaluation des articles et l'extraction des données. Cette méthodologie limite les biais de sélections, les biais de mesures et les biais de recueil. L'évaluation de chaque article selon des grilles reconnues (PRISMA, STROBE, AGREE-II) permet la pondération des résultats dans notre revue en fonction de sa valeur. Certains de ces quinze articles étaient de haute qualité et présentaient des résultats d'un niveau de preuve satisfaisante. Ces données nous permettent d'étayer la pratique médicale vers une amélioration diagnostique.

Nous ne déclarons ni financement ni conflit d'intérêt qui auraient pu être susceptibles d'avoir influencé nos résultats.

Cette revue s'inscrit dans la continuité du courant de volonté scientifique en vue de l'amélioration du repérage diagnostic, soulevé par les auteurs des articles.

- Les limites :

Seuls les articles en français et en anglais ont été inclus dans cette revue, ce qui a pu créer un biais de sélection en excluant des articles de recherche en allemand. La totalité des articles retenus sont anglophones. La compréhension de leur méthode et de leurs résultats a pu engendrer un biais d'interprétation.

Cinq articles sur quinze sont des études observationnelles rétrospectives. Leurs méthodologies est correcte mais le niveau de preuve fourni est bas.

Très peu de publications mentionnent le soin premier et nous avons choisi d'élargir notre recherche avec des mots clefs non restrictifs. C'est au moment de l'inclusion des articles puis de l'extraction des données que nous avons retenu les éléments pouvant être mis en avant en médecine générale, afin d'établir une synthèse adaptée à notre pratique. Ce qui

a pu engendrer un biais de mesure, à priori contrôlé par la réalisation indépendante de chacune des étapes par les deux chercheurs.

En revanche l'hétérogénéité du type d'articles est peut-être un facteur limitant dans la généralisation et la synthèse des résultats.

La fourchette d'âge choisie est large, de 12 ans à la femme adulte, pour être à l'image de la patientèle de médecine générale. Certains articles sélectionnés évaluent des questionnaires remplis par les patientes adolescentes elles-mêmes ou avec l'aide d'un tiers comme les parents ; cela peut amplifier les biais de compréhension et de déclaration. Les questionnaires ont souvent des questions rétrospectives sur l'année passée ou le début de l'âge de ménarche, ce qui peut engendrer des résultats avec des biais de mémoire quelque soit la catégorie d'âge. Cependant la méthode idéale de la cohorte prospective visant une optimisation de l'identification de la triade chez les athlètes féminine est difficile à mettre en place car long à démontrer dans le temps.

C) APPLICATION POUR LE MÉDECIN GÉNÉRALISTE

Nous avons vu que la prévalence de la triade de l'athlète est estimée entre 10 et 50% selon la discipline. Cet état de santé est largement sous diagnostiqué et sous-évalué, d'une part parce que les médecins généralistes n'y sont pas sensibilisés, d'autre part parce que la présentation de la triade est souvent occultée. Des points de vigilances sont ainsi à connaître pour mieux identifier cette maladie invisible : nous devons la suspecter devant des motifs de consultation variés tel qu'une perte de poids, une fracture de fatigue, des blessures à répétition, une baisse des performances inexplicée. L'aménorrhée est rarement un motif de consultation car elle est vue comme un confort et une normalité par ces athlètes.

L'interrogatoire est donc essentiel pour approcher la triade en dehors de ces symptômes amenant le sportif à risque durant la consultation. Il faut être vigilant dans les disciplines où une silhouette fine est valorisée telles que la danse ou la natation synchronisée, les disciplines au rapport poids-puissance optimal telles que le cyclisme ou la course d'endurance, et les disciplines à catégorie de poids telles que le judo ou la boxe. Au-delà du type d'activité physique, le tempérament de l'athlète et ses habitudes d'entraînement

sont à prendre en compte : la recherche de performance, la fréquence et l'intensité des entraînements.

Dans cette population de femmes à risque, rechercher systématiquement un ou plusieurs éléments de la triade permet d'améliorer le repérage. Le point le plus pertinent est l'interrogatoire abordant la régularité des cycles, leur durée ou leur absence. Ceci est rendu difficile chez l'athlète avant l'âge des règles, lors de la 1ère année de mise en place du cycle ou en cas de contraception hormonale mais aussi par la banalisation de l'absence de règles chez la sportive ou simplement par inattention.

Nous évaluerons le déficit énergétique par la recherche de conduite de minceur, d'une volonté de perte de poids, de restriction alimentaire. Les injonctions de minceur peuvent être implicites ou bien être une véritable pression de la part de la famille ou du coach. L'aspect nutritionnel de la triade doit être approfondi dans les situations où le statut menstruel ne peut pas être établi. Le questionnaire BEDA-Q, 9 items, est le plus adapté dans le cadre de la triade pour évaluer les troubles des conduites alimentaires. Nous ne le retenons pas pour usage systématique car les questionnaires sont difficiles à intégrer dans la pratique d'un médecin traitant.

Sur le plan clinique, l'IMC est l'élément le plus pertinent, soit la stabilité du poids au fil du temps. Il révèle le déficit énergétique chez la personne adulte. Un seuil d'alerte à 18.5kg/m^2 peut être retenu. Pour l'adolescent la recherche du Poids Idéal inférieur à 85% peut être approchée par plusieurs formules. En pratique cette limite basse de poids idéal correspond environ au 10^{ème} percentile de l'IMC pour l'âge. C'est ce critère que nous proposons de retenir. Une perte de poids de 10% en un mois est aussi un signe d'alarme. La pesée et la mesure par le médecin de soins premiers sont les éléments les plus simples et concrets de l'évaluation de la triade et ne sont pas à risque de sous déclaration. Le pourcentage de masse grasse estimé par la mesure des plis cutanés nécessite des instruments spéciaux et la maîtrise de l'algorithme de calcul. Cet indicateur est valable mais difficile à mettre en place en consultation de routine. Une tension artérielle basse et une bradycardie sont aussi des arguments.

Au cours de la consultation, il semble important de nommer et d'expliquer la triade et ses conséquences à l'athlète donc à la patiente. En entendant être considéré comme une sportive, nous renforçons l'alliance avec la patiente. Il convient aussi d'évoquer le risque

de fracture à court terme et de baisse des performances au cours de la saison. Les enjeux à plus long terme pouvant être trop abstraits pour la patiente.

Le médecin de soins premiers peut aussi étayer son hypothèse avec les examens complémentaires suivants :

L'ostéodensitométrie mesure le niveau de gravité de la triade. Elle est remboursée à tout âge pour les pathologies ostéopéniantes, ce qui est le cas de la triade. Mettre en évidence une ostéopénie peut aider l'athlète à prendre conscience de ce trouble invisible et méconnu. Avant d'atteindre l'aménorrhée il peut exister une longue période de cycles allongés ou anovulatoires et donc de carence en œstrogène. Le capital osseux de la femme se joue à l'adolescence et au début de l'âge adulte. Nous proposons de demander une ostéodensitométrie rapidement, en cas de suspicion de la triade et après avoir éliminé une grossesse.

L'échographie pelvienne éliminera un SOPK ou une anomalie utérine.

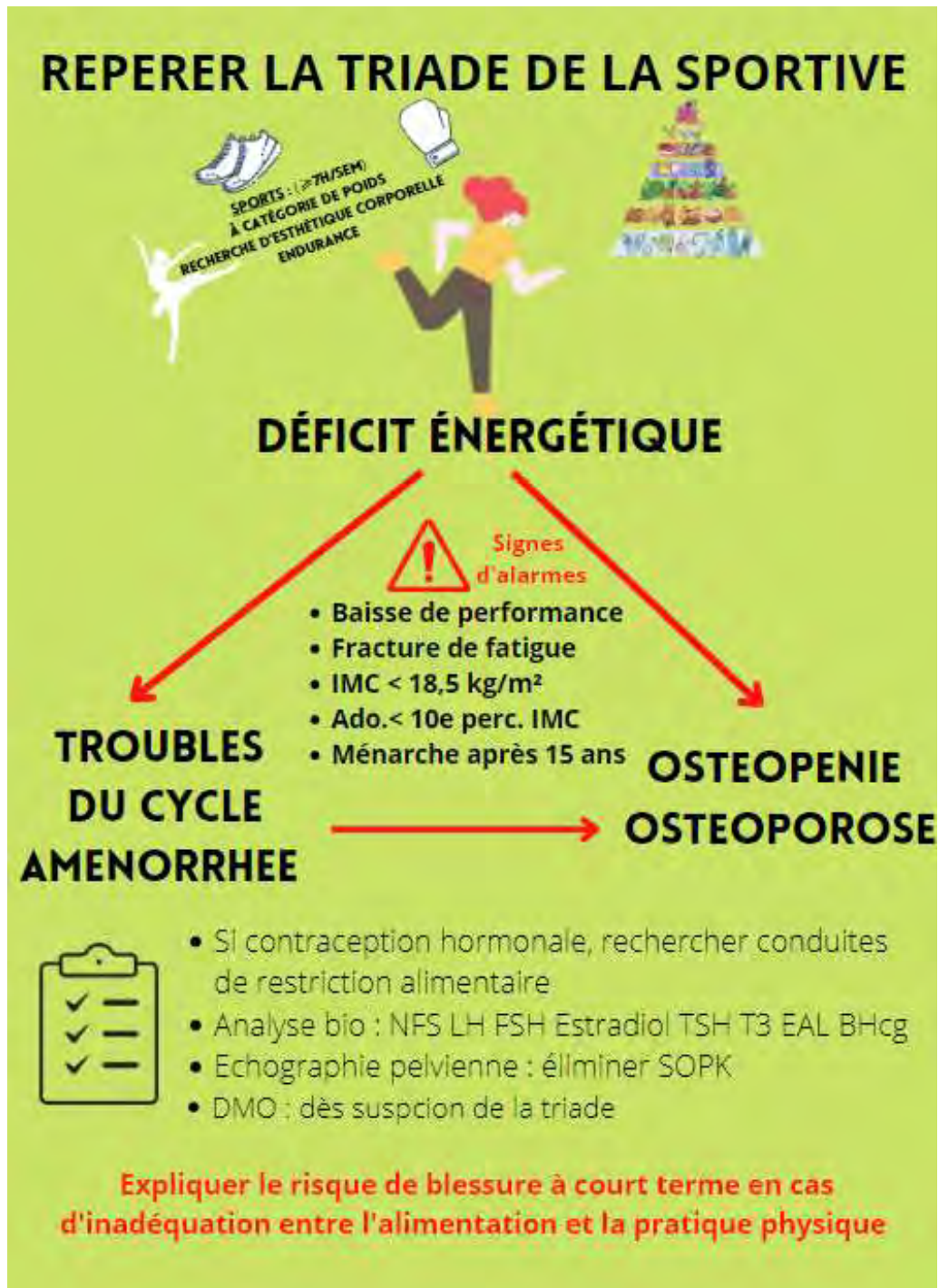
Un bilan biologique peut être demandé contenant NFS, CRP, BHCG, LH, FSH, œstradiol, TSH, T3, glycémie, EAL. Il doit être réalisé à jeun et en début de cycle. En cas de triade on s'attend à retrouver un dosage des hormones sexuelles et thyroïdiennes dans les limites basses. L'absence de seuil empêche de s'appuyer plus solidement sur cet argument pour soutenir le diagnostic de triade mais il nous semble pertinent de le rechercher en cas de suspicion. De la même façon il n'existe pas de seuil pour les lipides mais un taux de LDL et cholestérol relativement haut chez une athlète mince est un argument en faveur de l'existence d'un déficit énergétique.

Pour finir, un autre frein à ce repérage est la raréfaction des consultations pour obtenir un certificat d'absence de contre-indication à l'activité sportive, qui sont souvent les seules occasions de voir la sportive, qui ne présente pas de plainte particulière. La consultation de début de saison est le moment privilégié pour rechercher les habitudes à risque. Aujourd'hui le certificat n'est plus obligatoire pour les mineures ; il est demandé ensuite au-delà de 18 ans, tous les 3 ans. Ceci est une véritable perte de chance pour la prévention des pathologies auxquelles s'exposent les sportifs.

Sans entrer dans le détail de la prise en charge, rappelons l'aspect pluridisciplinaire de l'accompagnement de l'athlète vers l'équilibre énergétique. Une évaluation et un suivi nutritionnel sont indispensables. Parfois un avis psychologique ou psychiatrique peut

s'imposer en cas de troubles des conduites alimentaires conséquents. Enfin l'entourage social de la sportive joue un rôle indirect dans le syndrome de la triade. Il y a un travail d'information à faire sur les risques encourus par la sportive auprès de ses parents, ses coachs et ses partenaires d'entraînement.

D) PROPOSITION ET AIDE-MÉMOIRE POUR LE MÉDECIN EN SOIN PREMIER



V- CONCLUSION

Le syndrome de la triade de la sportive, plus récemment dénommé le RED-s (Relative Energy Deficiency in Sport) reste peu connu des praticiens. Aujourd'hui, devant l'essor de la pratique physique amateur, il est essentiel d'aborder avec les athlètes les risques encourus en cas d'inadéquation entre l'intensité de leur pratique et leur alimentation. Cependant, il est difficile de repérer un état de santé dont les symptômes sont silencieux et la littérature scientifique sur cette thématique n'aborde pas le point de vue du médecin généraliste. Le repérage est freiné par la raréfaction des consultations de délivrance de certificat d'absence de contre-indication au sport.

Cette revue systématique de la littérature n'a pas retrouvé d'outil adapté au généraliste mais a permis d'extraire les éléments les plus pertinents au diagnostic afin de proposer une aide lors de la consultation de médecine générale permettant de suspecter la présence de la triade et éventuellement de proposer les examens complémentaires pour étayer l'hypothèse.

La prise en charge des patientes est pluridisciplinaire. Cependant il reste de la responsabilité du médecin généraliste de détecter le plus précocement possible les situations susceptibles de nuire à la santé de ses patientes. Notre travail propose une aide au rôle de prévention primaire ou tertiaire du médecin spécialiste en soins premiers.

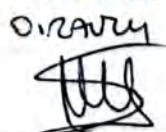
Vu

Toulouse le 10/05/2022


Le Président du Jury
Professeur Pierre MESTHÉ
Médecine Générale

Toulouse, le 12/05/2022

Vu permis d'imprimer
Le Doyen de la Faculté
de Médecine Purpan
D. CARRIE


D. RAUZY

La Vice Doyenne de la Faculté de Santé
Directrice du département de Médecine,
Physiologie et Paramédical
Professeure Odile RAUZY

BIBLIOGRAPHIE :

1. Duclos M. La triade de la sportive : mise au point, les nouvelles données - ScienceDirect. Presse Med Form. 2020;(1):496-503.
2. Mesurer la dépense énergétique en pratique clinique. Médecine des Maladies Métaboliques. 1 déc 2013;7(6):525-32.
3. Lazzer S, O'Malley G, Vermorel M. Coûts métabolique et mécanique des activités sédentaires et des activités physiques des enfants et des adolescents obèses. :24.
4. Mountjoy M, Sundgot-Borgen JK, Burke LM, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, et al. IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. Br J Sports Med. 1 juin 2018;52(11):687-97.
5. The Female Runner: Gender Specifics - ScienceDirect [Internet]. [cité 19 mars 2021]. Disponible sur: <https://www-sciencedirect-com-s.docadis.ups-tlse.fr/science/article/abs/pii/S0278591910000189?via%3Dihub>
6. Souza MJD, Nattiv A, Joy E, Misra M, Williams NI, Mallinson RJ, et al. 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad: 1st International Conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana, May 2013. Br J Sports Med. 1 févr 2014;48(4):289-289.
7. Williams NI, Leidy HJ, Hill BR, Lieberman JL, Legro RS, Souza MJD. Magnitude of daily energy deficit predicts frequency but not severity of menstrual disturbances associated with exercise and caloric restriction. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 28 oct 2014;308(1):E29-39.
8. Laughlin GA, Yen SSC. Hypoleptinemia in Women Athletes: Absence of a Diurnal Rhythm with Amenorrhea. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 1 janv 1997;82(1):318-21.
9. Adam T. Extension du domaine de la triade. In: Adam T, éditeur. Gynécologie du sport: Risques et bénéfices de l'activité physique chez la femme [Internet]. Paris: Springer; 2012 [cité 1 avr 2021]. p. 135-47. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-2-8178-0172-8_5
10. Adam T. Les troubles du cycle menstruel chez la sportive. In: Adam T, éditeur. Gynécologie du sport: Risques et bénéfices de l'activité physique chez la femme [Internet]. Paris: Springer; 2012 [cité 5 avr 2021]. p. 23-94. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-2-8178-0172-8_2
11. Ackerman KE, Nazem T, Chapko D, Russell M, Mendes N, Taylor AP, et al. Bone Microarchitecture Is Impaired in Adolescent Amenorrheic Athletes Compared with Eumenorrheic Athletes and Nonathletic Controls. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 1 oct 2011;96(10):3123-33.

12. Cortical microstructure and estimated bone strength in young amenorrheic athletes, eumenorrheic athletes and non-athletes. *Bone*. 1 oct 2012;51(4):680-7.
13. Nieman D. Exercise Immunology: Practical Applications. *International journal of sports medicine*. 1 mars 1997;18 Suppl 1:S91-100.
14. Drew M, Vlahovich N, Hughes D, Appaneal R, Burke LM, Lundy B, et al. Prevalence of illness, poor mental health and sleep quality and low energy availability prior to the 2016 Summer Olympic Games. *Br J Sports Med*. 1 janv 2018;52(1):47-53.
15. Friday KE, Drinkwater BL, Bruemmer B, Chesnut C 3rd, Chait A. Elevated plasma low-density lipoprotein and high-density lipoprotein cholesterol levels in amenorrheic athletes: effects of endogenous hormone status and nutrient intake. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 1 déc 1993;77(6):1605-9.
16. Rickenlund A, Eriksson MJ, Schenck-Gustafsson K, Hirschberg AL. Amenorrhea in Female Athletes Is Associated with Endothelial Dysfunction and Unfavorable Lipid Profile. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 1 mars 2005;90(3):1354-9.
17. Az H, Jw J, Ma S, R T, Rg H, N P, et al. Athletic amenorrhea and endothelial dysfunction. *WMJ*. 1 sept 2007;106(6):301-6.
18. Ackerman KE, Holtzman B, Cooper KM, Flynn EF, Bruinvels G, Tenforde AS, et al. Low energy availability surrogates correlate with health and performance consequences of Relative Energy Deficiency in Sport. *Br J Sports Med*. 1 mai 2019;53(10):628-33.
19. Melin A, Tornberg ÅB, Skouby S, Faber J, Ritz C, Sjödin A, et al. The LEAF questionnaire: a screening tool for the identification of female athletes at risk for the female athlete triad. *Br J Sports Med*. 1 avr 2014;48(7):540-5.
20. Drive for thinness score is a proxy indicator of energy deficiency in exercising women. *Appetite*. 1 mai 2007;48(3):359-67.
21. Bomba M, Corbetta F, Bonini L, Gambera A, Tremolizzo L, Neri F, et al. Psychopathological traits of adolescents with functional hypothalamic amenorrhea: a comparison with anorexia nervosa. *Eat Weight Disord*. 1 mars 2014;19(1):41-8.
22. Amoretti R, Bigard X, Monod H, Rivière D, Rochcongar P, Rodineau J. *Médecine du sport: Pour le Praticien*. Elsevier Health Sciences; 2020. 749 p.
23. Tornberg A, Melin A, Koivula F, Johansson A, Skouby S, Faber J, et al. Reduced Neuromuscular Performance in Amenorrheic Elite Endurance Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1 juill 2017;49:1.
24. VanHeest JL, Rodgers CD, Mahoney CE, De Souza MJ. Ovarian Suppression Impairs Sport Performance in Junior Elite Female Swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. janv 2014;46(1):156-66.

25. 2016 update on eating disorders in athletes: A comprehensive narrative review with a focus on clinical assessment and management | British Journal of Sports Medicine [Internet]. [cité 17 mai 2021]. Disponible sur: <https://bjsm.bmj.com/content/50/3/154>
26. Sundgot-Borgen J, Torstveit MK. Prevalence of eating disorders in elite athletes is higher than in the general population. Clin J Sport Med. janv 2004;14(1):25-32.
27. Striegel-Moore RH, Silberstein LR, Frensch P, Rodin J. A prospective study of disordered eating among college students. International Journal of Eating Disorders. 1989;8(5):499-509.
28. Condo D, Lohman R, Kelly M, Carr A. Nutritional Intake, Sports Nutrition Knowledge and Energy Availability in Female Australian Rules Football Players. Nutrients [Internet]. 28 avr 2019 [cité 17 mai 2021];11(5). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6567108/>
29. Trakman G. The Nutrition for Sport Knowledge Questionnaire (NSKQ) _Paper Version for. 2019.
30. Trakman GL, Forsyth A, Devlin BL, Belski R. A Systematic Review of Athletes' and Coaches' Nutrition Knowledge and Reflections on the Quality of Current Nutrition Knowledge Measures. Nutrients [Internet]. 16 sept 2016 [cité 17 mai 2021];8(9). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5037555/>
31. Revue Médicale Suisse - la revue médicale francophone de référence pour la formation continue des médecins. [Internet]. Revmed.ch. [cité 17 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2019/revue-medicale-suisse-657/que-savez-vous-du-red-s-une-etude-de-terrain-sur-les-connaissances-des-entraîneurs-sportifs>
32. Kroshus E, DeFreese JD, Kerr ZY. Collegiate Athletic Trainers' Knowledge of the Female Athlete Triad and Relative Energy Deficiency in Sport. J Athl Train. janv 2018;53(1):51-9.
33. Logue DM, Madigan SM, Melin A, Delahunt E, Heinen M, Donnell SJM, et al. Low Energy Availability in Athletes 2020: An Updated Narrative Review of Prevalence, Risk, Within-Day Energy Balance, Knowledge, and Impact on Sports Performance. Nutrients [Internet]. 20 mars 2020 [cité 17 mai 2021];12(3). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7146210/>
34. Relative Energy Deficiency in Sport in Male Athletes: A Commentary on Its Presentation Among Selected Groups of Male Athletes in: International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism Volume 28 Issue 4 (2018) [Internet]. [cité 17 mai 2021]. Disponible sur: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/28/4/article-p364.xml#r86>

35. Campion F, Nevill AM, Karlsson MK, Lounana J, Shabani M, Fardellone P, et al. Bone status in professional cyclists. *Int J Sports Med.* juill 2010;31(7):511-5.
36. Dolan E, O'Connor H, McGoldrick A, O'Loughlin G, Lyons D, Warrington G. Nutritional, lifestyle, and weight control practices of professional jockeys. *J Sports Sci.* mai 2011;29(8):791-9.
37. Adam T. La triade de la femme sportive. In: *Gynécologie du sport: Risques et bénéfices de l'activité physique chez la femme.* Paris: Springer; 2012. p. 17.
38. Mesure de la dépense énergétique : principes et techniques, intérêt diagnostique et limites. *Médecine des Maladies Métaboliques.* 1 mars 2008;2(2):130-4.
39. ANSES - Actualisation des repères du PNNS : élaboration des références nutritionnelles Avis de l'Anses Rapports d'expertise collective Déc 2016 [Internet]. [cité 3 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0103Ra-2.pdf>
40. ANSES - Actualisation des repères du PNNS - révision des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité. déc 2016 [Internet]. [cité 16 août 2021]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0155Ra.pdf>
41. Adam T. Les troubles de la minéralisation osseuse. *Gynécologie du sport.* 2012;119-34.
42. Adam T. Effet du sport sur la masse osseuse. *Gynécologie du sport.* 2012;199-208.
43. Sport et risque nutritionnel. *Journal de Traumatologie du Sport.* 1 oct 2018;35(3):163-7.
44. Nowak DA, Ziltener JL. Triade de l'athlète féminine : quoi de neuf ? *REVUE MÉDICALE SUISSE.* 2016;4.
45. Place de l'anorexia athletica chez la sportive intensive. *Archives de Pédiatrie.* 1 janv 2009;16(1):88-92.
46. Anorexie et sport, signes annonciateurs et diagnostic [Internet]. IRBMS. 2015 [cité 28 août 2021]. Disponible sur: <https://www.irbms.com/anorexie-et-sport/>
47. De Souza MJ, Nattiv A, Joy E, Misra M, Williams NI, Mallinson RJ, et al. 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad: 1st International Conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana, May 2013. *Br J Sports Med.* févr 2014;48(4):289-289.
48. Pourcentage de masse grasse, connaître les normes [Internet]. IRBMS. 2017 [cité 28 août 2021]. Disponible sur: <https://www.irbms.com/pourcentage-masse-grasse-adiposite-normes/>

49. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, et al. International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 1 juill 2018;28(4):316-31.
50. Koltun KJ, Strock NCA, Southmayd EA, Oneglia AP, Williams NI, De Souza MJ. Comparison of Female Athlete Triad Coalition and RED-S risk assessment tools. *J Sports Sci*. nov 2019;37(21):2433-42.
51. Nowak DA, Ziltener JL. Triade de l'athlète féminine : quoi de neuf ? *REVUE MÉDICALE SUISSE*. 2016;4.
52. Ostéopathies fragilisantes [Internet]. [cité 25 août 2021]. Disponible sur: <http://www.lecofer.org/item-cours-1-7-0.php>
53. Brown KN, Wengreen HJ, Beals KA, Heath EM. Effects of Peer-Education on Knowledge of the Female Athlete Triad Among High School Track and Field Athletes: A Pilot Study. *Women in Sport and Physical Activity Journal*. 1 avr 2016;24(1):1-6.
54. Stewart TM, Pollard T, Hildebrandt T, Wesley NY, Kilpela LS, Becker CB. The Female Athlete Body project study: 18-month outcomes in eating disorder symptoms and risk factors. *Int J Eat Disord*. nov 2019;52(11):1291-300.
55. Sundgot-Borgen J, Torstveit MK. Prevalence of Eating Disorders in Elite Athletes Is Higher Than in the General Population. *Clinical Journal of Sport Medicine*. janv 2004;14(1):25-32.
56. Hausswirth C, Fosse A, Tiollier E, Heulin A, Le Meur Y, Rousseau V. Thème 7. Les troubles des conduites alimentaires. In: *Nutrition et performance en sport : la science au bout de la fourchette* [Internet]. Paris: INSEP-Éditions; 2018 [cité 13 sept 2021]. p. 289-99. (Recherche). Disponible sur: <http://books.openedition.org/insep/1217>
57. reco_anorexie_mentale.pdf [Internet]. [cité 13 sept 2021]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-09/reco_anorexie_mentale.pdf
58. Estelle - 2019 - Haute Autorité de santé.pdf [Internet]. [cité 13 sept 2021]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2019-09/boulimie_et_hyperphagie_boulimique_-_recommandations.pdf
59. Thérapies comportementales et cognitives de l'anorexie mentale. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 1 déc 2007;21(4):172-8.
60. Anorexie mentale, activité physique et nutrition : quelles potentialisations ? *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 1 déc 2014;28(4):287-93.

61. Validation française du questionnaire de dépendance de l'exercice physique (Exercise Dependence Questionnaire). *European Review of Applied Psychology*. 1 oct 2011;61(4):205-11.
62. Triade de l'athlète féminine : quoi de neuf ? [Internet]. *Revue Medicale Suisse*. [cité 25 août 2021]. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2016/revue-medicale-suisse-525/triade-de-l-athlete-feminine-quoi-de-neuf>
63. Lopez LM, Grimes DA, Schulz KF, Curtis KM, Chen M. Steroidal contraceptives: effect on bone fractures in women. *Cochrane Database Syst Rev*. 24 juin 2014;(6):CD006033.
64. Consequences-de-la-pratique-sportive-de-haut-niveau-chez-les-adolescentes-Version-07-11-2018-1.pdf [Internet]. [cité 7 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.academie-medecine.fr/wp-content/uploads/2018/12/Consequences-de-la-pratique-sportive-de-haut-niveau-chez-les-adolescentes-Version-07-11-2018-1.pdf>
65. The Female Athlete Triad. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. oct 2007;39(10):1867-82.
66. Fletcher JA. ÉNONCÉ DE POSITION DE L'ACADÉMIE CANADIENNE DE LA MÉDECINE DU SPORT ET DE L'EXERCICE. :15.
67. Nichols JF, Rauh MJ, Lawson MJ, Ji M, Barkai HS. Prevalence of the female athlete triad syndrome among high school athletes. *Arch Pediatr Adolesc Med*. févr 2006;160(2):137-42.
68. De Souza MJ, Nattiv A, Joy E, Misra M, Williams NI, Mallinson RJ, et al. 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad: 1st International Conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana, May 2013. *Br J Sports Med*. févr 2014;48(4):289-289.
69. Gordon CM, Ackerman KE, Berga SL, Kaplan JR, Mastorakos G, Misra M, et al. Functional Hypothalamic Amenorrhea: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *JOURNAL OF CLINICAL ENDOCRINOLOGY & METABOLISM*. 1 mai 2017;102(5):1413-39.
70. Daniel K, Fischer A, Welty M, Valasek AE. Improving the Diagnosis of Menstrual Dysfunction through Quality Improvement. *PEDIATRIC QUALITY & SAFETY*. févr 2022;7(1).
71. Thralls KJ, Nichols JF, Barrack MT, Kern M, Rauh MJ. Body Mass-Related Predictors of the Female Athlete Triad Among Adolescent Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. févr 2016;26(1):17-25.
72. Heikura IA, Uusitalo ALT, Stellingwerff T, Bergland D, Mero AA, Burke LM. Low Energy Availability Is Difficult to Assess but Outcomes Have Large Impact on Bone

- Injury Rates in Elite Distance Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 1 juill 2018;28(4):403-11.
73. Strock NCA, Koltun KJ, Southmayd EA, Williams NI, De Souza MJ. Indices of Resting Metabolic Rate Accurately Reflect Energy Deficiency in Exercising Women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 1 janv 2020;30(1):14-24.
 74. Koltun KJ, Williams NI, De Souza MJ. Female Athlete Triad Coalition cumulative risk assessment tool: proposed alternative scoring strategies. *Appl Physiol Nutr Metab.* déc 2020;45(12):1324-31.
 75. Varga TV, Ali A, Herrera JAR, Ahonen LL, Mattila IM, Al-Sari NH, et al. Lipidomic profiles, lipid trajectories and clinical biomarkers in female elite endurance athletes. *Sci Rep.* 11 févr 2020;10(1):2349.
 76. Mountjoy M, Sundgot-Borgen JK, Burke LM, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, et al. IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *Br J Sports Med.* juin 2018;52(11):687-97.
 77. Sim A, Burns SF. Review: questionnaires as measures for low energy availability (LEA) and relative energy deficiency in sport (RED-S) in athletes. *J Eat Disord.* 31 mars 2021;9(1):41.
 78. Melin A, Tornberg AB, Skouby S, Faber J, Ritz C, Sjödin A, et al. The LEAF questionnaire: a screening tool for the identification of female athletes at risk for the female athlete triad. *Br J Sports Med.* avr 2014;48(7):540-5.
 79. Young JA, Schaefer M, Fischer AN. Challenges of Menstrual Dysfunction Screening Using the Preparticipation Physical Examination: A Pilot Study. *CLINICAL PEDIATRICS.* oct 2018;57(12):1465-7.
 80. Foley Davelaar CM, Ostrom M, Schulz J, Trane K, Wolkin A, Granger J. Validation of an Age-Appropriate Screening Tool for Female Athlete Triad and Relative Energy Deficiency in Sport in Young Athletes. *Cureus.* 12 juin 2020;12(6):e8579.
 81. Holtzman B, Tenforde AS, Parziale AL, Ackerman KE. Characterization of Risk Quantification Differences Using Female Athlete Triad Cumulative Risk Assessment and Relative Energy Deficiency in Sport Clinical Assessment Tool. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORT NUTRITION AND EXERCISE METABOLISM.* nov 2019;29(6):569-75.
 82. Koltun KJ, Strock NCA, Southmayd EA, Oneglia AP, Williams NI, De Souza MJ. Comparison of Female Athlete Triad Coalition and RED-S risk assessment tools. *J Sports Sci.* nov 2019;37(21):2433-42.

ANNEXES

ANNEXE 1 –Questionnaire BEDA-Q (Sim, Burns et al. 2021)

Brief Eating Disorder in Athlete Questionnaire (BEDA-Q)

Items	ED <i>n</i> = 28	Non-ED <i>n</i> = 156	<i>P</i>	Version	
				1	2
1 I feel extremely guilty after overeating (EDI-DT11) ^{a,c} ☐ always ☐ usually ☐ often ☐ sometimes ☐ rarely ☐ never	1.1 ± 1.3	0.4 ± 0.9	<0.001	X	X
2 I am preoccupied with the desire to be thinner (EDI-DT32) ^{a,c} ☐ always ☐ usually ☐ often ☐ sometimes ☐ rarely ☐ never	1.1 ± 1.1	0.3 ± 0.7	<0.001	X	X
3 I think that my stomach is too big (EDI-BD2) ^{a,c} ☐ always ☐ usually ☐ often ☐ sometimes ☐ rarely ☐ never	1.9 ± 1.2	0.6 ± 1.0	<0.001	X	X
4 I feel satisfied with the shape of my body (EDI-BD19) ^{a,b} ☐ always ☐ usually ☐ often ☐ sometimes ☐ rarely ☐ never	1.8 ± 0.9	0.8 ± 0.9	<0.001	X	X
5 My parents have expected excellence of me (EDI-P43) ^c ☐ always ☐ usually ☐ often ☐ sometimes ☐ rarely ☐ never	0.9 ± 1.1	0.2 ± 0.6	<0.001		X
6 As a child, I tried very hard to avoid disappointing my parents and teachers (EDI-P29) ^c ☐ always ☐ usually ☐ often ☐ sometimes ☐ rarely ☐ never	1.1 ± 1.3	0.4 ± 0.8	<0.001		X
7 Are you trying to lose weight now? ☐ Yes ☐ No	19 (67.9)	29 (18.6)	<0.001	X	X
8 Have you tried to lose weight? ☐ Yes ☐ No				X	X
9 If yes, how many times have you tried to lose weight? ☐ 1–2 ☐ 3–5 ☐ >5 times				X	X
Dieting (trying to lose weight now and/or tried before ≥3 times)	24 (85.7)	40 (25.6)	<0.001		

Results are given as means with SD or numbers with percentages, as appropriate. The responses on the EDI items six-point format are weighted from 0 to 3, and the scores are computed by summing the item scores. Positive scores are weighted as follows: 3 = always, 2 = usually, 1 = often, 0 = sometimes, 0 = rarely, 0 = never, and reverse-scored items are weighted in the opposite manner (17).

^aIncluded as EDI_4 in BEDA-Q version 1.

^bReversed scored.

^cIncluded as EDI_6 in BEDA-Q version 2. Highest possible score for EDI_4 was 12 and 18 for EDI_6.

ANNEXE 2 –Questionnaire de dépistage de la triade extrait de Female De Souza et al. 2014

Triad consensus panel screening questions

- Have you ever had a menstrual period?
- How old were you when you had your first menstrual period?
- When was your most recent menstrual period?
- How many periods have you had in the last 12 months?
- Are you presently taking any female hormones (estrogen, progesterone, and birth control pills)?
- Do you worry about your weight?
- Are you trying to or has anyone recommended that you gain or lose weight?
- Are you on a special diet or do you avoid certain types of foods or food groups?
- Have you ever had an ED?
- Have you ever had a stress fracture?
- Have you ever been told you have low bone density (osteopenia or osteoporosis)?

ANNEXE 3 – LEAF-Q - The low energy availability in females questionnaire

The low energy availability in females questionnaire (LEAF –Q), focuses on physiological symptoms of insufficient energy intake. The following pages contain questions regarding injuries, gastrointestinal and reproductive function. We appreciate you taking the time to fill out the LEAF-Q and the reply will be treated as confidential.

Name: _____

Address: _____

E-mail: _____

Cell: _____

Profession: _____

Education: _____

Age: _____(years)

Height: _____(cm) Weight: _____(kg)

Your highest weight with your present height: _____(kg)
(excluding pregnancy)

Your lowest weight with your present height: _____(kg)

Do you smoke? Yes ☐ No ☐

Do you use any medication (excluding oral contraceptives)? Yes ☐ No ☐

If yes, what kind of medication? _____

Your normal amount of training (average) – number of hours per week and what kind of exercise, such as running, swimming, bicycling, strength training, technique training etc.:

Comments or further information regarding exercise: _____

1. Injuries

Mark the response that most accurately describes your situation

A: Have you had absences from your training, or participation in competitions during the last year due to injuries?

☐ No, not at all ☐ Yes, once or twice ☐ Yes, three or four times ☐ Yes, five times or more

A1: If yes, for how many days absence from training or participation in competition due to injuries have you had in the last year?

☐ 1-7 days ☐ 8-14 days ☐ 15-21 days ☐ 22 days or more

A2: If yes, what kind of injuries have you had in the last year? _____

Comments or further information regarding injuries: _____

2. Gastro intestinal function

A: Do you feel gaseous or bloated in the abdomen, also when you do not have your period?

☐ Yes, several times a day ☐ Yes, several times a week
☐ Yes, once or twice a week or more seldom ☐ Rarely or never

B: Do you get cramps or stomach ache which cannot be related to your menstruation?

☐ Yes, several times a day ☐ Yes, several times a week
☐ Yes, once or twice a week or more seldom ☐ Rarely or never

C: How often do you have bowel movements on average?

☐ Several times a day ☐ Once a day ☐ Every second day
☐ Twice a week ☐ Once a week or more rarely

D: How would you describe your normal stool?

☐ Normal (soft) ☐ Diarrhoea-like (watery) ☐ Hard and dry

Comments regarding gastrointestinal function: _____

3.2 Menstrual function

Mark the response that most accurately describes your situation

A: How old were when you had your first period?

- ☐ 11 years or younger ☐ 12-14 years ☐ 15 years or older ☐ I don't remember

☐ I have never menstruated (If you have answered "I have never menstruated" there are no further questions to answer)

B: Did your first menstruation come naturally (by itself)?

- ☐ Yes ☐ No ☐ I don't remember

B1: If no, what kind of treatment was used to start your menstrual cycle?

- ☐ Hormonal treatment ☐ Weight gain
☐ Reduced amount of exercise ☐ Other

C: Do you have normal menstruation?

- ☐ Yes ☐ No (go to question C6) ☐ I don't know (go to question C6)

C1: If yes, when was your last period?

- ☐ 0-4 weeks ago ☐ 1-2 months ago ☐ 3-4 months ago ☐ 5 months ago or more

C2: If yes, are your periods regular? (Every 28th to 34th day)

- ☐ Yes, most of the time ☐ No, mostly not

C3: If yes, for how many days do you normally bleed?

- ☐ 1-2 days ☐ 3-4 days ☐ 5-6 days ☐ 7-8 days ☐ 9 days or more

C4: If yes, have you ever had problems with heavy menstrual bleeding?

- ☐ Yes ☐ No

C5: If yes, how many periods have you had during the last year?

- ☐ 12 or more ☐ 9-11 ☐ 6-8 ☐ 3-5 ☐ 0-2

3.2 Menstrual function

Mark the response that most accurately describes your situation

C6: If no or "I don't remember", when did you have your last period?

- ☐ 2-3 months ago ☐ 4-5 months ago ☐ 6 months ago or more
☐ I'm pregnant and therefore do not menstruate

D: Have your periods ever stopped for 3 consecutive months or longer (besides pregnancy)?

- ☐ No, never ☐ Yes, it has happened before ☐ Yes, that's the situation now

E: Do you experience that your menstruation changes when you increase your exercise intensity, frequency or duration?

- ☐ Yes ☐ No

E1: If yes, how? (Check one or more options)

- ☐ I bleed less ☐ I bleed fewer days ☐ My menstruations stops
☐ I bleed more ☐ I bleed more days

3. Menstrual function and use of contraceptives

3.1 Contraceptives

Mark the response that most accurately describes your situation

A: Do you use oral contraceptives?

☐ Yes ☐ No

A1: If yes, why do you use oral contraceptives?

☐ Contraception ☐ Reduction of menstruation pains ☐ Reduction of bleeding

☐ To regulate the menstrual cycle in relation to performances etc..

☐ Otherwise menstruation stops

☐ Other _____

A2: If no, have you used oral contraceptives earlier?

☐ Yes ☐ No

A2:1 If yes, when and for how long? _____

B: Do you use any other kind of hormonal contraceptives? (e.g. hormonal implant or coil)

☐ Yes ☐ No

B1: If yes, what kind?

☐ Hormonal patches ☐ Hormonal ring ☐ Hormonal coil ☐ Hormonal implant ☐ Other

ANNEXE 4 –Outil diagnostique de la Triade : Clinical Risk Assessment Tool (CRA-T) extrait de De Souza et al. 2014

Risk Factors	Magnitude of Risk		
	Low Risk = 0 points each	Moderate Risk = 1 point each	High Risk = 2 points each
<i>Low EA with or without DE/ED</i>	☐ No dietary restriction	☐ Some dietary restriction [‡] ; current/past history of DE;	☐ Meets DSM-V criteria for ED*
<i>Low BMI</i>	☐ BMI ≥ 18.5 or $\geq 90\%$ EW** or weight stable	☐ BMI $17.5 < 18.5$ or $< 90\%$ EW or 5 to $< 10\%$ weight loss/month	☐ BMI ≤ 17.5 or $< 85\%$ EW or $\geq 10\%$ weight loss/month
<i>Delayed Menarche</i>	☐ Menarche < 15 years	☐ Menarche 15 to < 16 years	☐ Menarche ≥ 16 years
<i>Oligomenorrhea and/or Amenorrhea</i>	☐ > 9 menses in 12 months*	☐ 6-9 menses in 12 months*	☐ < 6 menses in 12 months*
<i>Low BMD</i>	☐ Z-score ≥ -1.0	☐ Z-score $-1.0^{***} < -2.0$	☐ Z-score ≤ -2.0
<i>Stress Reaction/Fracture</i>	☐ None	☐ 1	☐ ≥ 2 ; ≥ 1 high risk or of trabecular bone sites [†]
Cumulative Risk (total each column, then add for total score)	_____ points +	_____ points +	_____ points = _____ Total Score

Female Athlete Triad: Cumulative Risk Assessment. The cumulative risk assessment provides an objective method of determining an athlete's risk using risk stratification and evidence-based risk factors for the Female Athlete Triad.^{16 17 46} This assessment is then used to determine an athlete's clearance for sport participation (figure 5). [‡]Some dietary restriction as evidenced by self-report or low/inadequate energy intake on diet logs; *current or past history^{41 57}; ** $\geq 90\%$ EW^{66 91 100 107}; absolute BMI cut-offs should not be used for adolescents. ***Weight-bearing sport²; [†] high-risk skeletal sites associated with low BMD and delay in return to play in athletes with one or more components of the Triad include stress reaction/fracture of trabecular sites (femoral neck, sacrum, pelvis).^{18 83} BMD, bone mineral density; BMI, body mass index; DE, disordered eating; EA, energy availability; EW, expected weight; ED, eating disorder.

ANNEXE 5 – Outil diagnostique du RED-s : (RED-s CAT)extrait de Mountjoy et al. (2014)

Relative Energy Deficiency in Sport risk assessment model for sport participation (modified from Skårderud et al) ¹⁴⁰		
High risk: no start red light	Moderate risk: caution yellow light	Low risk: green light
▶ Anorexia nervosa and other serious eating disorders ▶ Other serious medical (psychological and physiological) conditions related to low energy availability ▶ Extreme weight loss techniques leading to dehydration induced haemodynamic instability and other life-threatening conditions	▶ Prolonged abnormally low % body fat measured by DXA or anthropometry using The International Society for the Advancement of Kinanthropometry ISAK¹⁴¹ or non-ISAK approaches¹⁴² ▶ Substantial weight loss (5–10% body mass in 1 month) ▶ Attenuation of expected growth and development in adolescent athlete ▶ Abnormal menstrual cycle: FHA amenorrhoea > 6 months ▶ Menarche > 16 years ▶ Abnormal hormonal profile in men ▶ Reduced BMD (either from last measurement or Z-score < -1 SD). ▶ History of 1 or more stress fractures associated with hormonal/menstrual dysfunction and/or low EA ▶ Athletes with physical/psychological complications related to low EA/ disordered eating - ECG abnormalities- Laboratory abnormalities ▶ Prolonged relative energy deficiency ▶ Disordered eating behaviour negatively affecting other team members ▶ Lack of progress in treatment and/or non-compliance	▶ Healthy eating habits with appropriate energy availability ▶ Normal hormonal and metabolic function ▶ Healthy BMD as expected for sport, age and ethnicity ▶ Healthy musculoskeletal system
BMD, bone mineral density; DXA, dual-energy X-ray absorptiometry; EA, energy availability; FHA, functional hypothalamic amenorrhoea; ISAK, International Society for the Advancement of Kinanthropometry		

ANNEXE 6 – Analyse qualité des articles

Tableau 1- Résultats de l'évaluation *CONSORT*

Article CONSORT	Davelaar, Ostrom, Shchulz. (2020) USA
1a	0,5
1b	0,5
2a	0,5
2b	0,5
3a	0
3b	0
4a	0,5
4b	0
5	1
6a	0,5
6b	0
7a	0
7b	0
8a	0
8b	0
9	1
10	1
11a	0,5
11b	0
12a	1
12b	0
13a	1
14a	0
14b	0
15	1
16	0
17a	1
17b	0
18	0
19	0
20	1
21	0
22	1
23	1
24	0
25	1
TOTAL	14.5 / 25
Evaluation	58%

Tableau 2 - Résultats de l'évaluation *PRISMA*

PRISMA	Sim, Burns. (2021) Singapour
1	1
2	1
3	1
4	1
5	0
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	0
13	0
14	0
15	0
16	0
17	1
18	0
19	0
20	1
21	0
22	0
23	0
24	0
25	1
26	1
27	1
TOTAL	15/22
%	68,1 %

Tableau 3 – Résultat de l'évaluation *AMSTAR*

AMSTAR	Sim, Burns. (2021) Singapour
1	4
2	2
3	2
4	1
5	1
6	2
7	1
8	3
9	1
10	1
11	4
TOTAL	22/44
%	33.3%

Tableau 4 – Résultats de l'évaluation AGREE II

		Female Athlete Triad Coalition, American College of Sports Medicine and American Medical Society for Sports Medicine's consensus statement. Joy, De Souza, Nattiv. (2014) USA		Endocrine Society. Gordon, Ackerman, Berga. (2017) USA		IOC consensus statement. Mountjoy, Sungot, Burke. (2018) USA	
		E1	E2	E1	E2	E1	E2
Champ et objectif	1	7	7	7	7	4	5
	2	6	7	6	5	5	6
	3	6	5	4	3	4	5
Participation des groupes concernés	4	5	7	6	7	3	3
	5	1	1	1	1	1	1
	6	6	7	3	3	4	3
Rigueur d'élaboration	7	4	7	7	7	1	2
	8	1	1	3	4	1	1
	9	3	4	5	5	2	3
	10	5	4	6	5	1	1
	11	7	7	6	6	6	7
	12	3	2	7	7	5	2
	13	4	2	6	6	2	2
	14	1	1	1	1	1	1
Clarté et présentation	15	5	6	7	7	3	4
	16	5	5	7	7	5	5
	17	6	6	7	7	3	5
Applicabilité	18	6	4	1	2	6	3
	19	7	7	6	7	2	2
	20	1	4	2	7	2	2
	21	7	7	3	1	3	2
Indépendance éditoriale	22	4	3	2	3	5	3
	23	3	2	2	2	2	2
Score total	Somme	108	106	113	110	74	70
	Moyenne %	58.7%		62.7%		33.1%	
Evaluation générale	Qualité générale	5	5	5	6	3	3
	Utilisation à recommandée	oui	oui	oui	oui	non	non

Tableau 5 - Résultats de l'évaluation STROBE

STROBE	Thralls, Nichols, Barrack. (2016) USA	Young, Schaefer, Fisher. (2018) USA	Holtzman, Tenforde,P artziale. (2019) USA	Daniel, Fisher, Welty. (2022) USA	Varga, Ali, Herrera. (2020) Danemark	Heikura, Uusitalo, Stellingwe rff. (2018) Australie	Koltun, Strock, Southmay (2019) USA	Koltun, Williams, De Souza. (2020) USA	Strock, Koltun, Southmay (2020) USA	Melin, Tornberg, Scoubi. (2014) Danemark
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
4	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
5	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
9	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
12	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
17	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
22	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
TOTAL	15	13	14	13	17	17	17	17	18	18
%	68,2%	59,1%	63,6%	59,1%	77,2%	77,2%	77,2%	77,2%	81,8%	81,8%

Tableau 6 - Check list PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses

TITRE		
1	Titre	Le terme « overview of (systematic) review » ou « overview of meta-analysis » ou « umbrella review » ou « metareview/métarevue » apparaissent-ils dans le titre ?
RÉSUMÉ		
2	Résumé structuré	Un résumé structuré figure-t-il dans l'article ?
INTRODUCTION		
3	Contexte et rationnel de l'étude	Le rationnel et l'objectif/les objectifs de la métarevue sont-ils décrits ?
4	Objectifs	Est-il fait mention explicite de la question de recherche, avec référence aux participants, interventions, comparaisons, résultats et à la conception de l'étude (PICOS) ?
MÉTHODE		
5	Protocole et enregistrement	Un protocole de la revue existe-t-il ? Si oui, est-il accessible et à quelle adresse (internet) ? Un numéro et des informations sur l'enregistrement du protocole sont-ils fournis ?
6	Critères d'inclusion/exclusion	Les critères d'inclusion et d'exclusion de la métarevue étaient-ils rapportés (incluant les participants, les interventions, les comparateurs, et le schéma d'étude [PICOS]) ?
7	Sources d'information	Toutes les sources d'information (base de données), et la stratégie de recherche pour chacune, étaient-elles détaillées (nom des sources, date de la recherche, stratégie compréhensible, précise et adaptée pour les soins premiers) ? Quelle stratégie a été retenue pour explorer la littérature grise ?
8	Recherche	La stratégie complète de recherche automatisée d'au moins une base de données (y compris les limites décidées) est-elle présentée, de sorte qu'elle soit reproductible
9	Sélection des études	Le processus de sélection des études et ses détails pertinents (qui et comment) sont-ils décrits ?
10	Extraction des données	Le processus d'extraction des données issues des revues et ses détails pertinents (par qui, comment, quel type de données) sont-ils décrits ?
11	Données recueillies	Les variables pour lesquelles des données ont été recherchées sont-elles listées et définies ?
12	Risque de biais de chacune des études	Les méthodes utilisées pour évaluer le risque de biais de chaque étude (spécifiant si c'est au niveau de l'étude ou du résultat) et l'utilisation de cette information dans la synthèse des données sont-elles décrites ?
13	Quantification des résultats	Les principales métriques de quantification des résultats (ex : RR, OR...) sont-elles indiquées ?
14	Synthèse des résultats	Les méthodes de traitement des données et de combinaison des résultats des études (y compris les tests d'hétérogénéité, ex : I^2) sont-ils spécifiés (le cas échéant) ?
15	Risque de biais transversal aux études	La quantification du risque de biais pouvant altérer le niveau de preuve global (ex : biais de publication, rapport sélectif au sein des études...) est-elle décrite ?
16	Analyses complémentaires	Les méthodes des analyses complémentaires (ex. : sensibilité, en sous-groupe, méta régression...) sont-elles détaillées (le cas échéant), en indiquant celles prévues a priori ?
RÉSULTATS		
17	Sélection des études	Le détail de la sélection des revues (nombre d'études triées, examinées en vue de l'éligibilité, et incluses) ou un diagramme des flux est-il donné ? La raison d'exclusion est-elle spécifiée ?
18	Caractéristiques des études sélectionnées	Les caractéristiques de chaque revue (notamment le titre, les PICOS, le nombre d'études et les participants inclus, la durée du suivi, la période de recherche, l'évaluation de la qualité des études incluses, etc.) sont-elles décrites ?
19	Risque de biais relatif aux études	Les éléments sur le risque de biais de chaque étude sont-ils présentés (avec, si possible, une évaluation des conséquences sur les résultats) ?
20	Résultats de chaque étude	Est-il présenté, pour tous les résultats considérés (positifs ou négatifs) et pour chaque étude : (a) une brève synthèse des données pour chaque groupe d'intervention (b) les amplitudes des effets estimés et leurs intervalles de confiance (idéalement avec un graphique en forêt) ?
21	Synthèse des résultats	Les principaux résultats de chaque méta-analyse réalisée (avec intervalles de confiance et tests d'hétérogénéité) sont-ils présentés ?

22	Risque de biais transversal aux études	Les résultats de l'évaluation du risque de biais transversal aux études sont-ils rapportés ?
23	Analyses complémentaires	Les résultats des analyses complémentaires sont-ils présentés (le cas échéant) ?
DISCUSSION		
24	Synthèse des niveaux de preuve	Les principaux résultats (et leur niveau de preuve) de chaque revue, les forces et défauts de ses preuves, et les limites sont-ils rapportés ?
	Limites	Les limites de la métarevue sont-elles discutées ?
23	Conclusions	Une brève interprétation des résultats de la métarevue, son implication future dans la pratique et la recherche sont-elles présentées ?
FINANCEMENT		
27	Financement	Les conflits d'intérêts et les sources de financement, s'il y en a, sont-ils déclarés et détaillés ? Le rôle des sources de financement est-il décrit ?
Score total maximal : - Méta-analyse = 27 - Revue systématique = 22		

Tableau 1-Grille AGREE II (Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation II)

Champ et objectif	
1	Description explicite des objectifs
2	Description explicite des questions de santé
3	Description de la population cible
Participation des groupes concernés	
4	Inclusion de professions concernées dans le groupe élaborateur
5	Identification des préférences/opinions de la population cible (patients...)
6	Identification claire des utilisateurs de la RPC
Rigueur d'élaboration	
7	Recherche/méthodologie systématique
8	Description claire des critères de sélection des preuves
9	Définition des forces et limites des preuves scientifiques
10	Description des méthodes de formulation des recommandations
11	Prise en compte, dans les recommandations, des bénéfices & risques (effets indésirables...) en termes de santé
12	Lien évident entre recommandations et preuves scientifiques sur lesquelles elles reposent
13	Relecture par experts externes avant publication
14	Description d'une procédure d'actualisation de la RPC
Clarté et présentation	
15	Recommandations précises et sans ambiguïté
16	Présentation claire des différentes options de prise en charge de la situation clinique
17	17 Identification rapide des recommandations clés
Applicabilité	
18	Conseils ou outils pour la mise en œuvre pratique de la RPC
19	Description des éléments favorisant ou non (obstacles) l'applicabilité de la RPC
20	Etude de la répercussion des RPC sur les ressources (médico-économiques)
21	Critères de suivi ou de vérification de la RPC
Indépendance éditoriale	
22	Non-influence des organismes de financement
23	Documentation des intérêts divergents des membres du groupe élaborateur
EVALUATION GENERALE	
	Evaluation de la qualité générale : 1 = très mauvaise qualité → 7 = excellente qualité
	Utilisation à recommander : oui / oui avec modification / non
Chacun des 23 items est coté sur une échelle de 1 à 7 points.	
Score : maximal = 161 ; minimal = 23	

ANNEXE 7 – Extraction de données

Tableau 6 : Grilles de lectures des quinze articles inclus :

Recommandation de pratique clinique						
Article Date Pays	Evaluation AGREE-II	Question de recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Joy, De Souza, Nattiv. (2014)	58.7%	Consensus de prise en charge diagnostique et thérapeutique sur la triade.	Population athlétique féminine	Consensus d'un panel d'experts et élaboration de recommandations	NC	Non
USA	Résultats					
	Outils d'évaluation :			Pertinence des outils :	Conclusion :	
Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad	Dépistage : Questionnaires : -Pre-Participation Physical, -Evaluation (PPE) (US medical society) -Periodic Health Examination (IOC), Triad Consensus Panel Screening Questions Interrogatoire : antécédents de fracture de fatigue, trouble de l'humeur, reproche ou pression alimentaire et pondérale, perfectionnisme, âge de début du sport, surentrainement, blessures, absence de menstruation depuis au moins 3 mois. Prise de contraceptif oral La clinique : IMC (<17.5 kg/m2 or in adolescents <85% du poids corporel attendu)perte de poids, hypotension orthostatique, lanugo, hypercaroténémie, signes de trouble alimentaire (œdème des parotide, hyperkératose des interphalangiennes dorsales proximales) Diagnostic : paraclinique : T3, LH, FSH, bHCG, PRL, TSH T4I, Estradiol,estosterone, DHEA/S, Echo pelvienne Apport énergétique : IMC pour les adolescents jusqu'à 20 ans : la méthode du 50th percentile ajusté au genre et à l'âge) -Restingmetabolic rate, -une baisse de la T3 ;-ratio RMRmesuré/RMR prévu <0,90.-EA-EEE par la formule 2011 compendium of physicalactivities. Composition corporelle:-impédancemétrie, -Mesure des plis cutanés, -Pléthismographie-DMO La santé osseuse : DMO si facteur de risque pour les enfants ado et préménopause La Triade / le RED's : questionnaires-cumulativrisktriadassessment			Questionnaires : -PPE : 9 questions abordent la triade -PHE : 8 questions abordent la triade - Femaleathletetriadcumulativeriskassessment: aide à classification risque de gravité de la triade.Aucune preuve de pertinence de cet outil. -DOM : indications validées par International Society of ClinicalDensitometry (ISCD) et American college of Sport Medicine (ACSM) -ED : critère difficile à mesurer, peu reproductible, d'autant plus que l'évaluation de la balance énergétique ne peut pas être un critère diagnostique de LEA fiable car l'athlète peut se trouver en équilibre énergétique, sans perte de poids, grâce à une autorégualtion de la fonction hypophysaire lié à LEA.	Diagnostic complexe, 3 entités cliniques à bilanter. Proposition du questionnaire CRAT (cumulative riskassessmenttool) pour statuer de la gravité de la triade selon 3 paliers pour les femmes et adolescentes. Décrites par les entités analysées en 6 items dans le questionnaire. Limites : Validité externe Biais de déclaration des athlètes Pas de preuve sur la pertinence de l'outil CRAT sur la stratification du risque de Triade, sur critère de jugement clinique telle que qualité de vie, morbidité	

Recommandation de pratique clinique						
Article Date Pays	Evaluation AGREE-II	Question de recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Mountjoy, Sungot, Burke. (2018)	33.1%	Actualisation des connaissances du RED's	Athlètes féminins et masculins	Consensus d'expert du comité olympique international auteurs des reco RED'S 2014	non	non
USA IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update	Résultats					
	Pertinence des outils :		Outils d'évaluation :		Conclusion :	
	<u>Dépistage :</u> Les TCA :-Eating Disorder Inventory (EDI)—drive for thinness score -Periodic Health Examination (PHE) -PPE -LEAF-Q -RED'S CAT <u>Diagnostic</u> L'apport énergétique : EA = EI – EEE/FFM		Pas de validation des questionnaires de repérage TCA ajusté sur le DSM5 Seuil limite d'ED ne prédit pas l'aménorrhée chez toutes les femmes. Mais outil d'aide au3 diagnostics. ED équivaut à RMR. Paramètre de recherche, en pratique peu d'utilisation car pas de protocole standardisé ; Manque de reproductibilité frein à la recommandation universelle.		Pas de validité scientifique d'outils de prévention, recherche d'efficience à encourager. Limite : Mise en application clinique compliquée de l'évaluation d'ED. Méthode n'est pas celle pour les recommandations et Guidelines. Limite par le temps d'expertise, équipement spécialisé	

Recommandation de pratique clinique					
Article Date Pays	Evaluation AGREE-II	Question de recherche	Population	Méthode	Financement et Conflits d'intérêt
Gordon, Ackerman, Berga. (2017)	62.7%	Prise en charge de l'aménorrhée hypothalamique fonctionnelle	Femme	Grading of Recommendations for evidence-based guidelines	Industriepharmaceutique, -Janssen Pharmaceuticals - Bayer, -Walden Behavioral Care Eating Disorder Treatment Center (clinical advisory board)...
USA	Résultats				
Functional Hypothalamic Amenorrhea: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline	Dépistage : -Seuil d'exploration si cycle de plus de 45 jours ou/et aménorrhée de plus de 3 mois, échographie pelvienne. Niveau de preuve faible -Dépister les facteurs de stress physique ou psychologique Niveau de preuve modérée -Interrogatoire sur habitudes alimentaire, sportive, perfectionnisme. Bonne pratique clinique ; pas de validation Diagnostic : -Exclure une cause anatomique et organique : grossesse et examen gynécologique paraclinique : GHcG, NFS, iono, glucose, bicarbonate, urée, créatininémie, bilan hépatique, CRP ou VS.TSH, T4, PRL, LH, FSH, E2, AMH, Niveau de preuve forte. Si hyperandrogénie clinique : testostérone, et DHEA ; Si CAH, : 8heure 17hydroxyprogesterone -Test à la progestérone Niveau de preuve modérée IRM : si céphalée, vomissement, modification vision, signe neurologique, soif, miction et si aménorrhée primaire DMO après 6 mois d'aménorrhée Evidence modérée			Conclusion : AHF = Diagnostic d'élimination. 3 principales causes d'aménorrhée secondaire sont le AHF, SOPK et la grossesse Les diagnostics de AHS et syndrome des ovaires polykystiques peuvent coexister. Limite : Pas d'application pratique en termes de questionnaire sur le cycle menstruel. Pas de preuve de la AHF impactant la fonction lipidique et endothéliale.	

Revue systématique						
Article Date Pays	Evaluation PRISMA / R-AMSTAR	Question de recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Sim, Burns. (2021) Singapour	63.6% / 33.3%	Revue des questionnaires pour évaluer le RED'S et DED	Athlétique et à risque de LEA ou RED'S et femme pratiquant une activité physique de loisir	Revue systématique de la littérature sur Pubmed	non	non
Review: questionnaires as measures for low energy availability (LEA) and relative energy deficiency in sport (RED-S) in athletes	Résultats					
	Outils d'évaluation :		Pertinence des outils :		Conclusion : pas de gold standard. 3 questionnaires sont validés dans la population athlétique et notamment féminine : BEDA-Q, LEAF-Q, RST. Le Q le plus fréquemment utilisé LEAF-Q Le BEDA-Q est le seul test recherchant les troubles de l'alimentation prenant en compte le DSM5. RST : le q qui peut être utilisé dans une large pop (fem, ado) Ces questionnaires sont des outils de dépistage de LEA et non des outils diagnostiques du RED's. LEAFQ et EDEQ mesure respective des conséquences (symptômes) et des causes (comportement alimentaire et sportif) de la triade, prétention à être associer une complémentarité ? Pas de preuve de qualité diagnostique de la combinaison des 2 tests. Limite : Pas de critique sur la mise en œuvre pratique des outils questionnaires de repérage. Les Q° sont soumis à des biais de mémoire, de déclaration. Pas de validation pour la population sportive dans le DSM5 (sauf BEDAQ) Pas d'étude des paramètres de validité pour FAT screening Q, FAT riskscale, MABWQ, Triad consensus panel screening Q)	
	Les TCA, FR deDED		Brief eating disorder in athletes questionnaire (BEDA-Q) (9 items)	Se 82,1% et Sp 84,6% ; validé contre EDI-2 pour dépister des facteurs de risque de trouble alimentaire		
			EatingDisorderExamination Questionnaire (EDE-Q) (28 items)	validé dans pop non active. Se 83% et Sp 96%		
			Eating Disorder Inventory (EDI) - Drive for Thinness (DT) (7items)	validé dans la pop féminine ; Se 86% Sp 80%		
			Eating Disorder Screening for Primary Care (ESP) (4 items)	Pour le soin premier et les étudiants. SE 100%, Sp 71%		
			Meal attitudes and body weight questions (2 items)	Non validé Aborde la fréquence des repas et la question du poids		
			Three-Factor Eating Questionnaire (TFEQ) – Dietary cognitive restraint (51 items)	Non obèse et obèse femme et homme. Recherche un régime restrictif		
	FR du RED's		FemaleAthleteTriad Risk Scale(6 items) ; > 3 à risque de triade	Non validé, explore les risques de triade (trouble alimentaire, trouble du cycle, antécédents de fracture)		
			Female Athlete Triad Screening Questionnaire (12 items)	Non validé. Trouble alim, image du corps, histoire menstruelle, santé osseuse		
			Low Energy Availability in Females Questionnaire (LEAFQ)(25 items)	Admis pour Athlète d'endurance feminineSe 78% Sp 90%. Trouble menstruel, blessure, fréquence des maladies (symtôme relié au LEA)		
			RED-S Specific Screening Tool (RST) (female and male versions) (25-31 items)	Validé par rapport au PPgynaecologicalexamination Admis pour athlète footballeuses étudiante au collège et lycée ; aborde fonction menstruelle, niveau d'activité, blessure, nutrition et régime, aspect physiologiques et psychologique, FR de perturbation de la DMO		
			Triad consensus panel screening questions by the Female Athlete Coalition (11 items)	Non validé Aborde les fonctions menstruelles, préoccupation poids, comportement alimentaire, antécédant des troubles alimentaires, santé osseuse		

Etude observationnelle						
Article Date Pays	Evaluation STROBE	Question de recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Daniel, Fisher, Welty. (2022)	61.4	"Evaluer en clinique l'optimisation du dépistage de MD sur un an grâce à l'outil Epic BPA"	Athlètes de plus de 12 ans consultant en médecine pédiatrique du sport sur 8 sites ambulatoires (USA)	Etude rétrospective sur dossier et prospective	non	non
USA	Résultats					
Improving the Diagnosis of Menstrual Dysfunction through Quality Improvement	Outils d'évaluation :	Pertinence des outils :		Conclusion :		
	A l'aide d'un process map de flux typique de patient de l'admission à la sortie.Questionnaire Epic BPA -présence cycle menstruel-contraception hormo en cours-<9 cycles en 12 mois	Augmentation des diagnostics de trouble du cycle de 2,6 à 20%grâce à optimisation du parcours Définition troubles du cycle : Selon les critères de CIM10 validé par l'OMS 2004		Le processus mis en place : Epic BPA systématique a l'entrée de chaque adolescente rempli avec l'entraîneur ou assistant clinique, a permis l'amélioration du diagnostic de MD. Si correctement rempli en amont, permet ensuite au médecin une meilleure prise en charge Questionnaire demandé avant la visite avec le médecin Limite : Biais d'observateur Critère oligoaméno utilisé >35 jours(FAT consensus), hors 45 jrs dans college médecine pediatricaméricaineImpact pandémie covid19, diagn en augmentation malgré diminution de cs. Pas de gold standard, Q en évolution		

Etude observationnelle						
Article Date Pays	Evaluation STROBE	Question de recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Thralls, Nichols, Barrack. (2016)	68.2%	Association entre marqueurs anthropométriques et les entités de la triade chez les adolescentes	N=320 Athlètes lycéennes de Californie 13-18 ans	Etude transversale	NC	NC
USA	Résultats					
Body Mass-Related Predictors of the Female Athlete Triad Among Adolescent Athletes	Outils d'évaluation :	Pertinence des outils :		Conclusion :		
	CPI (courbe poids idéale) %MG IMC adulte IMC enfant-adolescent	Les plus de 31,5% MG ont plus de 2 fois plus de risque de déclarer un régime restrictif. Les ado en dessous du 5 ^e percentile de leur IMC adapté à l'âge ont 10 fois plus de risque d'avoir une DMO basse de -1 à -2 percentile + celles < 50eme percentile de l'IMC, risque x4 IMC<18,5 et faible PCI Et faible masse grasse <17,7 % corrélé avec perturbation du cycle . (x3)		Le CPI (<85%) selon la formule H..et ' IMC sont fortement corrélé à une baisse de DMO. CPI, IMC %MG sont corrélés aux troubles menstruels Limite : EDEQ peu représentatif d'un régime restrictif, recherche les troubles du comportement alimentaire mais n'est pas représentatif de la baisse d'énergie disponible. Sous déclaration des symptômes ED par les athlètes les plus minces. Biais de mémoire, perturbation du cycle et du régime restrictif : données autorapportées Faible niveau de preuve non prospectif		

Etude observationnelle						
Article Date Pays	Evaluation STROBE	Question de recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Strock, Koltun, Southmay. (2020)	81,8%	-Evaluer la précision des méthodes de prédiction RMR et le seuil du ratio.	N=217 Femmes 18-35 ; IMC 16-35 ; >2h d'activité, non fumeuse	Etude transversale rétrospective	U.S. Department of Defense U.S Army Medical Research and Material PSU College of Health and Human Development.	Non
USA	Résultats					
Indices of Resting Metabolic Rate Accurately Reflect Energy Deficiency in Exercising Women	Outils d'évaluation : <u>RMR mesuré :</u> calorimétrie indirecte, méthode ventilation consommation O2 <u>RMR prédit via 4 équations</u> RMRprédit/RMRmesuré SEUIL <ou=0,90	Pertinence des outils : <u>Équation DMO et Cunningham1991</u> : donne meilleure approximation de RMRm : valeurs de RMRp autour de 10% de plus que le RMR mesuré. <u>Alors que Cunningham1980 et Harris-Benedict</u> : valeurs plus élevées de 20% environ par rapport à RMR mesuré. <u>Avec seuil < 0,90</u> . Association T3 Ratio avec C.1980 : Se 90% et Sp 0,41 Ratio avec HB : Se 87% et Sp 43%. Si adaptation SEUIL avec DXA<0,94 et Cun.1991< 0,80 : l'association avec T3 Se 80% acceptable. Méthode moins précise chez les femmes sportives en déficience énergétique.	Conclusion : équations de prédiction du RMR sont des bons outils et de bons indicateurs de l'état métabolique, en comparaison avec dosage T3 basse et aménorrhée. ratio RMR prédit avec équation est plus approprié la mesure de EA pour évaluer le statut énergétique de la femme sportive. Les ratios avec HB, DXA, C. sont de bons indicateurs de l'état métabolique. DXA et Cunningham 1991 = équations prédictives les plus proches de la mesure RMR. Peuvent être utilisés RMR comme dépistage initiale de carence jusqu'à ce qu'un gold standard soit développé et validé Limite : outils expérimentaux pour laboratoire, pas utilisables en pratique Toutes les méthodes surestiment le RMR, surtout lorsque la RMR mesurée était inférieure à 1200kcal/j. Méthode estimation RMR moins précise chez les femmes en ED car l'adaptation conduit à la baisse du métabolisme énergétique. En cas de restauration de l'équilibre énergétique, l'aménorrhée est décorrélée du RMR. Lors du rétablissement des troubles menstruels, y a-t-il une relation temporelle entre les variables ?			

Etude observationnelle						
Article Date Pays	Evaluation STROBE	Question de recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Melin, Tornberg, Scoubi. (2014) Danemark The LEAF questionnaire: a screening tool for the identification of female athletes at risk for the female athlete triad	81,8%	Développer et tester un outil de dépistage pour identifier les femmes athlètes à risque de la triade : LEAF-Q	Femmes 18-39ans Athlètes d'endurance course et de danseuses. n=84	Etude observationnelle Prospective ? Monocentrique ?	Faculty of Science, University of Copenhagen, World Village of Women Sports Foundation and Arla Foods Ingredients	non
	Résultats					
	Outils d'évaluation :	Pertinence des outils :		Conclusion :		
	LEAF Q : homogénéité élevée du LEAFQ (alpha =0,86) 2 ^e partie rajout de réponses ouverte aux explications individuelles <u>25 items</u> sur blessures, fonctions reproductives et gastro-intestinales	-questions jugées par les athlètes :-pertinentes, -compréhension aisée-facile à lire Avec un score total de >=8 , le test obtient : Se 78%Sp 90% + Après élimination de SOPK et autre étiod'oligo aménorrhée : Se 83% et Sp 90% Méthode standardise comparée avec critères objectifs Validité globale de 73% pour classer correctement EE actuelle ou/et la fonction de repro ou/et santé des os		LEAF-Q facile d'utilisation et pertinent pour dépister les femmes à risque de développer la triade , si complémentaire des autres outils de dépistage du désordre alimentaire Validé seulement chez les athlètes femmes endurance. Caractérise 8 femmes athlètes sur 10 avec une des 3 entités touchées. Et 9 sur 10 bien classés sur leur bonne santé. Limite : Manque de validité pour autre catégorie de sport Ne reflète pas les femmes ayant un stérilet ou autre CH qu'orale, et celle n'ayant pas stoppé la CH orale avant 6 semaines. Nécessité d'éliminer diag différentiel avant le questionnaire Dangereuse de la fenêtre sans CH, lors de la reprise.		

Etude observationnelle						
Article Date Pays	Evaluation STROBE	Question de Recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Holtzman, Tenforde, Partziale. (2019) USA Characterization of Risk Quantification Differences Using Female Athlete Triad Cumulative Risk Assessment and Relative Energy Deficiency in Sport Clinical Assessment Tool	61.4%	Comparer les scores CRAT et RED's CAT	Athlètes féminines 15-30 ans N=1000	Etude transversale rétrospective	non	non
	Résultats					
	Outils d'évaluation :	Pertinence des outils :		Conclusion :		
	-CRA : -RED's CAT :	Dans les catégories à risque il existe des différences de classement notamment avec les items bradycardie et ED. Le RED-s CAT n'a pas de critère clairement défini Les 2 outils requièrent une DMO. Avec la DMO l'athlète est plus souvent classé à haut risque. CRA : le Déséquilibre alimentaire est le critère le plus prévalent puis viennent les troubles du cycle. 70% des athlètes classés "lowrisk" cochent 1 item.		Le Triad CRA et le RED-s CAT sont concordant pour 55.5% des athlètes. La principale différence porte sur l'évaluation TCA, disqualifiante pour RED-s CAT, pas pour CRA. REDS CAT identifie plus d'athlète à risque modéré et élevé que le CRA. Les classifications de risque différentes. Limite : Z score choisi par les outils -2 (CRA) ou -1 (RED'scat) Manque de validité externe Population caucasienne et non hispanique. Biais de mémorisation. Pas de comparaison critère objectif ex biologie		

Etude observationnelle						
Article Date Pays	Evaluation STROBE	Question de recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Koltun, Strock, Southmay. (2019) USA	77.2%	Comparer la catégorisation à l'aptitude d'après les outils CRA et RED-CAT	Femmes 18-35 ans en bonne santé, pas de diagnostic clinique ou de trouble comportement alimentaire en cours, >2h/wk d'activité physique, pas de traitement en cours.	Etude comparative rétrospective Transversale	Pennsylvania State University (Childhood Obesity Prevention) U.S Department of Defense	Non
Comparison of Female Athlete Triad Coalition and RED-S risk assessment tools	Résultats					
	Outils d'évaluation :	Pertinence des outils :		Conclusion :		
	-Coalition triadriskassessmenttool (CRAT) (De Souza et al., 2014a, 2014b) 6 items : notés entre 0 et 2 points (pas de risque, risque modéré, risque élevé) et le score cumulé permet de classer en 3 catégories de risque de gravité de la triade. -RED'S risk tool (Mountjoy et al., 2014) 3 niveaux de risques	Classe des autorisations et autorisations avec sursis : différence significative entre les 2 outils. Classe des contre-indications : pas de différence significative entre les 2 outils. CRAT : il semblerait que l'ensemble des notations semblerait prédire des lésions du stress osseux, ou le critère clinique considéré comme le plus préoccupante de la triade = la diminution de densité osseuse.(Barrack et al., 2014; Gibbs et al., 2014; Tenforde, Sayres, McCurdy, Sainani, &Fredericson, 2013) RED'S risktool : identification de la présence et la cause de la faible disponibilité énergétique. Imprécision de la mesure DMO ou durée d'un IMC bas. Laisse beaucoup de place à l'intuitionPour le groupe intermédiaire 51.6% FHA, 48.4% complication de LEA, 48.% IMC bas, 32.3% fracture de stress Critères facultatifs : types ECG, données biologique, historique croissance... Critère Définition ménarche moins pertinente pour le RED's tool , avec âge seuil différent entre les 2 outils.		Les 2 outils sont des aides décisionnelles Système de notation de CRAT offrirait une meilleure prédiction des lésions du spectre osseux. Le CRAT est un outil plus prudent dans la mesure où il oriente plus vers la surveillance de l'athlète que le questionnaire du RED'S Imprécision des items des 2 outils, disparité d'évaluation des groupes de population. Limite : Biais de sélection population : Critère inclusion restreint Les 2 outils : difficulté de reproductibilité entre évaluateur pour des décisions basée sur jugement. N'abordent pas la contraception hormonale (CH), Outils basés sur l'expérience des cliniciens et interprétation des exigences sportive et circonstance de chacune.Les 2 outils, ne sont pas flexible, si pas de possibilité de calcul EA, ou DXA, ou CH ...		

Etude observationnelle						
Article Date Pays	Evaluation STROBE	Question de recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Koltun, Williams, De Souza. (2020)	77,2%	1) Amélioration du CRA-tool lorsque critères originaux manquant 2) étude du taux T3 et RMRp/RMRm dans chaque groupe	Femmes 18-35ans N=166 de bases de données extraites de plusieurs études.	Etude transversale rétrospective	U.S. Department of Defense, U.S. Army Medical Research and Materiel Command Pennsylvania State University Childhood Obesity Prevention Training Program	non
USA	Résultats					
	Outils d'évaluation :	Pertinence des outils :		Conclusion :		
Female Athlete Triad Coalition cumulative risk assessment tool: proposed alternative scoring strategies	CRA outil modifié : Item LEA évalué avec : TFEQ (51 items); EDI (91 items) Score total pour classer en 3 catégorie identique au CRAT original. Modifications apportées Sur items low DMO et statut menstruel si CH	TFEQ : CDR, désinhibition, faim EDI : comportement alimentaire, recherche de minceur. <u>Si DMO non disponible</u> : peut-être substituée par l'item retard d'aménorrhée : 9% change de catégorie, non significatif Basé sur la relation entre âge de ménarche et santé osseuse (Field et al. 2011; Gibbs et al. 2014; Tenforde et al. 2013) <u>-si ni la DMO ni le statut menstruel disponible</u> , le résultat de l'adaptation proposé : propose plus d'autorisations à jouer -> prise en charge moins prudente		Nouveaux items validés en cas de non accès à certaines données : Remplacer « DMO » par « retard de ménarche » et -Remplacer « statut menstruel » par LEA (EDI et TFEQ) - Il reste à déterminer des seuils pour le déficit énergétique. Pas de seuil T3 et mRMR/pRMR clairs et significatifs pour représenter l'état énergétique de chaque groupe. Il est proposé de renommer faible énergie disponible par comportement alimentaire restrictif (TFEQ, EDI) Limites : Population stable en poids, Manque de donnée prospective, qui donnerait de la validité. Alternative pour évaluer la capacité à prédire les fractures de fatigue et une faible DMO Non adapté aux adolescents		

Etude observationnelle						
Article Date Pays	Evaluation STROBE	Question de recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Heikura, Uusitalo, Stellingwerff. (2018) Australie	77.3	Evaluer la validité des outils du LEAF-Q, du CRA et du RED	18-40 ans homme femme Coureurs à pied haut niveauN = 59	Observationnelle transversale	CanadianSport Institute, Australian Catholic University, Australian Institute ofSport, Finnish Sport Institute Foundation	non
Low Energy Availability Is Difficult to Assess but Outcomes Have Large Impact on Bone Injury Rates in Elite Distance Athletes	Résultats					
	Outils d'évaluation :	Pertinence des outils :		Conclusion :		
	Mesures anthropo : Enquête alimentaire et journal d'entraînement sur 7 jrs Fonction hormonale reproduction et métabolique DMO LEAFQ (melin et al. 2014) CRAT (2014) RED's scoring (2014)	-LEAFQ : corrélé négativement avec DMO (femme) -Scores du REDS et triade : corrélation négative avec T3 et Z score, et positive avec antécédant fracture. Enquête alim et entraînement = Manque de sensitivité pour le diagnostic de baisse de l'énergie disponible Les outils REDS et Triad : ont plus de précision pour détecter des symptômes de trouble métabo ou repro et santé osseuse que l'évaluation enquête alim et entraînement (P.14) Les eval perso (sous estiment) et éval MET surestiment		Une grande proportion d'athlète classe élite d'endurance montrent des signes chroniques de baisse d'énergie disponible (37% aménorrhée) <u>Les femmes en aménorrhée</u> ont une DMO, une concentration T3 et E2, Zscore, plus basses de façon significative. meilleur critère diagnostic. En cas de CH, il faut rechercher les autres critères : DMO. <u>Chez les femmes en déficit énergétique</u> : pas de différence significative vis-à-vis des hormones T3, E2, DMO, Z-score L'utilisation du LEAF-Q, RST, triade tool obtient des résultats plus près de la réalité du déficit énergétique chronique que la mesure d'EA ponctuelle. Le classement des athlètes est significativement différent selon qu'on utilise le Red-sTool ou le Triad-tool Limite : athlètes en meilleurs santé et sans blessure atteignent haut niveau d'où la moindre prévalence de pathologie (MD)		

Etude observationnelle						
Article Date Pays	Evaluation CONSORT	Question de recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Davelaar, Ostrom, Shchulz. (2020) USA	58.0%	Déterminer la validité de l'outil RST chez les adolescentes en comparaison au PPGE	Lycéens footballeuses De 11 à plus de 18ansN=39	Etude transversale randomisée comparative Etude pilote p.5	non	non
Validation of an Age-Appropriate Screening Tool for Female Athlete Triad and Relative Energy Deficiency in Sport in Young Athletes	Résultats					
	Outils d'évaluation :		Pertinence des outils :		Conclusion :	
	<u>EDS</u> (national eatingdesorder association) PPGE <u>RST</u> : vocab vise les ado (7 items) : Fonction menstruelle, Niveau activité Alimentation et régime Blessure Effet physio Psycho santé osseuse		RST : Algorithme différent en fonction de l'âge les adolescentes avant et après 16 ans Formulation simplifiée. PPGE : lacune si absence de règle, difficulté de compréhension pour les jeunes. Questionnaire générale sur l'état de santé gynécologique. Pas de sensibilité avec la triade ?		RST questionnaire 31 items, assiste le dépistage à âge approprié adolescentes. Pas de différence significative de discrimination par rapport au PPGE. Le score du RST est noté sur 880 chez la femme réglée ou 730 si non réglée. L'outil tend à être utilisé par plusieurs professionnels (entraîneurs, sportif, physiothérapeutes et autres) pour identifier et intervenir précocement... Limite : Critères de sélections douteux Comparaison à PPGE, outil moyennement pertinent comme gold standard pour triad? Poids et taille déclaratifs, biais de mémorisation Le score attribué à chacun des 31 items du RST est-il arbitraire pour cette étude, non expliqué	

Etude observationnelle						
Article Date Pays	Evaluation STROBE	Question de recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Young, Schaefer, Fisher. (2018) USA	59.1%	Evaluer si le questionnaire HWHSFAS(en comparaison au PPE) est suffisant pour le dépistage d'un trouble menstruel .	Athlètes féminines étudiantes, de lycée et collègeN=15	Etude pilote observationnelle	non	non
Challenges of Menstrual Dysfunction Screening Using the Preparticipation Physical Examination: A Pilot Study	Résultats					
	Outils d'évaluation :		Pertinence des outils :		Conclusion : La visite d'aptitude est le moment idéal pour le dépistage de la triade. Favoriser le temps d'éducation des athlètes au sujet des irrégularités menstruelles. Limite : Les athlètes utilisant une contraception hormonale ont été exclues de l'étude. Biais de déclarationet biais de mémoire	
	Questionnaire repérage des troubles du cycle : -PPE (4 ^e édition) -Healthy Wisconsin High -School Female Athlete Survey (HWHSFAS)		-questionnaire <u>HWHSFAS</u> : semble mieux détecter les troubles menstruels par rapport au PPE.			

Etude interventionnelle						
Article Date Pays	Evaluation STROBE	Question de recherche	Population	Méthode	Financement	Conflits d'intérêt
Varga, Ali, Herrera. (2020) Danemark	79.5%	Evaluer l'association entre LEA, activité physique et profil lipidique sur une journée.	N = 38 athlètes d'élites féminines effectuant un protocole exercice d'une journée 18 – 38 ans	Etude interventionnelle prospective	Université de Copenhague	non
Lipidomic profiles, lipid trajectories and clinical biomarkers in female elite endurance athletes	Résultats					
	Outils d'évaluation :	Pertinence/résultats des outils :		Conclusion aux 2 questions posées ?		
	-profil lipidique -hormones sexuelles et métaboliques TSH, ACTH GH.. -données anthropométriques	HDL, cortisol, CT, LDL aient une différence significative entre sous-groupe trouble du cycle et déficit énergétique avec HDL et cortisol plus élevés chez aménorrhéiques et LEA ; LDL n'est pas retrouvé plus élevé dans ces sous groupes. (pbm taille echantill?) Le profil lipidique explique 41% de la variance de l'IMC, 14% variance %MG, 10% variance leptin Il prédit niveau IMC avec une marge d'erreur de 0,4sd ?? Carte lipidomique individuelle, non exploitable, pour classer en groupe FHA ou LEA		1. Association ou prédiction du profil lipidique à jeun avec les comorbidités du RED's ??? -MG HDL TC, testoeetcortis = ont des assocsignif de caract lipidique -The lipidomicfeaturesalsodemonstratedpoor to mediocrepredictive utilities for LEA (accuracy = 0.5) and FHA status (accuracy= 0.7) Le taux de lipide n'a pas été prédictif de LEA ni de FHA. Cortisol plus élevé chez groupe FHA Mais valeur predictive pour IMC, %MG, leptin et IMC prédit 2. Est-ce que L'exercice intense produit des changements du profil lipidomic et ses adaptations sont différentes entre les les femmes ayant des comorbidite du red's telle que LEA ou FHA status. ??? (Attention faible échantillon... résultats expérimentaux) Le statut FHA semble décrire une altération d'adaptation métabolique des TG à l'exercice intense (p.6) : pas de diminution de concentration en post exercice Le taux de SM des athlètes LEA est réactif mais en concentration plasm plus basses que par rapport au femme euménorrhée Les profils lipidiques des participantes avec trouble du cycle se distinguent des autres, confirmant la corrélation entre profil lipidique et symptômes du RED-s Limite : petit échantillon. Beaucoup de test réalisé augmentant le risque d'erreur alpha. Groupe "LEA si <45 qui est un seuil haut. Biais de sélection (volontaire, pas de contraception hormonale,...) Faible échantillon population.		

Titre : La Triade de la Sportive : Repérage en médecine générale. Revue systématique de la littérature

Auteurs : Mathilde Chabaud et Etienne Delmas. Directeur de thèse Pr Yves Abitteboul

Résumé

Introduction : le syndrome de la triade de l'athlète féminine, aussi appelé Déficit Energétique Relatif en Sport (RED-s), se définit par un déficit énergétique lié à une pratique sportive intensive dont résulte une aménorrhée et une ostéoporose. L'objet de cette revue systématique de la littérature, est de faire une synthèse des moyens de repérage de cette pathologie en médecine générale.

Matériel et méthode : Nous avons suivi les recommandations PRISMA. Les bases de données PubMed, Web Of Science, Cochrane Library ont été utilisées. Les articles publiés entre 2010 et 2022 avec une population féminine à partir de 12 ans ont été retenus. L'inclusion, l'analyse qualité et l'extraction des données ont été réalisées indépendamment par les deux auteurs.

Résultats : 15 articles ont été inclus. Nous retrouvons les outils de repérage suivants : des auto-questionnaires (BEDA-Q, LEAF-Q) ; des échelles de gravité de la triade et du RED's (CRA tool, RED's CAT) ; des éléments anamnestiques, cliniques, biologiques, radiologiques et métabolique.

Discussion : Cette revue systématique de la littérature ne retrouve pas d'outil de repérage de la triade adapté au médecin généraliste. Nous proposons une trame de consultation qui identifie les principaux points de vigilance : disciplines où l'IMC bas favorise la performance, blessures à répétition, fracture de fatigue, troubles du cycles, conduites alimentaires restrictives, ménarche après 15 ans. Le bilan biologique comprendra NFS, CRP, BHCG, LH, FSH, œstradiol, TSH, T3, EAL, glycémie. L'échographie élimine le SOPK. L'ostéodensitométrie sera réalisée sans retard.

Abstract

Introduction: The Female Athlete Triad also called Relative Energy Deficiency in Sport (RED-s) is defined by an energy deficiency related to an intensive sport activity from which amenorrhea and osteoporosis result. The aim of this systematic review is to synthesize the means available for the general practitioner to screen and track this pathology. **Material and Method:** We followed the approach recommended by the PRISMA guidelines. The databases PubMed, the Cochrane Library and Web of Science have been used. We selected articles published between 2010 and 2022, with a population of women over 12 years old. Data inclusion, analysis and extraction were carried out by the two authors. **Results:** 15 Articles have been included. We found self questionnaires (BEDA-Q, LEAF-Q), diagnostic scales (CRA tool, RED-s CAT), anamnestic, clinical, biological, radiological and metabolic tools. **Discussion:** We didn't find any suitable tool for the general practitioner. We suggest a memory aid with the main vigilance points as follows: sport with low BMI, repetitive injuries, amenorrhea, stress fractures, eating disorder, menarche after 15 years old. NFS, CRP, BHCG, LH, FSH, estradiol, TSH, T3, lipid, glucose should be screened. The ultrasound eliminates PCOS. The DXA must be carried out.

Mots clefs : Triade de l'athlète féminine, déficit énergétique relatif en sport, repérage, dépistage, médecine générale, soin premier.