



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale
- Pas de Modification 4.0 France (CC BY-NC-ND 4.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD LYON 1

ANNÉE N°2025 – N°22

**Évaluation de l'efficacité du module Sommeil dans le
cadre du Projet PROMESS**

**- Preventive Remediation for Optimal MEDical Students –
sur l'amélioration des habitudes de sommeil chez les
étudiants de 4e et 5e années de médecine :**

Analyse des mesures objectives

THÈSE D'EXERCICE EN MÉDECINE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
Et soutenue publiquement le 14 février 2025
En vue d'obtenir le titre de **Docteur en Médecine**

Par

RUET Axelle

Née le 8 avril 1995 (69)

Sous la direction du Dr Sophie Schlatter

UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD LYON 1



JURY

Président :

Monsieur le Professeur Gilles RODE

Membres :

Madame le Professeur Julie HAESEBAERT

Monsieur le Professeur Alain MOREAU

Madame le Docteur Amélie LEFEVRE HENRY

Madame le Docteur Laura SCHMIDT

DATE DE SOUTENANCE

14 février 2025

UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD LYON I

Président de l'Université	Frédéric FLEURY
Président du Conseil Académique et de la Commission Recherche	Hamda BEN HADID
Vice-Président du Conseil d'Administration	Didier REVEL
Vice-Présidente de la Commission Formation	Céline BROCHIER
Vice-Président Relations Hospitalo-Universitaires	Jean François MORNEX
Directeur général des services	Pierre ROLLAND

SECTEUR SANTÉ

Doyen de l'UFR de Médecine Lyon-Est	Gilles RODE
Doyen de l'UFR de Médecine et de Maïeutique Lyon Sud - Charles Mérieux	Philippe PAPAREL
Doyen de l'Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques (ISPB)	Claude DUSSART
Doyen de l'UFR d'Odontologie	Jean-Christophe MAURIN
Directeur de l'Institut des Sciences & Techniques de Réadaptation (ISTR)	Jacques LUAUTÉ
Présidente du Comité de Coordination des Études Médicales	Carole BURILLON

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Directrice de l'UFR Biosciences	Kathrin GIESELER
---------------------------------	------------------

Directeur de l'UFR Faculté des Sciences	Bruno ANDRIOLETTI
Directeur de l'UFR Sciences & Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS)	Guillaume BODET
Directeur de Polytech Lyon	Emmanuel PERRIN
Directeur de l'Institut Universitaire de Technologie Lyon 1 (IUT)	Michel MASSENZIO
Directeur de l'Institut des Science Financière & Assurances (ISFA)	Nicolas LEBOISNE
Directeur de l'Observatoire de Lyon	Bruno GUIDERDONI
Directeur de l'Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation (INSPÉ)	Pierre CHAREYRON
Directrice du Département-composante Génie Électrique & des Procédés (GEP)	Rosaria FERRIGNO
Directrice du Département-composante Informatique	Saida BOUAZAK BRONDEL
Directeur du Département-composante Mécanique	Marc BUFFAT

Faculté de Médecine Lyon-Est

Liste des enseignants 2023/2024

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier Hors classe

VILLANI	AXEL	Dermatologie-vénérologie
---------	------	--------------------------

Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers Classe Exceptionnelle – Echelon 2

BLAY	JEAN-YVES	Cancérologie - Radiothérapie
CHASSARD	DOMINIQUE	Anesthésie-réanimation – Médecine d'urgence
CHEVALIER	PHILIPPE	Cardiologie
CLARIS	OLIVIER	Pédiatrie
COLIN	CYRILLE	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
D'AMATO	THIERRY	Psychiatrie d'adulte – Addictologie
DELAHAYE	FRANCOIS	Cardiologie
DENIS	PHILIPPE	Ophtalmologie
DOUEK	CHARLES PHILIPPE	Radiologie et imagerie médicale
DUMONTET	CHARLES	Hématologie - Transfusion
FINET	GERARD	Cardiologie
GAUCHERAND	PASCAL	Gynécologie-obstétrique – Gynécologie médicale
HONNORAT	JEROME	Neurologie
LINA	BRUNO	Bactériologie-virologie – Hygiène hospitalière
MERTENS	Patrick	Anatomie
MIOSSEC	PIERRE	Immunologie
MORELON	EMMANUELLE	Néphrologie
MORNEX	JEAN-FRANÇOIS	Pneumologie - Addictologie
MOULIN	PHILIPPE	Nutrition
OBADIA	JEAN-FRANÇOIS	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
RIVOIRE	MICHEL	Cancérologie - Radiothérapie
RODE	GILLES	Médecine physique et de réadaptation
SCHOTT PETHELAZ	ANNE-MARIE	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
VANDENESCH	FRANCOIS	Bactériologie-virologie – Hygiène hospitalière
ZOULIM	FABIEN	Gastroentérologie – Hépatologie - Addictologie

Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers Classe Exceptionnelle – Echelon 1

ADER	FLORENCE	Maladies infectieuses – Maladies tropicales
------	----------	---

ARGAUD	LAURENT	Réanimation – Médecine intensive
BADET	LIONEL	Urologie
BERTHEZENE	YVES	Radiologie et imagerie médicale
BUZLUCA DARGAUD	GAMZE YESIM	Hématologie - Transfusion
COTTIN	VINCENT	Pneumologie, addictologie
DI FILIPPO	SYLVIE	Cardiologie (disponibilité du 01/06/2022 au 31/05/2024)
DURIEU GUEDON	ISABELLE	Médecine interne – Gériatrie et biologie du vieillissement – Médecine générale - Addictologie
EDERY	CHARLES PATRICK	Génétique
FAUVEL	JEAN-PIERRE	Thérapeutique – Médecine de la douleur - Addictologie
FROMENT	CAROLINE	Physiologie
GUENOT	MARC	Neurochirurgie
JULLIEN	DENIS	Dermatologie vénéréologie
KODJKIAN	LAURENT	Ophthalmologie
KROLAC-SALMONT	PIERRE	Médecine interne (disponibilité du 01/01/2023 au 31/12/2024)
MABRUT	JEAN-YVES	Chirurgie viscérale et digestive
MICHEL	PHILIPPE	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PICOT	STEPHANE	Parasitologie et mycologie
ROY	PASCAL	Biostatistique inf.méd.
SCHAEFFER	LAURENT	Biologie cellulaire
TRUY	ERIC	Oto-rhino-laryngologie
TURJMAN	FRANCIS	Radiologie et imagerie médicale
VANHEMS	PHILIPPE	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
VUKUSIC	SANDRA	Neurologie

Professeurs des universités – Praticiens Hospitaliers Première classe

AUBRUN	FREDERIC	Anesthésiologie -réanimation – Médecine d’urgence
BACCHETA	JUSTINE	Pédiatrie
BESSEREAU	JEAN-LOUIS	Biologie cellulaire
BOUSSEL	LOIC	Radiologie et imagerie médicale
CALENDER	ALAIN	Génétique
CHAPURLAT	ROLAND	Rhumatologie
CHARBOTEL COING-BOYAT	BARBARA	Médecine et santé au travail
COLOMBEL	MARC	Urologie
COTTON	FRANCOIS	Radiologie et imagerie médicale
DAVID	JEAN-STEPHANE	Anesthésiologie - Réanimation – Médecine d’urgence
DEVOUASSOUX	MOJGAN	Anatomie et cytologie pathologiques
DI ROCCO	FEDERICO	Neurochirurgie
DUBERNARD	GIL	Gynécologie-obstétrique - Gynécologie médicale
DUBOURG	LAURENCE	Physiologie
DUCLOS	ANTOINE	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
DUMORTIER	JEROME	Gastroentérologie - Hépatologie - Addictologie
FANTON	LAURENT	Médecine légale
FELLAHI	JEAN-LUC	Anesthésiologie-réanimation – Médecine d’urgence
FERRY	TRISTAN	Maladies infectieuses – Maladies tropicales
FOURNERET	PIERRE	Pédopsychiatrie - Addictologie
GUIBAUD	LAURENT	Radiologie et imagerie médicale

HENAINE	ROLAND	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
HOT	ARNAUD	Médecine interne
HUISSOUD	CYRIL	Gynécologie-obstétrique - Gynécologie médicale
JACQUIN COURTOIS	SOPHIE	Médecine physique et de réadaptation
JARRAUD	SOPHIE	Bactériologie-virologie - Hygiène hospitalière
JAVOUHEY	ETIENNE	Pédiatrie
JUILLARD	LAURENT	Néphrologie
LEVRERO	MASSIMO	Gastroentérologie - Hépatologie - Addictologie
MERLE	PHILIPPE	Gastroentérologie - Hépatologie - Addictologie
MURE	PIERRE-YVES	Chirurgie infantile
NICOLINO	MARC	Pédiatrie
PERETTI	NOËL	Nutrition
PONCET	GILLES	Chirurgie viscérale et digestive
POULET	EMMANUEL	Psychiatrie d'adultes - Addictologie
RAVEROT	GERALD	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques - Gynécologie médicale
RAY-COQUARD	ISABELLE	Cancérologie - Radiothérapie
RHEIMS	SYLVAIN	Neurologie
RICHARD	JEAN-CHRISTOPHE	Réanimation - Médecine d'urgence
RIMMELE	THOMAS	Anesthésiologie-réanimation-Médecine d'urgence
ROBERT	MAUD	Chirurgie viscérale et digestive
ROMAN	SABINE	Physiologie
ROSSETTI	YVES	Physiologie
ROUVIERE	OLIVIER	Radiologie et imagerie médicale
SAOUD	MOHAMED	Psychiatrie d'adultes - Addictologie
THAUNAT	OLIVIER	Néphrologie
WATTEL	ERIC	Hématologie - Transfusion

Professeurs des universités - Praticiens Hospitaliers Seconde classe

BOUVET	LIONEL	Anesthésiologie-réanimation - Médecine péri opératoire
BUTIN	MARINE	Pédiatrie
CHARRIERE	SYBIL	Nutrition
CHEDOTAL	ALAIN	Biologie cellulaire
CHENE	GAUTIER	Gynécologie-obstétrique - Gynécologie médicale
COLLARDEAU FRACHON	SOPHIE	Anatomie et cytologie pathologiques
CONFAVREUX	CYRILLE	Rhumatologie
COUR	MARTIN	Médecine intensive de réanimation
CROUZET	SEBASTIEN	Urologie
DELLA SCHIAVA	NELLIE	Chirurgie vasculaire
DUCRAY	FRANCOIS	Neurologie
DUPRE	AURELIEN	Cancérologie
DURUISSEAU	MICHAEL	Pneumologie - Addictologie
EKER	OMER	Radiologie et imagerie médicale
GILLET	YVES	Pédiatrie
GLEIZAL	ARNAUD	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
GUEBRE-EGZIABHER	FITSUM	Néphrologie

HAESEBAERT	JULIE	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
HAESEBAERT	FREDERIC	Psychiatrie d'adultes - Addictologie
HARBAOUI	BRAHIM	Cardiologie
JACQUESSON	TIMOTHEE	Anatomie
JANIER	MARC	Biophysique et médecine nucléaire
JOUBERT	BASTIEN	Neurologie
LEMOINE	SANDRINE	Physiologie
LESCA	GAETAN	Génétique
LOPEZ	JONATHAN	Biochimie et biologie moléculaire
LUKASZEWICZ-NOGRETTE	ANNE-CLAIRE	Anesthésiologie-réanimation - Médecine d'urgence
MEWTON	NATHAN	Cardiologie
MEYRONET	DAVID	Anatomie et cytologie pathologiques
MILLON	ANTOINE	Chirurgie vasculaire - Médecine vasculaire
MOHKAM	KAYVAN	Chirurgie viscérale et digestive
MONNEUSE	OLIVIER	Chirurgie viscérale et digestive
NATAF	SERGE	Histologie - Embryologie - Cytogénétique
PIOCHE	MATHIEU	Gastroentérologie
SAINTIGNY	PIERRE	Cancérologie - Radiothérapie
THIBAUT	HELENE	Cardiologie
VENET	FABIENNE	Immunologie
VOLPE-HAEGELEN	CLAIRE	Neurochirurgie

Professeur des universités 1ère classe

CARVALLO PLUS	SARAH	Epistémologie Histoire des Sciences et techniques
---------------	-------	---

Professeur des universités – Médecine Générale Classe exceptionnelle 1

LETRILLIART	LAURENT
-------------	---------

Professeurs associés de Médecine Générale

DE LA POIX DE FREMINVILLE	HUMBERT
FARGE	THIERRY
LAINÉ	XAVIER
PIGACHE	CHRISTOPHE

Professeurs associés d'autres disciplines

CHVETZOFF	GISELE	Médecine palliative
GAZARIAN	ARAM	Chirurgie orthopédique
JUNG	JULIEN	Neurologie
LOMBARD-BOHAS	CATHERINE	Cancérologie

Maîtres de conférences – Praticiens hospitaliers Hors Classe

CHALABREYSSE	LARA	Anatomie et cytologie pathologiques
COZON	GREGOIRE	Immunologie
HERVIEU	VALERIE	Anatomie et cytologie pathologiques
KOLOPP SARDA	MARIE-NATHALIE	Immunologie
MENOTTI	JEAN	Parasitologie et mycologie
PLOTTON	INGRID	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
RABILLOUD-FERRAND	MURIEL	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
STREICHENBERGER	NATHALIE	Anatomie et cytologie pathologiques
TARDY GUIDOLLET	VERONIQUE	Biochimie et biologie moléculaire
TRISTAN	ANNE	Bactériologie-virologie - Hygiène hospitalière

Maîtres de conférences – Praticiens hospitaliers Hors Classe – Echelon Exceptionnel

BENCHAIB	MEHDI	Biologie et médecine du développement et de la reproduction – Gynécologie médicale
BRINGUIER	PIERRE	Histologie, embryologie cytogénétique
PERSAT	FLORENCE	Parasitologie et mycologie
PIATON	ERIC	Histologie, embryologie cytogénétique
SAPPEY-MARINIER	DOMINIQUE	Biophysique et médecine nucléaire

Maîtres de conférences – Praticiens hospitaliers Première classe

BONTEMPS	LAURENCE	Biophysique et médecine nucléaire
CASALEGNO	JEAN-SEBASTIEN	Bactériologie-virologie - Hygiène hospitalière
COUTANT	FREDERIC	Immunologie
CURIE	AUORE	Pédiatrie
ESCURET PONCIN	VANESSA	Bactériologie-virologie - Hygiène hospitalière
JOSSET	LAURENCE	Bactériologie-virologie - Hygiène hospitalière
LACOIN REYNAUD	QUITTERIE	Médecine interne – Gériatrie - Addictologie
ROUCHER BOULEZ	FLORENCE	Biochimie et biologie moléculaire
VASILJEVIC	ALEXANDRE	Anatomie et cytologie pathologiques
VLAEMINCK GUILLEM	VIRGINIE	Biochimie et biologie moléculaire

Maîtres de conférences – Praticiens hospitaliers Seconde classe

BALANCA (stagiaire)	BAPTISTE	Anesthésie, réanimation médecine peri
BARBA (stagiaire)	THOMAS	Médecine interne, gériatrie, addictologie
BAUDIN	FLORENT	Pédiatrie
BENECH	NICOLAS	Gastroentérologie, hépatologie, addictologie
BITKER (stagiaire)	LAURENT	Médecine intensive de réanimation
BOCCALINI (stagiaire)	SARA	Radiologie, imagerie médicale
BOUCHIAT SARABI	CORALIE	Bactériologie-virologie - Hygiène hospitalière
BOUTY-LECAT	AUORE	Chirurgie infantile
CORTET	MARION	Gynécologie-obstétrique - Gynécologie médicale

COUTIER-MARIE	LAURIANNE	Pédiatrie
DOREY	JEAN-MICHEL	Psychiatrie d'adultes - Addictologie
DUPIEUX CHABERT (stagiaire)	CELINE	Bactériologie-virologie - Hygiène hospitalière
DUPONT	DAMIEN	Parasitologie et mycologie
GRINBERG (stagiaire)	DANIEL	Chirurgie vasculaire, médecine vasculaire
KOENIG	ALICE	Immunologie
LILOT	MARC	Anesthésiologie-réanimation - Médecine d'urgence
MAINBOURG JARDEL (stagiaire)	Sabine	Thérapeutique médecine douleur, addictologie
NGUYEN CHU	HUU KIM	Pharmacologie fondamentale, pharmacie clinique, addiction
PASQUER	ARNAUD	Chirurgie viscérale et digestive
SIMONET	THOMAS	Biologie cellulaire
VIPREY (stagiaire)	MARIE	Epidémiologie, économie de la santé et prévention

Maîtres de conférences Hors classe

GOFFETTE	JEROME	Epistémologie Histoire des Sciences et techniques
VIGNERON	ARNAUD	Biochimie, biologie

Maîtres de conférences Classe normale

BAYLAC-PAOULY	BAPTISTE	Epistémologie Histoire des Sciences et techniques
DALIBERT	LUCIE	Epistémologie Histoire des Sciences et techniques
FAUVERNIER	MATHIEU	Mathématiques appliquées et applications des mathématiques
LASSERRE	EVELYNE	Ethnologie, préhistoire et anthropologie biologique
LECHOPIER	NICOLAS	Epistémologie Histoire des Sciences et techniques
MATEO	SEBASTIEN	Sciences de rééducation et de réadaptation
NAZARE	JULIE-ANNE	Physiologie
PANTHU	BAPTISTE	Biologie cellulaire
VIALON	VIVIAN	Mathématiques appliquées et applications des mathématiques
VINDRIEUX	DAVID	Physiologie

Maître de conférences de Médecine Générale 1ère classe

CHANELIERE	MARC
------------	------

Maître de conférences de Médecine Générale 2ème classe

LAMORT-BOUCHE	MARION
---------------	--------

Maîtres de conférences associés de Médecine Générale

BREST	ALEXANDRE
PERROTIN	SOFIA
ZORZI	FREDERIC

Maître de conférences associé Autres disciplines

TOURNEBISE	HUBERT	Médecine physique et de réadaptation
------------	--------	--------------------------------------

Professeur Honoraire

DROZ	JEAN-PIERRE	Cancérologie
------	-------------	--------------

Professeurs émérites

BEZIAT	JEAN-LUC	Chirurgie maxillo-faciale et Stomatologie
BORSON-CHAZOT	FRANCOISE	Endocrinologie diabétologie maladies du métabolisme
COCHAT	PIERRE	Pédiatrie
DALIGAND	LILIANE	Médecine légale et Droit de la santé
ETIENNE	JEROME	Bactériologie-Virologie - Hygiène hospitalière
FLORET	DANIEL	Pédiatrie
GHARIB	CLAUDE	Physiologie
GUERIN	CLAUDE	Médecine intensive de réanimation
GUERIN	JEAN-FRANCOIS	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction - Gynécologie médicale
GUEYFFIER	FRANCOIS	Pharmacie fondamentale, clinique
LEHOT	JEAN-JACQUES	Anesthésiologie-réanimation - Médecine d'urgence
MAUGUIERE	FRANCOIS	Neurologie
MELLIER	GEORGES	Gynécologie - Obstétrique
MICHALLET	MAURICETTE	Hématologie - Transfusion
MOREAU	ALAIN	Médecine générale
NEGRIER	CLAUDE	Hématologie - Transfusion
NEGRIER	MARIE-SYLVIE	Cancérologie - Radiothérapie
NIGHOGHOSSIAN	NORBERT	Neurologie
PONCHON	THIERRY	Gastroentérologie, hépatologie
PUGEAT	MICHEL	Endocrinologie et maladies métaboliques
REVEL	DIDIER	Radiologie imagerie médicale
SINDOU	MARC	Neurochirurgie
TOURAINÉ	JEAN-LOUIS	Néphrologie
TREPO	CHRISTIAN	Gastroentérologie - Hépatologie - Addictologie
TROUILLAS	JACQUELINE	Cytologie et Histologie

Le Serment d'Hippocrate

Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans discrimination.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont 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.

Je donnerai mes soins à l'indigent et je n'exigerai pas un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

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

Je préserverai l'indépendance nécessaire et je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je perfectionnerai mes connaissances pour assurer au mieux ma mission.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.
Que je sois couvert d'opprobre et méprisé si j'y manque.

Remerciements

-A **Monsieur le Professeur Rode** : Je tiens à vous exprimer ma sincère gratitude pour l'honneur que vous me faites en acceptant de présider ce jury de thèse. Je vous remercie profondément pour le temps et l'attention que vous consacrez à ce travail.

-A **Madame le Professeur Haesebaert, Monsieur le Professeur Moreau, Madame le Docteur Lefevre-Henry, Madame le Docteur Laura Schmidt** : Je tiens à vous remercier sincèrement d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse et pour le temps que vous avez consacré à l'examen de mon travail.

-A **Madame le Docteur Sophie Schlatter, ma directrice de thèse** : Je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour ta guidance précieuse, ton exigence scientifique, et ta bienveillance tout au long de cette aventure.

-A **mes parents** : Merci pour votre amour et votre soutien inconditionnels, vous êtes mon tout, merci pour les rires et la tendresse ; cette thèse, elle est pour vous.

-A **mon frère Gabriel** : Merci pour toute la joie que tu m'apportes chaque jour en existant seulement, tu es mon pilier, ma force tranquille, ma vie a débuté là où la tienne a commencé.

-A **Mimi, mon binôme, mon partenaire, mon amour** : Merci pour ta patience et ton soutien constant ; tu es mon refuge, mon pilier, mon équilibre. Merci de bâtir chaque jour notre vie à mes côtés, tu incarnes bien plus que tout ce dont j'ai pu rêver enfant.

-A **ma sœur Lilas** : Merci pour tous les souvenirs passés, présents et futurs ; il n'y a pas de Graziella sans Betty, toi et moi c'est le soleil (et parfois la pluie), Barcelone c'est chez nous, mais peu importe le pays où tu te trouves, je viendrai toujours partager un bout de chemin avec toi.

-A **mon frère Matthieu** : Merci pour ta joie de vivre, merci pour nos conversations philosophiques dans des restos gastronomiques. C'est grâce à toi que j'ai découvert ce qu'est l'amitié. Tu es mon premier ami, celui qui m'a appris la valeur et la beauté de ce lien. Merci à Margaux d'être ta partenaire et un être si solaire, vous êtes une inspiration.

-A **Ju, Bré, Loulou, Chris, Cam, Philou, Aly, Kev, Nono, Carmi, Martin, Julie** : Merci pour les rires et les souvenirs, je grandis avec vous depuis tant d'années, vous êtes ma famille, celle que l'on choisit, j'ai hâte de continuer à passer chaque grande étape de ma vie à vos côtés.

-A **Dédé, Maëlle, Flo, Vinc', Lulu, Mathou** : Merci pour cet internat de folie, il y a ceux que l'on croise sur son chemin et ceux qu'on décide de garder pour continuer l'aventure, et vous clairement je vous garde près de mon cœur !

-A **Sixtine** : Merci pour ta douceur, ta bienveillance, et pour tous ces moments cocoon partagés au fil des années, rares mais si précieux ; je nous souhaite tout un tas de souvenirs à continuer de se créer ensemble, à nous les plaids, les bougies pour accompagner notre amitié.

-**A Océane** : Merci pour ta force et tes valeurs ; toi et moi, les ovnis de médecine, nous avons trouvé dans notre singularité un refuge commun, il suffit d'être deux pour être une équipe.....notre équipe, celle de la bienveillance et de l'authenticité.

-**A Mel** : Merci pour l'énergie, les danses endiablées, l'écoute, tu es de celle dont l'amitié a été évidente dès le premier regard, hâte de voir la suite de nos aventures ensemble.

-**A Jojo et Dodo** : Merci pour cette si belle amitié, empreinte de bienveillance et d'amour, où je me sens à ma place et épanouie, une petite famille à nous, précieuse et solaire.

-**A Julie, Lolo, Toto, la Team Thug** : Je n'aurais jamais survécu à l'externat sans vous, merci pour l'amitié profonde créée dans ces études folles, et surtout pour la solidarité dans ces années difficiles ; l'amitié qui nous lie va au-delà de la distance physique, vous faites partie de moi.

-**A la Team PROMESS, Mélina, Alexia, Flo, Olivier, Mohammad** : Merci pour le partage, le soutien, merci d'avoir été une équipe soudée face à cette épreuve difficile qu'est la thèse. Et merci infiniment à **Angèle** pour tout le temps que tu m'as accordé avec ta pertinence tout en bienveillance, ayant rendu ce travail d'écriture de thèse agréable.

-**A mes collègues de travail Aurélie, Clémentine, Diane, Clothilde, Dr Guez, Valérie, Sirine** : Merci de m'avoir fait confiance pour mon premier remplacement, merci de m'accueillir si chaleureusement dans votre équipe, merci pour tout ce que vous m'apprenez dans ce métier de médecin généraliste, en tant que professionnel de santé mais surtout en tant qu'être humain.

-**A Nini** : Merci pour ton amour, ta force ; ton soutien et ta foi en moi ont été précieux.

-**A mes oncles et tantes, Anna, Claude, Yvan, Catherine, Marie, Antoine, Patrick, Hervé** : Merci pour votre affection, votre humour et pour ces moments de joie en famille.

-**A mes cousins, Eric, Marie, Raphaël, Adeline, Raffaël, Audrey** : Merci pour tous les souvenirs d'enfance créés ensemble qui font de moi qui je suis aujourd'hui.

-**A Papé, Malu** : Merci pour votre douceur, vous êtes la représentation parfaite de la bienveillance, mon amour pour vous est profond et sincère.

-**A Estelle et Hugo** : Merci pour ces liens fraternels forts et profonds, je n'aurais pas pu rêver d'une meilleure famille de cœur.

-**A Laurence** : Merci pour la lumière que vous avez implanté dans le cœur de chacun des membres de la famille Graëff, et qu'est-ce qu'ils brillent !

-**A Nonna**, tu n'étais pas là aujourd'hui mais je sais que tu n'étais pas loin non plus ; j'espère que de là où tu es, tu es fière, ça y est, ta petite fille est Docteure

Table des matières

Résumé	17
Liste des abréviations	18
I-Introduction	19
A- Définition du sommeil	19
B- Les troubles du sommeil chez l'adulte	22
1- Qu'est-ce et quels sont les troubles du sommeil ?	22
2- Les perturbations du sommeil	23
Prévalence	23
Causes	24
Conséquences sur la santé physique.....	25
Conséquences sur la santé mentale.....	25
C- Les perturbations du sommeil chez les étudiants en médecine	26
1- Prévalence des perturbations du sommeil au niveau mondial.....	26
2- Prévalence des perturbations du sommeil en France.....	27
3- Pourquoi les étudiants en médecine sont-ils une population à risque.....	28
Facteurs académiques et hospitaliers	29
Facteurs individuels.....	30
4- Conséquences des perturbations du sommeil	31
Impact sur la santé physique.....	31
Impact sur la santé mentale	31
Impact sur les performances académiques	32
D- Les interventions pour améliorer le sommeil auprès des étudiants en médecine.....	33
1- Programme éducatif à l'Université d'Indiana (Etats-Unis)	33
2- Réveil lumineux et limitation d'écrans dans l'Ohio (Etats-Unis)	34
3- Conférence éducative sur le sommeil à Jérusalem (Israël)	34
4- Optimisation des dortoirs à Pékin (Chine)	34
5- Programme combiné à Sharjah (Emirats Arabes Unis)	34
6- Le sommeil des étudiants en médecine en France.....	35
E- Projet PROMESS, module Sommeil (PROMESS-Sleep)	36
F- Objectifs de l'étude	37
1- Mesurer le sommeil : pourquoi l'actimétrie	38

2- Qu'est-ce qu'un actimètre et comment fonctionne-t-il ?	38
3- L'actimétrie : avantages et limites	39
4- Les données subjectives en complément de l'actimétrie.....	39
5- L'usage de l'actimétrie dans l'évaluation du sommeil : données issues de la recherche	40
II- Matériel et Méthodes	42
A- Design de l'étude.....	42
B- Avant l'intervention	43
C- Pendant l'intervention : PROMESS-Sleep	45
1-Le déroulé de l'intervention	45
2-Les données recueillies lors de l'intervention	47
D- Analyses statistiques.....	52
Article de protocole	54
III- Résultats.....	76
IV- Discussion	84
A- Analyse des résultats principaux	84
B- Forces et limites de l'étude	92
C- Perspectives et améliorations	93
V- Conclusion.....	95
Annexes	96
Bibliographie	99
Dossier de soutenance de thèse.....	106

Résumé

Contexte : Le sommeil est un pilier essentiel au maintien de la santé physique, mentale et cognitive. Les étudiants en médecine, soumis à une charge de travail intense et à des exigences académiques élevées, sont particulièrement exposés aux troubles du sommeil. Ces perturbations ont des répercussions directes sur leur bien-être, leurs performances académiques et leur santé globale. Pour répondre à ces enjeux, le projet PROMESS (*Preventive Remediation for Optimal Medical Students*) a développé un module spécifiquement dédié à l'optimisation du sommeil, appelé PROMESS-Sleep. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'efficacité de ce module sur les habitudes de sommeil des étudiants de 4^e et 5^e années de médecine.

Méthode : L'étude PROMESS-Sleep visait à déterminer objectivement les habitudes de sommeil des étudiants en 4^e et 5^e années de médecine, et à évaluer l'efficacité d'un module dédié, à court et long terme, sur ces habitudes. L'échantillon total comprenait 70 étudiants inscrits à la Faculté de Médecine Lyon-Est (Université Claude Bernard Lyon 1, France), répartis en deux groupes : un groupe intervention (INT) composé de 45 étudiants ayant suivi le programme, et un groupe contrôle (CTRL) composé de 25 étudiants n'ayant pas bénéficié de l'intervention pendant la période d'étude. Le module proposé au groupe INT incluait trois sessions individualisées avec des experts, réparties sur 4 à 6 semaines. Ces sessions comprenaient une évaluation personnalisée des habitudes de sommeil des étudiants et la mise en place de conseils adaptés pour les optimiser. Les habitudes des participants ont été mesurées de manière objective grâce à l'actimétrie entre les sessions, permettant de suivre leur évolution au fil de l'intervention. Les données recueillies ont été analysées à l'aide du logiciel *Actiware* (version 6.3.0, *Philips Respironics*), en se concentrant sur plusieurs paramètres clés : la durée totale de sommeil, l'efficacité du sommeil, la latence d'endormissement, et le temps de réveils nocturnes. Les analyses ont été conduites séparément pour les nuits de semaine et les nuits de weekend. Ces mesures objectives ont été complétées par des questionnaires validés (PSQI) et des agendas tenus par les participants.

Les évaluations ont été réalisées à quatre temps distincts : T1 (pré-intervention) a été effectué avant la première session pour établir une ligne de base des habitudes des participants (baseline) dans les groupes CTRL et INT. T2 (entre la session 1 et la session 2) et T3 (entre la session 2 et la session 3) ont permis d'évaluer l'efficacité de l'intervention au fil des sessions sur le groupe INT. Enfin, T4 (post-intervention) a été utilisé pour évaluer l'impact à long terme en comparant les groupes CTRL et INT. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R (version 4.3.1), avec une valeur de $p < 0,05$ retenue comme seuil de significativité. Les données ont été analysées en intention de traiter et présentées conformément aux lignes directrices CONSORT. Le comité d'éthique du Collège Universitaire de Médecine Générale de la faculté de Lyon Est a donné son approbation (IRB 2023-07-04-03).

Résultats : L'analyse des données s'est déroulée en trois étapes distinctes pour répondre aux objectifs de l'étude. L'étape 1 consistait à déterminer objectivement les habitudes de sommeil des étudiants en médecine en pré-intervention (avant randomisation). Avant l'intervention, les étudiants en médecine se couchaient tardivement et présentaient un temps de sommeil moyen de 7h04 (± 35 min), avec un temps de réveils nocturnes (WASO) de 53 minutes (± 19 min) et une efficacité de sommeil de 84,8 % ($\pm 4,7$ %) pour l'ensemble des nuits (semaine et weekend). Une analyse distincte des nuits de semaine et de weekend a révélé un temps de sommeil moyen de 6h57 (± 41 min) pour les nuits de semaine et de 7h21 (± 39 min) pour les nuits de weekend.

L'étape 2 consistait à évaluer l'efficacité du module sommeil au fil des sessions pour le groupe intervention. Les analyses longitudinales entre les différentes sessions (S1, S2, S3) n'ont montré aucune différence significative sur l'ensemble des variables étudiées. Cela indique que l'intervention n'a pas conduit à des améliorations notables entre les sessions, que ce soit pour les nuits de semaine ou les nuits de weekend.

L'étape 3 consistait à évaluer l'efficacité à long terme du module sommeil. Aucune différence significative n'a été observée, ce qui indique que les groupes intervention et contrôle n'ont pas évolué de manière différente entre la période pré-intervention et post-intervention.

Conclusion : La première partie de ce travail de thèse a permis de mettre en évidence un sommeil détérioré chez les étudiants en médecine, caractérisé par un temps de sommeil insuffisant, une fragmentation nocturne marquée et une efficacité de sommeil réduite, soulignant la nécessité de mettre en place des interventions adaptées.

La deuxième partie de ce travail consistait à tester une solution potentielle de remédiation : le programme PROMESS-Sleep. Cependant, contrairement à nos hypothèses et aux ressentis exprimés par les étudiants, nous n'avons pas observé d'amélioration significative des marqueurs objectifs du sommeil ni pendant ni après les sessions de notre programme. Afin de conclure de manière définitive sur l'efficacité d'un tel programme, de futures études devront inclure un échantillon d'étudiants plus important, permettant de compenser les pertes potentielles de données ; de prendre en compte la grande variabilité interindividuelle caractéristique de ce type de mesures et d'envisager des temps d'analyses plus longs pour capturer des changements profondément ancrés comme ceux des habitudes de sommeil.

Mots clés : Actimétrie ; Encadrement par les pairs ; Prévention ; Programme pédagogique ; PSQI ; Remédiation ; Sommeil

Liste des abréviations

CSM	<i>Composite Scale of Morningness</i>
CTRL	Groupe Contrôle
ECOS	Examens Cliniques Objectifs Structurés
ESS	Échelle de Somnolence d'Epworth
EVA	Échelle Visuelle Analogique
DSM5	<i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition</i> (Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, 5 ^e édition)
INSERM	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
INT	Groupe Intervention
MFI	<i>Multidimensional Fatigue Inventory</i> (Inventaire Multidimensionnel de la Fatigue)
NREM	<i>Non Rapid Eye Movement</i> (Sommeil Non à Mouvements Oculaires Rapides)
PROMESS	<i>Preventive Remediation for Optimal MEDical Students</i>
PSQI	<i>Pittsburgh Sleep Quality Index</i> (Indice de Qualité du Sommeil de Pittsburgh)
REM	<i>Rapid Eye Movement</i> (Sommeil à Mouvements Oculaires Rapides)
SE	<i>Sleep Efficiency</i> (Efficacité du Sommeil)
SOL	<i>Sleep Onset Latency</i> (Latence d'Endormissement)
SOT	<i>Sleep Onset Time</i> (Heure d'Endormissement)
SRI	<i>Sleep Regularity Index</i> (Indice de Régularité du Sommeil)
TIB	<i>Time In Bed</i> (Temps Passé au Lit)
TST	<i>Total Sleep Time</i> (Temps Total de Sommeil)
WASO	<i>Wake After Sleep Onset</i> (Temps de Réveils Nocturnes)

I- Introduction

A- Définition du sommeil

Le sommeil est une fonction biologique fondamentale qui occupe environ un tiers de notre vie, jouant un rôle crucial dans la préservation de la santé physique et mentale (1). Il constitue une phase indispensable de récupération pour le corps et l'esprit, favorisant la régénération énergétique, la consolidation de la mémoire (2,3) et la régulation émotionnelle (4). Structuré en différentes phases (5), le sommeil alterne entre le sommeil sans mouvements oculaires rapides (NREM, *Non Rapid Eye Movement*) et le sommeil paradoxal (REM, *Rapid Eye Movement*) (Fig. 1), qui se succèdent tout au long de la nuit. Chaque phase remplit des fonctions spécifiques, qu'il s'agisse de la restauration physique, de la gestion émotionnelle ou du renforcement des capacités cognitives, reflétant ainsi leur complexité et leur importance pour notre équilibre global.

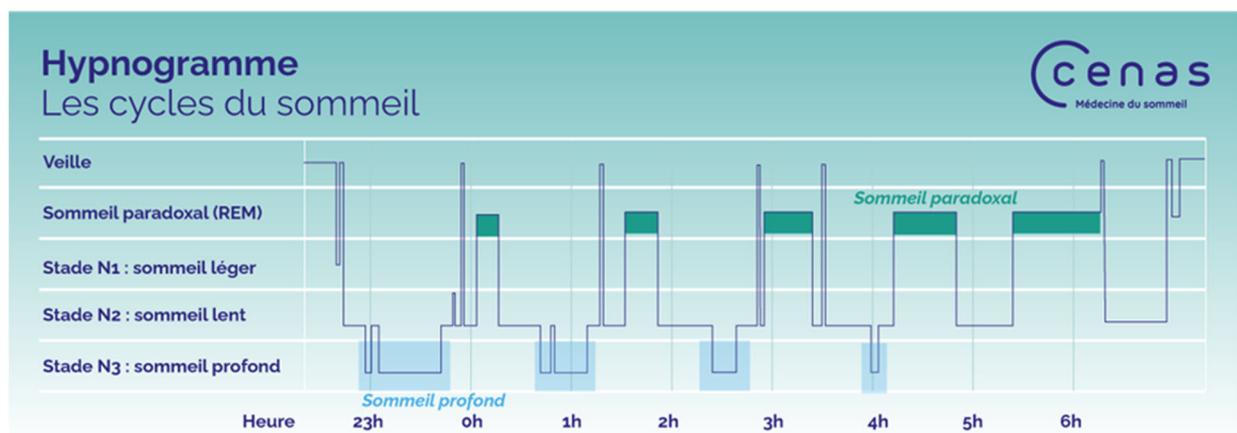


Figure 1 : Hypnogramme (cycles du sommeil) <https://www.cenas.ch/le-saviez-vous/les-differentes-phases-de-sommeil/>

Le **sommeil NREM** se divise en trois stades : N1, N2 et N3 (Fig. 1).

- Le **stade N1** (5% du temps total de sommeil (TST)) : représente le début de l'endormissement, il est une phase de transition durant laquelle l'activité cérébrale commence à ralentir (3,6). Le tonus musculaire est présent et la respiration est régulière. Ce stade dure entre 1 et 5 minutes.
- Le **stade N2** (45% du TST), appelé sommeil lent, constitue la plus grande partie du sommeil. Il est caractérisé par une réduction du tonus musculaire et l'apparition des fuseaux de sommeil et de complexes « K », qui jouent un rôle dans la consolidation des informations apprises durant

la journée. Ces fuseaux ont un rôle important dans la consolidation de la mémoire et dans le maintien du sommeil. À ce stade, le rythme cardiaque ralentit, la température corporelle diminue. Le sommeil de stade 2 dure environ 25 minutes (1,6).

- Le **stade N3** (25% du TST), également appelé sommeil lent profond, est essentiel à la restauration physique. Il est marqué par des ondes cérébrales lentes, dites delta, qui facilitent la réparation des tissus et renforcent le système immunitaire. A ce stade, le tonus musculaire est encore partiellement présent (le somnambulisme peut alors survenir). Ce stade est caractérisé par une grande difficulté à se réveiller. Lorsqu'un individu est éveillé à ce moment, il présente une phase transitoire de désorientation mentale, appelée inertie du sommeil. Des études ont montré que les performances cognitives des personnes réveillées durant ce stade sont significativement diminuées pendant une période allant de 30 minutes à une heure (7) .

Le **sommeil REM** (25% du TST) est une phase durant laquelle le cerveau est très actif, similaire à son état d'éveil. C'est durant cette phase que surviennent les rêves, elle est particulièrement importante pour la consolidation de la mémoire émotionnelle et procédurale¹. Le sommeil REM est aussi associé à des processus de régulation émotionnelle (8). Par ailleurs, durant cette phase, une paralysie temporaire des muscles empêche de réagir aux rêves, ce qui protège l'individu d'éventuels mouvements dangereux. Ce stade survient généralement environ 90 minutes après l'endormissement, avec une durée de cycle qui augmente progressivement au fil de la nuit. Le premier cycle de REM dure en moyenne 10 minutes, tandis que le dernier peut atteindre une durée d'une heure.

Ces phases se succèdent en cycles d'environ 90 minutes, et se répètent 4 à 6 fois par nuit, créant une succession de périodes de sommeil lent et de sommeil paradoxal au cours de la nuit. Les 2 à 3 premiers cycles de sommeil contiennent une proportion importante de sommeil profond (stade N3), alors que les cycles ultérieurs sont principalement dominés par du sommeil léger (stade N2) et du sommeil paradoxal. Il est important de noter que ces cycles se modifient tout au long de la vie ; le sommeil lent est plus profond durant la croissance, jusque vers l'âge de 20 ans environ. A mesure que l'on vieillit, celui-ci devient minoritaire et laisse la place à un

¹ La mémoire émotionnelle désigne la capacité à enregistrer, stocker et rappeler des souvenirs associés à des émotions fortes. La mémoire procédurale est un type de mémoire implicite qui permet d'apprendre et de retenir des compétences et des habitudes motrices ou cognitives. Elle est impliquée dans des activités que nous réalisons automatiquement, apprises par la répétition (faire du vélo, conduire une voiture...).

sommeil lent, plus léger, expliquant l'augmentation des troubles du sommeil avec l'avancée en âge (9).

La régulation du sommeil, et en particulier **le processus d'endormissement**, est principalement régie par deux mécanismes : la pression du sommeil et l'horloge biologique. Ces mécanismes sont respectivement liés au processus homéostatique, qui régule le besoin de sommeil en fonction de la durée de l'éveil, et au système circadien, qui synchronise le cycle veille-sommeil avec l'alternance jour-nuit (1,10) :

- **La pression du sommeil** est en effet liée au processus homéostatique. Ce processus correspond à l'accumulation du besoin de sommeil au fur et à mesure que la période d'éveil se prolonge. Plus nous restons éveillés longtemps, plus la pression pour dormir augmente, *via* l'accumulation d'adénosine, nous incitant à nous endormir.

- **L'horloge biologique** est gérée par le système circadien, qui se situe dans le noyau suprachiasmatique, une structure de l'hypothalamus (11). Il est influencé par des rythmes réguliers sur environ 24 heures, appelés **zeitgebers** (synchroniseurs), qui ajustent notre horloge interne aux conditions environnementales. Parmi les synchroniseurs principaux, **la lumière** joue un rôle primordial en régulant la production de mélatonine par la glande pinéale. D'autres facteurs externes, tels que les horaires des repas, l'activité physique et les interactions sociales, contribuent également à l'ajustement des rythmes circadiens, bien que leur influence soit généralement moins puissante que celle de la lumière (11,12). Ces synchroniseurs assurent une cohérence entre les processus biologiques internes et les exigences de l'environnement.

Le système circadien régule le moment optimal pour l'endormissement et l'éveil afin de s'adapter aux cycles jour-nuit. Les rythmes circadiens ont un impact sur des fonctions biologiques et cognitives comme la régulation de la température corporelle, la libération de certaines hormones et le niveau d'attention . Par exemple, le cortisol augmente le matin pour nous aider à nous réveiller, tandis que la mélatonine, produite en réponse à l'obscurité, facilite l'endormissement. Des perturbations de ces rythmes peuvent avoir des effets importants sur la qualité et la durée du sommeil (1).

Cette compréhension de la structure et des mécanismes régulateurs du sommeil constitue une base essentielle pour explorer les troubles du sommeil, leurs causes et les approches thérapeutiques adaptées.

B- Les troubles du sommeil chez l'adulte

1. Qu'est-ce que et quels sont les troubles du sommeil ?

Selon l'INSERM, un adulte sur deux rapporte des troubles du sommeil, parmi lesquels on distingue des pathologies bien définies ayant des critères diagnostiques spécifiques (1). Les plus fréquentes sont :

- « **L'insomnie** (15 à 20 % des adultes) : ce trouble se caractérise par une difficulté à s'endormir, des réveils nocturnes fréquents, ou une sensation de sommeil non récupérateur. Le diagnostic repose sur l'évaluation clinique, incluant un entretien structuré basé sur les critères du manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (DSM-5) (Annexe 1, page 96) (13,14).
- **Le syndrome d'apnées du sommeil** (4 à 6 % des adultes) : il se manifeste par des pauses respiratoires répétées durant le sommeil, associées à des ronflements et à une somnolence diurne excessive. Ce syndrome est diagnostiqué par une polysomnographie, qui permet de mesurer les apnées et hypopnées par heure de sommeil (indice d'apnée-hypopnée) (15).
- **Le syndrome des jambes sans repos** (2 à 8 % de la population) : ce trouble se traduit par un besoin irrésistible de bouger les jambes, particulièrement au repos ou en soirée, souvent associé à des sensations désagréables. Le diagnostic repose sur des critères cliniques spécifiques établis par l'*International Restless Legs Syndrome Study Group* (16).
- **Les parasomnies** (2 à 4 %) : ce groupe de troubles inclut des comportements anormaux survenant durant le sommeil, comme le somnambulisme, les terreurs nocturnes ou les cauchemars récurrents. Leurs diagnostics s'appuient sur l'anamnèse, parfois complétée par une vidéo-polysomnographie pour différencier les parasomnies des crises épileptiques nocturnes.
- **Les hypersomnies rares** (0,05 % à 0,1 %) : comme la narcolepsie, qui se manifeste par une somnolence diurne excessive et des attaques de sommeil soudaines. Le diagnostic repose sur une polysomnographie et un test itératif de latence d'endormissement, permettant de détecter des intrusions de sommeil paradoxal en début de cycle. »

Ces pathologies diffèrent des simples **perturbations du sommeil**, souvent transitoires et moins invalidantes, et nécessitent une approche diagnostique rigoureuse pour être prises en charge de manière appropriée.

2. Les perturbations du sommeil

Prévalence

D'après Santé Publique France (17), on observe une **diminution du temps de sommeil total des adultes**, aussi bien en France qu'à l'échelle mondiale, par rapport aux décennies précédentes où la durée moyenne était de 7 à 8 heures par nuit. En 2017, la durée moyenne de sommeil des Français était de **6 heures et 42 minutes** par jour, franchissant pour la première fois le **seuil critique des 7 heures minimales recommandées pour garantir une récupération optimale**. Plus encore, plus d'un tiers des Français dort moins de 6 heures par nuit, ce qui reflète une tendance préoccupante. Ce constat amène à s'interroger sur les impacts de cette diminution du sommeil sur la santé individuelle.

Un tel phénomène favorise l'installation d'un **déficit chronique de sommeil**, défini comme une privation de sommeil répétée ou prolongée sur plusieurs jours ou semaines, lorsque la durée moyenne de sommeil est régulièrement inférieure à 7 heures par nuit. Ce déficit s'amplifie avec le temps, entraînant des effets cumulatifs sur la santé, notamment une fatigue persistante, des troubles de la concentration, des altérations de l'humeur et des impacts sur des fonctions vitales telles que la récupération physique et mentale (18). Comprendre ce déficit est essentiel pour appréhender les conséquences globales de la réduction du sommeil sur la santé publique.

En complément de ce déficit quantitatif, **la fragmentation du sommeil** représente une autre dimension essentielle de la détérioration du sommeil. Elle se manifeste par une interruption répétée des cycles de sommeil au cours de la nuit, perturbant son architecture et limitant l'accès aux phases profondes et réparatrices. Cette fragmentation, souvent associée à des micro-éveils inconscients, aggrave les conséquences du déficit chronique de sommeil, en réduisant encore davantage la qualité globale du repos. Ensemble, ces deux phénomènes contribuent à des dysfonctionnements significatifs, tant sur le plan cognitif que physiologique, et soulignent l'importance d'une approche intégrative pour analyser les perturbations du sommeil (18).

Causes

Le sommeil peut être altéré par une variété de facteurs individuels, environnementaux et sociétaux :

Sur le plan individuel, les perturbations du sommeil peuvent résulter de déséquilibres des mécanismes physiologiques qui régulent le cycle veille-sommeil. Elles peuvent alors être liées à **des perturbations des rythmes circadiens** (travailleurs de nuit, décalage horaire, exposition à la lumière artificielle ; (19–22)) ou à des **désordres homéostatiques** (insuffisance chronique de sommeil, hypersomnie idiopathique ; (23,24)). À cela s'ajoutent des comportements inadéquats liés à une **mauvaise hygiène du sommeil** (25), comme des heures de coucher irrégulières (26) et/ou l'utilisation excessive des écrans avant le sommeil (22). En effet, l'exposition à la lumière bleue des dispositifs électroniques (téléphones, tablettes, ordinateurs) retarde la sécrétion de mélatonine, perturbant ainsi l'endormissement (27). Ce phénomène est particulièrement préoccupant chez les étudiants, où l'usage des écrans est souvent lié à une procrastination du coucher, également appelée "**bedtime procrastination**" (28). Une revue systématique et méta-analyse de 2022 (*Go to bed!*) a montré que cette tendance, définie comme le fait de **retarder volontairement l'heure du coucher malgré l'absence de contraintes externes**, est associée à une diminution significative de la durée totale du sommeil et à une mauvaise qualité perçue du sommeil. L'usage des écrans, par leur caractère stimulant et addictif, contribue fortement à cette procrastination nocturne, exacerbant les perturbations du sommeil. Enfin, la consommation d'alcool ou de stimulants tels que les boissons énergisantes constitue un autre facteur perturbateur des cycles veille-sommeil, en altérant la continuité et la profondeur du sommeil (29, 30).

Les facteurs environnementaux, tels que le bruit (31), la lumière excessive ou des conditions de sommeil inconfortables (32), peuvent également perturber le sommeil.

Sur le plan sociétal, des contraintes professionnelles, comme les **horaires décalés** (33) et des responsabilités familiales, comme la **parentalité**, exercent une influence importante (34). Ces multiples facteurs contribuent à des perturbations du sommeil, dont l'un des exemples les plus parlants est le **social jetlag** (35). Ce phénomène désigne le décalage entre les besoins physiologiques de sommeil et les obligations sociales, entraînant une irrégularité des horaires de coucher et de réveil. Par exemple, un individu dont le rythme biologique naturel lui permettrait de se coucher à 23 heures et de se réveiller à 7 heures peut être contraint, en

raison de ses obligations professionnelles ou sociales, à se réveiller bien plus tôt en semaine (par exemple à 6 heures). À l'inverse, ce même individu peut retarder significativement son heure de coucher les week-ends pour participer à des activités sociales, entraînant un décalage supplémentaire. Cette irrégularité chronique perturbe l'horloge biologique interne et peut entraîner une fatigue accumulée ainsi qu'une diminution des performances cognitives (36). Or, la régularité du sommeil est essentielle pour maintenir une bonne qualité de sommeil et préserver une santé optimale (26).

Conséquences sur la santé physique

Les perturbations du sommeil, qu'il s'agisse d'un **déficit chronique** ou d'une **fragmentation du sommeil**, ont des impacts significatifs sur la santé physique.

Le manque de sommeil est lié à une augmentation du risque de **maladies cardiovasculaires**, telles que l'hypertension artérielle, les accidents vasculaires cérébraux et les pathologies coronariennes (37). Sur le plan métabolique, il contribue à des déséquilibres hormonaux, notamment une augmentation du rapport ghréline/leptine, entraînant une augmentation de la faim et une diminution de la satiété, ce qui favorise **l'obésité et le diabète de type 2**. La restriction de sommeil peut également induire une résistance à l'insuline, accentuant les risques de désordres métaboliques (38). Par ailleurs, les perturbations du sommeil **altèrent les fonctions immunitaires**, augmentant la susceptibilité à des infections (notamment aux parasites et aux champignons, 39).

Conséquences sur la santé mentale

Le sommeil joue un rôle essentiel dans la **régulation émotionnelle** et la **santé mentale**. Une mauvaise qualité de sommeil ou un déficit chronique sont associés à une augmentation des risques de troubles psychiatriques, notamment **la dépression, l'anxiété et le stress** (40). La qualité du sommeil fait référence à plusieurs dimensions, notamment la durée totale du sommeil, sa continuité (absence de fragmentation), le temps nécessaire pour s'endormir (latence d'endormissement) et le sentiment de récupération au réveil. Une méta-analyse récente a montré que l'amélioration des conditions de sommeil chez des patients, y compris ceux présentant des troubles psychiatriques, entraînait une diminution des symptômes de dépression, d'anxiété et de ruminations (41).

Cette relation n'est pas limitée aux patients, comme l'illustre une étude menée auprès d'étudiants en médecine au Brésil (42) , elle révèle qu'un manque chronique de sommeil et une somnolence diurne accrue sont fortement associés à **une augmentation des niveaux de stress perçu** et à une **dégradation de la qualité de vie**. Ces résultats soulignent l'impact transversal d'un sommeil insuffisant, touchant aussi bien des patients que des populations non cliniques à risque.

Si les perturbations du sommeil chez l'adulte constituent un enjeu majeur de santé publique, ils revêtent une importance encore plus marquée lorsqu'ils touchent des populations spécifiques comme les étudiants en médecine. Ces derniers, en raison de leur charge de travail intense et de leurs responsabilités croissantes, sont particulièrement vulnérables aux perturbations du sommeil.

La qualité et la quantité de leur sommeil ne concernent pas seulement leur bien-être individuel : elle conditionne directement leur capacité d'apprentissage, leur gestion du stress et leur performance académique. À plus long terme, des perturbations non prises en charge pourraient compromettre leur santé physique et mentale, tout en posant des risques pour la qualité des soins qu'ils offriront à leurs futurs patients. Aborder cette problématique, c'est donc répondre à un double enjeu : préserver la santé des futurs professionnels de santé et garantir des pratiques médicales sûres et efficaces.

C- Les perturbations du sommeil chez les étudiants en médecine

1. Prévalence des perturbations du sommeil dans la population mondiale

Les perturbations du sommeil chez les étudiants en médecine sont un problème de santé publique à l'échelle mondiale. Une méta-analyse récente a révélé que les étudiants en médecine présentent une prévalence significativement plus élevée de perturbations du sommeil (incluant des problèmes comme une qualité de sommeil altérée, des insomnies, une somnolence diurne excessive et des perturbations du sommeil liées au stress) par rapport à la population générale (43). Parmi les 59 427 étudiants inclus dans cette méta-analyse de 2023,

issus de 31 pays différents, **56 %** rapportent une qualité de sommeil altérée, et **33 %** souffrent de somnolence diurne excessive (43).

2. Les perturbations du sommeil chez les étudiants en médecine en France

En France, plusieurs études locales confirment cette tendance. Une étude descriptive transversale, réalisée à l'Université de Caen en 2014 auprès d'étudiants de 3^e année, a mis en évidence une **prévalence élevée d'insomnie et de mauvaise qualité de sommeil** parmi les étudiants en santé (44). De manière similaire, une enquête menée auprès des étudiants en médecine de Rouen en 2020, incluant des externes en 3^e cycle (4^e à 6^e années), a révélé que **41 %** d'entre eux présentaient des **perturbations du sommeil**, tandis que **70 %** souffraient de **fatigue chronique** (45). À Lyon, une étude récente de 2022, menée auprès d'étudiants en 2^e cycle (4^e et 5^e années), sur les comportements de santé et les stratégies de *coping*² des étudiants en médecine, rapportait que **53 %** des étudiants présentaient **mauvaise qualité de sommeil** (46). Ces perturbations du sommeil étaient associées à **une diminution du bien-être psychologique et des performances académiques** lors des examens cliniques objectifs structurés (ECOS).

Ces études, menées sur différentes années de médecine, mettent en lumière la complexité des perturbations du sommeil au sein de cette population, et ce tout au long de leur formation. Les difficultés rencontrées par les étudiants varient selon les cycles d'études. En effet, chaque étape de la formation présente des particularités (Fig. 2) qui pourraient impacter différemment le sommeil des étudiants :

- **Le premier cycle** (PACES, PASS/L.AS et L2-L3) est marqué par une charge académique élevée et des examens sélectifs, sources d'une pression intense.
- **Le deuxième cycle** (DFGSM 2-3 et DFASM 1-3 (externat)) est caractérisé par l'introduction des stages hospitaliers, l'apprentissage clinique et la préparation aux Épreuves Classantes Nationales (ECN), qui augmentent la charge de travail et le stress lié aux responsabilités croissantes.

² Le terme "coping" dans cet article se réfère aux stratégies cognitives et comportementales utilisées par les individus pour gérer des demandes internes ou externes perçues comme dépassant leurs ressources personnelles, telles que la résolution active et la pensée positive. Elle décrit la manière dont les étudiants en médecine répondent au stress ou à d'autres défis, notamment dans le contexte de leurs études ou d'examens exigeants

- **Le troisième cycle** (internat) est marqué par une immersion complète dans la pratique médicale, des gardes de nuit fréquentes, un rythme de travail irrégulier et une charge émotionnelle importante liée à la prise en charge des patients.

Cette structuration des études, bien que nécessaire pour la formation des futurs médecins, peut jouer un rôle majeur dans l'apparition et le maintien des perturbations du sommeil.

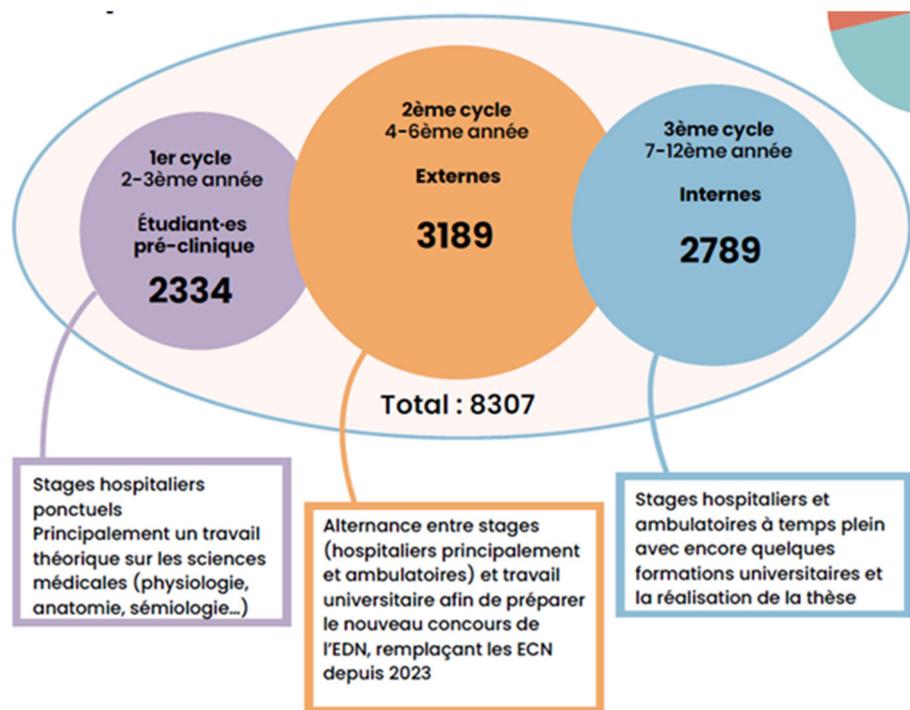


Figure 2 : Répartition des étudiant-e.s en médecine selon leur cycle de formation, détaillant les étapes caractéristiques de leur parcours académique. Source : Enquête Santé Mentale 2024, ANEMF, ISNAR-IMG, ISNI. Dossier de Presse, p.7 (47)

Un travail de recherche approfondi, tel qu'une thèse spécifiquement consacrée à ce sujet, permettrait d'analyser en détail les effets des différentes étapes du parcours académique sur le sommeil des étudiants en médecine. En examinant les particularités et les défis propres à chaque année d'études, une telle investigation pourrait identifier les périodes critiques nécessitant des interventions adaptées, visant à préserver la santé et à améliorer la qualité de vie des étudiants.

3. Pourquoi les étudiants en médecine sont-ils une population à risque ?

Facteurs académiques et hospitaliers

Les exigences académiques des études de médecine constituent une source majeure de perturbations du sommeil. Les longues heures de révisions, la fréquence des examens et les stages hospitaliers intensifs ajoutent une charge de travail considérable qui perturbe les processus d'endormissement et réduit la durée totale de sommeil (48). Une étude réalisée auprès d'étudiants de 1^{ère} année en Inde a démontré que les **révisions nocturnes prolongées** augmentent significativement les perturbations du sommeil (49). Les **gardes nocturnes irrégulières**, caractéristiques de l'externat et de l'internat, désynchronisent les rythmes circadiens et aggravent la privation aiguë de sommeil (47). Cette désynchronisation est particulièrement préoccupante car elle affecte non seulement leur apprentissage mais également la qualité des soins dispensés aux patients. Une étude menée en 2015 chez de jeunes médecins a montré un **impact direct de la privation de sommeil aiguë, induite par le travail de nuit, sur la vigilance, la concentration et les performances cognitives** (50).

Les étudiants sont exposés à des **situations émotionnellement éprouvantes**, telles que l'exposition à la maladie grave ou à la mort (51). Ces expériences, bien qu'inhérente à leur formation, peuvent générer un stress important et une anxiété qui nuisent à leur sommeil et leur santé mentale. La dernière enquête nationale (Novembre 2024) réalisée auprès de 8 307 étudiants du 1^{er} au 3^e cycle, a montré que **52 %** d'entre eux présentaient des symptômes anxieux, **27 %** montraient des épisodes dépressifs caractérisés, et **21 %** des idées suicidaires (47).

Le stress lié à la **charge de travail**, aux exigences académiques élevées et aux environnements de travail intenses, amplifie les perturbations du sommeil (47). Ce stress chronique perturbe les mécanismes physiologiques du sommeil, notamment les phases d'endormissement et de sommeil profond³. Ces perturbations accentuent encore davantage la fatigue, créant un cycle difficile à briser (53). En parallèle, certains étudiants rapportent être confrontés à des comportements professionnels inadéquats, ou ressentir une déshumanisation dans leur apprentissage médical, notamment lorsque les patients sont perçus comme des outils

³ Le stress perturbe les rythmes circadiens en activant de manière prolongée les systèmes de réponse au stress, comme l'axe hypothalamo-hypophysaire-surrénalien, ce qui altère l'endormissement et réduit les phases réparatrices de sommeil profond (52).

d'enseignement. Ces situations renforcent un **état d'hypervigilance**, incompatible avec un sommeil réparateur (51).

Facteurs individuels

Les **comportements individuels** jouent un rôle crucial dans l'aggravation des perturbations du sommeil chez les étudiants en médecine.

1. **Utilisation excessive des écrans** : Les étudiants n'échappent à l'exposition à la lumière bleue avant le coucher, retardant leur endormissement (22). Une étude a démontré que l'usage des écrans est perçu par les étudiants comme un facteur majeur de réduction de la qualité de leur sommeil (27).
2. **Consommation de stimulants** : Les étudiants consomment fréquemment de la **caféine** et des boissons énergisantes pour compenser la fatigue et maintenir leur vigilance, contribuant ainsi à une **fragmentation du sommeil** et à un **retard de phase**⁴ (49,54).
3. **Procrastination du coucher (*Bedtime Procrastination*)** : Ce phénomène, où les étudiants retardent volontairement leur heure de coucher malgré la fatigue ressentie, est de plus en plus fréquent. Une revue systématique a démontré que la procrastination du coucher est souvent exacerbée par des **besoins de récupération mentale** après des journées exigeantes (28). Une étude a montré que ce comportement est associé à une **augmentation des symptômes dépressifs** chez les étudiants en médecine (55). Une autre étude révèle que ce comportement est **corrélé à la fatigue diurne et aux difficultés cognitives** *via* une impulsivité accrue et une dépendance aux smartphones (56).

Ces comportements individuels illustrent l'importance d'interventions ciblées pour sensibiliser les étudiants aux effets délétères certaines habitudes sur leur sommeil.

Les **facteurs psychosociaux** exacerbent également les perturbations du sommeil chez les étudiants en médecine. Une recherche qualitative menée à la Faculté de Médecine de Lyon Est a mis en évidence des **difficultés chez ces étudiants à identifier leurs propres besoins**, à demander de l'aide ou à accepter leur vulnérabilité (48). Cette incapacité à prendre soin de soi aggrave le manque d'hygiène de vie, notamment en matière de sommeil. En outre, le **poids des**

⁴ La caféine est un stimulant qui bloque les récepteurs de l'adénosine, la molécule qui favorise la somnolence. En inhibant l'accumulation d'adénosine, la caféine retarde l'apparition de la fatigue.

attentes sociales et professionnelles pousse de nombreux étudiants à minimiser leurs besoins physiologiques. Une étude israélienne de 2017 a montré que, bien que l'éducation sur l'hygiène du sommeil puisse améliorer les connaissances, ces dernières ne se traduisent pas systématiquement par une meilleure qualité de sommeil, en raison des habitudes de vie et des contraintes académiques persistantes (57). Enfin, la pression constante pour réussir dans un environnement compétitif favorise un **hyperinvestissement académique**, obligeant les étudiants à adopter des horaires irréguliers et à sacrifier leur sommeil pour répondre à ces attentes. **Les taux élevés de burnout** chez les étudiants en médecine, décrits dans plusieurs études internationales, sont associés à des niveaux accrus d'épuisement émotionnel, de dépersonnalisation et à une diminution du sentiment d'accomplissement personnel, souvent aggravés par le manque chronique de sommeil (42,57–60).

4. Conséquences des perturbations du sommeil

Impact sur la santé physique

Le manque de sommeil chronique a des conséquences profondes sur la santé physique des étudiants en médecine, similaires à celles citées chez les adultes de manière générale : augmentation du risque de maladies cardiovasculaires (hypertension et les accidents vasculaires cérébraux), de déséquilibres hormonaux, d'obésité et de diabète de type 2 (61,62).

Impact sur la santé mentale

Une qualité de sommeil insuffisante est fortement liée à une augmentation des symptômes **d'anxiété, de dépression et de stress**. Une méta-analyse récente a montré que les étudiants en médecine présentant des perturbations du sommeil sont également plus susceptibles de souffrir de *burn-out* (58). Une étude lyonnaise (46) a étayé ce lien, révélant que les perturbations du sommeil chez les étudiants le mois précédant leurs examens cliniques objectifs structurés (ECOS) étaient associées à un niveau de stress élevé et négatif (valence émotionnelle⁵), ainsi qu'à une confiance en soi diminuée quelques minutes juste avant leur examen (Fig. 3).

⁵ La valence émotionnelle désigne la dimension intrinsèque d'une émotion qui indique si elle est perçue comme positive, négative, ou neutre. Elle reflète ainsi la tonalité agréable ou désagréable associée à une émotion ou à une expérience.

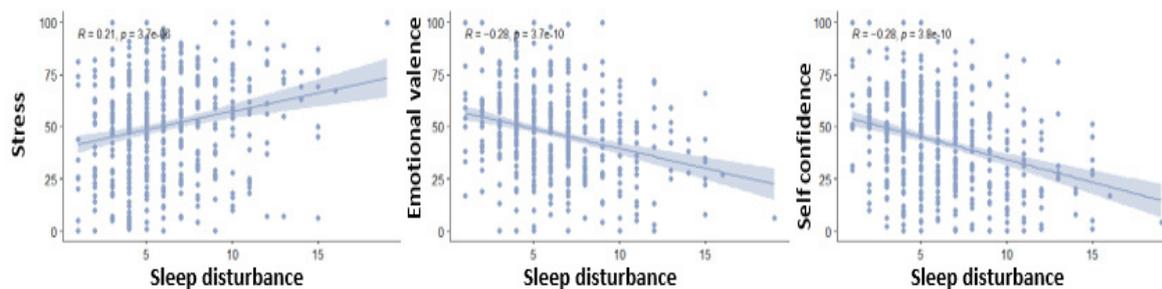


Figure 3 : Relations entre les perturbations du sommeil (« Sleep Disturbance »), les niveaux de stress (« Stress »), la perception de ce stress (Valence émotionnelle – « Emotional Valence ») et le niveau de confiance en soi des individus (« Self Confidence »). Résultats de l'étude de Barret et al. 2022 (46)

Impact sur les performances académiques

Les perturbations du sommeil ont un effet direct sur **la concentration, la mémoire et les capacités d'apprentissage** (3,25). Plusieurs études menées auprès d'étudiants en médecine ont montré que des cycles veille-sommeil désorganisés, une mauvaise qualité de sommeil et des perturbations du sommeil tels que l'insomnie ou la somnolence diurne excessive entraînent une **diminution significative des performances académiques**, augmentant ainsi le risque d'échec aux examens (63–66).

Localement, une étude menée à Lyon a démontré une association négative entre la qualité du sommeil et les performances académiques des étudiants en médecine (46). En particulier, les scores du *Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)*⁶ étaient corrélés négativement aux résultats obtenus aux ECOS, soulignant que des perturbations du sommeil dans le mois précédant les examens entraînaient une baisse des performances. Par ailleurs, les erreurs médicales sont plus fréquentes chez les étudiants en stage souffrant de somnolence diurne excessive, compromettant leur formation clinique et la sécurité des patients (67).

Face à la prévalence alarmante des perturbations du sommeil chez les étudiants en médecine et aux conséquences significatives sur leur santé et leurs performances, plusieurs interventions ont été développées pour remédier à ces perturbations et promouvoir un sommeil de meilleure qualité dans cette population vulnérable.

⁶ Le *Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)* est un outil validé permettant d'évaluer la qualité du sommeil. Il mesure sept dimensions : qualité subjective du sommeil, durée du sommeil, latence d'endormissement, efficacité habituelle du sommeil, perturbations du sommeil, usage de médicaments pour dormir et dysfonctionnement diurne. Un score global ≥ 5 indique une mauvaise qualité de sommeil ou des perturbations significatives.

D- Interventions pour améliorer le sommeil auprès des étudiants en médecine

Face à la prévalence élevée des perturbations du sommeil chez les étudiants en médecine, plusieurs initiatives ont été mises en place à travers le monde pour améliorer leur qualité de sommeil. Ces programmes incluent des interventions éducatives, des stratégies concrètes pour favoriser une meilleure hygiène de sommeil telles que des ateliers sur l'hygiène du sommeil, l'utilisation de dispositifs de suivi (ex. agenda du sommeil) ou encore des modifications de l'environnement (bouchons d'oreilles, port d'un masque de nuit). Les résultats, détaillés ci-dessous, varient en fonction des approches adoptées et des contextes locaux.

1. Programme éducatif à l'Université de l'Indiana (États-Unis)

L'étude de Ball et Bax de 2002 (68) a examiné [l'impact d'interventions éducatives](#) sur les habitudes de santé de 54 étudiants⁷ en 1^{ère} année de médecine à l'Université de l'Indiana. Les participants ont été répartis en deux groupes :

- Groupe expérimental (29 étudiants) : Ce groupe a reçu **un retour individualisé sur leurs habitudes de sommeil, leur consommation d'alcool et la pratique d'exercice physique**. Ils ont aussi participé à des groupes de discussion axés sur l'hygiène du sommeil, la physiologie du sommeil, la consommation d'alcool et l'exercice physique.
- Groupe contrôle (28 étudiants) : Ce groupe n'a reçu aucune intervention spécifique.

Les interventions ont eu lieu à mi-semester, et l'efficacité a été évaluée à l'aide de questionnaires remis au début du semestre, à mi-parcours et lors des examens finaux. Les résultats ont montré que **le groupe expérimental a amélioré la régularité de ses heures de réveil et réduit les troubles d'endormissement**, tandis que le groupe contrôle n'a pas présenté de changements significatifs.

⁷ Le nombre total de participants initialement recrutés dans l'étude était de 64 étudiants. Dix d'entre eux n'ont pas poursuivi l'étude, réduisant l'échantillon final à 54 participants. Parmi ceux-ci :

- 29 étudiants ont reçu une intervention consistant en des retours écrits sur leurs habitudes de santé,
- 23 étudiants ont participé à une intervention plus large axée sur le bien-être, dont 17 avaient également bénéficié des retours écrits.

2. Réveil lumineux et limitation d'écrans dans l'Ohio (États-Unis)

Une étude de 2018 menée auprès de 57 étudiants de **1^{ère} et 2^e années de médecine**, a évalué l'effet d'un **réveil lumineux et de la limitation de l'utilisation des appareils électroniques avant le coucher** (60). En deux semaines, la proportion d'étudiants présentant des perturbations du sommeil (indice de qualité de sommeil de Pittsburgh (PSQI) ≥ 5) est passée de 77 % à 42 %. Le score moyen de PSQI a également diminué de manière significative, passant de $7,3 \pm 3,2$ à $4,7 \pm 2,5$. La réduction du score moyen de PSQI reflète ici une amélioration significative de la qualité du sommeil.

3. Conférence éducative sur le sommeil à Jérusalem (Israël)

En 2017, à l'Université de Hadassah, une **conférence sur la physiologie et l'importance du sommeil** a été donnée à 87 étudiants en médecine, en **3^e et 5^e année de médecine** (57). Bien que cette intervention ait permis une amélioration significative des connaissances sur le sommeil, elle n'a pas eu d'impact mesurable sur les perturbations du sommeil, le score moyen de PSQI passant de $5,9 \pm 2,4$ à $6,1 \pm 2,5$.

4. Optimisation des dortoirs étudiants à Pékin (Chine)

En 2014, un essai clinique contrôlé randomisé mené sur 361 étudiants en médecine de **1^{er} cycle** a testé l'effet **d'interventions environnementales : distribution de masques de nuit et de bouchons d'oreilles, élaboration de règles pour favoriser le sommeil dans les dortoirs, et conseils d'hygiène du sommeil** (69). Le groupe contrôle, quant à lui, n'a reçu aucune intervention spécifique concernant l'environnement ou l'hygiène du sommeil, permettant de comparer les résultats directement avec le groupe intervention. Ces mesures ont entraîné une réduction significative des perturbations du sommeil, avec une réduction du score PSQI dans le groupe intervention, passant de $5,61 \pm 2,35$ à $5,12 \pm 2,43$. En revanche, dans le groupe contrôle, aucune différence significative n'a été observée, le score PSQI restant stable ($5,43 \pm 2,21$ avant intervention, $5,46 \pm 2,46$ après intervention).

5. Programme combiné à Sharjah (Émirats Arabes Unis)

En 2020, une étude réalisée auprès de 50 étudiants de **1^{ère} année** de médecine a introduit un **programme d'hygiène du sommeil** sur quatre semaines, avec le port d'un **actimètre (FitBit)** pour suivre objectivement les habitudes de sommeil (70). L'actimétrie est une méthode non invasive

qui utilise un appareil pour mesurer les mouvements et estimer les cycles de veille et de sommeil sur plusieurs jours. **Cette intervention a réduit la proportion d'étudiants avec un PSQI ≥ 5 de 74 % à 54 %, tout en diminuant leur score moyen de PSQI de $7,10 \pm 2,87$ à $6,17 \pm 3,16$.** De plus, les données d'actimétrie ont montré une **augmentation significative du temps de sommeil profond ($6,25 \pm 1,29$ en semaine 1 à $6,76 \pm 1,11$ en semaine 4 ; $p = 0,002$)** et une **diminution des épisodes de sommeil agité ($13,8 \pm 6,72$ en semaine 1 à $11,8 \pm 7,53$ en semaine 4 ; $p = 0,013$)**, renforçant l'impact positif de l'intervention sur la qualité globale du sommeil. Une description détaillée de l'actimétrie sera fournie dans la section Matériel et Méthodes (page 42).

6. Le sommeil des étudiants en médecine en France : un enjeu encore peu exploré

À ce jour, aucune initiative visant spécifiquement à améliorer les conditions de sommeil des étudiants en médecine n'a été publiée en France, à notre connaissance. Ce manque d'interventions a motivé la réalisation d'études locales à la Faculté de Médecine Lyon Est, afin de mieux comprendre les besoins des étudiants et de proposer des solutions adaptées.

Entre 2021 et 2023, plusieurs enquêtes ont été menées par notre équipe auprès des étudiants en 4^e année de médecine. Les études ECOSTRESS (décembre 2021 et mai 2022, $n=482$) et ECOSPERF (décembre 2022, $n=521$) ont révélé que **53 % des étudiants présentaient des perturbations du sommeil significatives (PSQI > 5) avant leurs examens** (46). Ces résultats témoignent d'un problème récurrent de qualité de sommeil insuffisante dans cette population, particulièrement en période d'examens.

En juin 2023, des données préliminaires recueillies dans le cadre du développement du projet PROMESS (*Preventive Remediation for Optimal MEDical StudentS*) ont renforcé ce constat. Parmi 535 étudiants inscrits en 4^e année, **71 % estimaient qu'une amélioration de leur bien-être contribuerait à de meilleures performances académiques**. Concernant la mise en place d'un module dédié à l'amélioration du sommeil, **13 % des étudiants se déclaraient très intéressés, 27 % intéressés, et 29 % moyennement intéressés**.

Ces résultats ont constitué un appel à l'action au niveau local, conduisant à la création du programme PROMESS-Sleep. Ce programme vise à offrir aux étudiants des outils pratiques et des connaissances pour remédier à leurs perturbations du sommeil, et favoriser une hygiène de sommeil adaptée, contribuant ainsi à améliorer leur sommeil et une diminution de leur

fatigue. Ce programme s'intègre dans une intervention multimodale plus vaste visant à promouvoir la qualité de vie et les performances académiques des étudiants.

E- Projet PROMESS, module Sommeil (PROMESS-Sleep)

Présentation succincte du projet PROMESS et du module Sommeil

Le projet "**Preventive Remediation for Optimal MEDical StudentS**" ([PROMESS](#)) a été conçu pour améliorer la qualité de vie des étudiants en médecine durant leur formation. Ce programme, développé à la Faculté de Médecine Lyon Est, s'adressait en priorité aux étudiants de 4^e et 5^e années, en leur proposant des modules spécifiques pour :

1. **L'amélioration du sommeil,**
2. **L'amélioration du niveau d'activité physique et de la condition physique,**
3. **L'amélioration de la gestion du stress.**

L'objectif de PROMESS est de promouvoir le bien-être des étudiants en leur fournissant des outils concrets pour surmonter les défis liés à leurs études exigeantes et à leur future pratique médicale.

Dans le cadre de ce projet, le module dédié à l'amélioration du sommeil a été co-construit grâce à une collaboration étroite entre les étudiants en médecine, des chercheurs, et des membres du Service de Santé Universitaire de l'Université Claude Bernard Lyon 1 (48). Cette approche participative garantit que le module réponde au mieux aux besoins spécifiques des étudiants tout en intégrant des données scientifiques actualisées.

Le module d'amélioration du sommeil, intégré au projet PROMESS, vise à prévenir et/ou prendre en charge les perturbations du sommeil des étudiants en médecine et à réduire leur niveau de fatigue. Ce module est structuré en **trois sessions**, chacune prenant la forme d'un entretien individuel entre un **expert en sommeil** (étudiant en médecine de 3^e cycle ayant une expertise dans ce domaine) et un **participant** (étudiant de 4^e ou 5^e année inscrit au programme PROMESS à la Faculté de Médecine Lyon Est). Un intervalle d'au moins 14 jours sépare chaque session.

Au cours de ces sessions, les habitudes de sommeil des étudiants sont identifiées, et des objectifs personnalisés, notamment des **conseils d'hygiène du sommeil**, leur sont proposés pour améliorer leur sommeil.

F- Objectifs de l'étude

L'objectif principal de ce travail de thèse est **d'évaluer l'efficacité du module sommeil** du projet PROMESS sur **le sommeil** des étudiants de 4^e et 5^e années de médecine

Afin de répondre de façon exhaustive à l'objectif de cette thèse, nous réaliserons trois étapes d'analyses successives :

1. **Déterminer objectivement les habitudes de sommeil des étudiants en médecine en pré-intervention** (avant la randomisation) sur l'ensemble des participants (n=70). Cette étape permettra de dresser un état des lieux des habitudes de sommeil dans cette population.
2. **Évaluer l'efficacité du module sommeil au fil des sessions pour le groupe intervention** (n=45). Cette analyse longitudinale s'appuiera sur des comparaisons entre les sessions (S1-S2, S2-S3) afin de détecter les éventuelles améliorations durant le module.
3. **Évaluer l'efficacité long terme du module sommeil en comparant les groupes intervention et contrôle**. Une comparaison des données pré- et post-intervention sera réalisée entre le groupe intervention (INT) et le groupe contrôle (CTRL), permettant d'évaluer les potentiels effets long-terme du programme.

Ces objectifs nécessitent une évaluation rigoureuse des habitudes et de la qualité du sommeil des étudiants en médecine. Dans ce cadre, l'actimétrie s'impose comme un outil central du projet PROMESS. Grâce à sa capacité à fournir des données quantitatives objectives sur les cycles veille-sommeil sur plusieurs jours, l'actimétrie permet une analyse précise et continue du sommeil. Ce choix méthodologique garantit une évaluation exhaustive et nuancée des effets du module sommeil sur la population étudiée. De plus, il apportera un éclairage supplémentaire aux effets perçus (subjectifs) que les étudiants ont rapportés suite au module, qui a fait l'objet d'une thèse précédente (71).

1. Mesurer le sommeil : pourquoi l'actimétrie ?

Pour comprendre et mesurer les perturbations du sommeil, il est essentiel de combiner des outils subjectifs (questionnaires, agenda de sommeil) et objectifs (actimétrie, polysomnographie). Comme l'a démontré l'étude *Comparison of actigraphic, polysomnographic, and subjective assessment of sleep parameters in sleep-disordered patients* (72), cette approche combinée permet une évaluation fiable et complémentaire des paramètres de sommeil. Dans le cadre de cette thèse, seule l'actimétrie sera employée comme outil objectif pour suivre les habitudes et la qualité du sommeil des étudiants. Il sera combiné à des questionnaires et agenda du sommeil.

2. Qu'est-ce qu'un actimètre et comment fonctionne-t-il ?

Un **actimètre** (Fig. 4) est un dispositif portable, généralement porté au poignet, conçu pour enregistrer les mouvements corporels. Cet outil repose sur l'utilisation d'un accéléromètre intégré qui mesure les variations d'accélération produites par les mouvements de l'utilisateur.



Figure 4 : Actimètre poignet « GENEActiv » développé par Activinsights

Les actimètres modernes sont souvent équipés de fonctionnalités supplémentaires, comme des capteurs de lumière, permettant de détecter les niveaux d'exposition lumineuse, et des capteurs de température pour évaluer les conditions environnementales rencontrées. Ces dispositifs sont conçus pour être non intrusifs et ambulatoires, ce qui les rend adaptés à une utilisation prolongée (73), souvent plusieurs jours ou semaines, dans les conditions habituelles de vie, sans perturber les routines quotidiennes des participants.

Les données brutes enregistrées par l'actimètre sont transmises à un logiciel d'analyse. Ce dernier applique des algorithmes validés pour fournir des indices tels que le temps total de sommeil, l'efficacité du sommeil, les temps de réveils nocturnes et la latence d'endormissement. Ces mesures permettent une évaluation quantitative et objective des cycles veille-sommeil.

3. L'actimétrie : avantages et limites

D'après les données actuelles issues de la recherche, on retrouve des avantages et des limites à cette méthode, en comparaison à la polysomnographie⁸ (74–77):

- **Avantages :**
 - Mesures prolongées sur plusieurs jours dans des conditions de vie habituelles.
 - Moins intrusif et coûteux que la polysomnographie.
 - Permet une analyse des rythmes circadiens et des variations intra-individuelles.
- **Limites :**
 - Moins précis que la polysomnographie pour déterminer les latences d'endormissement et évaluer une fragmentation importante du sommeil (a tendance à surestimer le temps de sommeil et sous-estimer le temps d'éveil).
 - Ne permet pas de détecter des anomalies physiologiques comme les apnées du sommeil.

4. Les données subjectives en complément de l'actimétrie

Pour offrir une évaluation complète des perturbations et des habitudes de sommeil, le projet PROMESS intègre des mesures complémentaires à l'actimétrie. Les questionnaires validés permettent de recueillir les perceptions subjectives des participants, notamment sur la qualité de leur sommeil (PSQI et échelles visuelles analogiques (EVA)) et leur niveau de fatigue (MFI et EVA), offrant une vision complète des effets du module. Bien que ces données soient pertinentes pour une compréhension globale, nous n'effectuerons pas d'analyse de ces questionnaires dans le cadre de cette thèse, car ils ont fait l'objet d'une thèse précédente (71).

Les agendas du sommeil (Fig. 5), quant à eux, servent à documenter les horaires de coucher et de réveil ainsi que les comportements liés au sommeil. Ces informations temporelles permettent de corréler les données objectives de l'actimétrie avec les routines individuelles des participants. Ensemble, ces outils apportent une vision multidimensionnelle du sommeil, combinant des données factuelles (évaluées par actimétrie) et des ressentis (questionnaires), pour mieux comprendre et analyser les effets des interventions proposées.

⁸ La polysomnographie est un examen médical complet qui enregistre simultanément plusieurs paramètres physiologiques (activité cérébrale, rythme cardiaque, mouvements oculaires, respiration) pendant le sommeil, afin d'évaluer et diagnostiquer des troubles du sommeil.

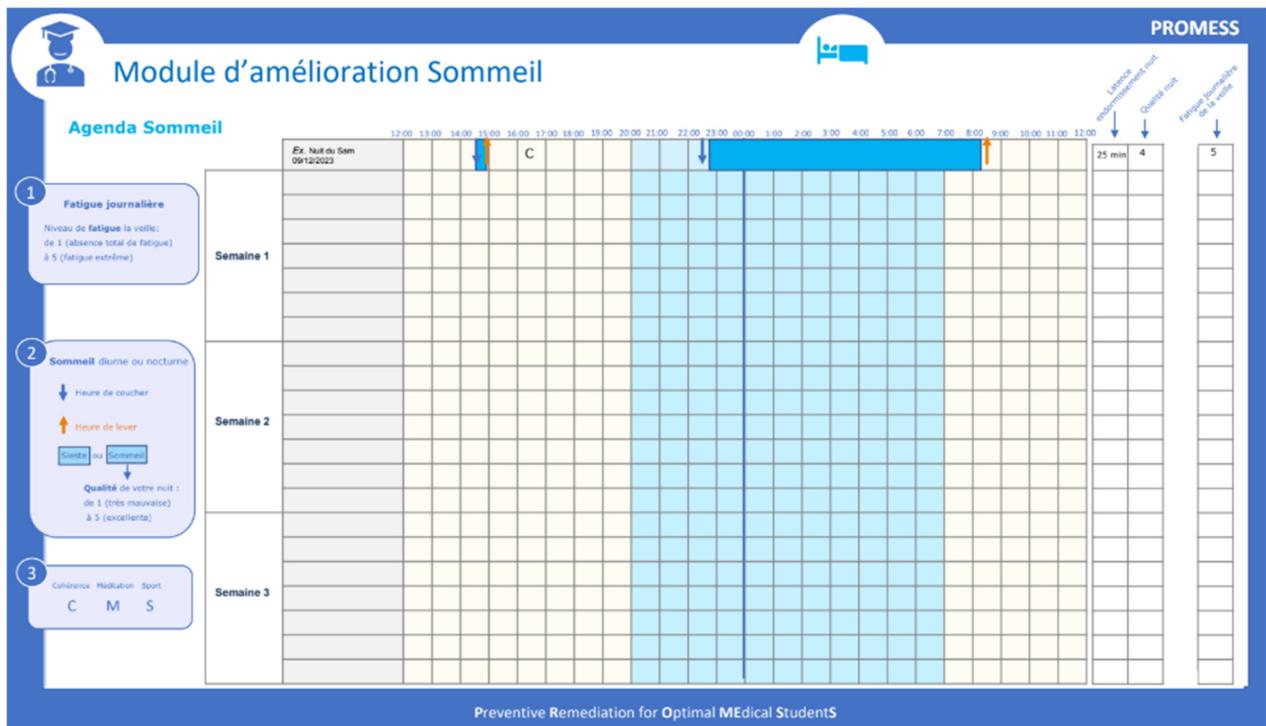


Figure 5 : Agenda du sommeil – Toute réplcation ou utilisation doit faire l’objet d’une demande auprès des auteurs.

5. L’usage de l’actimétrie dans l’évaluation du sommeil : données actuelles issues de la recherche

Dans le cadre de l’évaluation du sommeil à travers le monde, de nombreuses études ont déjà intégré l’actimétrie comme outil principal, mettant en lumière son utilité dans des contextes variés, allant de la mesure de l’impact des interventions éducatives à l’analyse des rythmes circadiens dans des populations spécifiques.

Les lignes directrices publiées par l’*American Academy of Sleep Medicine* (75) recommandent l’utilisation de l’actimétrie dans l’évaluation des perturbations du sommeil et des troubles du rythme circadien, notamment dans des environnements où des **mesures continues sur plusieurs jours** sont nécessaires.

Des études, telles que « *The Role of Actigraphy in the Study of Sleep and Circadian Rhythms* » (74), soulignent que l’actimétrie est particulièrement adaptée pour évaluer des **populations actives**, grâce à son efficacité à capturer les variations des cycles veille-sommeil dans des environnements variables et stressants. De plus, elle constitue un outil précieux pour mesurer l’évaluation d’améliorations liées à des traitements, offrant une méthode fiable pour **mesurer l’impact d’interventions**. Dans le cadre de cette thèse, l’actimétrie sera utilisée pour suivre

objectivement l'évolution des habitudes et de la qualité du sommeil des étudiants en médecine, permettant d'évaluer l'influence de notre intervention (PROMESS-Sleep).

L'étude « *Concordance between self-reported and actigraphy-assessed sleep duration among African-American adults* » (78) illustre les limites des auto-déclarations, souvent biaisées, et souligne l'intérêt de **combiner des données objectives comme celles issues de l'actimétrie avec des mesures subjectives, comme celle d'un agenda de sommeil, pour obtenir une évaluation complète des comportements de sommeil**. Cette méthodologie permet d'identifier les écarts entre la perception et la réalité des habitudes de sommeil et d'ajuster les analyses.

Par ailleurs, l'article « *The evolving role of quantitative actigraphy in clinical sleep medicine* » (76) met en évidence l'évolution de l'actimétrie, qui est passée d'un outil d'appoint à une méthode principale d'évaluation dans de nombreuses études sur le sommeil. Cette transition s'explique par l'amélioration des algorithmes d'analyse, permettant une quantification précise des phases de sommeil et d'éveil.

Malgré la prévalence élevée des perturbations du sommeil signalé chez les étudiants en médecine, il est frappant de constater que très peu d'études ont utilisé des mesures objectives⁹, telles que l'actimétrie ou la polysomnographie, pour évaluer leurs habitudes de sommeil. Les recherches disponibles reposent sur des données auto-déclarées, qui, bien qu'informatives, ne capturent pas avec précision la réalité des cycles veille-sommeil.

Ces études mettent en lumière la pertinence de l'actimétrie comme outil d'évaluation des perturbations du sommeil et des interventions ciblées, en particulier dans des populations actives comme les étudiants en médecine. L'intégration de cet outil dans le projet PROMESS, combinée à des données subjectives, offre une méthodologie robuste pour analyser l'efficacité des interventions sur les perturbations du sommeil.

⁹ À notre connaissance, une seule étude a fait usage de l'actimétrie (70), mais l'outil employé (Fitbit) n'était pas validé pour une analyse approfondie des paramètres du sommeil. Un Fitbit est un dispositif grand public conçu pour le bien-être général et le suivi de l'activité physique et du sommeil, tandis qu'un actimètre est un outil scientifique médical, spécifiquement destiné à mesurer avec précision les cycles d'activité et de repos, souvent dans un contexte clinique ou de recherche. Aucune étude n'a utilisé la polysomnographie, considérée comme la méthode de référence pour évaluer objectivement les habitudes de sommeil dans cette population.

II – Matériel et Méthodes

A- Design de l'étude

Cette étude s'inscrit dans un essai contrôlé randomisé plus large évaluant les effets d'une intervention multimodale sur la qualité de vie. Cette étude nommée PROMESS explore non seulement l'impact d'un module sur le sommeil (PROMESS-Sleep), mais également l'impact de deux autres modules ; un portant sur l'activité physique et l'autre sur la gestion du stress. Cette thèse se concentre spécifiquement sur le module "sommeil".

L'étude a inclus 70 étudiants en médecine de 4^e et 5^e années de la Faculté de Médecine Lyon-Est (Université Claude Bernard Lyon 1) (Fig. 7). Les participants ont été recrutés sur la base du volontariat *via* leur boîte mail universitaire et les 70 premiers étudiants ayant répondu ont été inclus, sans critère d'exclusion. Après leur inclusion, les étudiants ont été répartis aléatoirement en deux groupes : un groupe contrôle (n=25) et un groupe intervention (n=45), en tenant compte du genre et de leur année d'étude pour assurer une répartition équilibrée (Tableau 6). Le groupe contrôle n'a reçu aucune intervention spécifique mais a continué à suivre son cursus habituel, tandis que le groupe intervention a suivi le programme multimodal (i.e., sommeil, activité physique, stress).

Le module sommeil comprenait trois sessions individuelles avec un expert en sommeil. Ces sessions visaient à identifier et à remédier aux perturbations du sommeil tout en promouvant de meilleures habitudes pour améliorer leur qualité de vie. L'ensemble du protocole est décrit en détail dans la partie suivante (voir page 45 à 47 de ce mémoire, article accepté pour publication dans *BMC Medical Education*).

Tableau 6 : Données démographiques des étudiants ayant participé au projet PROMESS

Etudiants inclus n=70	Groupe contrôle n=25		Groupe intervention n=45	
	Femmes	Hommes	Femmes	Homme
Sexe (nombre (%))	18 (72%)	7 (28%)	34 (76%)	11 (24%)
Age (années)	23,15 ± 3,06		23,02 ± 2,34	
Poids (kg)	67	84	63	76
Taille (cm)	164	175	167	182
Année de médecine				
-4 ^e année (nombre (%))	14 (56%)	5 (20%)	23 (51%)	7 (16%)
-5 ^e année (nombre (%))	4 (16%)	2 (8%)	11 (24%)	4 (9%)

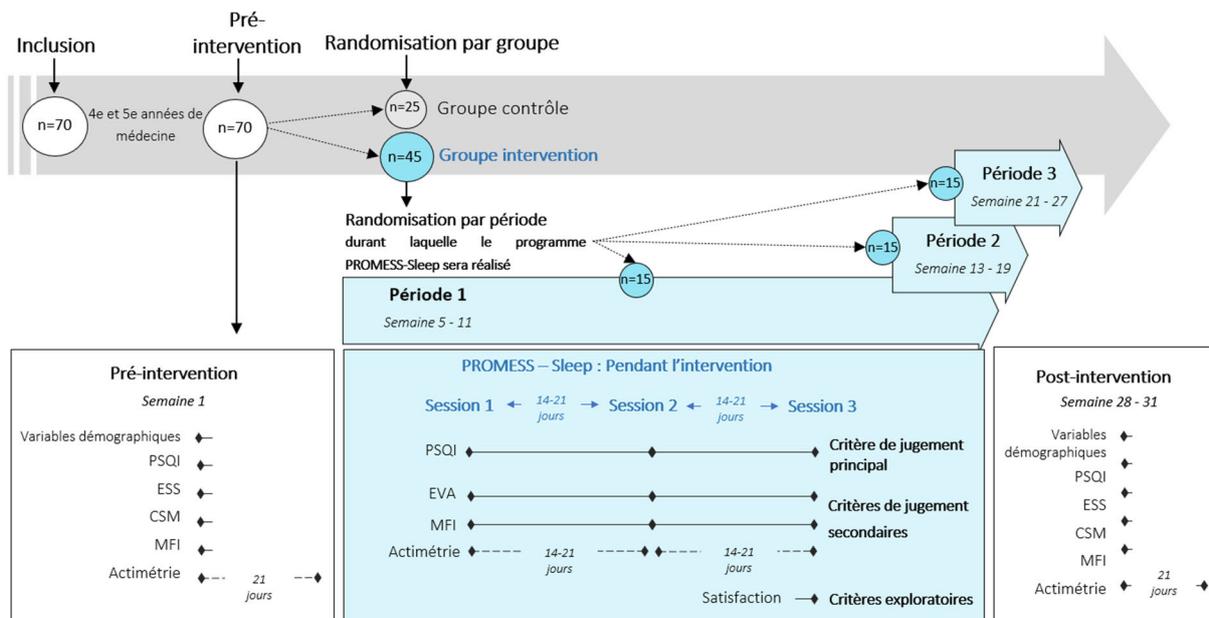


Figure 7 : Design de l'étude : 70 étudiants en médecine de 1^{er} cycle ont été inclus. Tout d'abord, les étudiants inclus ont réalisé des mesures de référence (pré-intervention). Ensuite, ils ont été randomisés, avec une stratification selon le genre et l'année d'étude (4^e ou 5^e année), de manière aléatoire dans un groupe contrôle ou un groupe interventionnel. Ce travail de thèse se concentre spécifiquement sur le groupe interventionnel (n=45). Chaque étudiant de ce groupe a été assigné de manière aléatoire à l'une des trois périodes (Période 1, Période 2 ou Période 3) pour suivre le programme d'amélioration du sommeil (PROMESS-Sleep). Ce programme comprend trois sessions, espacées de 14 à 21 jours. Abréviations : CSM, Composite Scale of Morningness ; ESS, Epworth Sleepiness Scale ; MFI, Multidimensional Fatigue Inventory ; PSQI, Pittsburgh Sleep Quality Index ; EVA, Échelles Visuelles Analogiques.

B- Avant l'intervention

Les perturbations du sommeil, la fatigue, les habitudes de sommeil et les rythmes veille-sommeil des étudiants inclus ont été évalués afin d'établir des données de référence (*Baseline*). Ces données servaient également de marqueurs de suivi pendant l'intervention et de mesures des éventuels changements induits.

L'évaluation des données subjectives a été réalisée via des questionnaires validés en français :

- **Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)** (79) évalue la **qualité du sommeil** sur sept dimensions (qualité subjective, durée, latence, efficacité habituelle, perturbations, usage de médicaments, dysfonctionnement diurne) pour identifier les troubles du sommeil. Un score ≥ 5 traduit **des perturbations du sommeil**.

- **Epworth Sleepiness Scale (ESS)** (80) mesure la **somnolence diurne excessive**. Un score ≥ 11 indique une **somnolence excessive**.
- **Composite Scale of Morningness (CSM)** (81) détermine le **chronotype** des participants : **matinal** (préférence pour des activités tôt le matin), **intermédiaire** ou **vespéral** (préférence pour des activités en soirée). Le chronotype désigne la prédisposition individuelle à organiser son rythme veille-sommeil en fonction de son horloge biologique interne et du cycle circadien, influençant les moments optimaux d'activité et de repos. Un score ≤ 22 indique un chronotype « du soir », un score ≥ 44 indique un chronotype « du matin », un score > 22 et < 44 indique un chronotype intermédiaire.
- **Multidimensional Fatigue Inventory (MFI)** (82) : évalue **quatre dimensions de la fatigue (générale, mentale, motivation réduite, activité réduite)**.

Ces questionnaires permettent d'obtenir une caractérisation initiale du sommeil des étudiants ainsi que leurs habitudes, en complément des mesures objectives réalisées par actimétrie et agenda de sommeil.

L'évaluation des données objectives a été réalisée via l'actimétrie :

Les rythmes veille-sommeil des étudiants en médecine ont été enregistrés de manière objective pendant 21 jours consécutifs grâce à un **actimètre** porté au poignet non dominant (configuré avec le logiciel *GENEActiv*). Il a permis d'évaluer des marqueurs précis du sommeil : l'heure du coucher, la latence d'endormissement, le temps total de sommeil, le temps de réveils nocturnes, l'efficacité du sommeil, et l'indice de régularité du sommeil qui reflète la constance des cycles veille-sommeil. Parallèlement, les participants ont complété un questionnaire quotidien pour préciser leur heure de coucher, leur heure de réveil et les éventuelles siestes.

Les données ont été analysées via le logiciel *Software Philips Actiware* pour fournir des indicateurs clés de qualité et de régularité du sommeil, essentiels pour comprendre l'impact de l'intervention sur les habitudes de sommeil des étudiants.

C- Pendant l'intervention : PROMESS-Sleep

1. Le déroulé de l'intervention

L'intervention comprend trois sessions individuelles (= entretien), espacées de 14 à 21 jours, avec des étudiants en médecine de 4^e et 5^e années. Chaque session est conduite par un expert en sommeil, qui est un étudiant en médecine en 3^e cycle (interne) formé selon une procédure standardisée. Deux experts en sommeil ont été impliqués, M. Evrard-Florentin NDIKI MAYI (71) et moi-même.

Première session

Cette première rencontre, d'environ 60 minutes, comprend :

1. **Évaluation initiale** : Les étudiants complètent des questionnaires standardisés (PSQI, MFI, EVA) pour évaluer leurs troubles du sommeil, leur fatigue, et leurs comportements associés au sommeil (ex. heure habituelle de coucher et de réveil, présence de siestes, et présence des routines au coucher). Ces données permettent d'établir un profil initial des rythmes veille-sommeil et les principales problématiques rencontrées.
2. **Contenu pédagogique** : L'expert présente les bases du cycle du sommeil, l'importance d'une bonne hygiène de sommeil, et l'impact des comportements quotidiens sur la qualité du sommeil.
3. **Autosurveillance** : Un agenda de sommeil est fourni pour permettre aux étudiants de rapporter leurs heures de coucher et de lever, ainsi que d'autres paramètres tels que la durée estimée du sommeil, les réveils nocturnes, la présence de siestes, et les éventuelles difficultés rencontrées pendant la nuit. Ces informations sont collectées jusqu'à la session suivante afin de mieux comprendre leurs habitudes et leur qualité de sommeil.
4. **Objectifs individuels** : En collaboration avec l'expert, des objectifs personnalisés sont définis. Il est demandé à l'étudiant d'essayer de mettre en place ses objectifs jusqu'à la session suivante (ex. se coucher à une heure régulière chaque soir, réduire l'utilisation des écrans avant le coucher, introduire une routine de relaxation avant de dormir).

Deuxième session

Cette session, d'environ 60 minutes, offre un retour sur :

1. Les **résultats de l'agenda de sommeil**, permettant d'identifier les comportements problématiques et leurs effets sur la qualité et la quantité de sommeil.
2. Les **objectifs individuels définis lors de la première session**, pour évaluer les progrès réalisés, identifier les difficultés à la réalisation de ces derniers, et ajuster les recommandations.
3. Les **données individuelles récoltées avant l'intervention** obtenues par actimétrie et questionnaires, afin de confronter la perception subjective des étudiants à des mesures objectives de leur sommeil.
4. Le **contenu pédagogique** aborde des sujets comme l'efficacité du sommeil, le « *social jetlag* », et les bénéfices des siestes adaptées. L'importance d'une alimentation équilibrée et des stratégies spécifiques pour gérer les gardes de nuit (83) est également discuté.

Troisième session

Durant cette session finale, d'environ 45 minutes, l'accent est mis sur :

1. La **synthèse des progrès** (Fig. 8) : Un support visuel est présenté pour résumer les évolutions individuelles en termes de durée et de qualité de sommeil et de fatigue.
2. Les **objectifs** (Fig. 8) : Les objectifs fixés par l'expert lors des sessions précédentes sont rapportés. En plus, l'étudiant est encouragé à formuler ses propres objectifs pour maintenir les améliorations constatées le cas échéant.
3. Une **évaluation finale** de la satisfaction de l'étudiant concernant le programme, a été recueillie *via* des échelles visuelles analogiques (71).
4. Un **guide pratique contenant des conseils d'hygiène du sommeil** est remis à l'étudiant pour l'aider à adopter des changements durables.

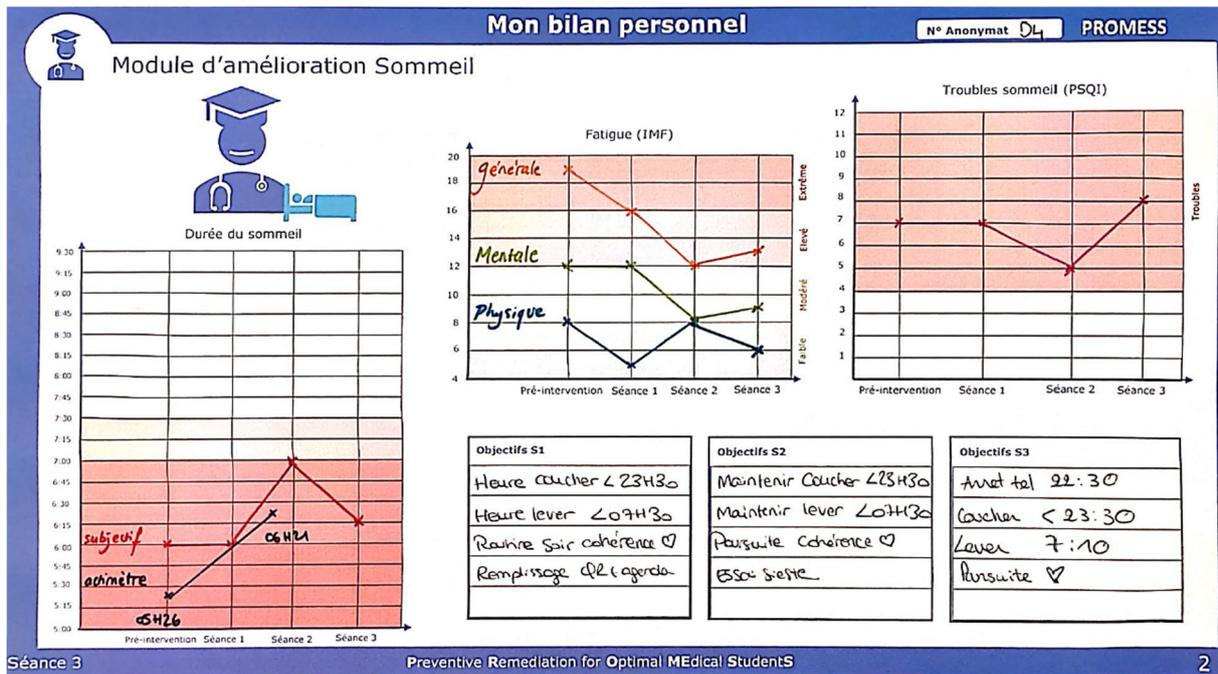


Figure 8 : Exemple de synthèse des progrès d'un étudiant présenté en session 3 et la liste de ses objectifs entre les sessions.

L'ensemble des sessions repose sur une méthodologie reproductible, basée sur des supports détaillés, et une approche centrée sur les besoins individuels des étudiants. Les experts rapportent également leurs impressions sur la progression des étudiants, permettant ainsi un ajustement optimal du programme.

Afin d'évaluer de manière rigoureuse l'impact du module sommeil du projet PROMESS, une série de mesures objectives et subjectives, permettant une analyse complète des habitudes et des perturbations du sommeil des étudiants, a été mise en place pendant l'intervention. Ces marqueurs, présentés ci-après, ont servi à mesurer l'évolution des cycles veille-sommeil et à identifier les bénéfices spécifiques de l'intervention.

2. Les données recueillies lors de l'intervention (Session 1 à 3)

Paramètres principaux analysés

Les indicateurs suivants, extraits des données d'actimétrie, seront étudiés pour mesurer les habitudes de sommeil et leur évolution des habitudes de sommeil des étudiants en médecine (Fig. 9) :

- **Heure de coucher (*Bedtime*)** : heure à laquelle la personne se met au lit avec l'intention de dormir. *Un horaire régulier est idéal pour une bonne hygiène de sommeil*¹⁰ (26).
- **Temps passé au lit (*Time In Bed – TIB*)** : durée totale pendant laquelle une personne est au lit (endormie ou non), mesurée en heures.
- **Temps total de sommeil (*Total Sleep Time - TST*)** : temps effectivement passé à dormir, en heures. *Un TST d'au moins 7 heures par nuit est recommandé pour les adultes* (84).
- **Latence d'endormissement (*Sleep Onset Latency – SOL*)** : temps nécessaire pour s'endormir après s'être mis au lit, mesuré en minutes.
- **Heure de début de sommeil (*Sleep Onset Time – SOT*)** : heure exacte à laquelle une personne s'endort.
- **Temps de petit somme (*Snooze Time*)** : période de temps passé au lit après le réveil initial, mesurée en minutes.
- **Temps de réveils nocturnes (*Wake After Sleep Onset – WASO*)** : durée totale des périodes d'éveil après s'être initialement endormi, en minutes.
- **Heure de fin de sommeil (*Wake Up Time*)** : heure à laquelle une personne se réveille.
- **Heure de lever (*Get Up Time*)** : heure à laquelle une personne quitte le lit pour commencer sa journée.
- **Efficacité du sommeil (*Sleep Efficiency - SE*)** : rapport entre le temps de sommeil et le temps passé au lit, exprimé en pourcentage.
- **Régularité du sommeil (*Sleep Regularity Index – SRI*)** : mesure de la constance des cycles veille-sommeil sur plusieurs jours, exprimé en pourcentage.

Ces données sont retrouvées dans un tableau récapitulatif avec les paramètres objectifs du sommeil, leur pertinence dans l'étude des perturbations du sommeil, leurs seuils recommandés et leur indicateur d'amélioration dans le suivi (Annexe 2 page 97).

¹⁰ Il n'existe pas d'heure de coucher optimale universelle, car elle dépend de facteurs interindividuels tels que l'âge, le chronotype et les besoins spécifiques en sommeil. Toutefois, les recommandations générales, notamment celles de la National Sleep Foundation (NSF), préconisent au moins 7 heures de sommeil par nuit pour les adultes, et l'heure de coucher devrait être ajustée en fonction de l'heure de réveil pour garantir cette durée minimale (26).

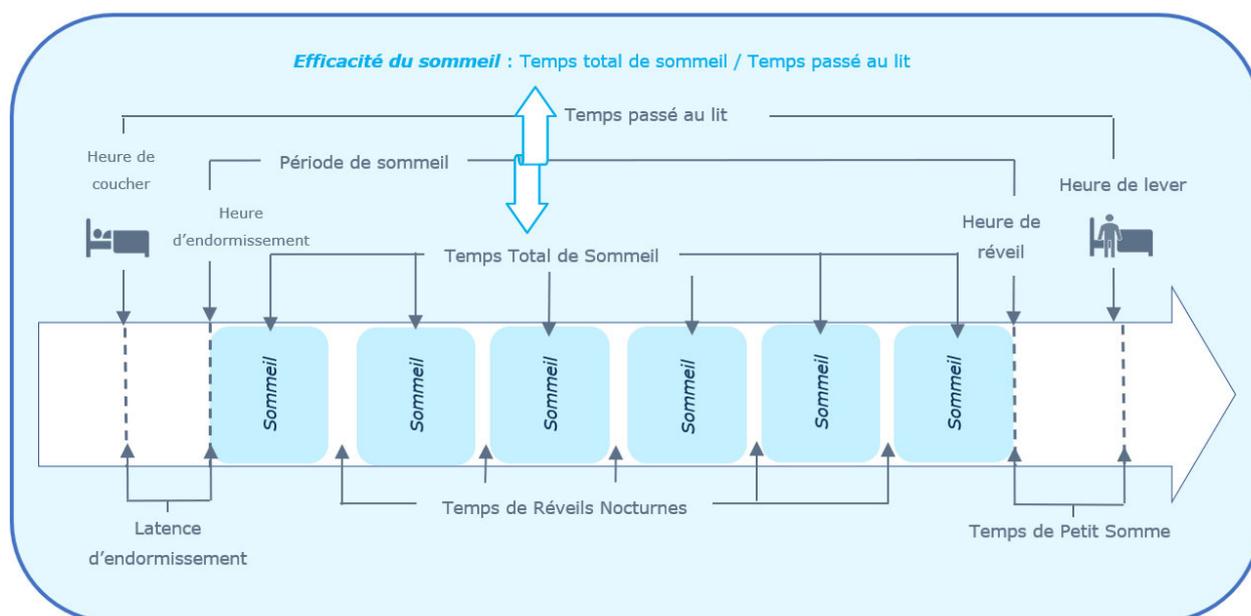


Figure 9 : Mesures objectives des cycles veille-sommeil récupérées par actimétrie. Bedtime (Heure de coucher). Sleep Onset Latency (SOL) (Latence d'endormissement). Sleep Onset Time (SOT) (Heure d'endormissement). Wake After Sleep Onset (WASO) (Temps de réveils nocturnes). Total Sleep Time (TST) (Temps total de sommeil). Wake-up Time (Heure de réveil). Time In Bed (TIB) (Temps passé au lit). Sleep Efficiency (Efficacité du sommeil). Snooze Time (Temps de Petit Somme). Get-up Time (Heure de lever). Sleep Regularity Index (SRI) (Indice de régularité du sommeil).

Données de l'actimétrie : les seuils clés

Les recommandations actuelles, notamment celles issues de la *National Sleep Foundation* (26) et de l'étude « *Sleep quality and quantity in Italian University students: an actigraphic study* » (85), définissent des seuils clés pour évaluer la qualité du sommeil chez les adultes âgés de 18 à 64 ans :

- **Temps total de sommeil** : ≥ 7 heures par nuit est recommandée pour les adultes (84,86).
- **Latence d'endormissement** : une latence ≤ 20 minutes est jugée acceptable (86).
- . Toutefois, selon la *Société Française de Recherche et Médecine du Sommeil (SFRMS)*, une latence ≤ 8 minutes est considérée comme anormale, et une latence ≤ 5 minutes comme pathologique (87)
- . Par ailleurs, le PSQI considère qu'une latence d'endormissement > 30 minutes est indicative d'une altération de la qualité du sommeil (88)
- **Temps de réveils nocturnes** : ≤ 40 minutes est associé à un sommeil de bonne qualité (85,86).
- **Efficacité du sommeil** : ≥ 85 % est indicative d'une bonne qualité de sommeil (85,86)

Ces repères permettent de situer les données dans un cadre normatif et de guider l'analyse des paramètres principaux recueillis lors de cette thèse.

Analyse des données

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel **Actiware** (version 6.3.0, Philips Respironics) Le signal enregistré par l'actimètre provenait d'un accéléromètre capable de mesurer les mouvements corporels en trois dimensions. Ces données étaient segmentées en intervalles d'analyse d'une durée de 60 secondes, appelés **époques**. Chaque époque correspondait à un calcul basé sur les mouvements mesurés pendant cette période. Ces mouvements étaient convertis en unités d'activité par minute, permettant de différencier les périodes de sommeil des périodes d'éveil. Les périodes d'activité inférieures à 40 mouvements par minute étaient considérées comme des périodes de sommeil, tandis que celles dépassant ce seuil étaient catégorisées comme des périodes d'éveil (89).

Le logiciel *Actiware* permet également de générer et de lire des **actogrammes** (Fig. 10), qui sont des représentations graphiques des cycles veille-sommeil sur plusieurs jours. Ces graphiques affichent les périodes d'activité, les périodes de sommeil ainsi que les épisodes d'éveil ou de mouvement pendant le sommeil. Les actogrammes sont un outil visuel essentiel pour analyser la régularité des cycles circadiens et la fragmentation du sommeil.

L'analyse des données d'actimétrie *via* le logiciel permet d'identifier deux types d'intervalles clés : l'intervalle de sommeil et l'intervalle de repos. Ces deux concepts, bien que souvent corrélés, se distinguent par leur définition et leur objectif d'analyse.

- **Intervalle de repos** : Il correspondait à la période où l'individu était supposé être au lit dans des conditions propices au sommeil. Cet intervalle était défini à partir des informations saisies dans l'agenda de sommeil, telles que l'heure de coucher et l'heure de lever déclarées par le participant.
- **Intervalle de sommeil** : Il s'agissait d'une sous-période de l'intervalle de repos, définie par les périodes où l'actimètre détectait une absence ou une très faible activité physique, correspondant à des états supposés de sommeil. Cet intervalle était délimité automatiquement par le logiciel en fonction des données d'activité et d'inactivité mesurées.

La distinction entre ces deux intervalles est essentielle pour une interprétation fine des paramètres du sommeil. Par exemple :

- L'efficacité du sommeil est calculée en divisant le temps total de sommeil (*Total Sleep Time*) par le temps passé au lit (*Time in Bed*), en se basant sur l'intervalle de repos.
- Les temps de réveil nocturnes (*Wake After Sleep Onset, WASO*) sont évalués uniquement dans l'intervalle de sommeil.

Pour illustrer ces concepts, un actogramme généré par *Actiware* (version 6.3.0, Philips Respironics) est présenté ci-dessous (Fig. 10).

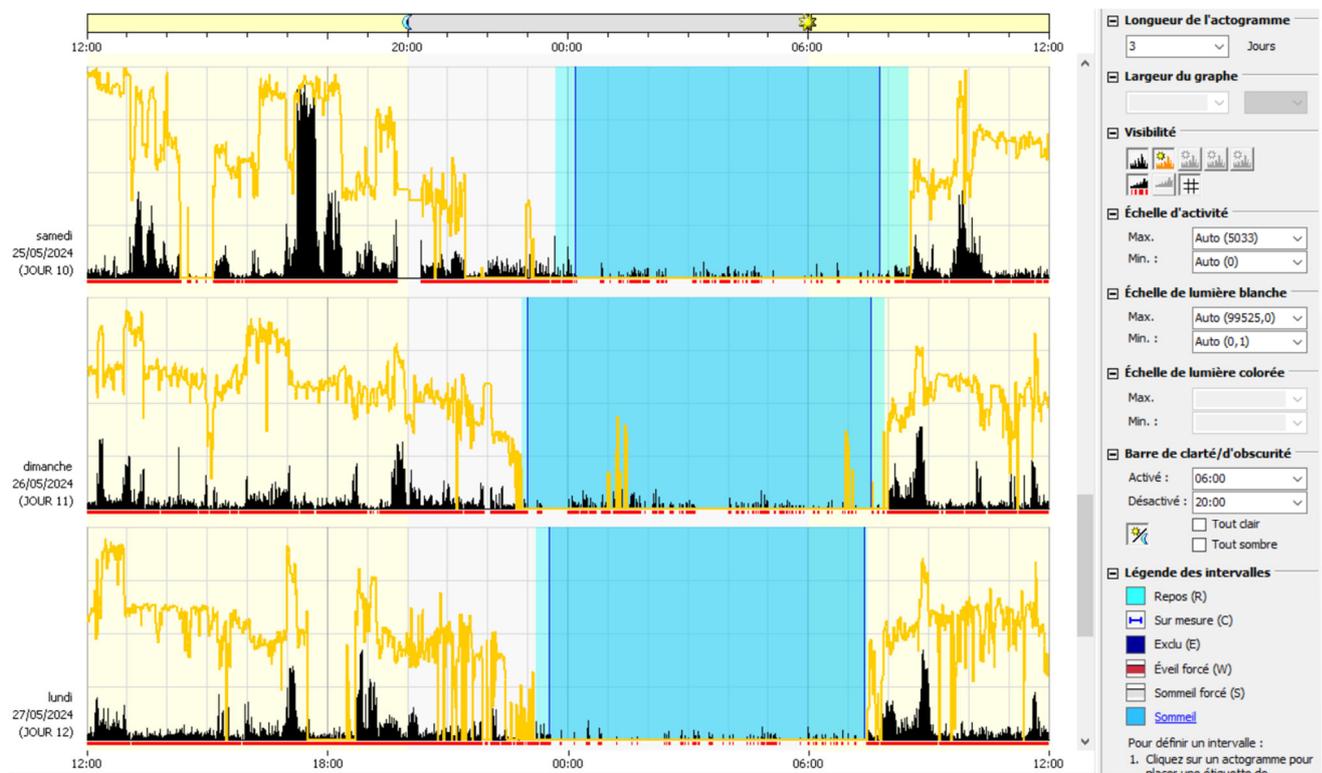


Figure 10 : Actogramme généré par le logiciel Actiware (Philips Respironics). Les courbes jaunes représentent les périodes d'exposition lumineuse, les courbes/pics noirs indiquent les périodes d'activité physique, les segments en bleu clair correspondent aux périodes de repos, et les segments en bleu foncé illustrent les périodes de sommeil. Les segments rouges signalent les périodes d'éveil ou d'activité pendant le sommeil, souvent utilisées pour analyser la fragmentation du sommeil (WASO).

La robustesse de cette approche a été renforcée par la **relecture visuelle systématique des données d'actimétrie** par un expert. Cette relecture, a permis de corriger d'éventuelles erreurs dans la détection automatique des périodes de sommeil et d'éveil, garantissant ainsi la fiabilité des résultats, notamment pour des cas atypiques ou des périodes d'activité ambiguës. **Les informations collectées via les agendas du sommeil**, remplis quotidiennement par les étudiants,

ont été utilisées pour affiner les analyses automatiques. Ces agendas ont servi à corroborer les horaires de coucher et de lever déclarés par les participants, permettant ainsi de valider ou d'ajuster les intervalles de repos et de sommeil identifiés par le logiciel.

Traitement des données issues de l'actimétrie dans ce mémoire de thèse

Afin de garantir une homogénéité et représentativité dans les analyses, seuls les enregistrements **avec au moins sept nuits valides par participant** ont été inclus dans l'analyse (89), dont **au moins cinq nuits en semaine** (du dimanche soir au jeudi soir) et **au moins deux nuits en weekend** (du vendredi soir au samedi soir). De plus, les enregistrements contenant au moins une nuit de garde ont été exclus des analyses afin d'éliminer les biais liés aux horaires atypiques de sommeil.

L'analyse des données a été réalisée séparément pour les nuits en semaine et les nuits en weekend, afin d'examiner les éventuelles différences de comportements de sommeil entre ces deux périodes (89–91). Cette approche permet de prendre en compte les spécificités des rythmes veille-sommeil des étudiants en médecine, souvent influencés par les contraintes académiques et professionnelles en semaine et par des comportements de compensation ou de relâchement le weekend.

D- Analyses statistiques

Les données sont exprimées sous forme de moyennes \pm écarts-types ou de médianes avec interquartiles. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R (version 4.3.1.). Une valeur de $P < 0,05$ a été retenu comme seuil de significativité.

Trois étapes successives d'analyses ont été effectuées afin de répondre aux trois objectifs de thèse :

1. **Déterminer objectivement les habitudes de sommeil des étudiants en médecine en pré-intervention (avant randomisation).**

Pour cela des statistiques descriptives de l'ensemble des variables ont été réalisées.

2. **Évaluer l'efficacité du module sommeil au fil des sessions pour le groupe intervention.**
Pour cela, les variables du sommeil (détaillées page 48) ont été analysées à l'aide de modèles linéaires à effets mixtes, avec le participant comme effet aléatoire et la période d'enregistrements comme effet fixe. Dans ce modèle, il y a 2 périodes d'enregistrement différentes : T2 (enregistrement entre la session 1 et la session 2) et T3 (enregistrement entre la session 2 et la session 3).
3. **Évaluer l'efficacité long terme du module sommeil en comparant les groupes intervention et contrôle.**
Pour cela, les variables du sommeil (détaillées page 48) ont été analysées à l'aide de modèles linéaires à effets mixtes, avec le participant comme effet aléatoire et la période d'enregistrement et le groupe (CTRL *versus* INT) comme effets fixes. Dans ce modèle, il y a 2 périodes d'enregistrement différentes T1 (avant l'intervention) et T4 (après l'intervention).

Vous trouverez ci-dessous la méthode détaillée sur forme d'un article scientifique.

STUDY PROTOCOL

Open Access



Determining the influence of a sleep improvement intervention on medical students' sleep and fatigue: protocol of the PROMESS-Sleep clinical trial

Axelle Ruet^{1*†}, Evrard-Florentin Ndiki Mayi^{2*†}, Angèle Métails^{1,2*}, Bérénice Valero³, Amélie Henry¹, Antoine Duclos², Marc Lilot^{2,4,5}, Gilles Rode^{1,6} and Sophie Schlatter^{1,2,4*}

Abstract

Background Medical students face a demanding workload, stressful situations, and irregular sleep patterns, which can lead to elevated sleep disturbances and high fatigue levels. These difficulties may be further associated with a major decline in well-being, quality of life, performance, and health. Thus, these struggles must be addressed to reduce these students' sleep disturbances and fatigue during their curriculum.

Methods The PROMESS-Sleep clinical trial aims to support future healthcare professionals by enhancing their abilities to manage their sleep. The support will be provided through a three-session sleep management program. Each session will include an individual meeting between a PROMESS-Sleep expert and a medical student, during which self-care education, advice, and personalized goals will be established. The present protocol is designed to assess the influence of this program on 45 undergraduate medical students (fourth- and fifth-year) of the Lyon-Est Faculty of Medicine (Claude Bernard University Lyon 1, France). Assessments of sleep and fatigue will be conducted before and during the intervention using self-reported questionnaires and actigraphy. At the end of the third session, the student's satisfaction levels regarding the program will be assessed.

The primary outcome will be changes in scores on the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) during the program. Secondary outcomes will provide a detailed characterization of changes in various aspects of sleep disturbances, fatigue, sleep habits, and sleep-wake rhythms. Exploratory outcomes will provide information regarding the students' satisfaction levels and will determine the moderators of the program's efficacy.

Data will be analyzed according to the intention-to-treat principle and presented in accordance with the CONSORT Guidelines. Ethical approval has been obtained by the Institutional Review Board (IRB: 2023-07-04-03), and all

*Axelle Ruet and Evrard-Florentin Ndiki Mayi contributed equally to this work.

*Correspondence:

Axelle Ruet
ruetaxelle@gmail.com
Evrard-Florentin Ndiki Mayi
evrardflorentindikimayi@gmail.com
Angèle Métails
angelemetails@univ-lyon1.fr
Sophie Schlatter
sophie.schlatter@univ-lyon1.fr

Full list of author information is available at the end of the article



© The Author(s) 2025. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License, which permits any non-commercial use, sharing, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if you modified the licensed material. You do not have permission under this licence to share adapted material derived from this article or parts of it. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

procedures will be performed in adherence to the Helsinki Declaration. The results from this study will be presented at scientific conferences and in peer-reviewed scientific journals.

Discussion The results will provide valuable insights into the program's efficacy in reducing sleep disturbances and fatigue. If its efficacy is proven, PROMESS-Sleep could become an integral and sustainable part of medical education due to fostering a healthier and more resilient future for healthcare professionals.

This manuscript follows the SPIRIT guidelines (Additional files 1 & 8).

Trial registration ClinicalTrials.gov: NCT06297330; retrospectively registered.

Keywords Actigraphy, Curriculum, Disturbance, Fatigue, Health intervention, Pedagogy, Peer coaching, Prevention, PSQI, Physiology, Remediation, Sleep

Background

Medical students face numerous difficult situations, such as intense academic workloads, hyper-competitive examinations, stressful situations, peer pressure, irregular schedules, and night shifts [1–4]. Confronting these situations may cause these students significant difficulties in taking care of their sleep and managing fatigue. Medical students experience numerous sleep disturbances, such as sleep deprivation, poor sleep quality, altered sleep-wake cycles, excessive sleepiness, and critical fatigue levels [3, 5–7]. Previous studies have reported that sleep disturbances are associated with lower well-being [8], altered quality of life [1], and the critical deterioration of mental health (i.e., increased levels of anxiety and depression symptoms [3]). While the influence of sleep disturbances on medical students' physical health remains unexplored, deterioration is expected. It has been widely reported that short sleep duration is associated with many diseases (e.g., diabetes, hypertension, cardiovascular and coronary heart diseases, and obesity [9]). In addition, sleep disturbances are associated with altered emotional regulation, decreased cognitive impairment, reduced academic success, and deteriorated patient safety [3, 6, 10–12].

Given that medical students often face challenging situations that can cause sleep disturbances during their studies and professional activities, it is crucial to introduce programs early in their curriculum to help mitigate these disturbances and their consequences. In university students, many interventions for sleep improvement have been validated, including sleep hygiene education, cognitive behavioral therapy for insomnia, relaxation and mindfulness, and technology-based interventions like sleep tracking apps [13, 14].

However, despite the urgent need to help medical students improve their sleep, the influence of sleep interventions on these students remains poorly explored. To our knowledge, only five sleep interventions have been explored in medical students (i.e., sunrise alarm clock and electronic device removal at bedtime, dormitory environment advice, sleep education and sleep trackers,

and health habits feedback) [15–19]. While these interventions have offered interesting results in terms of improving sleep, comprehensive sleep management programs considering the specific needs and constraints of medical students are still required.

In response, sleep interventions can be collaboratively developed with medical students and faculty members to address these specific needs through co-construction workshops [4]. To date, the literature has revealed that efficient sleep interventions require changes in habits, such as maintaining a regular sleep schedule and avoiding using screens [20, 21]. Thus, programs should include planning these changes, setting goals, and receiving encouragement and personalized advice to increase intention to change [22]. As an initial step in this direction, our team involved medical students and faculty members in developing a sleep improvement program entitled Preventive Remediation for Optimal Medical StudentS (PROMESS)-Sleep [4]. PROMESS-Sleep is a preventive program that aims to provide solutions to medical students to reduce sleep disturbances during their curriculum. It includes multiple one-on-one sessions, during which an expert will provide self-care educational content and personalized assessments related to sleep. These sessions will also provide a platform for students to discuss their personal challenges related to sleep and fatigue while identifying their needs. Personalized advice and goal-setting will stem from these discussions.

Aims

This clinical trial will aim to determine the influence of the PROMESS-Sleep program on medical students' sleep disturbance and fatigue levels. The primary outcome will be changes in scores on sleep disturbances assessed using the PSQI during the program [23]. Secondary outcomes will provide a detailed characterization of changes in various aspects of fatigue, sleep habits, and sleep-wake rhythms. This study defines fatigue as a multidimensional concept with four key dimensions that evaluate its impact across various aspects of an individual's life. These

dimensions, highlight both physical and psychological components (i.e., general fatigue, mental fatigue, motivation, reduced activities; Multidimensional Fatigue Inventory [24] [32]). Exploratory outcomes will provide information regarding the students' levels of satisfaction and will determine the moderators of the program's efficacy. It is supposed that the level of sleep disturbances and fatigue will decrease during the program. In addition, as the intervention has been co-designed by local health professionals and medical students [4], the students are expected to be highly satisfied with the program.

Methods/design

Design and setting

This study is part of a larger randomized controlled trial assessing the effects of a multimodal health intervention called the PROMESS project. The project will be presented to all fourth- and fifth-year undergraduate students of the Lyon-Est Faculty of Medicine (Claude Bernard University Lyon 1, France) through a lecture. An informative email will be sent to their university addresses. Volunteer students can register for the project by replying to the email. The first 70 volunteers will be recruited. No exclusion criteria will be applied. For

the entire PROMESS project, the 70 students recruited will be randomized into two groups (1:2 ratio): a control group ($n = 25$) and an interventional group ($n = 45$; stratified by gender and years of study). The present clinical trial (PROMESS-Sleep) will specifically focus on the interventional group, in which 45 students will undergo a preventive program focused on sleep improvement (Fig. 1).

Ethic statement

The research project was discussed and approved by the dean of the faculty (GR), the Lyon University Health Department, and a sample of local medical students. All procedures will be performed in adherence to the Helsinki Declaration [25]. Ethical approval from the Institutional Review Board of the Claude Bernard University Lyon 1 (CUMG, France) was obtained (IRB 2023-07-04-03), and the study was registered in ClinicalTrials.gov (NCT06297330). Modifications to the protocol that may impact the conduct of the study will require a formal amendment. The participants' anonymity and confidentiality will be ensured and maintained according to laws and regulations. The principal investigator (SS) will provide oral and written information and participants will

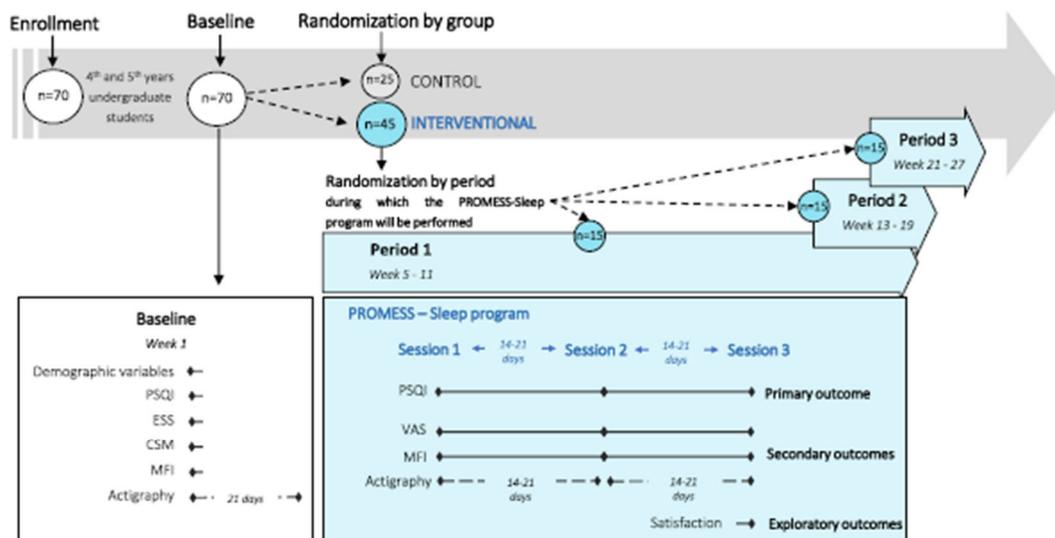


Fig. 1 Study Design. Seventy undergraduate medical students will be enrolled. First, students will perform baseline measurements. Then, they will be randomized into a control or an interventional group stratified by gender and study years (fourth or fifth). This clinical trial (PROMESS-Sleep) will specifically focus on the interventional group ($n = 45$). Each student in this group will be simply randomly assigned to one of the three periods to follow a sleep improvement program (i.e., PROMESS-Sleep). This program will consist of three sessions spaced 14 to 21 days apart. The primary outcome will be the PSQI scores during sessions 1, 2, and 3. Secondary outcomes will comprise VAS scores, MFI scores, and sleep variables assessed through a survey and/or actigraphy. Exploratory outcomes will include the student's level of satisfaction regarding the program and will determine the moderators of the program's efficacy. Abbreviations: CSM, Composite Scale of Morningness; ESS, Epworth Sleepiness Scale; MFI, Multidimensional Fatigue Inventory; PSQI, Pittsburgh Sleep Quality Index; VAS, Visual Analog Scale

provide a written consent before enrollment in the study following sufficient reflection time (Additional file 2).

Characterization of the population at baseline

Before the intervention, participating students will complete a brief demographic survey, providing information regarding their year of study, age, gender, height, weight, level of physical activity and sport practice, smoking status, and any medication use. Their levels of sleep disturbances, fatigue, sleep habits, and sleep-wake rhythms will be assessed through questionnaires and actigraphy to establish baseline scores.

Sleep disturbances, fatigue and sleep habits

A set of the following questionnaires will be answered at baseline:

Pittsburgh Sleep Quality Index The PSQI is composed of 19 items that assess the quality of sleep and sleep disturbances during the last month [23]. The questionnaire evaluates seven dimensions: subjective sleep quality, sleep latency, sleep duration, habitual sleep efficiency, sleep disturbances, sleep medication use, and daytime dysfunction. Each dimension is scored from 0 (no difficulty) to 3 (severe difficulty), and the sum of the seven dimensions creates a global score ranging from 0 to 21. The highest global score indicates the highest sleep disturbances, while a global score of 5 or higher indicates sleep disturbances. The French-validated version of the PSQI will be used, which has good internal consistency (Cronbach's alpha 0.88) [26].

Epworth Sleepiness Scale The ESS is an eight-item questionnaire that assesses daytime sleepiness in recent times [27]. Sleepiness is defined as an increased propensity to doze off or fall asleep [28]. For each item that corresponds to a specific situation, subjects must evaluate their risk of dozing, from 0 (no chance of dozing) to 3 (high chance of dozing). The global score ranges from 0 to 24. The highest ESS score indicates the highest daytime sleepiness. A score of 11 or above indicates excessive daytime sleepiness. The French-validated version of the ESS will be used, which has good internal consistency (Cronbach's alpha 0.88) [29].

Composite Scale of Morningness The CSM is a 13-item questionnaire assessing the chronotype [30]. For each item, subjects must choose the assertions closest to their situations. Ten items range from 1 to 4, with three from 1 to 5. The total score ranges from 13 to 55. A score of 22 or lower indicates an evening chronotype, a score of 44 and above indicates a morning chronotype, and a score between 22 and 44 indicates an intermediate chronotype.

The French-validated version of the CSM will be used, which has good internal consistency (Cronbach's alpha 0.85) [31].

Multidimensional Fatigue Inventory The MFI is a 20-item questionnaire that assesses the perceived fatigue level during the last month [24]. For each item, subjects must evaluate each statement on a 5-point Likert scale ranging from 1 (yes, that is true) to 5 (no, that is not true). The French version assesses four dimensions: general fatigue ranging from 9 to 45 (i.e., general sensation of being tired), mental fatigue ranging from 6 to 30 (i.e., cognitive aspect: difficulties with concentration, memory, or mental tasks due to tiredness), motivation ranging from 2 to 10 (i.e., a difficulty, or not, of imagining enjoying a pleasant activity), and reduced activities ranging from 3 to 15 (i.e., capacity to physically do, or not to do something; a decrease in activity levels, often due to feelings of fatigue) [32]. The highest score indicates the highest level of fatigue. The French-validated version of the MFI will be used, which has good internal consistency (Cronbach's alpha 0.92, 0.84, 0.68, 0.73 for general fatigue, mental fatigue, reduced activities and motivation, respectively) [32].

Sleep-wake rhythms

The baseline sleep-wake rhythms of medical students will be recorded by actigraphy for 21 consecutive days through a wrist accelerometer worn on the non-dominant hand (GENEActiv, Activinsights, Unit 11, Harvard Industrial Estate, Kimbolton, Cambridgeshire, PE28 0NJ, United Kingdom) [33]. This wrist device also contains a light sensor [34]. In addition, each morning, the students will be asked to report their bedtime (when they were in bed ready to fall asleep), their wake-up time (when they were awake but not necessarily out of bed), and whether they took a nap the previous day on an electronic survey (i.e., an online sleep diary). Following the 21 days, the accelerometer will be collected by an investigator.

The recordings (i.e., actograms) will be analyzed using Philips Actiware Sleep Software 6.3.0 (Philips Respironics, Murrysville, PA, USA) in 60-second sampling epochs [35]. Periods with an activity count equal to or below the threshold value, set at 40 counts (medium sensitivity), will be scored as sleep, whereas periods exceeding this threshold will be scored as waking. All actograms will be visually reviewed by individuals trained in actigraphy monitoring. Bedtimes and get-up times (the time getting out of bed) will be checked according to data from the online sleep diary and/or the light sensor [34, 36]. Individuals' records will be included in the subsequent analyses if they contain data for at least seven nights [37].

Automatic analyses will be run to extract the following sleep markers (Fig. 2) according to the Actiware sleep algorithm (Software Philips Actiware 6.3.0). Bedtime (hours:min) reflects the time when students attempt to fall asleep, Sleep Onset Latency (minutes) represents the amount of time elapsing from bedtime to the first period of sleep (Sleep Onset Time), Wake After Sleep Onset (minutes) reflects the time spent awake during the sleep period, Total Sleep Time (hours:min) estimates the amount of time scored as sleep, Wake-up time (hours:min) reflects the clock time when students wake-up, Time In Bed (hours:min) estimates the opportunity of time spent as sleep, Sleep Efficiency (percentage; Total Sleep Time/Time In Bed x 100), and Snooze time represents the time (minutes) between waking up and getting out of bed (Get-up Time). In addition, a Sleep Regularity Index will be calculated to assess the consistency of sleep-wake patterns [38]. A low index indicates irregular sleep patterns, which are often associated with poor sleep hygiene, sleep disturbances, and decreased health outcomes [39, 40].

Intervention

The PROMESS-Sleep program was developed with input from medical students and health professionals to prioritize participants' well-being and security (i.e., previous co-construction workshop; Additional file 3) [4]. It was agreed that all students would receive printed and oral information about local health resources (e.g., medical doctors, psychiatrists, psychologists, and sleep

physicians), accompanied by a reassuring discussion aimed at destigmatizing health issues. In cases where medical issues are identified by the PROMESS-Sleep experts during the program, students will be promptly referred to a qualified professional. Additionally, PROMESS-Sleep experts may consult the Director of the University Health Service (AH) for advice on managing specific difficult situations.

The PROMESS-Sleep program will consist of three sessions spaced 14 to 21 days apart. These sessions will be conducted in three distinct periods, with 15 medical students randomly undergoing three sessions during one of the periods (Fig. 1). Each session will involve an individual meeting between a PROMESS-Sleep expert and a student.

Expert training

According to the findings of a previous co-construction workshop [4], meetings will be conducted by graduate medical students who are considered experienced peers regarding their advancement in the medical curriculum (Additional file 3). Before these meetings, these experienced peers will undergo thorough training to become experts. This training will involve several key steps, including reading a set of articles outlined in Additional file 4, observing each session at least once to obtain practical insights, and conducting each session at least once, guided by an individual (SS) with previous experience in sleep coaching for health professionals (<https://topsurgeons.univ-lyon1.fr/en/team/>). The observation and

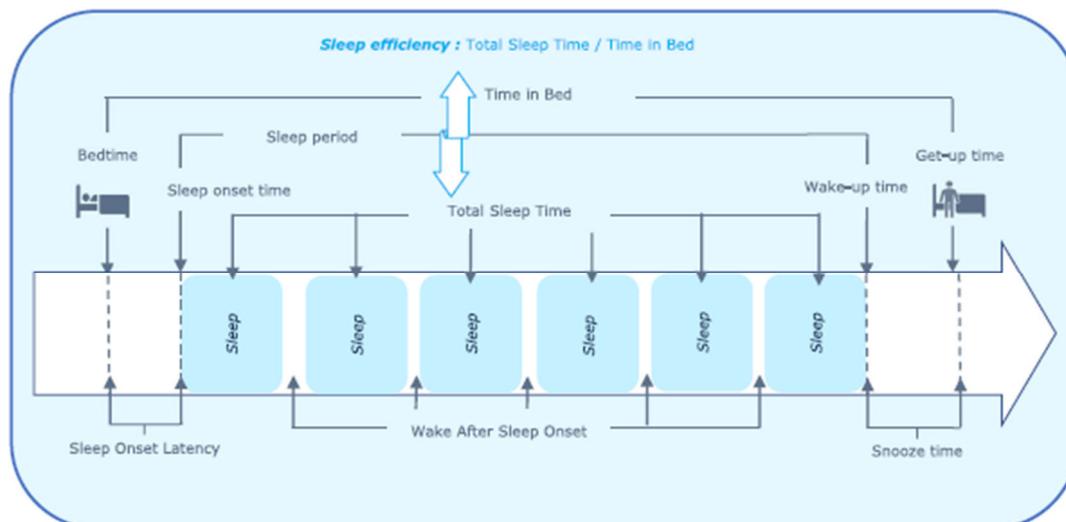


Fig. 2 Sleep-wake rhythms variables

guidance steps will be repeated if necessary. This comprehensive training process is designed to ensure that peers will be adequately prepared and proficient to effectively deliver the PROMESS-Sleep program.

Overall organization of the sessions

Each session will consist of an individual meeting between a PROMESS-Sleep expert and an undergraduate medical student. To improve the reproducibility of the program, the experts will follow a detailed step-by-step descriptive procedure for each session (available from the corresponding author upon request).

All sessions will follow a consistent structure. Each session will start with a short introduction talk, during which the experts will briefly explain the main steps of the session. Next, the students will be asked to complete questionnaires. The experts will then provide self-care pedagogical content about sleep and sleep hygiene. During the meeting, the experts and students will discuss the source of sleep disturbances to identify specific needs regarding sleep and fatigue. Detailed advice and goals will be set partly based on a predefined list created for medical students in a prior co-construction workshop (Additional file 5) [4]. Personalized assessments related to sleep and fatigue and self-monitoring tools will be provided to increase habit awareness, help students eliminate unhealthy habits, and reinforce or develop healthier ones. PROMESS-sleep is a pedagogical preventive program; no specific questions will be asked about snoring, insomnia, OSA, RLS, parasomnias, night terrors, narcolepsy, or hypersomnia.

Providing feedback to students

During the meeting, the experts will take written notes and provide numerous feedback points on the students' measures to encourage reflective discussion and foster a truly personalized experience. Some feedback will concern self-reported measures, while others will address more objective measures (e.g., actigraphy data). These feedback points will be provided along with explanations of the limitations of each measurement tool. The baseline and session 1 will be spaced at least 3 weeks apart, and each subsequent session will be spaced at least 2 weeks apart. This scheduling ensures sufficient time for treatment and scoring of the self-reported and actigraphy data.

Questionnaires

At the beginning of each session, the student will answer several 100-mm Visual Analog Scales (VAS) and complete the PSQI and MFI questionnaires. Each VAS will prompt the student to move the cursors to indicate

responses. The cursors will start at the 0 position for each question.

VAS – sleep quantity The students' sleep quantity will be assessed on a VAS asking, "In the past 2 weeks, how would you characterize your sleep quantity?" Answers will range from 0 (largely insufficient) to 100 (largely sufficient).

VAS – sleep quality The students' sleep quality will be assessed on a VAS asking, "In the past 2 weeks, how would you characterize your sleep quality?" Answers will range from 0 (the worst quality) to 100 (the best quality).

VAS – fatigue The students' fatigue will be assessed on a VAS asking, "Over the past 2 weeks, how would you characterize your physical and mental fatigue level?" Answers will range from 0 (extreme fatigue) to 100 (no fatigue at all).

Session description

Session 1 (S1). The first session will last approximately 60 minutes (Fig. 3). This session will begin with a brief presentation of the expert's background and an explanation regarding the confidentiality of the exchanges. Then, the following points will be addressed:

Assessment of sleep disturbances and fatigue The student will answer the questionnaires described above (i.e., the VAS, PSQI, and MFI).

Pedagogical content This content, composed of three main sections, will be supported by printed materials.

The first provides information on a sleep cycle containing personalized data (Fig. 4). It is composed of 3 parts: (i) the "day" part with scores of daytime sleepiness (ESS baseline score) and fatigue encountered by the student at baseline (MFI baseline scores); (ii) the "evening" part that allows for discussing the importance of daily sleep hygiene (e.g., light exposure and regular meals [17, 41, 42]) and (iii) the "night" part with students' sleep disturbances levels, sleep habits, and chronotypes (i.e., PSQI, CSM, and baseline scores). Providing quantified information to student will allow for discussing these scores and, more importantly, identifying the origin of their sleep disturbances and needs.

The second part provides information on sleep physiology and architecture [43]. The experts will explain the different stages of sleep and the predominance of deepest non-REM sleep in the first part of the night [43, 44].

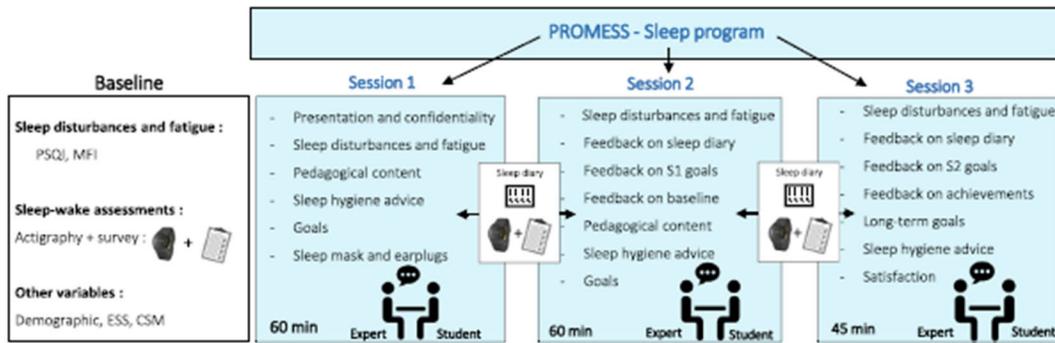


Fig. 3 The PROMESS-Sleep program. Before the intervention, the levels of sleep disturbances and fatigue, sleep habits, and sleep-wake rhythms of the students will be assessed through questionnaires and actigraphy to establish baseline scores. The PROMESS-Sleep program will comprise three sessions spaced 14 to 21 days apart. Each session will involve an individual meeting between a PROMESS-Sleep expert and a student. These sessions aim to identify students' needs regarding sleep and fatigue, set individual goals, and reduce sleep trouble and fatigue. Between each session, students will wear accelerometers and fill out online sleep diaries to determine sleep-wake rhythms. Abbreviations: CSM, Composite Scale of Morningness; ESS, Epworth Sleepiness Scale; MFI, Multidimensional Fatigue Inventory; PSQI, Pittsburgh Sleep Quality Index; S1, Session 1; S2, Session 2

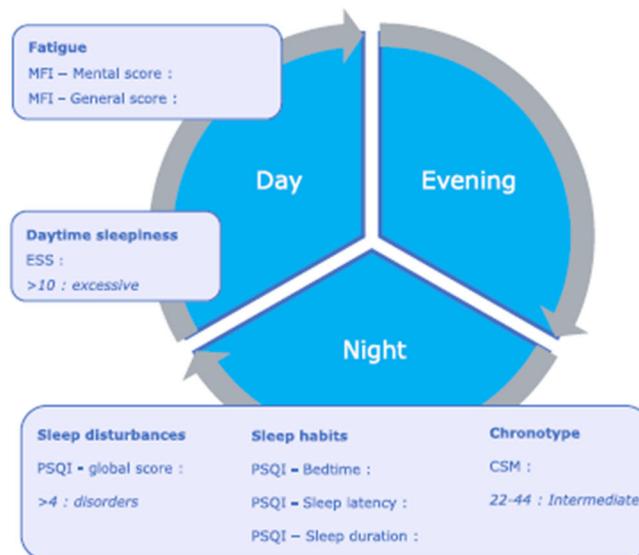


Fig. 4 Example of the pedagogical content of the PROMESS-Sleep program. During the sessions, students will receive pedagogical content on sleep and sleep hygiene and individual feedback related to their sleep and fatigue. This figure illustrates an example of the PROMESS-Sleep support given during session 1. A 3-part sleep-cycle will be provided: the 'day' part with scores of daytime sleepiness and fatigue encountered by the student at baseline; the 'evening' part; and the 'night' part with sleep disturbances levels, sleep habits, and chronotype. Providing quantified information to the students will allow the experts and the students to discuss these scores and identify the students' needs. Abbreviations: CSM, Composite Scale of Morningness; ESS, Epworth Sleepiness Scale; MFI, Multidimensional Fatigue Inventory; PSQI, Pittsburgh Sleep Quality Index

The experts will stress the importance of having at least 7 hours of sleep per 24 hours with a regular sleep schedule to improve sleep quality and reduce fatigue [20, 43]. Finally, many medical students experience high levels of

stress and have reported stress as a major cause of sleep disturbance [8, 45]. The relationship is bidirectional, as poor sleep quality is also associated with depression, anxiety, and stress [46]. Thus, to help to improve both issues,

the experts will introduce stress management interventions, such as mindfulness and slow-paced breathing, that may help students improve their sleep [47–50].

The third part provides further information on the influence of actions undertaken during daytime (e.g., energy drink/coffee consumption, meal regularity, sunlight exposure), in the evening (e.g., exposure to screen light), and at night (e.g., silent environment, obscurity) on sleep quality [17, 43].

Sleep diary A sleep diary will be given to the students to enable a self-monitoring process, increase habit awareness, and assess and reflect on their behaviors (Additional file 6). The students will be instructed to fill it out before the next session, including bedtime, sleep onset time, sleep latency, wake-up and get-up times, and any awakenings during naps and nighttime sleep. The students will report the intensity of daily fatigue on a scale ranging from 1 (no fatigue at all) to 5 (extreme fatigue). In addition, the students will indicate whether they have engaged in mindfulness, slow-paced breathing, physical activity, and other specific behaviors. The experts and the students will fill the present day of the diary together to provide an example.

Sleep mask and earplugs Each student will receive a night mask and earplugs.

Advice and goals During the session, sleep hygiene advice for improving sleep and reducing fatigue will be provided. At the end of the session, the experts will answer all questions that may arise and settle the students' goals for the next session. Advice and goals will be based on the predefined list of specific guidance created for medical students (Additional file 5). The students and the experts will write the goals and sign an agreement to promote the students' commitment and motivation [4]. If a fixed bedtime is set as a goal, the time will be marked in the students' sleep diaries.

Finally, the students must wear accelerometers and answer the daily survey between S1 and S2 (Fig. 3).

Following the meeting, immediately after the students leave, the experts will report the following information:

Likert – Expert comfort The experts will report their comfort level regarding the relationship with the students during the session on a 5-point Likert scale (1: not comfortable at all, 2: slightly comfortable, 3: fairly comfortable, 4: comfortable, 5: very comfortable).

Likert – Expert satisfaction The experts will report their satisfaction level regarding the animation of the session

on a 5-point Likert scale (1: not satisfied at all, 2: slightly satisfied, 3: fairly satisfied, 4: satisfied, 5: very satisfied).

Likert – Advice given Concerning predefined advice (Additional file 5), the experts will report on a 5-point Likert scale if 1) it was not mentioned, 2) it was mentioned but not directly advised, 3) it was mentioned and recommended, 4) it was set as a goal, and 5) if a positive reinforcement was performed. The experts will also report advice given that was missing from the predefined list.

Session 2 (S2). The second session will last approximately 60 minutes (Fig. 3), and the following points will be addressed:

Assessment of sleep disturbances and fatigue The assessment will use the above-mentioned procedure.

Feedback on sleep diary The sleep diary filled out between S1 and S2 will be discussed. The experts will question the students regarding the sleep issues encountered. Bedtime and sleep latency will be discussed. A latency of less than 5 minutes (indicating excessive sleep pressure and fatigue) or more than 30 minutes (indicating difficulties falling asleep) will be considered problematic [48, 49]. In addition, the experts will attempt to identify if specific practice or behaviors reported in the diary may have influenced the students' sleep.

Feedback on S1 goals The experts and the students will work together to identify the facilitators and obstacles to achieving each previously established goal.

Feedback on baseline The experts will give feedback on baseline measures supported by printed or digitalized materials. This presentation will give students deeper insights into their sleep and detect the putative confrontation between perceived and objective sleep variables. More specifically, the following PSQI baseline scores (i.e., bedtime, wake-up time, and sleep duration) and the actigraphy baseline scores (i.e., Sleep Onset Time, Wake-up time, Time In Bed, Total Sleep Time, Wake After Sleep Onset) will be discussed. Information regarding Sleep Efficiency and Sleep Onset Latency will be given; it will be acknowledged that self-reported measures may be more precise, so these actigraphy scores should be interpreted cautiously. The experts will discuss the students' Sleep Efficiency regarding the threshold of 80% [50]; a score under 80% will be considered pathological and may need to be addressed by a physician [48].

Pedagogical content This pedagogical content, composed of three main sections, will be supported by printed or digitalized materials.

First, the experts will briefly remind the students about the sleep cycle using Fig. 4 and the different stages of sleep.

Second, the experts will help the students to better understand sleep using Fig. 2 and will stress the importance of considering sleep regularity [38, 51, 52].

Third, the experts will explain the benefit of napping as a countermeasure against fatigue. Naps can be an additional solution to achieve the minimum recommendation of 7 hours of sleep per 24 hours [53, 54]. Naps will be advised according to individuals' needs: short naps (10 to 20 minutes) are known to increase alertness and performance [55], while longer naps (90 minutes) are known to help reduce sleep debt. The experts will raise awareness that naps less than 10 minutes long may be too short to show positive effects, whereas naps longer than 20 minutes may induce sleep inertia. In addition, the experts will warn that longer naps should be avoided before main sleep to avoid increased sleep onset latency [56]. Ideally, nap should take place in a quiet, dark, and cool environment for the best sleep quality. The experts will explain favorable conditions for napping according to shift schedules and individual chronotypes. Studies have shown that evening chronotypes nap more frequently than morning chronotypes during weekdays [57, 58].

Fourth, the experts will address the challenges associated with night shifts and recommend best practices to adopt before, during, and after these shifts (e.g., naps before, during, and between shifts may be beneficial) [56]. The experts will address how sleep deprivation affects metabolism and hormonal balance by decreasing leptin and increasing ghrelin, which potentially leads to weight gain [43, 59]. The experts will also advise limiting food intake during night shifts and choosing lighter meals before bed [56].

As performed in S1, sleep hygiene advice will be provided throughout the session. The experts will address all questions, and individual goals will be established and signed. The students will receive new sleep diaries to complete, wear accelerometers, and answer the daily surveys until the next session (Fig. 3).

Immediately following the meeting, the experts will report their comfort and satisfaction levels and the advice and goals established during this session, as described above. In addition, the experts will estimate whether the students achieved the goals previously set (S1 goals) on a 4-point Likert scale (i.e., 0: not achieved at all, 1: slightly achieved, 2: fairly well achieved, 3: well achieved).

Session 3 (S3). The third session will last approximately 45 minutes (Fig. 3); the following points will be addressed:

Assessment of sleep disturbances and fatigue The assessment will use the above-mentioned procedure.

Feedback on sleep diary The sleep diary filled out between S2 and S3 will be discussed as described above.

Feedback on S2 goals Feedback on S2 goals will be provided as described above.

Feedback on achievements To offer a comprehensive overview of student achievements across the program, the experts will provide individualized printed or digitalized visual summaries that comprise 1) the evolution of sleep time assessed through the PSQI (sleep duration at baseline, S1, S2, S3) and actigraphy (Total Sleep Time at baseline and between S1 and S2), 2) the evolution of sleep disturbances (PSQI global score at baseline, S1, S2, S3), 3) the evolution of the general, mental, and physical fatigue (MFI scores at baseline, S1, S2, S3), and 4) goals set during the program (S1, S2, S3). Progression will be discussed based on the goals to help the students identify what was effective. In addition, at the end of the session, the students will be encouraged to proactively determine and report their long-term goals independently to enhance their autonomy, short- and long-term commitment, and motivation.

As performed in sessions 1 and 2, sleep hygiene advice will be provided throughout the session, and the experts will address all questions. Then, a comprehensive list of advice will be distributed to help the students adopt long-term changes and provide opportunities to find advice that matches future needs (Additional file 7).

Before ending the session, the level of student satisfaction regarding the PROMESS-Sleep program will be assessed using several 100-mm VASs. Each VAS will prompt the students to move a cursor to indicate a response. The cursor will start at the 0 position for each question.

Composite score – Student's satisfaction The composite score will be the mean of two sub-scores: 1) the specific score (i.e., sleep and fatigue) as the mean of the score obtained from the VAS, "Do you think the intervention has helped you to improve your sleep?" and the score obtained from the VAS, "Do you think the intervention allowed you to decrease your fatigue?"; 2) the general score (i.e., relevance and sustainability) as the mean of the score obtained from the VAS, "Do you think the proposed goals were suitable for your daily life?" and the score obtained at the VAS, "Do you think you can sustain the performed changes in habits?". The answer for the four VAS will range from 0 (absolutely not) to 100 (completely).

For these scores of student's satisfaction, a score lower than 30 will be considered highly negative, from 30 to 45

negative, from 45 to 55 neutral, from 55 to 70 positive, and equal or above 70 highly positive.

Immediately following the meeting, the experts will report their comfort and satisfaction levels and the advice and goals established during this session, and estimate whether the students achieved the goals settled in S2, as described above. In addition, the experts will report the overall satisfaction level regarding student progress during the PROMESS-Sleep program: "Are you satisfied with the student's progress throughout the intervention?" Answers will range on a Likert scale from 1 (not satisfied at all) to 5 (very satisfied).

Availability of the PROMESS-Sleep material

All materials necessary to perform the PROMESS-Sleep program are available from the authors upon reasonable request (SS, AM, promess_sante@univ-lyon1.fr and/or personal mail).

Data management and monitoring

The principal investigator (SS) will ensure that the protocol, ethical data collection, and analysis guidelines will be followed. She will be responsible for maintaining the anonymity of the included students (participants will be assigned a unique identification code). In addition, the students will receive a letter with information that clarifies how their data will be used regarding the General Data Protection Regulation, including the contact details of the university's data protection officer and the contact information of the principal investigator. Students will be informed that if they wish to withdraw their data, they must contact the principal investigator, who will conduct a dropout analysis. All source documents, including informed written consent, data, and printed materials from the session, will be stored in a secure locker at the RESHAPE Laboratory (INSERM U1290, Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon, France) for 5 years after the last publication of the results. Raw data, processed data, and analysis scripts will be stored on a password-protected computer at the RESHAPE Laboratory, accessible only to registered investigators (SS, AM). The database preparation and statistical analysis will be conducted anonymously. Since the study involves minimal risk to participants, a Data Monitoring Committee (DMC) was deemed unnecessary. Moreover, the project received positive feedback from an ethical committee that affirmed adequate monitoring. No spontaneously reported adverse events and other are expected.

Data analysis

Data analysis will occur once all data will be collected. No interim analyses or stopping guidelines to terminate the study are planned.

Data analyzed

Variables will be expressed as means with standard deviations and ranges, medians with interquartile ranges, or counts and percentages. Data will be analyzed according to the intention-to-treat principle and presented following international consolidated standards of reporting trial guidelines. A p -value < 0.05 will be considered statistically significant, while $p < 0.10$ will be a trend. The normality of data distribution will be assessed using normality tests, histograms, and quantile-quantile plots. In the case of non-normality, data will be transformed or non-parametric tests will be used. All models' assumptions will be checked. β coefficients at a 95% confidence interval and R^2 will be provided for linear regressions. All statistical analysis will be performed using the most recent version of the R software [60].

Outcomes

The primary outcome will be the global PSQI score (scores obtained during S1, S2, S3). The seven dimensions of the PSQI will also be described. The secondary outcomes will be the change of other variables assessing various aspects of sleep disturbances, fatigue, sleep habits, and sleep-wake rhythms (scores obtained during S1, S2, S3; Table 1). The outcomes will be assessed by the PROMESS-Sleep experts.

Hierarchical ordering

A priori hierarchical ordering of secondary outcomes was performed (Table 1). The ordering was defined by the PROMESS-Sleep experts according to the existing literature, their expectations regarding the program, and the results of a pilot study [4]. This hierarchical ordering will allow us to conclude the program's impact until the p -value becomes non-significant. In such cases, the following secondary outcomes will be assessed as exploratory descriptive outcomes [59].

A priori-sample size

The sample size was a priori calculated for the primary outcome (evolution of the global PSQI score during S1, S2, S3). Based on an expected medium effect size for repeated measures (i.e., $f = 0.20$, $\alpha = 5\%$, power = 0.80, and three measurements), the calculation resulted in a total sample size of 42 participants (G*Power v3.1.9.6). To ensure robustness against potential attrition or data loss, we will recruit an additional 10% of volunteers to result in a total sample size of 45 students.

Statistical analysis plan

Primary and secondary outcomes Linear mixed models (with a random effect for students and experts, and

Table 1 A priori hierarchical ordering of secondary outcomes. Abbreviations: MFI, Multidimensional Fatigue Inventory; PSQI, Pittsburgh Sleep Quality Index; VAS, Visual Analog Scale. S1, Session 1; S2, Session 2; S3, Session 3. S1–S2; recording from session 1 to session 2. S2–S3; recording from session 2 to session 3

Outcomes	Evolution
Mental fatigue (MFI)	Score changes (S1, S2, S3)
Bedtime (actigraphy)	Score changes (Baseline, S1–S2, S2–S3)
Sleep regularity index (actigraphy)	Score changes (Baseline, S1–S2, S2–S3)
Sleep quality (VAS)	Score changes (S1, S2, S3)
Sleep quantity (VAS)	Score changes (S1, S2, S3)
Sleep fatigue (VAS)	Score changes (S1, S2, S3)
General Fatigue (MFI)	Score changes (S1, S2, S3)
Reduced activity (MFI)	Score changes (S1, S2, S3)
Motivation (MFI)	Score changes (S1, S2, S3)
Physical Fatigue (MFI)	Score changes (S1, S2, S3)
Time in Bed (actigraphy)	Score changes (Baseline, S1–S2, S2–S3)
Total Sleep Time (actigraphy)	Score changes (Baseline, S1–S2, S2–S3)
Sleep Onset Time (actigraphy)	Score changes (Baseline, S1–S2, S2–S3)
Sleep Onset Latency (actigraphy)	Score changes (Baseline, S1–S2, S2–S3)
Snooze time (actigraphy)	Score changes (Baseline, S1–S2, S2–S3)
Wake After Sleep Onset (actigraphy)	Score changes (Baseline, S1–S2, S2–S3)
Wake-up time (actigraphy)	Score changes (Baseline, S1–S2, S2–S3)
Get-up time (actigraphy)	Score changes (Baseline, S1–S2, S2–S3)
Sleep Efficiency (actigraphy)	Score changes (Baseline, S1–S2, S2–S3)

a fixed effect for time) will be performed to explore the impact of the PROMESS-Sleep program on the primary and secondary outcomes following the hierarchical ordering.

Exploratory outcomes

Moderators of efficacy The program's efficacy will be determined by a delta score on the global PSQI (score S3 – score S1). A negative delta score will indicate reduced sleep disturbances, a neutral score no change, and a positive score an increase in sleep disturbances during the program. As such, a lower delta score will represent higher efficacy. The model will explore whether the delta score was influenced by the students' characteristics at

inclusion, such as gender, age, study year and baseline levels of sleep disturbances (i.e., global PSQI baseline score). This model will also explore the influence of the periods (periods 1, 2, and 3) and the experts on the delta score.

Composite score – Student's satisfaction The mean composite satisfaction score should be equal to or greater than 70 to conclude that the students will be highly satisfied (using a one-sample *t*-test or Wilcoxon signed-rank test). Similarly, the four scores of satisfactions will be independently explored, and compared to 70, in order to have a greater insight into the program's acceptability.

Moderators of satisfaction The model will explore the influence of student characteristics at inclusion, such as gender, age, study year and baseline levels of sleep disturbances, on the composite satisfaction score. This model will also explore the potential influence of the periods and the experts on the composite satisfaction score.

Dissemination and open science strategies

The results of this study will be presented at international and national scientific conferences, in peer-reviewed scientific journals, in medical theses and dissertations, and in local and national educational committees. We will organize a one-day local congress to present the results of this study to university and hospital leaders, teachers, and medical students, aiming to promote advances in medical education.

Preliminary survey on students' interest

To determine medical students' interest in the PROMESS program, we administered a survey in June 2023 to all 535 fourth-year undergraduate medical students of the Lyon-Est Faculty of Medicine (Claude Bernard University Lyon 1, France). Students answered several questions, including, "How interested are you in following an intervention aimed at improving your sleep: Very interested, interested, moderately interested, not interested, or highly uninterested?". We found that 13% were very interested, 27% were interested, 29% were moderately interested (16% and 15% were not interested and highly uninterested, respectively). These preliminary results reinforced the pertinence of the PROMESS-Sleep project.

Discussion

It is crucial to support future healthcare professionals by enhancing their ability to manage their sleep and prevent cumulative fatigue. Since situations associated with sleep difficulties, such as heavy workloads and night shifts, may arise throughout their educational and professional

courses, it is essential to implement programs that enhance medical students' abilities to care for their sleep early in the curriculum.

The PROMESS-Sleep program aims to provide solutions to medical students to reduce their sleep disturbances and fatigue. Therefore, the results of this upcoming study will provide valuable information on the efficacy of the PROMESS-Sleep program in this regard. Additionally, the study will offer a detailed characterization of the program's influence on numerous facets of sleep, such as sleep habits and sleep-wake rhythms, measured using questionnaires and actigraphy. Finally, the study will assess student satisfaction and identify the moderators of the program's efficacy. Therefore, the findings will collectively offer crucial insights to determine whether the PROMESS-Sleep program should be offered as a sustainable tool for medical students.

Research implications

This study may have several implications for students and faculty. The direct expectations for students are to reduce their sleep disturbances and fatigue. Since the intervention is primarily based on students' ability to change their behaviors, they are expected to maintain their ability to care for their sleep while maintaining a low level of fatigue. Furthermore, a sustained low level of sleep disturbances is anticipated to be associated with a long-term increase in well-being [8] and quality of life [3], with a decreased risk of developing various mental (e.g., depression, anxiety, rumination, burnout [1, 61]), and physical health outcomes (e.g., diabetes mellitus, hypertension, cardiovascular and coronary heart diseases, obesity [3]).

The implications of the program may overcome the study's aim. First, reducing sleep disturbance may also help students improve their academic performance. A recent meta-analysis indicated that academic grades were positively correlated with sleep quality scores and negatively with diurnal sleepiness [6]. Second, the early exposure of medical students to sleep knowledge may improve their professionalization pathways. This improvement may take two paths: directly by acquiring the knowledge and skills required to handle situations that generate sleep disturbances (e.g., night shifts) encountered during their future careers as physicians and indirectly by enhancing their understanding of sleep, sleep disturbances, and sleep hygiene, which they can use to better support their future patients.

Recommendation for further implementation

The exploratory outcomes will provide important insights regarding the overall interpretation of the findings and the PROMESS-Sleep program's acceptability. It will be addressed by analyzing in detail the sub-scores of

student's satisfactions, and exploring whether the program's efficacy and overall satisfaction are influenced by the characteristics of the students (e.g., gender, age, study year and baseline levels of sleep disturbances) and the implementation (expert, period). This will enable us to determine whether any of the explored variables affect the program's efficacy or student's satisfaction, and therefore suggest specific advice on how and for whom the program should be implemented.

Originality of this protocol

The current protocol represents an innovative and contemporary approach to the field of medical education. The American Medical Association (2022) recently advocated for an increased use of coaching as a key initiative to accelerate changes in medical education. The PROMESS-Sleep program can be characterized as a coaching program during which coaching recipients (i.e., students) define goals and formulate strategies to achieve them with the assistance of the coach (i.e., an expert) [62]. Since the experts will be more experienced medical students, this program may be considered a form of peer coaching (i.e., peer monitoring). This peer coaching offers numerous pedagogical and practical advantages [63, 64]. First, it addresses the desire of medical students to be coached by individuals who understand the specificities and difficulties of the medical curriculum [4]. Second, involving students to perform the sessions appears to be a cost-effective approach, which may be a key point for further large-scale program implementation [65].

Anticipated limitations and issues

This study has anticipated limitations. First, since only fourth- and fifth-year undergraduate medical students will be included, the generalization of our findings to other students experiencing sleep disturbances may be limited. Second, specific timing factors, such as proximity to exams, holidays, or hospital work with night shifts, may influence primary and secondary outcomes. This issue can be mitigated by implementing the PROMESS-Sleep program in three distinct periods. Third, PSQI and MFI scores assessed during sessions 2 and 3 may account for some of the same nights.

Conclusion

The PROMESS-Sleep program aims to provide solutions to medical students to reduce their sleep disturbances and fatigue during their curriculum. The results seek to provide valuable insights into the program's efficacy. If its efficacy is proven, PROMESS-Sleep may become an integral and sustainable part of medical education to foster a healthier and more resilient future for healthcare professionals.

Supplementary Information

The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06422-x>.

Supplementary Material 1.
Supplementary Material 2.
Supplementary Material 3.
Supplementary Material 4.
Supplementary Material 5.
Supplementary Material 6.
Supplementary Material 7.
Supplementary Material 8.

Acknowledgments

We express our gratitude to the members of the University Health Service (Université Claude Bernard Lyon 1) for their participation in the discussions and their insights into the needs of medical students, as well as their understanding of the local university system. We also thank Aya Mekki for her assistance with the preliminary survey. Additionally, we express our gratitude to Laura Schmidt, Eve Reynaud, and Lucie Malevergne for their valuable advice and friendly support. Lastly, we are grateful to the students and institutional members who believed in our project and helped secure funding (CVEC Université Claude Bernard Lyon 1).

SPiRiT recommendations

This manuscript follows the SPiRiT recommendation (Additional file 8).

Authors' contributions

AR – Conceptualization; Investigation; Methodology; Resources; Writing – original draft; Writing – review & editing EN – Conceptualization; Investigation; Methodology; Resources; Writing – original draft; Writing – review & editing AM – Conceptualization; Investigation; Methodology; Resources; Project administration; Supervision; Writing – original draft; Writing – review & editing BV – Conceptualization; Methodology; Resources; Writing – review & editing AH – Conceptualization; Methodology; Resources; Project administration; Writing – review & editing AD – Methodology; Resources; Project administration; Writing – review & editing ML – Methodology; Resources; Project administration; Writing – review & editing GR – Conceptualization; Methodology; Resources; Project administration; Supervision; Writing – review & editing SS – Conceptualization; Investigation; Methodology; Resources; Project administration; Supervision; Writing – original draft; Writing – review & editing; Contact information for clinical trial

Funding

This work was financially supported by the contribution of student and campus life of the Claude Bernard University Lyon 1 (Grant number 22CVEC_SAN). This funder had no role in the study design; data collection, analysis, and interpretation; report writing; and the decision to submit the article for publication.

Data availability

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author (SS), upon reasonable request. No datasets were generated or analysed during the current study.

Declarations

Ethics approval and consent to participate

All participants will consent to participate in agreement with the ethical approval of the present study (Institutional Review Board IRB), and all the procedures will be performed in adherence to the Helsinki Declaration. Participants will receive oral and written information and provide written consent before enrollment in the study following sufficient reflection time.

Consent for publication

All authors gave their consent to publish the present article.

Competing interests

The authors declare no competing interests.

Author details

¹Faculté de Médecine Lyon Est, Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon, France. ²Research on Healthcare Performance (RESHAPE), INSERM U1290, Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon, France. ³Département des Sciences Humaines et Sociales, Centre Léon Bérard, Lyon, France. ⁴Hospices Civils de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, Healthcare Simulation Center (Centre Lyonnais d'Enseignement par Simulation en Santé, CLESS), SIMULYON, Lyon, France. ⁵Hospices Civils de Lyon, Pediatric Cardiac Thoracic Vascular Anesthesia and Intensive Care Unit 11, Medical-Surgical Department of Congenital Cardiology of the Fetus, Child and Adult, Louis Pradel Hospital, Lyon, France. ⁶Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, INSERM, Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon, CRNL U1028 UMR5292, TRAJECTOIRES, Bron F-69500, France. ⁷Faculté de Médecine Lyon Sud, Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon, France.

Received: 15 August 2024 Accepted: 27 November 2024

References

- Pagnin D, de Queiroz V. Influence of burnout and sleep difficulties on the quality of life among medical students. *SpringerPlus*. 2015;4:676.
- Mendelsohn D, Despot I, Gooderham P, Singhal A, Redekop G, Toyota B. Impact of work hours and sleep on well-being and burnout for physicians-in-training: the Resident Activity Tracker Evaluation Study. *Med Educ*. 2018;53.
- Perotta B, Arantes-Costa FM, Enns SC, Figueiro-Filho EA, Paro H, Santos IS, et al. Sleepiness, sleep deprivation, quality of life, mental symptoms and perception of academic environment in medical students. *BMC Med Educ*. 2021;21:111.
- Besnard L. Démarche participative dans le cadre du projet PROMESS - Preventive Remediation for Optimal Medical StudentS - Intérêts et co-construction des modules d'amélioration du sommeil, de gestion du stress, et d'activité physique. *Faculté de Médecine Lyon Est, Université Claude Bernard Lyon 1*; 2024.
- Rao W-W, Li W, Qi H, Hong L, Chen C, Li C-Y, et al. Sleep quality in medical students: a comprehensive meta-analysis of observational studies. *Sleep Breath*. 2020;24:1151–65.
- Seoane HA, Moschetto L, Orliacq F, Orliacq J, Serrano E, Cazenave M, et al. Sleep disruption in medicine students and its relationship with impaired academic performance: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev*. 2020;53: 101333.
- Azad MC, Fraser K, Rumana N, Abdullah AF, Shahana N, Hanly PJ, et al. Sleep disturbances among medical students: a global perspective. *J Clin Sleep Med JCSM Off Publ Am Acad Sleep Med*. 2015;11:69–74.
- Barret N, Guillaumée T, Rimmelé T, Cortet M, Mazza S, Ducloux A, et al. Associations of coping and health-related behaviors with medical students' well-being and performance during objective structured clinical examination. *Sci Rep*. 2024;14:11298.
- Itani O, Jike M, Watanabe N, Kaneita Y. Short sleep duration and health outcomes: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Sleep Med*. 2017;32:246–56.
- Bahammam AS, Alaseem AM, Alzakri AA, Almeneessier AS, Sharif MM. The relationship between sleep and wake habits and academic performance in medical students: a cross-sectional study. *BMC Med Educ*. 2012;12:61.
- Hangouche AJE, Jnienne A, Aboudrar S, Errguig L, Rkain H, Cherti M, et al. Relationship between poor quality sleep, excessive daytime sleepiness and low academic performance in medical students. *Adv Med Educ Pract*. 2018;9:631–8.
- Choshen-Hillel S, Gileles-Hillel A. A wake-up call: Time to raise physicians' awareness of the consequences of fatigue. *Med Educ*. 2021;55:1342–4.
- Dietrich SK, Francis-Jimenez CM, Knibbs MD, Umali IL, Truglio-Londrigan M. Effectiveness of sleep education programs to improve sleep hygiene and/or sleep quality in college students: a systematic review. *JBI Evid Synth*. 2016;14:108.
- Friedrich A, Schlarb AA. Let's talk about sleep: a systematic review of psychological interventions to improve sleep in college students. *J Sleep Res*. 2018;27:4–22.

15. Li M, Han Q, Pan Z, Wang K, Xie J, Zheng B, et al. Effectiveness of Multidomain Dormitory Environment and Roommate Intervention for Improving Sleep Quality of Medical College Students: A Cluster Randomised Controlled Trial in China. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19:15337.
16. Brubaker JR, Swan A, Beverly EA. A brief intervention to reduce burn-out and improve sleep quality in medical students. *BMC Med Educ*. 2020;20:345.
17. Bani Issa W, Hijazi H, Radwan H, Saqan R, Al-Sharman A, Samsudin ABR, et al. Evaluation of the effectiveness of sleep hygiene education and FITBIT devices on quality of sleep and psychological worry: a pilot quasi-experimental study among first-year college students. *Front Public Health*. 2023;11:1182758.
18. Ball S, Bax A. Self-care in Medical Education: Effectiveness of Health-habits Interventions for First-year Medical Students. *Acad Med*. 2002;77:911.
19. Mazar D, Gileles-Hillel A, Reiter J. Sleep education improves knowledge but not sleep quality among medical students. *J Clin Sleep Med*. 2021;17:1211–5.
20. Wang F, Biró É. Determinants of sleep quality in college students: A literature review. *EXPLORE*. 2021;17:170–7.
21. He J, Tu Z, Xiao L, Su T, Tang Y. Effect of restricting bedtime mobile phone use on sleep, arousal, mood, and working memory: A randomized pilot trial. *PLoS ONE*. 2020;15:e0228756.
22. Webb TL, Sheeran P. Does changing behavioral intentions engender behavior change? A meta-analysis of the experimental evidence. *Psychol Bull*. 2006;132:249–68.
23. Buysse DJ, Reynolds CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res*. 1989;28:193–213.
24. Smets EM, Garssen B, Bonke B, De Haes JC. The Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) psychometric qualities of an instrument to assess fatigue. *J Psychosom Res*. 1995;39:315–25.
25. World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA*. 2013;310:2191.
26. Blais FC, Gendron L, Mirméault V, Morin CM. Evaluation de l'insomnie : validation de trois questionnaires. *Eval Insomnie Valid Trois Quest*. 1997;23:447–53.
27. Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep*. 1991;14:540–5.
28. Shahid A, Shen J, Shapiro CM. Measurements of sleepiness and fatigue. *J Psychosom Res*. 2010;69:81–9.
29. Kaminska M, Jobin V, Mayer P, Amyot R, Perraton-Brillon M, Bellemare F. The Epworth Sleepiness Scale: self-administration versus administration by the physician, and validation of a French version. *Can Respir J*. 2010;17:e27–34.
30. Torsvall L, Akerstedt T. A diurnal type scale. Construction, consistency and validation in shift work. *Scand J Work Environ Health*. 1980;6:283–90.
31. Caci H, Nadalet L, Staccini P, Myquel M, Boyer P. Psychometric properties of the French version of the composite scale of morningness in adults. *Eur Psychiatry J Assoc Eur Psychiatr*. 1999;14:284–90.
32. Gentile S, Delarozière JC, Favre F, Sambuc R, San Marco JL. Validation of the French "multidimensional fatigue inventory" (MFI 20). *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2003;12:58–64.
33. Plekhanova T, Rowlands AV, Davies MJ, Hall AP, Yates T, Edwardson CL. Validation of an automated sleep detection algorithm using data from multiple accelerometer brands. *J Sleep Res*. 2023;32:e13760.
34. Stone JE, McGlashan EM, Facer-Childs ER, Cain SW, Phillips AJK. Accuracy of the GENEActiv Device for Measuring Light Exposure in Sleep and Circadian Research. *Clocks Sleep*. 2020;2:143–52.
35. Berger AM, Wielgus KK, Young-McCaughan S, Fischer P, Farr L, Lee KA. Methodological Challenges When Using Actigraphy in Research. *J Pain Symptom Manage*. 2008;36:191–9.
36. Devine JK, Choynowski J, Burke T, Carlsson K, Capaldi VF, McKeon AB, et al. Practice parameters for the use of actigraphy in the military operational context: the Walter Reed Army Institute of Research Operational Research Kit-Actigraphy (WORK-A). *Mil Med Res*. 2020;7:31.
37. Sadeh A. The role and validity of actigraphy in sleep medicine: An update. *Sleep Med Rev*. 2011;15:259–67.
38. Phillips AJK, Clerx WM, O'Brien CS, Sano A, Barger LK, Picard RW, et al. Irregular sleep/wake patterns are associated with poorer academic performance and delayed circadian and sleep/wake timing. *Sci Rep*. 2017;7:3216.
39. Lunsford-Avery JR, Engelhard MM, Navar AM, Kollins SH. Validation of the Sleep Regularity Index in Older Adults and Associations with Cardiometabolic Risk. *Sci Rep*. 2018;8:14158.
40. Makarem N, Zuraikat FM, Aggarwal B, Jelic S, St-Onge M-P. Variability in Sleep Patterns: an Emerging Risk Factor for Hypertension. *Curr Hypertens Rep*. 2020;22:19.
41. Brown TM, Brainard GC, Cajochen C, Czeisler CA, Hanifin JP, Lockley SW, et al. Recommendations for daytime, evening, and nighttime indoor light exposure to best support physiology, sleep, and wakefulness in healthy adults. *PLoS Biol*. 2022;20:e3001571.
42. Smith HA, Betts JA. Nutrient timing and metabolic regulation. *J Physiol*. 2022;600:1299–312.
43. Baranwal N, Yu PK, Siegel NS. Sleep physiology, pathophysiology, and sleep hygiene. *Prog Cardiovasc Dis*. 2023;77:59–69.
44. Patel AK, Reddy V, Shumway KR, Araujo JF. Physiology, Sleep Stages. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
45. Almojali AI, Almalki SA, Allothman AS, Masuadi EM, Alaqeel MK. The prevalence and association of stress with sleep quality among medical students. *J Epidemiol Glob Health*. 2017;7:169–74.
46. Liyanage G, Rajapakshe DPRW, Wijayarathna DR, Jayakody J a. IP, Gunaratne K a. MC, Alagiyawanna AM a. DK. Psychological distress and sleep quality among Sri Lankan medical students during an economic crisis. *PLoS One*. 2024;19:e0304338.
47. Wang Y-Y, Wang F, Zheng W, Zhang L, Ng CH, Ungvari GS, et al. Mindfulness-Based Interventions for Insomnia: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Behav Sleep Med*. 2020;18:1–9.
48. Shallcross AJ, Visvanathan PD, Sperber SH, Duberstein ZT. Waking up to the problem of sleep: can mindfulness help? A review of theory and evidence for the effects of mindfulness for sleep. *Curr Opin Psychol*. 2019;28:37–41.
49. Tsai HJ, Kuo TB, Lee G, Yang CCH. Efficacy of paced breathing for insomnia: Enhances vagal activity and improves sleep quality. *Psychophysiology*. 2015;52:388–96.
50. Laborde S, Hosang T, Mosley E, Dosseville F. Influence of a 30-Day Slow-Paced Breathing Intervention Compared to Social Media Use on Subjective Sleep Quality and Cardiac Vagal Activity. *J Clin Med*. 2019;8:193.
51. Windred DP, Burns AC, Lane JM, Saxena R, Rutter MK, Cain SW, et al. Sleep regularity is a stronger predictor of mortality risk than sleep duration: A prospective cohort study. *Sleep*. 2024;47:zsad253.
52. Wong PM, Barker D, Roane BM, Van Reen E, Carskadon MA. Sleep regularity and body mass index: findings from a prospective study of first-year college students. *Sleep Adv J Sleep Res Soc*. 2022;3:zpac004.
53. Rea EM, Nicholson LM, Mead MP, Egbert AH, Bohnert AM. Daily relations between nap occurrence, duration, and timing and nocturnal sleep patterns in college students. *Sleep Health*. 2022;8:356–63.
54. Guzzetti JR, Banks S. Dynamics of recovery sleep from chronic sleep restriction. *Sleep Adv J Sleep Res Soc*. 2022;4:zpac044.
55. Hsouna H, Boukhris O, Abdessalem R, Trabelsi K, Ammar A, Shephard RJ, et al. Effect of different nap opportunity durations on short-term maximal performance, attention, feelings, muscle soreness, fatigue, stress and sleep. *Physiol Behav*. 2019;211:112673.
56. Hsouna H, Boukhris O, Abdessalem R, Trabelsi K, Ammar A, Shephard RJ, et al. Effect of different nap opportunity durations on short-term maximal performance, attention, feelings, muscle soreness, fatigue, stress and sleep. *Physiol Behav*. 2019;211:112673.
57. Giannotti F, Cortesi F, Sebastiani T, Ottaviano S. Circadian preference, sleep and daytime behaviour in adolescence. *J Sleep Res*. 2002;11:191–9.
58. Lee T-Y, Chang P-C, Tseng I-J, Chung M-H. Nocturnal sleep mediates the relationship between morningness-eveningness preference and the sleep architecture of afternoon naps in university students. *PLoS ONE*. 2017;12:e0185616.
59. Nogueira LFR, Pellegrino P, Cipolla-Neto J, Moreno CRC, Marquize EC. Timing and Composition of Last Meal before Bedtime Affect Sleep Parameters of Night Workers. *Clocks Sleep*. 2021;3:536–46.
60. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. 2023.
61. Scott AJ, Webb TL, Martyn-St James M, Rowse G, Weich S. Improving sleep quality leads to better mental health: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Sleep Med Rev*. 2021;60:101556.
62. Breslin L, Dyrbye L, Chelf C, West C. Effects of coaching on medical student well-being and distress: a systematic review protocol. *BMJ Open*. 2023;13:e073214.

63. Lynch TV, Beach IR, Kajtezovic S, Larkin OG, Rosen L. Step Siblings: a Novel Peer-Mentorship Program for Medical Student Wellness During USMLE Step 1 Preparation. *Med Sci Educ.* 2022;32:803–10.
64. Snapp C, Bassett C, Baldwin A, Hill JR, DeBusk R. Peer-Assisted Learning in Undergraduate Medical Education for Resilience and Well-being. *Med Sci Educ.* 2022;33:5–6.
65. Abrams MP, Daly KD, Suprun A. Peer support expands wellness services and reduces mental health stigma. *Med Educ.* 2020;54:1050–1.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Additional file 1. PROMESS-Sleep trial registration data



Table 1 PROMESS-Sleep trial registration data	
Data category	Information
Primary registry and trial identifying number	ClinicalTrials.gov: NCT06297330
Date of registration in primary registry	29 February, 2024; Last update posted: 07 March, 2024
Secondary identifying numbers	IRB: 2023-07-04-02
Source(s) of monetary or material support	Contribution of student and campus life of the Claude Bernard University Lyon 1: <i>Grant number 22CVEC_SAN</i>
Primary sponsor	Research on Healthcare Performance Lab U1290
Contact for public & scientific queries	SS, AM
Public title	Sleep for Optimal MEDical Students (PROMESS)
Scientific title	Determining the influence of a sleep improvement intervention on medical students' sleep and fatigue: protocol of the PROMESS-Sleep clinical trial
Countries of recruitment	France
Health condition(s) or problem(s) studied	Sleep in medical students
Intervention(s)	3-session sleep management program
Key inclusion and exclusion criteria	Ages eligible for study: >18 years; Sexes eligible for study: both; Accepts healthy volunteers: yes No relevant concomitant care and interventions will be prohibited during the trial Inclusion criteria: Being a 4 th and 5 th years undergraduate students of the Lyon-Est Faculty of Medicine; Having read the information note; Having signed the written consent No exclusion criteria will be applied
Study type	Interventional Allocation: randomized; Intervention model: single group; Masking: NA Primary purpose: prevention
Target sample size	45
Primary outcome(s)	Changes in scores on the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)
Key secondary outcomes	Changes in various aspects of sleep disturbances, fatigue, sleep habits, and sleep-wake rhythms. Moderators of efficacy and composite score of student's satisfaction



CUMG

Collège universitaire
de médecine générale

COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR PARTICIPATION À UNE RECHERCHE

TITRE DE LA RECHERCHE : PROMESS – *Preventive Remediation for Optimal MEDical StudentS*
– Intérêt d'un module de gestion du sommeil sur la qualité de vie et sur les performances académiques des étudiants en médecine : étude randomisée, contrôlée, monocentrique.

Je soussigné.e (*nom et prénom du sujet*), accepte de participer à l'étude PROMESS – *Preventive Remediation for Optimal MEDical StudentS* – Intérêt d'un module de gestion du stress sur la qualité de vie et sur les performances académiques des étudiants en médecine : étude randomisée, contrôlée, monocentrique.

Les objectifs et modalités de l'étude m'ont été clairement expliqués par le Dr Sophie SCHLATTER.

J'ai lu et compris la fiche d'information qui m'a été remise.

À l'exception des responsables de l'étude, qui traiteront les informations dans le plus strict respect du secret médical, mon anonymat sera préservé.

J'accepte que les données nominatives me concernant recueillies à l'occasion de cette étude puissent faire l'objet d'un traitement automatisé par les organisateurs de la recherche. Je pourrai exercer mon droit d'accès et de rectification auprès du Dr Sophie SCHLATTER.

J'ai bien compris que ma participation à l'étude est volontaire.

Je suis libre d'accepter ou de refuser de participer, et je suis libre d'arrêter à tout moment ma participation en cours d'étude. Dans ce dernier cas, je contacte la responsable de l'étude, le Dr Sophie SCHLATTER, tél : XX XX XX XX XX, promess_sante@univ-lyon1.fr et/ou email professionnel de l'investigateur).

Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de cette étude de leurs responsabilités. Je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Après en avoir discuté et avoir obtenu la réponse à toutes mes questions, j'accepte librement et volontairement de participer à la recherche qui m'est proposée.

Je m'engage à suivre les séances du module avec assiduité.

Fait à

le

Nom et signature de l'investigateur

Signature du sujet

Formulaire de consentement pour participation à une recherche dans le domaine de la santé
Protocole PROMESS - SOMMEIL – Version n°2 en date du 11/07/2023

Additional File 3. Development of the PROMESS-Sleep Protocol

We aimed to design a complex health intervention that offers tailored guidance, addressing undergraduate medical students' unique needs and challenges. We sought to create a program to reduce immediate sleep disturbances and promote long-term sleep improvements. To develop this program, we considered the following key points.

1. The approach follows guidance for designing complex interventions.

We adhered to the guidance provided by O'Carroll and colleagues on designing complex interventions [1]. This framework views intervention development as a dynamic and iterative process incorporating existing theories and evidence, stakeholder engagement, and primary data collection. Thus, we previously conducted a three-step study to ensure that the PROMESS-Sleep intervention would be relevant, feasible, and effective [2].

- **Step 1:** We conducted two focus groups of medical students and university staff to identify students' specific health challenges and explore innovative solutions.
- **Step 2:** We organized a workshop to co-construct and adapt the intervention in collaboration with local medical students and health professionals. During this workshop, we discussed students' specific needs and constraints and how to support those with significantly deteriorated mental and physical health. This step fostered discussions on evidence-based sleep hygiene recommendations and guidelines, with medical students and health professionals validating a predefined list of the most relevant advice. It was decided that all students following the PROMESS program should also be informed about resources through printed materials that detailed available local services and professionals (e.g., medical doctors, psychiatrists, psychologists, and sleep physicians).
- **Step 3:** We performed a pilot study to ensure the program was feasible and adapted. The findings from this pilot study determined that students were satisfied or very satisfied with their relationships with the experts, whom they described as caring and educational. The participants who followed the PROMESS-Sleep program reported that a one-on-one meeting was essential. They found the sessions appropriate or highly appropriate, the explanations clear, and they mainly reported that they achieved their goals and perceived a positive impact on their sleep.

2. The approach is based on behavior change models.

The PROMESS project is based on the Information, Motivation, and Behavioural Skills model that comprises three essential components [3]:

- Providing accurate and comprehensive information about health issues (P1),
- Targeting personal attitudes and perceived risks to enhance motivation (P2), and
- Developing and reinforcing practical skills and self-efficacy necessary to adopt health behaviors (P3).

It is also inspired by the findings of Webb and collaborators, who determined that programs aiming to foster behavioral changes should include planning the change (P4), determining goal-setting (P5), providing encouragement (P6), and personalized advice (P7) [4].

These essential aspects are integrated into the PROMESS-Sleep program. During the sessions, the experts will provide self-care pedagogical content about sleep and sleep hygiene (P1). These sessions also serve as a platform for students to discuss their personal challenges related to sleep and fatigue, which can help identify individual needs (P2). Specific advice and goals will be set (P2, P4, P5, P6), partly based on a predefined list created for medical students in the prior co-construction workshop. Personalized assessments related to sleep and fatigue (P2, P7), along with self-monitoring tools (i.e., diary, online diary, and accelerometer; P2 and P3), will be provided to increase habit awareness, help students eliminate unhealthy habits, and reinforce or develop healthier ones.

1. O'Carroll A, Croxall L, Duncan E, Rousseau N, Sworn K, Turner KM, et al. Guidance on how to develop complex interventions to improve health and healthcare. *BMJ Open*. 2019;9:e029954.
2. Besnard L. Démarche participative dans le cadre du projet PROMESS - Preventive Remediation for Optimal Medical Students - Intérêts et co-construction des modules d'amélioration du sommeil, de gestion du stress, et d'activité physique. *Faculté de Médecine Lyon Est, Université Claude Bernard Lyon 1*; 2024
3. Fisher WA, Fisher JD, Harman J. The Information-Motivation-Behavioral Skills Model: A General Social Psychological Approach to Understanding and Promoting Health Behavior. In: *Social Psychological Foundations of Health and Illness*. John Wiley & Sons, Ltd; 2003. p. 82-106.
4. Webb TL, Sheeran P. Does changing behavioral intentions engender behavior change? A meta-analysis of the experimental evidence. *Psychol Bull*. 2006;132:249-68.

Additional File 4. Set of articles

To become a PROMESS-Sleep expert, individuals that will conduct the session should have read at least the following articles.

References	Summary
<p>Azad et al. (2015) Sleep disturbances among medical students: a global perspective. <i>J Clin Sleep Med.</i> https://jcsn.aasm.org/doi/10.5664/jcsn.4379</p>	<p>Medical students carry a large academic load which could potentially contribute to poor sleep quality above and beyond that already experienced by modern society. In this global literature review of the medical students' sleep experience, we find that poor sleep is not only common among medical students, but its prevalence is also higher than in non-medical students and the general population. Several factors including medical students' attitudes, knowledge of sleep, and academic demands have been identified as causative factors, but other potential mechanisms are incompletely understood. A better understanding about the etiology of sleep problems in medical trainees is essential if we hope to improve the overall quality of medical students' lives, including their academic performance. Sleep self-awareness and general knowledge appear insufficient in many studied cohorts, so increasing education for students might be one beneficial intervention. We conclude that there is ample evidence for a high prevalence of the problem, and research in this area should now expand towards initiatives to improve general sleep education for medical students, identify students at risk, and target them with programs to improve sleep.</p>
<p>Bani Issa et al. (2023) Evaluation of the effectiveness of sleep hygiene education and FITBIT devices on quality of sleep and psychological worry: a pilot quasi-experimental study among first-year college students. <i>Front Public Health.</i> https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2023.1182758/full</p>	<p>Background: College students report disturbed sleep patterns that can negatively impact their wellbeing and academic performance. Objectives: This study examined the effect of a 4-week sleep hygiene program that included sleep education and actigraph sleep trackers (FITBITS) on improving sleep quality and reducing psychological worry without control group. Design, settings, and participants: A pilot quasi-experimental design, participants were randomly selected medical and health sciences from some university students in the United-Arab-Emirates. Methods: Students were asked to wear FITBITS and log their daily sleep data and completed the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) and Penn State Worry Questionnaire (PSWQ). Extensive sleep hygiene education was delivered via lectures, a WhatsApp group, and the Blackboard platform. In total, 50 students completed pre-and post-assessments and returned FITBIT data. Results: There was a significant difference in the prevalence of good sleep post intervention compared with pre-intervention (46% vs. 28%; $p = 0.0126$). The mean PSQI score was significantly lower post-intervention compared with pre-intervention (6.17 ± 3.16 vs. 7.12 ± 3.7; $p = 0.04$, Cohen's $d = 0.33$). After the intervention, subjective sleep quality, sleep latency, and daytime dysfunction were significantly improved compared with pre-intervention ($p < 0.05$). In addition, FITBIT data showed total sleep time and the number of restless episodes per night were significantly improved post-intervention compared with pre-intervention ($p = 0.013$). The mean PSWQ score significantly decreased from pre-intervention to $p = 0.049$, Cohen's $d = 0.25$. The correlation between PSQI and PSWQ scores was significant post-intervention ($p = 0.40$, $p = 0.02$). Conclusion: Our results may inform university educational policy and curricular reform to incorporate sleep hygiene awareness programs to empower students and improve their sleep habits.</p>
<p>Bargawi et al. (2023) Sleep physiology, pathophysiology, and sleep hygiene. <i>Prog Cardiovasc Dis.</i> https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033620923000117?via=ihI</p>	<p>Despite sleep's fundamental role in maintaining and improving physical and mental health, many people get less than the recommended amount of sleep or suffer from sleeping disorders. This review highlights sleep's instrumental biological functions, various sleep problems, and sleep hygiene and lifestyle interventions that can help improve sleep quality. Quality sleep allows for improved cardiovascular health, mental health, cognition, memory consolidation, immunity, reproductive health, and hormone regulation. Sleep disorders, such as insomnia, sleep apnea, and circadian-rhythm-disorders, or disrupted sleep from lifestyle choices, environmental conditions, or other medical issues can lead to significant morbidity and can contribute to or exacerbate medical and psychiatric conditions. The best treatment for long-term sleep improvement is proper sleep hygiene through behavior and sleep habit modification. Recommendations to improve sleep include achieving 7 to 9 h of sleep, maintaining a consistent sleep-wake schedule, a regular bedtime routine, engaging in regular exercise, and adopting a contemplative practice. In addition, avoiding many substances late in the day can help improve sleep. Caffeine, alcohol, heavy meals, and light exposure later in the day are associated with fragmented poor-quality sleep. These sleep hygiene practices can promote better quality and duration of sleep, with corresponding health benefits.</p>
<p>Brubaker et al. (2020) A brief intervention to reduce burnout and improve sleep quality in medical students. <i>BMC Med Educ.</i> 10.1186/s12909-020-02263-6</p>	<p>Background: Perceived stress, burnout, and poor sleep quality are high among medical students. Interventions designed to target these issues are necessary to promote the health and well-being of medical students. The purpose of this study was twofold: 1) to assess the feasibility of implementing a sunrise alarm clock intervention with medical students and 2) to evaluate the impact of the intervention on perceived stress, burnout scores, and sleep quality. Methods: We conducted a feasibility study to evaluate the efficacy of a two-week, sunrise alarm clock intervention in combination with electronic device removal at bedtime. We assessed first- and second-year medical students' perceived stress, burnout scores, including Emotional Exhaustion, Depersonalization, and Low Sense of Personal Achievement, and sleep quality before and after the intervention. In addition, we measured smartphone addiction prior to the intervention. Results: A total of 57 students consented to participate, of which 55 completed both the pre- and post-assessments (3.5% attrition). The mean age of the participants was 24.8 ± 1.9 years, 50.9% ($n = 29$) identified as women, and 68.4% ($n = 39$) identified as white. Pre-intervention, 42.1% ($n = 24$) of students met criteria for smartphone addiction and 77.2% ($n = 44$) met criteria for poor sleep quality. In addition, 22.8% ($n = 13$) of participants had high emotional exhaustion, 64.9% ($n = 31$) high depersonalization, and 42.1% ($n = 24$) low sense of personal accomplishment prior to the intervention. Following the two-week intervention, participants showed improvements in emotional exhaustion ($p = 0.001$, Cohen's $d = 0.533$), depersonalization ($p = 0.001$, Cohen's $d = 0.411$), low sense of personal accomplishment ($p = 0.023$, Cohen's $d = 0.273$), perceived stress ($p < 0.01$, Cohen's $d = 0.34$), and sleep quality ($p < 0.001$, Cohen's $d = 0.925$). The number of participants who reported poor sleep quality decreased to 41.8% ($n = 23$), demonstrating a significant decline ($p = 0.026$). Participants also improved subjective sleep quality ($p < 0.001$, Cohen's $d = 1.033$), sleep duration ($p = 0.001$, Cohen's $d = 0.431$), sleep latency ($p < 0.001$, Cohen's $d = 0.433$), and sleep efficiency ($p = 0.021$, Cohen's $d = 0.673$). Conclusions: These findings suggest that the two-week sunrise alarm clock protocol with electronic device removal was effective in improving sleep quality and reducing burnout scores, and perceived stress. However, additional research comparing this intervention to a proper control group is needed to draw meaningful conclusions about the effectiveness of this intervention.</p>
<p>Chandler et al. (2022) Improving university students' mental health using multi-component and single-component sleep interventions: A systematic review and meta-analysis. <i>Sleep Med.</i> 10.1016/j.smrv.2022.09.003</p>	<p>University is a time of significant transitions during a young adult's life, with delayed and shortened sleep and poor mental health a common occurrence. This systematic review and meta-analysis examined the effect of both multi-component and single-component sleep interventions on improving university students' sleep and mental health. Five databases (MEDLINE, PsycINFO, Embase, CINAHL and Cochrane Library) were searched for relevant literature published until April 2022. Treatment studies including university students aged 18-24 years, participating in a sleep intervention (multi-component, e.g., CBT-I, or single-component, e.g., sleep hygiene) were eligible. Comparator groups were either active, i.e., alternative intervention, or passive, i.e., waitlist control or treatment-as-usual, with study outcomes to include measures of sleep and mental health. Of 3425 references screened, 11 studies involving 2767 participants, with and without insomnia symptoms were included for a narrative synthesis on intervention designs and methodology. Six studies eligible for meta-analysis showed a moderate effect of sleep interventions in reducing sleep disturbance (SMD 14.0548 [CI: 0.837, 0.258]) at post-treatment, alongside a small effect in improving anxiety (SMD 14.0226 [CI: 0.421, 0.031]) and depression (SMD 14.0295 [CI: 0.513, 0.077]). Meta-regression examining study and intervention characteristics identified subpopulation (experiencing insomnia or not) as a significant moderator for effects on sleep ($p = 0.0003$) and depression ($p = 0.0063$), with larger effects in studies with participants experiencing insomnia. Comparison group type (active or passive) was also a significant moderator ($p = 0.0474$), with larger effects on sleep in studies using passive comparison groups. Study type, delivery format, and intervention duration were not identified as significant moderators. At follow-ups, small but significant effects were sustained for anxiety and depression. Protecting and promoting sleep amongst university students may help safeguard and advance mental health.</p>
<p>El Hengouche et al. (2018) Relationship between poor quality sleep, excessive daytime sleepiness and low academic performance in medical students. <i>Adv Med Educ Pract.</i> 10.2147/AMEP.S162350</p>	<p>Purpose: Poor quality of sleep and excessive daytime sleepiness affect cognitive ability and have a negative impact on the academic performance of medical students. This study aims to determine the prevalence of excessive daytime sleepiness, sleep quality and psychological distress as well as their impact on academic performance in this population. Participants and methods: A cross-sectional study was conducted among 457 medical students from the Faculty of Medicine and Pharmacy of Rabat, Morocco, who completed the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) questionnaire and the Epworth Sleepiness Scale to determine the quality of sleep and excessive daytime sleepiness, respectively. Sociodemographic variables and psychological distress (Kessler Psychological Distress Scale) were also measured. Multivariate linear regression was performed in order to evaluate the link between low academic performance and sleep quality after adjusting for other covariates. Results: Among the included students, the median age was 20 (19; 21) years; 70.7% of the participants were females. Almost one-third of the students (36.6%) had excessive daytime sleepiness and this was more frequently observed in female students (43% vs 20.1%, $p < 0.001$). Furthermore, 58.2% of the students were poor sleepers (PSQI ≥ 5), while 56.4% of them had psychological distress. The bivariate analysis showed that psychological distress was associated with decreased risk of low performance ($\beta = -0.04$; 95% CI: -0.05-0.07; $P = 0.024$). Being a poor sleeper was statistically associated with poor academic performance ($\beta = -0.07$; 95% CI: -0.14 to -0.002; $P = 0.04$) in the multivariate analysis. In our study, daytime sleepiness was not statistically associated with academic performance. Conclusion: A poor sleep quality determined by PSQI ≥ 5 was related to poor academic achievement at the end of the study year in medical students.</p>
<p>Pagnin et al. (2015) Influence of burnout and sleep difficulties on the quality of life among medical students. <i>SpringerPlus.</i> 10.1186/s40064-015-1477-6</p>	<p>This study assessed the influence of burnout dimensions and sleep difficulties on the quality of life among preclinical-phase medical school students. Data were collected from 193 students through their completion of the World Health Organization Quality of Life Instrument, the Maslach Burnout Inventory—Student Survey, the Mini-Sleep Questionnaire, the Social Readjustment Rating Scale, and the Beck Depression Inventory. This survey performed hierarchical multiple regressions to quantify the effects of emotional exhaustion, cynicism, academic efficacy, and sleep difficulties on the physical, psychological, social, and environmental components of an individual's quality of life. The influence of confounding variables, such as gender, stress load, and depressive symptoms, were controlled in the statistical analysis. Physical health perceived worse when emotional exhaustion and sleep difficulties increased. Psychological and social well-being also decreased when cynicism and sleep difficulties increased. Burnout and sleep difficulties together explained 22 and 21% of the variance in the physical and psychological well-being, respectively. On the other hand, physical health, psychological well-being, and social relationships increased when the sense of academic efficacy increased. Physical and psychological well-being are negatively associated with emotional exhaustion, cynicism, and sleep difficulties in students in the early phase of medical school. To improve the quality of life of these students, a significant effort should be directed towards burnout and sleep difficulties.</p>
<p>Petotta et al. (2021) Sleepiness, sleep deprivation, quality of life, mental symptoms and perception of academic environment in medical students. <i>BMC Med Educ.</i> 10.1186/s12909-021-02544-8</p>	<p>Background: It has been previously shown that a high percentage of medical students have sleep problems that interfere with academic performance and mental health. Methods: To study the impact of sleep quality, daytime somnolence, and sleep deprivation on medical students, we analyzed data from a multicenter study with medical students in Brazil (22 medical students and 1530 randomized medical students). We applied questionnaires of daytime sleepiness, quality of sleep, quality of life, anxiety and depression symptoms and perception of educational environment. Results: 37.8% of medical students presented mild values of daytime sleepiness (Epworth Sleepiness Scale - ESS) and 8.7% presented moderate/severe values. The percentage of female medical students that presented ESS values high or very high was significantly greater than male medical students ($p < 0.05$). Students with lower ESS scores presented significantly greater scores of quality of life and perception of educational environment and lower scores of depression and anxiety symptoms, and these relationships showed a dose-effect pattern. Medical students reporting more sleep deprivation showed significantly greater odds ratios of presenting anxiety and depression symptoms and lower odds of good quality of life or perception of educational environment. Conclusions: There is a significant association between sleep deprivation and daytime sleepiness with the perception of quality of life and educational environment in medical students.</p>
<p>Rao et al. (2020) Sleep quality in medical students: a comprehensive meta-analysis of observational studies. <i>Sleep Breath.</i> 10.1007/s11325-020-02020-5</p>	<p>Purpose: Poor sleep quality is common in medical students and is associated with a number of negative health outcomes. However, the prevalence estimates of poor sleep quality in medical students vary widely across studies. We thus conducted a meta-analysis of the prevalence of poor sleep quality and its mediating factors in medical students. Methods: A systematic literature search of PubMed, EMBASE, Web of Science, PsycINFO, and Medline Complete was performed. The random-effects model was used to analyze the pooled prevalence of poor sleep quality and its 95% confidence intervals (CIs). Results: A total of 57 studies with 25,735 medical students were included. The pooled prevalence of poor sleep quality was 52.7% (95% CI: 45.3% to 60.1%) using the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI). The pooled mean total PSQI score across 41 studies with available data was 6.1 (95% CI: 5.6 to 6.5). Subgroup analyses found that PSQI cutoff value and study region were associated with the prevalence of poor sleep quality ($P = 0.0003$ VS. $P = 0.005$). Across the continents, poor sleep quality was most common in Europe, followed by the Americas, Africa, Asia, and Oceania. Meta-regression analyses found that smaller sample size (slope = -0.0001, $P = 0.009$) was significantly associated with higher prevalence of poor sleep quality. Conclusions: Poor sleep quality is common among medical students, especially in Europe and the Americas continents. Due to the negative health outcomes, regular screening of poor sleep quality and effective interventions are needed for medical students.</p>
<p>Seone et al. (2020) Sleep disruption in medicine students and its relationship with impaired academic performance: A systematic review and meta-analysis. <i>Sleep Med Rev.</i> 10.1016/j.smrv.2020.101333</p>	<p>Sleep disruption severely impairs learning ability, affecting academic performance in students. This systematic review and meta-analysis aimed at assessing the prevalence of sleep disruption in medical students and its relationship with academic performance. PubMed, Web of Science, EMBASE and Scopus databases searches allowed to retrieve 41 papers with data about the prevalence of sleep deprivation, 20 of which also contained data on its association with academic performance. Poor sleep quality was reported by 5,646 out of 14,170 students in 29 studies (39.8%, 95% confidence interval= 39.0-40.6%), insufficient sleep duration by 3,762/12,906 students in 28 studies (29.1%, 23.3-29.9%) and excessive diurnal sleepiness by 1,324/3,688 students in 13 studies (35.9%, 34.3-37.4). Academic grades correlated significantly with sleep quality scores (r, 95% CI= 0.15, 0.05 to 0.26, random-effects model; $p = 0.002$, $n = 10,420$ subjects, $k = 15$ studies) and diurnal sleepiness ($r = -0.12$, -0.19-0.06 under the fixed effects model, $p < 0.001$, $n = 1,539$, $k = 6$), but not with sleep duration ($r = 0.03$, -0.12/0.17 under the random-effects model, $p = 0.132$, $n = 2,469$, $k = 9$). These findings advocate for an urgent intervention aiming at improving sleep quality among medical students as a way of increasing academic achievements and, ultimately, the quality of health care.</p>
<p>Sbrjane et al. (2023) Healthy sleep practices for shift workers: consensus sleep hygiene guidelines using a Delphi methodology. <i>Sleep.</i> https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37429599/</p>	<p>Study objectives: The unique requirements of shift work, such as sleeping and working at variable times, mean that current sleep hygiene guidelines may be inappropriate for shift workers. Current guidelines may also contradict fatigue management advice (e.g. advising against daytime napping). The present study utilized a Delphi methodology to determine expert opinion regarding the applicability of current guidelines for shift workers, the appropriateness of the term "sleep hygiene," and develop tailored guidelines for shift workers. Methods: The research team reviewed current guidelines and existing evidence to draft tailored guidelines. Seventeen individual guidelines, covering sleep scheduling, napping, sleep environment, bedtime routine, substances, light exposure, diet, and exercise were drafted. Experts from sleep, shift work, and occupational health fields ($n = 155$) were invited to review the draft guidelines using a Delphi methodology. In each round, experts voted on individual guidelines, with 70% agreement considered consensus. Where consensus was not reached, written feedback from experts was discussed and incorporated into subsequent iterations. Results: Of the experts invited, 68 (44%) agreed to participate, with 55 (35%) completing the third (final) round. Most experts (84%) agreed that tailored guidelines were required for shift workers. Consensus was reached on all guidelines over three rounds. One additional guideline (sleep inertia) and an introductory statement were developed, resulting in a final set of 18 individual guidelines, termed "healthy sleep practices for shift workers." Conclusions: This is the first study to develop tailored sleep hygiene guidelines for shift workers. Future research should investigate the acceptability and effectiveness of these guidelines amongst shift workers.</p>

Additional File 5. List of PROMESS-Sleep advice

During the session, the PROMESS-Sleep experts will give specific advice and goals to the students based on the following predefined list. This list is based on well-established sleep hygiene advice and knowledge in the field. The list was validated by a sample of medical students and university staff members working in the health department during a prior workshop to ensure it fit the specific needs of medical students [4]. Concerning each advice, the experts will report on a 5-point Likert scale if 1) it was not mentioned, 2) it was mentioned but not directly advised, 3) it was mentioned and recommended, 4) it was set as a goal, and 5) if a positive reinforcement was performed.

Categories	Advice	References
Good daytime habits	Anti-blue light filter on the screens	[1]
	Restrained screen use	[1], [2], [3]
	Restrained alcoholic beverages consumption	[4], [5]
	No energy drink or coffee intake after 4 p.m. (even noon)	[4], [5], [7]
	Regular meal intake	[8], [9]
Daytime sleep	Nap – Power Nap (10 to 20 minutes)	[10]
	Nap – Long Nap (more than 30 minutes)	[10]
Nighttime sleep Sleep environment Good bedtime habits	Regularize bedtime	[5]
	Total obscurity (have a sleep mask on)	[6], [7]
	Silence (ear plugs, switch off devices)	[11]
	No phone next to the bed	[1], [2], [3], [7]
	No work inside the bed	[7]
	Go to sleep when tired	[12]
	Fill in a sleep diary	[13]
	No intense physical activity in the evening	[7]
	Read before going to bed	[14]
	Having a bedtime routine	[5], [7]
	Relaxing music before bedtime	[15]
	Control the bedroom's temperature	[7]
	If you feel anxious or stressed, slow-paced breathing and cardiac coherence	[16]
	If you feel anxious or stressed, meditation and mindfulness	[5], [15]
	Relaxation technique (e.g., guided imagery and muscle relaxation)	[5]
	Sleep between 7 and 9 h nightly	[5]
Other	Eat or have a break outside to maximize sunlight exposure	[18]
	Knowledge about sleep and its mechanisms (sleep hygiene)	[12], [19], [20]

Articles
[1] Injebe A, Erreuzig L, El Haneouche AJ, Bkain H, Aboudrar S, El Frouh M, et al. Perception of Sleep Disturbances due to Bedtime Use of Blue Light-Emitting Devices and Its Impact on Habits and Sleep Quality among Young Medical Students. <i>Biomed Res Int.</i> 2019;2019-7012350.
[2] He, J. W., Tu, Z. H., Xiao, L., Su, T., & Tang, Y. X. (2020). Effect of restricting bedtime mobile phone use on sleep, arousal, mood, and working memory: A randomized pilot trial. <i>PLoS one</i> , 2020;15:e0228756.
[3] Leow, MQH, Chiang J, Chua TJX, Wang S, Tan NC. The relationship between smartphone addiction and sleep among medical students: A systematic review and meta-analysis. <i>PLoS One.</i> 2023;18:e0290724.
[4] Garcia AN, Salloum IM. Polysomnographic sleep disturbances in nicotine, caffeine, alcohol, cocaine, opioid, and cannabis use: A focused review. <i>American J Addict.</i> 2015;24:590-8.
[5] Baranwal N, Yu PK, Siegel NS. Sleep physiology, pathophysiology, and sleep hygiene. <i>Prog Cardiovasc Dis.</i> 2023;77:59-69.
[6] Brown TM, Brainard GC, Cajochen C, Czeisler CA, Hanjifin JP, Lockley SW, et al. Recommendations for daytime, evening, and nighttime indoor light exposure to best support physiology, sleep, and wakefulness in healthy adults. <i>PLoS Biol.</i> 2022;20:e3001571.
[7] Bani Issa W, Hijazi H, Radwan H, Saqan R, Al-Sharman A, Samsudin ABR, et al. Evaluation of the effectiveness of sleep hygiene education and FITBIT devices on quality of sleep and psychological worry: a pilot quasi-experimental study among first-year college students. <i>Front Public Health.</i> 2023;11-1182758.
[8] Smith HA, Betts JA. Nutrient timing and metabolic regulation. <i>J Physiol.</i> 2022;600:1299-312.
[9] Crispin CA, Zimberg IZ, dos RBG, Diniz RM, Tufik S, de MMT. Relationship between Food Intake and Sleep Pattern in Healthy Individuals. <i>Journal of Clinical Sleep Medicine.</i> 2011;07:659-64.
[10] Lovato N, Lack L. The effects of napping on cognitive functioning. <i>Prog Brain Res.</i> 2010;185:155-66.
[11] Brubaker JR, Swan A, Beverly EA. A brief intervention to reduce burnout and improve sleep quality in medical students. <i>BMC Med Educ.</i> 2020;20:345.
[12] Stochak T, Saathi N, Herer P, Dijk D-J, Skeldon AC. Sleepiness is a signal to go to bed: data and model simulations. <i>Sleep.</i> 2021;44:zsab123.
[13] Clegg-Kraynok M, Baranovsky L, Zhou ES. Real, misreported, and backfilled adherence with paper sleep diaries. <i>Sleep Med.</i> 2023;107:31-5.
[14] Finucane E, O'Brien A, Treweek S, Newell J, Das K, Chapman S, et al. Does reading a book in bed make a difference to sleep in comparison to not reading a book in bed? The People's Trial-an online, pragmatic, randomised trial. <i>Trials.</i> 2021;22:873.
[15] Friedrich A, Schach AA. Let's talk about sleep: a systematic review of psychological interventions to improve sleep in college students. <i>J Sleep Res.</i> 2018;27:4-22.
[16] Laborde S, Hosang T, Mosley E, Dosseville F. Influence of a 30-Day Slow-Paced Breathing Intervention Compared to Social Media Use on Subjective Sleep Quality and Cardiac Vagal Activity. <i>J Clin Med.</i> 2019;8:193.
[17] Shriane AE, Rigney G, Ferguson SA, Bin YS, Vincent GE. Healthy sleep practices for shift workers: consensus sleep hygiene guidelines using a Delphi methodology. <i>Sleep.</i> 2023;46:zsad182.
[18] Brown C, Abdelrahman T, Lewis W, Pollitt J, Egan R, members of the Welsh Surgical Research Initiative. To bed or not to bed: the sleep question? <i>Postgrad Med J.</i> 2020;96:520-4.
[19] Dietrich SK, Francis-Jimenez CM, Knibbs MD, Umali IL, Tuglio-Londrigan M. Effectiveness of sleep education programs to improve sleep hygiene and/or sleep quality in college students: a systematic review. <i>JBI Database System Rev Implement Rep.</i> 2016;14:108.
[20] Brubaker JR, Swan A, Beverly EA. A brief intervention to reduce burnout and improve sleep quality in medical students. <i>BMC Med Educ.</i> 2020;20:345.

REFERENCE

- Besnard L. Démarche participative dans le cadre du projet PROMESS - Preventive Remediation for Optimal MEdical StudentS - Intérêts et co-construction des modules d'amélioration du sommeil, de gestion du stress, et d'activité physique. Faculté de Médecine Lyon Est, Université Claude Bernard Lyon 1; 2024.

Additional File 7. List of PROMESS-Sleep advice

At the end of session 3, the PROMESS-Sleep experts will give the following list of advice to the students. This list is based on well-established sleep improvement interventions and knowledge in the field.

Categories	Advice	References
Good daytime habits	Anti-blue light filter on the screens	[1]
	Restrained screen use	[1], [2], [3]
	Restrained alcoholic beverage consumption	[4], [5]
	Maximum daylight exposure and the soonest after waking up (to start the circadian circle)	[6]
	Restrain artificial light exposure in the evening (reduce light intensity 3 h before bedtime)	[5], [6]
	No energy drink or coffee intake after 4 p.m. (even noon)	[4], [5], [7]
	Regular meal intake	[8], [9]
	Nap – Power Nap (10 to 20 minutes)	[10]
Nighttime sleep Sleep environment Good bedtime habits	Nap – Long Nap (more than 30 minutes)	[10]
	Regularize bedtime	[5]
	Total obscurity (have a sleep mask on)	[6], [7]
	Silence (ear plugs, switch off devices)	[11]
	No phone next to the bed	[1], [2], [3], [7]
	No work inside the bed	[7]
	Go to sleep when tired	[12]
	Fill in a sleep diary	[13]
	No intense physical activity in the evening	[7]
	Read before going to bed	[14]
	Having a bedtime routine	[5], [7]
	Relaxing music before bedtime	[15]
	Control the bedroom's temperature	[7]
	If you feel anxious or stressed, slow-paced breathing and cardiac coherence	[16]
	If you feel anxious or stressed, meditation and mindfulness	[5], [15]
Relaxation technique (e.g., guided imagery and muscle relaxation)	[5]	
Good Night Shift and post-night Shift habits	Sleep between 7 and 9 h nightly	[5]
	Plan your transition to days off	[17]
	Create a comfortable sleep environment (i.e., temperature, dark, and quiet)	[17]
	Use napping as a helpful tool with short (10–20 minutes) or longer naps (90 minutes)	[17]
	Bright light exposure before starting the night shift	[17]
	Avoid coffee and energy drinks too close to bedtime	[17]
	Have a balanced and lighter meal during the night shift	[17]
Other	If you are not driving, avoid light exposure after the night shift (wear sunglasses even if it's cloudy)	[17]
	Eat or have a break outside to maximize sunlight exposure	[18]
	Knowledge about sleep and its mechanisms (sleep hygiene)	[12], [19], [20]

Articles

[1] Injane A, Erguiz L, El Hanchouche AJ, Bkain H, Aboudrar S, El Etoub M, et al. Perception of Sleep Disturbances due to Bedtime Use of Blue Light-Emitting Devices and Its Impact on Habits and Sleep Quality among Young Medical Students. <i>Biomed Res Int.</i> 2019;2019:7012350.
[2] He, J. W., Tu, Z. H., Xiao, L., Su, T., & Tang, Y. X. (2020). Effect of restricting bedtime mobile phone use on sleep, arousal, mood, and working memory: A randomized pilot trial. <i>PLoS one</i> , 2020;15:e0228756.
[3] Leow MQH, Chiang J, Chua TJX, Wang S, Tan NC. The relationship between smartphone addiction and sleep among medical students: A systematic review and meta-analysis. <i>PLoS One.</i> 2023;18:e0290724.
[4] Garcia AN, Salloum IM. Polysomnographic sleep disturbances in nicotine, caffeine, alcohol, cocaine, opioid, and cannabis use: A focused review. <i>American J Addict.</i> 2015;24:590–8.
[5] Baranwal N, Yu PK, Siegel NS. Sleep physiology, pathophysiology, and sleep hygiene. <i>Prog Cardiovasc Dis.</i> 2023;77:59–69.
[6] Brown TM, Brainard GC, Calocheh C, Czeisler CA, Hanjin JP, Lockley SW, et al. Recommendations for daytime, evening, and nighttime indoor light exposure to best support physiology, sleep, and wakefulness in healthy adults. <i>PLoS Biol.</i> 2022;20:e3001571.
[7] Bani Issa W, Hijazi H, Radwan H, Sagan R, Al-Sharman A, Samudun ABR, et al. Evaluation of the effectiveness of sleep hygiene education and FITBIT devices on quality of sleep and psychological worry: a pilot quasi-experimental study among first-year college students. <i>Front Public Health.</i> 2023;11:1182758.
[8] Smith HA, Betts JA. Nutrient timing and metabolic regulation. <i>J Physiol.</i> 2022;600:1299–312.
[9] Crispim CA, Zimberg JZ, dos RBG, Diniz RM, Tufik S, de MMT. Relationship between Food Intake and Sleep Pattern in Healthy Individuals. <i>Journal of Clinical Sleep Medicine.</i> 2011;07:659–64.
[10] Lovato N, Lack L. The effects of napping on cognitive functioning. <i>Prog Brain Res.</i> 2010;185:155–66.
[11] Brubaker JR, Swan A, Beverly EA. A brief intervention to reduce burnout and improve sleep quality in medical students. <i>BMC Med Educ.</i> 2020;20:345.
[12] Shochat T, Satchi N, Herer P, Dijk D-J, Skeldon AC. Sleepiness is a signal to go to bed: data and model simulations. <i>Sleep.</i> 2021;44:zsab123.
[13] Clegg Kravonok M, Barnovsky L, Zhou ES. Real, misreported, and backfilled adherence with paper sleep diaries. <i>Sleep Med.</i> 2023;107:31–5.
[14] Finucane E, O'Brien A, Treweek S, Newell J, Das K, Chapman S, et al. Does reading a book in bed make a difference to sleep in comparison to not reading a book in bed? The People's Trial-an online, pragmatic, randomised trial. <i>Trials.</i> 2021;22:873.
[15] Friedrich A, Scharb AA. Let's talk about sleep: a systematic review of psychological interventions to improve sleep in college students. <i>J Sleep Res.</i> 2018;27:4–22.
[16] Laborde S, Hosang T, Mosley E, Dosseville F. Influence of a 30-Day Slow-Paced Breathing Intervention Compared to Social Media Use on Subjective Sleep Quality and Cardiac Vagal Activity. <i>J Clin Med.</i> 2019;8:193.
[17] Shriago AE, Rigney G, Ferguson SA, Bin YS, Vincent GE. Healthy sleep practices for shift workers: consensus sleep hygiene guidelines using a Delphi methodology. <i>Sleep.</i> 2023;46:zsad182.
[18] Brown C, Abdelrahman T, Lewis W, Pollitt J, Egan R, members of the Welsh Surgical Research Initiative. To bed or not to bed: the sleep question? <i>Postgrad Med J.</i> 2020;96:520–4.
[19] Dietrich SK, Francis-Jimenez CM, Krijbbs MD, Umali IL, Truglio-Londrigan M. Effectiveness of sleep education programs to improve sleep hygiene and/or sleep quality in college students: a systematic review. <i>JB Database System Rev Implement Rep.</i> 2016;14:108.
[20] Brubaker JR, Swan A, Beverly EA. A brief intervention to reduce burnout and improve sleep quality in medical students. <i>BMC Med Educ.</i> 2020;20:345.

Additional File 8. Study schedule of enrollment, interventions, and assessments.

TIMEPOINT	STUDY DURATION						
	Enrollment	Baseline	Intervention				
			Period 1 (n=15) or Period 2 (n=15) or Period 3 (n=15)				
			S1	S1 from S2	S2	S2 from S3	S3
<i>Enrollment (n=45)</i>	X						
<i>Eligibility screen</i>	X						
<i>Informed consent</i>	X						
INTERVENTION							
<i>Individual meeting</i>			X		X		X
ASSESSMENTS							
Baseline variables							
<i>PSQI</i>		X					
<i>ESS</i>		X					
<i>CSM</i>		X					
<i>MFI</i>		X					
<i>Bedtime (actigraphy)</i>		X					
<i>Sleep Onset Latency (actigraphy)</i>		X					
<i>Sleep Onset Time (actigraphy)</i>		X					
<i>Wake After Sleep Onset (actigraphy)</i>		X					
<i>Total Sleep Time (actigraphy)</i>		X					
<i>Wake-up time (actigraphy)</i>		X					
<i>Get-up time (actigraphy)</i>		X					
<i>Time in bed (actigraphy)</i>		X					
<i>Sleep Efficiency (actigraphy)</i>		X					
<i>Snooze time (actigraphy)</i>		X					
<i>Sleep Regularity Index (actigraphy)</i>		X					
Primary outcome							
<i>PSQI total</i>		X	X		X		X
Secondary outcomes							
<i>General Fatigue (MFI)</i>		X	X		X		X
<i>Mental Fatigue (MFI)</i>		X	X		X		X
<i>Physical Fatigue (MFI)</i>		X	X		X		X
<i>Reduced Motivation (MFI)</i>		X	X		X		X
<i>Reduced activity (MFI)</i>		X	X		X		X
<i>Sleep quality (VAS)</i>		X	X		X		X
<i>Sleep quantity (VAS)</i>		X	X		X		X
<i>Sleep fatigue (VAS)</i>		X	X		X		X
<i>Time in Bed (actigraphy)</i>		X		X		X	
<i>Bedtime (actigraphy)</i>		X		X		X	
<i>Sleep Regularity Index (actigraphy)</i>		X		X		X	
<i>Total Sleep Time (actigraphy)</i>		X		X		X	
<i>Sleep Onset Time (actigraphy)</i>		X		X		X	
<i>Sleep Onset Latency (actigraphy)</i>		X		X		X	
<i>Snooze time (actigraphy)</i>		X		X		X	
<i>Sleep Efficiency (actigraphy)</i>		X		X		X	
<i>Wake After Sleep Onset (actigraphy)</i>		X		X		X	
<i>Wake-up time (actigraphy)</i>		X		X		X	
<i>Get-up time (actigraphy)</i>		X		X		X	
<i>Numbers of naps (diary)</i>		X		X		X	
Other data variables							
<i>Sleep online diary</i>		X		X		X	
<i>Sleep diary</i>				X		X	
<i>Individuals goals</i>			X		X		X
<i>Student's goal achievements</i>					X		X
<i>Likert - Expert comfort</i>			X		X		X
<i>Likert - Expert satisfaction</i>			X		X		X
<i>Likert - Advice given</i>			X		X		X
<i>Composite score - Student's satisfaction</i>							X
<i>Expert's overall satisfaction on student's progress</i>							X

Abbreviations: PSQI: Pittsburgh Sleep Quality Index; ESS: Epworth Sleepiness Scale; CSM: Composite Scale of Morningness; MFI: Multidimensional Fatigue Inventory; S1: S2: S3: Session 1: Session 2: Session 3; VAS: Visual Analogue Scale.

III- Résultats

Étape 1 : Déterminer objectivement les habitudes de sommeil des étudiants en médecine en pré-intervention (avant randomisation)

L'étape 1 a permis de recueillir et traiter des données de référence sur les habitudes de sommeil des étudiants de notre échantillon en regroupant les participants du groupe INT et du groupe CTRL. Les données d'actimétrie étaient analysables pour **83%** d'entre eux (soit un total de 58 étudiants analysés sur 70 étudiants) ; au total 1221 nuits (Tableau 11) dont 897 nuits de semaine (Tableau 12) et 324 nuits de weekend ont été analysées (Tableau 13).

En moyenne (incluant à la fois les nuits de semaine et celle de weekend), nos données montrent que les étudiants ont un **temps de sommeil total de 7h04**, se couchent **tardivement (23h43)**, ont un **temps de réveils nocturnes supérieur à 40 minutes** et une **efficacité de sommeil inférieure à 85%** (Tableau 11).

Tableau 11 : Paramètres objectifs du sommeil des étudiants des groupes INT et CRL en pré-intervention, sur les nuits de semaine + weekend.

ALL DAYS (SEMAINE + WEEKEND) (1 221 nuits)								
		Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	Moyenne (hh:mm)
Heure de coucher	heures	22.23	23.14	23.43	23.71	24.09	25.90	23h43 (±52 min)
Temps passé au lit	min	418.6	470.7	504.3	500.3	526.1	620.0	8h20 (±40 min)
Temps total de sommeil	min	346.9	398.1	420.0	423.6	452.3	510.8	7h04 (±35 min)
Heure de début de sommeil	heures	22.28	23.32	23.67	23.90	24.23	26.41	23h54 (±52 min)
Latence d'endormissement	min	0.913	4.953	8.547	11.407	12.337	53.292	11 minutes (±10 min)
Temps de petit somme	min	3.476	8.191	11.398	11.915	14.601	28.130	11 minutes (±5 min)
Temps de réveils nocturnes	min	25.50	40.38	49.56	53.37	61.51	110.71	53 minutes (±19 min)
Heure de fin de sommeil	heures	6.629	7.355	7.810	7.854	8.274	11.016	7h51 (±47 min)
Heure de lever	heures	6.727	7.544	8.065	8.052	8.477	11.211	8h03 (±48 min)
Efficacité du sommeil	Pourcentage	71.94	82.70	85.09	84.82	88.38	93.57	84,8% (±4,7%)

Les variables sont présentées en moyenne (± erreur standard). Certaines valeurs des paramètres ont été colorées : en rouge lorsque les seuils recommandés ne sont pas respectés (Temps Total de Sommeil < 7 h, Régularité de sommeil < 85 %, Temps de réveils nocturnes > 40 min) et en vert lorsqu'elles sont conformes aux recommandations.

Les nuits de semaine les étudiants ont un temps de sommeil total de 6h57, se couchent tardivement (23h26), ont un temps de réveils nocturnes supérieur à 40 minutes (53 minutes) et une efficacité de sommeil inférieure à 85% (84.6%) (Tableau 12).

Tableau 12 : Paramètres objectifs du sommeil des étudiants des groupes INT et CRL en pré-intervention, sur les nuits de semaine uniquement

SEMAINE (897 nuits)								
		Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	Moyenne (hh:mm)
Heure de coucher	heures	21.48	22.82	23.27	23.44	24.01	25.55	23h26 (± 54 min)
Temps passé au lit	min	379.3	459.4	494.3	494.1	523.3	633.3	8h14 (±46 min)
Temps total de sommeil	min	333.4	390.6	415.3	417.5	445.0	524.0	6h57 (±41 min)
Heure de début de sommeil	heures	21.59	22.99	23.41	23.64	24.12	26.30	23h38 (±56 min)
Latence d'endormissement	min	0.438	4.914	8.676	11.930	13.200	63.500	11 minutes (±11 min)
Temps de petit somme	min	2.625	7.792	10.801	11.678	14.149	28.308	11 minutes (±5 min)
Temps de réveils nocturnes	min	21.64	38.81	47.92	53.02	62.16	110.54	53 minutes (±19 min)
Heure de fin de sommeil	heures	5.488	6.941	7.356	7.482	7.923	10.672	7h29 (±52 min)
Heure de lever	heures	5.544	7.160	7.624	7.676	8.042	10.863	7h40 (±53 min)
Efficacité du sommeil	Pourcentage	71.01	82.62	85.35	84.65	88.18	94.28	84,6% (±4,9%)

Les variables sont présentées en moyenne (± erreur standard). Certaines valeurs des paramètres ont été colorées : en rouge lorsque les seuils recommandés ne sont pas respectés (Temps Total de Sommeil < 7 h, Régularité de sommeil < 85 %, Temps de réveils nocturnes > 40 min) et en vert lorsqu'elles sont conformes aux recommandations.

Les nuits de weekend les étudiants ont un temps de sommeil total de 7h21 se couchent tardivement (00h28), ont un temps de réveils nocturnes supérieur à 40 minutes (54 minutes) et une efficacité de sommeil supérieure à 85% (85.2%) (Tableau 13).

Tableau 13 : Paramètres objectifs du sommeil des étudiants des groupes INT et CRL en pré-intervention, sur les nuits de weekend uniquement

WEEKEND (324 nuits)								
		Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	Moyenne (hh:mm)
Heure de coucher	heures	22.54	23.64	24.45	24.47	24.99	27.12	00h28 (±1h04)
Temps passé au lit	min	409.5	491.2	513.8	517.9	553.7	637.5	8h38 (±46 min)
Temps total de sommeil	min	352.5	408.2	448.8	440.7	471.3	539.0	7h21 (±39 min)
Heure de début de sommeil	heures	22.72	23.80	24.52	24.63	25.27	27.19	00h38 (±1h04)
Latence d'endormissement	min	0.167	4.338	8.250	9.880	13.042	44.250	9 minutes (±8 min)
Temps de petit somme	min	1.500	6.125	10.084	12.776	17.000	46.333	12 minutes (±9 min)
Temps de réveils nocturnes	min	22.83	41.12	51.00	54.54	64.80	111.25	54 minutes (±19 min)
Heure de fin de sommeil	heures	7.083	8.220	8.659	8.885	9.324	12.047	8h53 (±1h03)
Heure de lever	heures	7.108	8.531	8.961	9.098	9.466	12.256	9h06 (±1h03)
Efficacité du sommeil	Pourcentage	68.31	82.83	85.70	85.21	88.29	93.81	85,20% (±4,7%)

Les variables sont présentées en moyenne (± erreur standard). Certaines valeurs des paramètres ont été colorées : en rouge lorsque les seuils recommandés ne sont pas respectés (Temps Total de Sommeil < 7 h, Régularité de sommeil < 85 %, Temps de réveils nocturnes > 40 min) et en vert lorsqu'elles sont conformes aux recommandations.

Étape 2 : Évaluer l'efficacité du module sommeil au fil des sessions pour le groupe intervention

Dans l'étape 2, nous avons exploré l'évolution des habitudes de sommeil au fil des sessions au sein du groupe INT. Les données d'actimétrie étaient analysables pour **71%** d'entre eux (soit un total de 32 étudiants analysés sur 45 étudiants) ; au total 976 nuits dont 695 nuits de semaine et 281 nuits de weekend ont été analysées (Tableaux 14, 15 et 16).

Les résultats montrent qu'il n'y a **aucune différence significative sur l'ensemble des variables étudiées. C'est-à-dire que nous n'observons pas d'amélioration entre les sessions, que ce soit sur les nuits de semaine comme sur les nuits de weekend** (Tableaux 14, 15 et 16).

Tableau 14 : Comparaison des données d'actimétrie des étudiants du groupe INT entre le temps T2 et T3 de l'intervention PROMESS-Sleep, regroupant les nuits de semaine et les nuits de weekend. T2 (enregistrement entre la session 1 et la session 2) et T3 (enregistrement entre la session 2 et la session 3)

ALL DAYS (SEMAINE + WEEKEND) (976 nuits)																
Description	Unité	Temps	n	min	max	median	q1	q3	iqr	mad	mean	sd	se	ci	Moyenne (hh:mm)	P value
Heure de coucher	heures	T2	32	22.2	25.7	23.6	23.3	24.2	0.876	0.642	23.7	0.741	0.131	0.267	23h42 (±44min)	0.258
		T3	32	22.3	26.0	23.6	23.4	24.3	0.955	0.825	23.8	0.854	0.151	0.308	23h48 (±51min)	
Temps passé au lit	heures	T2	32	418.	564.	510.	467.	530.	62.6	49.7	502.	37.0	6.55	13.4	8h22 (±37min)	0.869
		T3	32	431.	588.	506.	474.	529.	55.5	40.4	503.	35.8	6.33	12.9	8h23 (±35min)	
Temps total de sommeil	min	T2	32	344.	526.	419.	397.	445.	47.9	38.5	421.	39.9	7.05	14.4	7h06 (±39min)	0.83
		T3	32	350	487.	423.	395.	441.	45.3	38.5	420.	36.6	6.47	13.2	7h00 (±36min)	
Heure de début de sommeil	heures	T2	32	22.4	26.4	23.8	23.4	24.3	0.893	0.662	23.9	0.871	0.154	0.314	23h54 (±52min)	0.249
		T3	32	22.5	26.6	23.9	23.5	24.4	0.957	0.675	24.0	0.947	0.167	0.342	00h00 (±56min)	
Latence d'endormissement	min	T2	32	1.29	121.	7.84	4.01	10.6	6.58	5.05	11.1	20.5	3.62	7.38	11 min (±20min)	0.923
		T3	32	0.438	76.1	7.92	4.64	12.2	7.54	5.53	11.3	13.7	2.42	4.93	11 min (±13min)	
Temps de petit somme	min	T2	32	4	21.4	11.8	9.91	14.2	4.29	3.41	12.2	4.65	0.823	1.68	12 min (±4min)	0.797
		T3	32	3.17	26.1	12.1	9.14	15.4	6.30	5.00	12.4	5.91	1.04	2.13	12 min (±6min)	
Temps de réveils nocturnes	min	T2	32	24.5	116.	57.4	48.6	65.4	16.8	12.4	58.8	17.8	3.14	6.41	58 min (±18min)	0.989
		T3	32	30.9	94.8	57.4	48.1	72.8	24.7	17.5	58.8	16.8	2.97	6.06	58 min (±17min)	
Heure de fin de sommeil	heures	T2	32	6.47	9.47	7.93	7.19	8.31	1.12	0.747	7.86	0.768	0.136	0.277	7h52 (±46min)	0.107
		T3	32	6.35	10.3	7.87	7.45	8.65	1.20	0.695	8.05	0.921	0.163	0.332	8h03 (±55min)	
Heure de lever	heures	T2	32	6.54	9.65	8.15	7.40	8.51	1.11	0.722	8.06	0.779	0.138	0.281	8h04 (±47min)	0.112
		T3	32	6.57	10.5	8.12	7.63	8.75	1.12	0.798	8.26	0.916	0.162	0.33	8h16 (±55min)	
Efficacité du sommeil	Pourcentage	T2	32	66.4	93.5	84.8	81.7	86.4	4.66	3.10	83.8	4.93	0.871	1.78	83,8% (±4,9%)	0.502
		T3	32	68.6	92.4	84.7	81.3	86.4	5.14	3.8	83.5	4.67	0.826	1.68	83,5% (±4,6%)	

Les valeurs sont présentées en moyenne (± erreur standard) et colorées : rouge lorsque les seuils ne sont pas atteints et vert lorsqu'elles respectent les seuils internationaux. Les valeurs de p présentées dans ce tableau correspondent à l'analyse statistique visant à déterminer si les mesures objectives de sommeil (par actimétrie) diffèrent significativement entre les temps T2 et T3. Une valeur de p inférieure à 0,05 indique une différence statistiquement significative entre ces deux moments, reflétant l'effet potentiel du module sommeil sur les paramètres mesurés.

Tableau 15 : Comparaison des données d'actimétrie des étudiants du groupe INT entre le temps T2 et T3 de l'intervention PROMESS-Sleep, uniquement sur les nuits de semaine

SEMAINE (695 nuits)																
Description	Unité	Temps	n	min	max	median	q1	q3	iqr	mad	mean	sd	se	ci	Moyenne (hh:mm)	P value
Heure de coucher	heures	T2	32	22.0	26.1	23.4	23.0	23.9	0.926	0.698	23.5	0.86	0.152	0.31	23h30 (±52min)	0.326
		T3	32	22.1	25.5	23.5	23.2	24.0	0.805	0.632	23.6	0.784	0.139	0.283	23h36 (±47min)	
Temps passé au lit	heures	T2	32	389.	576.	490.	469.	540.	70.8	42.7	500.	42.5	7.52	15.3	8h20 (±42min)	0.941
		T3	32	442.	579.	497.	475.	531.	55.4	38.1	500.	37.1	6.56	13.4	8h20 (±37min)	
Temps total de sommeil	min	T2	32	326.	542.	413.	393.	443.	50.1	43.0	419.	43.6	7.71	15.7	7h00 (±43min)	0.955
		T3	32	343.	493.	414.	391.	448.	57.1	37.8	419.	37.2	6.58	13.4	7h00 (±37min)	
Heure de début de sommeil	heures	T2	32	22.2	26.3	23.5	23.1	24.1	0.976	0.716	23.7	0.927	0.164	0.334	23h42 (±56min)	0.238
		T3	32	22.3	26.3	23.6	23.3	24.2	0.902	0.652	23.8	0.905	0.16	0.326	23h48 (±54min)	
Latence d'endormissement	min	T2	32	0.2	114.	8.4	4.21	12.0	7.83	5.74	11.1	19.5	3.45	7.0	11min (±19min)	0.637
		T3	32	0	75.8	8.7	4.62	12.2	7.54	5.65	12.1	14.7	2.60	5.29	12min (±14min)	
Temps de petit somme	min	T2	32	4.2	25.6	11.1	8.42	14.2	5.74	4.64	12.1	5.59	0.989	2.02	12min (±6min)	0.723
		T3	32	1.88	28	10.6	6.38	16.1	9.76	6.75	11.8	6.41	1.13	2.31	11 min (±6min)	
Temps de réveils nocturnes	min	T2	32	27	120.	54.0	47.6	65.9	18.3	13.4	58.9	19.0	3.36	6.85	59min (±19min)	0.579
		T3	32	30.1	103.	55.7	47.8	66.1	18.3	15.2	57.6	17.2	3.04	6.20	57min (±17min)	
Heure de fin de sommeil	heures	T2	32	6.34	9.72	7.74	6.93	8.17	1.24	1.03	7.59	0.825	0.146	0.298	7h35 (±49min)	0.254
		T3	32	6.30	10.2	7.60	7.15	8.13	0.981	0.734	7.73	0.848	0.15	0.306	7h44 (±51min)	
Heure de lever	heures	T2	32	6.43	9.82	7.96	7.16	8.34	1.18	1.00	7.80	0.83	0.147	0.299	7h48 (±50min)	0.268
		T3	32	6.48	10.4	7.85	7.40	8.32	0.919	0.68	7.93	0.847	0.15	0.306	7h56 (±51min)	
Efficacité du sommeil	Pourcentage	T2	32	66.1	93.0	84.4	81.4	86.3	4.88	4.00	83.7	5.16	0.913	1.86	83,7% (±5%)	0.949
		T3	32	69.4	92.9	85.2	81.5	86.6	5.03	3.67	83.7	4.72	0.835	1.70	83,7% (±4,7%)	

Les valeurs sont présentées en moyenne (± erreur standard) et colorées : rouge lorsque les seuils internationaux ne sont pas respectés (par exemple, SE < 85 %, WASO > 40 min) et vert lorsque ces seuils sont atteints. Les valeurs de p présentées dans ce tableau correspondent à l'analyse statistique visant à déterminer si les mesures objectives de sommeil (par actimétrie) diffèrent significativement entre les temps T2 et T3. Une valeur de p inférieure à 0,05 indique une différence statistiquement significative entre ces deux moments, reflétant l'effet potentiel du module sommeil sur les paramètres mesurés.

Tableau 16 : Comparaison des données actimétriques des étudiants du groupe INT sans les nuits de garde entre le temps T2 et T3 de l'intervention PROMESS- Sleep, uniquement sur les nuits de weekend

WEEKEND (281 nuits)																
Description	Unité	Temps	n	min	max	median	q1	q3	iqr	mad	mean	sd	se	ci	Moyenne (hh:mm)	P value
Heure de coucher	heures	T2	32	22.6	26.2	24.2	23.6	24.8	1.25	1.00	24.2	0.924	0.163	0.333	00h12 (±55min)	0.368
		T3	32	22.0	27.5	24.2	23.5	25.4	1.94	1.25	24.4	1.29	0.228	0.466	00h24 (±1h17)	
Temps passé au lit	heures	T2	32	348.	598.	514.	484.	549.	65.2	46.3	509.	55.2	9.75	19.9	8h24 (±55min)	0.972
		T3	32	351.	612	514.	482.	536.	53.6	43.8	509.	57.8	10.2	20.8	8h24 (±58min)	
Temps total de sommeil	min	T2	32	306.	522.	437.	380.	468.	87.4	57.5	428.	53.8	9.51	19.4	7h08 (±54min)	0.717
		T3	32	300	522	437.	390.	459.	69.4	52.1	424.	53.2	9.40	19.2	7h04 (±53min)	
Heure de début de sommeil	heures	T2	32	22.7	28.0	24.4	23.6	24.9	1.26	1.04	24.4	1.13	0.199	0.406	00h24 (±1h08)	0.454
		T3	32	22.0	27.6	24.4	23.6	25.6	2.07	1.31	24.6	1.34	0.237	0.483	00h36 (±1h20)	
Latence d'endormissement	min	T2	32	0	136.	4.88	3.51	9.5	5.99	4.76	11.5	24.2	4.28	8.74	11min (±24min)	0.476
		T3	32	0	77	6	2.38	13.3	11.0	6.12	9.65	13.8	2.44	4.98	9min (±14min)	
Temps de petit somme	min	T2	32	1	25.4	12.2	8.15	16.2	8.04	6.09	12.5	7.17	1.27	2.58	12min (±7min)	0.528
		T3	32	1.5	38.5	10.5	6.66	20.4	13.7	6.67	13.8	9.23	1.63	3.33	14min (±9min)	
Temps de réveils nocturnes	min	T2	32	18.2	105	56.9	48.1	69.2	21.1	15.2	58.9	18.6	3.28	6.70	59min (±19min)	0.423
		T3	32	28.7	108	59.4	47.9	77.8	29.9	23.9	61.8	20.2	3.57	7.27	62 min (±20min)	
Heure de fin de sommeil	heures	T2	32	6.62	11.1	8.39	7.77	9.20	1.44	0.964	8.49	1.08	0.19	0.388	8h29 (±1h05)	0.078
		T3	32	6.45	11.9	8.60	7.90	9.54	1.64	1.21	8.80	1.20	0.212	0.432	8h48 (±1h12)	
Heure de lever	heures	T2	32	6.82	11.2	8.73	8.08	9.36	1.28	0.954	8.70	1.06	0.187	0.382	8h42 (±1h04)	0.068
		T3	32	6.79	12.1	8.86	8.21	9.74	1.53	1.10	9.03	1.19	0.21	0.428	9h02 (±1h11)	
Efficacité du sommeil	Pourcentage	T2	32	67.1	94.7	84.5	81.7	87.3	5.60	4.18	83.9	4.95	0.875	1.78	83,9% (±4,9%)	0.175
		T3	32	66.8	91.2	84.6	80.0	86.0	6.00	3.42	82.9	5.40	0.954	1.95	82,9% (±5,4%)	

Les valeurs sont présentées en moyenne (± erreur standard) et colorées en rouge lorsque les seuils ne sont pas respectés et en vert lorsqu'elles sont conformes. Les valeurs de p présentées dans ce tableau correspondent à l'analyse statistique visant à déterminer si les mesures objectives de sommeil (par actimétrie) diffèrent significativement entre les temps T2 et T3. Une valeur de p inférieure à 0,05 indique une différence statistiquement significative entre ces deux moments, reflétant l'effet potentiel du module sommeil sur les paramètres mesurés.

Étape 3 : Evaluer l'efficacité long terme du module sommeil en comparant les groupes intervention et contrôle

Dans l'étape 3, nous avons cherché à comprendre s'il y avait des différences (i) entre nos groupes (effet groupe), (ii) entre nos temps d'enregistrement (effet temps) et (iii) si nos groupes évoluaient différemment (spécificité de notre intervention : interaction groupe et temps). Les données d'actimétrie étaient analysable pour **76%** des étudiant (soit un total de 53 étudiants analysés, 17 : CTRL et 36 : INT) ; au total 1885 nuits, dont 1358 nuits de semaine et 527 nuits de weekend, ont été analysées (Tableaux 17, 18 et 19).

(i) **Aucune différence significative n'a été observée entre les groupes CTRL et INT.**

(ii) Les seules différences significatives observées entre les temps d'enregistrement (pré intervention *versus* post-intervention), étaient que les **participants se levaient plus tôt (en moyenne de 32 minutes, $p < 0.05$) et présentaient une diminution moyenne de 1.8% de leur efficacité de sommeil, le week-end en post-intervention dans les deux groupes (Tableau 19).**

(iii) **Aucune différence significative n'a été observée ; c'est-à-dire que nos groupes intervention et contrôle n'ont pas évolué de façon différente entre la période pré-intervention et post-intervention.**

Tableau 17 : Paramètres de sommeil des groupes INT et CTRL, en pré- et post-intervention, comprenant les nuits de semaine et de weekend.

ALL DAYS (SEMAINE + WEEKEND) (1 885 nuits)													P value des mod sat						
Description	Unité	Temps	n min max median q1 q3 iqr mad mean sd se ci											Moy (hh:m m)	Groupe INT	Temps T4 post	Groupe INT : Temps T4 post		
Heure de coucher	heures	T1	CTRL	17	22.7	25.9	23.6	23.4	24.4	1.02	0.755	23.9	0.943	0.229	0.485	23h54	0.228	0.464	0.144
			INT	36	22.2	25.5	23.4	23.1	23.8	0.787	0.466	23.6	0.839	0.14	0.284	23h36			
		T4	CTRL	17	21.7	25.8	23.9	23.3	24.3	0.923	0.826	23.8	1.09	0.263	0.558	23h48			
			INT	36	22.5	26.7	23.7	23.1	24.3	1.16	0.861	23.8	0.873	0.145	0.295	23h48			
Temps passé au lit	heures	T1	CTRL	17	434	568	494	455	518	63.6	59.1	492	42.0	10.2	21.6	8h12	0.565	0.943	0.106
			INT	36	419	555	504	471	523	51.9	43.6	498	35.7	5.96	12.1	8h18			
		T4	CTRL	17	416	586	479	460	517	57.4	46.0	491	49.9	12.1	25.7	8h11			
			INT	36	429	544	468	462	512	50.3	43.2	484	34.3	5.72	11	8h04			
Temps total de sommeil	min	T1	CTRL	17	364	470	413	397	437	40.0	33.9	419	29.9	7.25	15.4	6h59	0.879	0.222	0.271
			INT	36	347	478	420	399	448	48.8	40.6	421	34.1	5.68	11.5	7h01			
		T4	CTRL	17	354	503	400	385	425	40.0	34.7	411	42.3	10.3	21.8	6h51			
			INT	36	337	460	396	380	425	45.5	34.3	403	32.1	5.35	10.9	6h43			
Heure de début de sommeil	heures	T1	CTRL	17	23.1	26.0	23.8	23.5	24.6	1.12	0.734	24.1	0.889	0.216	0.457	00h06	0.293	0.507	0.237
			INT	36	22.3	26.4	23.6	23.2	24.1	0.85	0.631	23.8	0.903	0.15	0.306	23h48			
		T4	CTRL	17	21.8	26.0	24.0	23.6	24.4	0.794	0.624	24.0	1.07	0.26	0.551	00h00			
			INT	36	22.6	26.8	23.8	23.3	24.5	1.22	0.915	24.0	0.884	0.147	0.299	00h00			
Latence d'endormissement	min	T1	CTRL	17	3.39	33.2	7.32	5.78	11.1	5.35	2.43	9.71	7.34	1.78	3.78	9min	0.369	0.795	0.191
			INT	36	1.27	53.3	9.13	4.72	13.3	8.57	6.65	12.0	11.2	1.86	3.78	12min			
		T4	CTRL	17	1.75	28.9	7.78	5.24	13.8	8.60	4.99	10.3	7.46	1.81	3.84	10min			
			INT	36	1.29	23.2	6.96	4.23	12.8	8.56	4.94	8.96	6.25	1.04	2.11	8min			
Temps de petit somme	min	T1	CTRL	17	5.23	28.1	11.3	7.42	13.1	5.71	5.46	12.2	6.67	1.62	3.43	12min	0.809	0.430	0.528
			INT	36	3.48	25.1	11.3	8.42	14.7	6.33	4.87	11.8	5.18	0.863	1.75	11min			
		T4	CTRL	17	5.06	28.1	12.3	8.75	14.8	6.04	5.28	13.2	6.55	1.59	3.37	13min			
			INT	36	4.92	28.6	11.2	7.56	13.3	5.75	4.75	11.8	5.80	0.967	1.96	11min			
Temps de réveils nocturnes	min	T1	CTRL	17	26.3	86.6	50.7	41.8	60.0	18.1	13.7	50.8	14.0	3.41	7.22	50min	0.544	0.064	0.943
			INT	36	25.7	111	48.0	40.4	62.4	22.0	16.9	54.0	19.5	3.25	6.60	54min			
		T4	CTRL	17	19.2	104	55.4	43.7	68.8	25.0	19.9	57.2	20.6	5.01	10.6	57min			
			INT	36	39.6	123	56.2	49.2	66.6	17.4	11.1	60.1	16.5	2.75	5.58	60min			
Heure de fin de sommeil	heures	T1	CTRL	17	6.71	9.59	8.12	7.30	8.42	1.13	0.643	7.92	0.775	0.188	0.398	7h55	0.402	0.420	0.601
			INT	36	6.63	9.48	7.66	7.36	8.10	0.746	0.477	7.72	0.642	0.107	0.217	7h43			
		T4	CTRL	17	5.62	9.57	7.75	7.29	8.28	0.987	0.698	7.75	0.915	0.222	0.471	7h45			
			INT	36	5.68	10.8	7.53	7.08	8.13	1.05	0.794	7.68	0.996	0.166	0.337	7h41			
Heure de lever	heures	T1	CTRL	17	6.90	9.81	8.22	7.42	8.66	1.24	0.673	8.13	0.78	0.189	0.401	8h08	0.393	0.462	0.643
			INT	36	6.73	9.76	7.93	7.56	8.24	0.677	0.545	7.91	0.655	0.109	0.222	7h55			
		T4	CTRL	17	5.74	9.68	7.91	7.51	8.61	1.10	0.681	7.97	0.954	0.231	0.491	7h58			
			INT	36	5.91	11.1	7.74	7.21	8.34	1.12	0.83	7.88	0.997	0.166	0.337	7h53			
Efficacité du sommeil	Pourcentage	T1	CTRL	17	80.4	89.5	84.8	84.0	87.4	3.34	3.12	85.4	2.71	0.657	1.39	85,4%	0.470	0.054	0.673
			INT	36	71.9	93.6	85.1	82.3	88.3	5.96	4.42	84.5	5.08	0.846	1.72	84,5%			
		T4	CTRL	17	74.2	89.0	85.0	82.0	87.6	5.54	4.30	83.8	4.26	1.03	2.19	83,8%			
			INT	36	70.9	89.5	83.8	82.3	86.2	3.93	3.53	83.3	3.95	0.659	1.34	83,3%			

Les données sont stratifiées par période (pré- et post-intervention, T1 et T4) et par groupe (intervention et contrôle). Les valeurs sont exprimées en moyenne. Les variables sont colorées : rouge lorsque les seuils ne sont pas respectés et vert lorsqu'elles sont conformes. Les valeurs de p présentées dans ce tableau permettent d'évaluer les différences statistiques dans les paramètres mesurés selon plusieurs comparaisons :

- Pour le « groupe INT », p indique si une différence significative existe entre le groupe intervention et le groupe contrôle.
- Pour « T4 post », p indique si une différence significative existe entre les périodes pré-intervention et post-intervention.
- Pour « groupe INT : T4 post », p indique si une différence d'évolution (pré-intervention à post-intervention) significative existe entre les groupes.

Tableau 18 : Paramètres de sommeil des groupes INT et CTRL, en pré- et post-intervention, comprenant les nuits de semaine uniquement. Les données sont stratifiées par période (pré- et post-intervention, T1 et T4) et par groupe (INT et CTRL).

SEMAINE (1 358 nuits)													P value des mod sat						
Description	Unité	Temps		n	min	max	median	q1	q3	iqr	mad	mean	sd	se	ci	Moyenne (hh:mm)	Groupe INT	Temps T4 post	Groupe INT: Temps T4 post
Heure de coucher	heures	T1	CTRL	17	21.5	25.5	23.5	23.0	24.3	1.38	1.17	23.6	1.05	0.255	0.541	23h36	0.456	0.682	0.234
			INT	36	22.1	25.6	23.1	22.8	23.7	0.901	0.613	23.4	0.896	0.149	0.303	23h24			
		T4	CTRL	17	21.2	25.7	23.8	23.2	24.0	0.842	0.583	23.5	1.08	0.262	0.555	23h30			
			INT	36	22.3	26.5	23.6	23.0	24.0	1.03	0.809	23.6	0.833	0.139	0.282	23h36			
Temps passé au lit	heures	T1	CTRL	17	411.	575.	488.	457.	502.	45.2	41.7	486.	42.8	10.4	22.0	8h06	0.722	0.877	0.392
			INT	36	379.	557.	493.	458.	522.	63.8	46.0	490.	43.4	7.24	14.7	8h10			
		T4	CTRL	17	415.	618.	478.	438.	503.	64.8	58.9	487.	58.9	14.3	30.3	8h07			
			INT	36	414.	566.	480.	454.	508.	54	41.7	483.	37.0	6.17	12.5	8h03			
Temps total de sommeil	min	T1	CTRL	17	358.	478.	412.	398.	429.	31.3	26.2	413.	32.0	7.75	16.4	6h53	0.981	0.463	0.634
			INT	36	333.	477.	415.	385.	439.	54.1	44.9	413.	40.9	6.82	13.8	6h53			
		T4	CTRL	17	347.	531.	394.	369.	418.	49.5	37.9	407.	51.9	12.6	26.7	6h47			
			INT	36	326.	469.	398.	376.	426.	50.9	37.7	402.	36.5	6.08	12.3	6h42			
Heure de début de sommeil	heures	T1	CTRL	17	21.6	25.6	23.6	23.1	24.5	1.48	0.83	23.8	1.00	0.243	0.516	23h48	0.576	0.717	0.371
			INT	36	22.1	26.3	23.4	22.9	23.9	0.96	0.654	23.6	0.971	0.162	0.328	23h36			
		T4	CTRL	17	21.3	25.8	23.9	23.2	24.1	0.876	0.583	23.7	1.08	0.262	0.554	23h42			
			INT	36	22.3	26.7	23.8	23.1	24.2	1.17	0.778	23.7	0.846	0.141	0.286	23h42			
Latence d'endormissement	min	T1	CTRL	17	2.47	36.4	7	6.33	9.59	3.26	3.66	9.87	8.13	1.97	4.18	9min	0.318	0.881	0.239
			INT	36	0.438	63.5	8.91	4.64	14.9	10.2	6.88	12.7	13.0	2.17	4.41	12min			
		T4	CTRL	17	2.25	27.2	8.93	5.07	10.8	5.77	5.73	10.3	7.48	1.81	3.84	10min			
			INT	36	0.4	27.4	6.66	4.64	13.5	8.88	5.28	9.31	7.00	1.17	2.37	9min			
Temps de petit somme	min	T1	CTRL	17	3.38	27.5	10.5	7.21	14.4	7.20	5.38	12.1	6.43	1.56	3.31	12min	0.872	0.443	0.547
			INT	36	2.62	28.3	11.0	8.44	14.1	5.69	4.71	11.7	5.65	0.941	1.91	11min			
		T4	CTRL	17	4.27	34.6	9.83	7.33	17.6	10.2	4.52	13.2	8.58	2.08	4.41	13min			
			INT	36	2.2	31.2	11.2	6.97	13.7	6.75	5.62	11.8	6.69	1.12	2.26	11min			
Temps de réveils nocturnes	min	T1	CTRL	17	27.1	86.2	52.2	38.4	59.7	21.3	14.2	50.8	14.6	3.53	7.49	50min	0.665	0.105	0.880
			INT	36	21.6	111.	47.8	40.0	63.1	23.2	17.8	53.2	20.7	3.46	7.02	53min			
		T4	CTRL	17	21.9	108.	55.1	44.7	66.6	21.9	17.0	56.9	21.8	5.29	11.2	56min			
			INT	36	39.3	119.	58.1	49.7	65.4	15.7	12.1	60.0	16.4	2.73	5.53	60min			
Heure de fin de sommeil	heures	T1	CTRL	17	5.49	9.11	7.85	6.76	8.08	1.31	0.718	7.48	0.917	0.222	0.471	7h29	0.645	0.725	0.571
			INT	36	5.98	9.69	7.24	6.94	7.73	0.793	0.544	7.36	0.726	0.121	0.246	7h22			
		T4	CTRL	17	4.98	9.86	7.29	7.06	7.86	0.799	0.792	7.40	0.999	0.242	0.513	7h24			
			INT	36	5.58	10.8	7.24	6.83	7.98	1.15	0.79	7.43	1.00	0.167	0.339	7h26			
Heure de lever	heures	T1	CTRL	17	5.54	9.28	8.02	6.89	8.25	1.36	0.818	7.68	0.942	0.228	0.484	7h41	0.640	0.791	0.615
			INT	36	6.12	10.1	7.45	7.16	7.90	0.742	0.602	7.55	0.746	0.124	0.253	7h33			
		T4	CTRL	17	5.1	9.94	7.69	7.21	7.99	0.779	0.719	7.62	1.04	0.251	0.533	7h37			
			INT	36	5.80	11.1	7.41	7.05	8.16	1.11	0.803	7.63	1.02	0.17	0.345	7h38			
Efficacité du sommeil	Pourcentage	T1	CTRL	17	79.5	89.5	85.5	83.3	87.4	4.11	3.23	85.2	2.84	0.688	1.46	85,2%	0.497	0.124	0.727
			INT	36	71.0	94.3	85.3	81.2	88.3	7.05	4.79	84.3	5.49	0.915	1.86	84,3%			
		T4	CTRL	17	74.4	90.1	84.2	80.2	87.6	7.41	5.55	83.7	4.44	1.08	2.28	83,7%			
			INT	36	72.1	89.4	83.5	81.6	86.1	4.52	3.76	83.2	4.13	0.688	1.40	83,2%			

Les valeurs sont exprimées en moyenne. Les variables sont colorées : rouge lorsque les seuils ne sont pas respectés et vert lorsqu'elles sont conformes. * représente des différences statistiquement significatives (p < 0,05). Les valeurs de p présentées dans ce tableau permettent d'évaluer les différences statistiques dans les paramètres mesurés selon plusieurs comparaisons :

- Pour le « groupe INT », la valeur de p indique si une différence significative existe entre le groupe intervention et le groupe contrôle.
- Pour « T4 post-intervention », la valeur de p indique si une différence significative existe entre les périodes pré-intervention et post-intervention.
- Pour « groupe INT : T4 post-intervention », la valeur de p détermine si une différence significative est observée entre le groupe intervention et le groupe contrôle, en comparant les périodes pré-intervention et post-intervention

Tableau 19 : Paramètres de sommeil des groupes CTRL et INT, en pré- et post-intervention, comprenant les nuits de weekend uniquement. Les données sont stratifiées par période (pré- et post-intervention, T1 et T4) et par groupe (CTRL et INT)

Description	Unité	Temps	WEEKEND (527 nuits)													P value des mod sat			
			n	min	max	median	q1	q3	iqr	mad	mean	sd	se	ci	Moyenne (hh:mm)	Groupe INT	Temps T4 post	Groupe INT: Temps T4 post	
Heure de coucher	heures	T1	CTRL	17	23.3	27.1	24.6	23.8	25.5	1.74	1.35	24.9	1.23	0.299	0.633	24h54	0.0555	0.119	0.102
			INT	36	22.5	26.4	24.1	23.5	24.8	1.29	0.993	24.2	0.927	0.154	0.314	24h12			
		T4	CTRL	17	22.2	27.5	24.2	23.6	25.0	1.37	1.20	24.4	1.33	0.322	0.682	24h24			
			INT	36	22.7	27.0	24.3	23.6	25.0	1.46	1.13	24.4	1.11	0.185	0.376	24h24			
Temps passé au lit	heures	T1	CTRL	17	410.	638.	510.	466.	548.	82.5	65.6	510.	60.9	14.8	31.3	8h30	0.475	0.3914	0.058
			INT	36	434	595	522.	492.	556.	63.8	47.6	520.	40.3	6.72	13.6	8h40			
		T4	CTRL	17	417.	593	502.	468.	530.	61.4	50.1	501.	50.9	12.4	26.2	8h21			
			INT	36	389	596.	491.	456.	514.	57.8	51.3	486.	47.6	7.94	16.1	8h06			
Temps total de sommeil	min	T1	CTRL	17	352.	539	446.	414.	453.	38.2	21.5	438.	44.6	10.8	22.9	7h18	0.6917	0.055	0.105
			INT	36	380	508.	450.	408.	472.	64.3	40.0	442.	37.1	6.19	12.6	7h22			
		T4	CTRL	17	347.	493.	424.	392.	439.	47.0	41.1	419.	38.9	9.44	20.0	6h59			
			INT	36	324.	527.	404.	378.	426.	48.6	35.2	406.	42.8	7.13	14.5	6h46			
Heure de début de sommeil	heures	T1	CTRL	17	23.6	27.2	24.7	23.9	25.6	1.76	1.30	25.0	1.19	0.288	0.611	01h00	0.059	0.138	0.132
			INT	36	22.7	26.7	24.2	23.7	25.0	1.30	0.982	24.4	0.945	0.157	0.32	00h24			
		T4	CTRL	17	22.8	27.5	24.4	23.8	25.1	1.29	1.04	24.6	1.28	0.312	0.66	00h36			
			INT	36	22.8	27.1	24.4	23.7	25.3	1.65	1.28	24.5	1.13	0.188	0.381	00h30			
Latence d'endormissement	min	T1	CTRL	17	0.167	23.7	8.17	5.75	10.2	4.42	3.58	9.16	6.15	1.49	3.16	9min	0.790	0.465	0.239
			INT	36	1	32	8.5	4.15	13.5	9.39	6.78	9.79	6.90	1.15	2.34	9min			
		T4	CTRL	17	0.25	33.4	7.67	3.67	13	9.33	7.91	10.8	10.6	2.57	5.44	10min			
			INT	36	0	35.5	5.5	3.31	12.1	8.75	4.63	8.18	8.47	1.41	2.87	8min			
Temps de petit somme	min	T1	CTRL	17	4.29	46.3	9.5	6.5	18.2	11.8	6.67	12.8	10.3	2.51	5.32	12min	0.815	0.774	0.733
			INT	36	1.5	40.5	9.83	5.83	16.1	10.3	7.60	13.2	8.03	1.34	2.72	12min			
		T4	CTRL	17	5.17	25.8	11.2	7.33	18	10.7	7.91	13.4	6.99	1.70	3.59	13min			
			INT	36	1	28.8	10.2	5.25	17.9	12.6	8.22	11.9	7.92	1.32	2.68	11min			
Temps de réveils nocturnes	min	T1	CTRL	17	24.2	87.7	48.3	43.7	56.7	13	12.4	50.9	15.4	3.74	7.92	50min	0.338	0.107	0.642
			INT	36	32.2	111.	54.6	41.3	65.7	24.3	18.3	56.2	19.2	3.19	6.48	56min			
		T4	CTRL	17	11.6	98.2	56	48	72.8	24.8	14.1	57.5	20.7	5.01	10.6	57min			
			INT	36	38.8	132.	53.9	50.7	65.3	14.6	11.5	60.6	19.3	3.21	6.52	60min			
Heure de fin de sommeil	heures	T1	CTRL	17	7.37	11.5	8.66	8.31	10.0	1.70	1.03	9.16	1.30	0.316	0.67	9h10	0.164	0.052	0.613
			INT	36	7.08	10.5	8.70	8.18	9.10	0.928	0.688	8.71	0.794	0.132	0.269	8h43			
		T4	CTRL	17	6.98	10.8	8.36	7.67	9.07	1.40	1.05	8.53	1.14	0.276	0.585	8h32			
			INT	36	5.93	11.0	8.36	7.27	8.95	1.68	1.26	8.27	1.24	0.206	0.418	8h16			
Heure de lever	heures	T1	CTRL	17	7.45	11.7	8.94	8.60	10.1	1.48	0.799	9.37	1.31	0.317	0.672	9h22	0.149	0.0493*	0.629
			INT	36	7.11	10.9	8.90	8.46	9.35	0.888	0.704	8.91	0.799	0.133	0.27	8h55			
		T4	CTRL	17	7.07	11.0	8.69	8.00	9.31	1.31	1.03	8.75	1.13	0.273	0.579	8h45			
			INT	36	6.17	11.0	8.52	7.60	9.24	1.65	1.18	8.47	1.19	0.199	0.403	8h28			
Efficacité du sommeil	Pourcentage	T1	CTRL	17	80.4	93.8	86.3	84.3	87.1	2.88	2.88	86.0	3.14	0.761	1.61	86%	0.468	0.0154*	0.609
			INT	36	75.0	93.0	84.9	82.6	88.2	5.52	4.68	85.0	4.63	0.772	1.57	85%			
		T4	CTRL	17	74.0	89.7	85.2	80.8	87.3	6.53	3.42	83.9	4.59	1.11	2.36	83,9%			
			INT	36	68.3	89.6	84.5	81.7	86.5	4.72	3.22	83.5	4.51	0.752	1.53	83,5%			

Les valeurs sont exprimées en moyenne. Les variables sont colorées : rouge lorsque les seuils ne sont pas respectés et vert lorsqu'elles sont conformes. * représente des différences statistiquement significatives (p < 0,05). Les valeurs de p présentées dans ce tableau permettent d'évaluer les différences statistiques dans les paramètres mesurés selon plusieurs comparaisons :

- Pour le « groupe INT », la valeur de p indique si une différence significative existe entre le groupe intervention et le groupe contrôle.
- Pour « T4 post-intervention », la valeur de p indique si une différence significative existe entre les périodes pré-intervention et post-intervention.
- Pour « groupe INT : T4 post-intervention », la valeur de p détermine si une différence significative est observée entre le groupe intervention et le groupe contrôle, en comparant les périodes pré-intervention et post-intervention

IV- Discussion

L'objectif principal de ce travail de thèse était d'évaluer l'efficacité du module sommeil du projet PROMESS sur le sommeil des étudiants de 4^e et 5^e années de médecine au travers de trois étapes d'analyses. Nous avons utilisé une méthode objective fiable et robuste basée sur des enregistrements d'actimétrie (74). Il est important de noter, que seulement 2 études ont cherché à quantifier objectivement le sommeil des étudiants en médecine (70, 90). Ainsi, nos données, bien qu'originales et innovantes, restent difficilement comparables à la littérature. Nous discuterons néanmoins nos résultats en les mettant en perspective avec ces deux études, ainsi qu'une troisième portant sur des étudiants provenant d'autres filières (85).

A- Analyse des résultats principaux

Les résultats de l'étape 1 ont permis de caractériser objectivement les habitudes de sommeil des étudiants en médecine en pré-intervention (Tableau 20). Ces données montrent que les étudiants :

- se couchent tardivement, à **23h43** (± 52 min) ;
- ont un temps de sommeil total moyen de **7h04** (± 35 min), ce temps est plus bas durant les nuits de semaine, passant sous le seuil critique des 7 heures recommandées (83, 85) : **6h57** (± 41 min) ;
- avaient un temps de réveils nocturnes supérieur à 40 minutes : **53 min** (± 19 min) ;
- et une efficacité de sommeil inférieure à 85% : **84,8%** ($\pm 4,7\%$).

Tableau 20 : Tableau résumant les principaux paramètres objectifs du sommeil, analysés sur l'ensemble des nuits (semaine et week-end), les nuits de semaine uniquement, et les nuits de week-end uniquement.

	Semaine + Weekend	Semaine	Weekend
Heure de coucher	23h43 (± 52 min)	23h26 (± 54 min)	00h28 ($\pm 1h04$)
Temps total de sommeil	7h04 (± 35 min)	6h57 (± 41 min)	7h21 (± 39 min)
Temps de réveils nocturnes	53 min (± 19 min)	53 min (± 19 min)	54 min (± 19 min)
Efficacité du sommeil	84,8% ($\pm 4,7\%$)	84,6% ($\pm 4,9\%$)	85,2% ($\pm 4,7\%$)

Nos résultats mettent en évidence des troubles du sommeil significatifs parmi les étudiants en médecine, caractérisés par des horaires de coucher tardifs, une fragmentation du sommeil, et une efficacité inférieure aux seuils internationaux recommandés (84,86). Ces observations

s'inscrivent dans une tendance générale observée chez les étudiants universitaires, comme le montre une étude italienne sur des étudiants non-médecins (85), qui rapporte un temps total de sommeil inférieur à 7 heures (**6h33**) et une fragmentation importante du sommeil avec des temps de réveils nocturnes à **52 min (± 27 min)** (Tableau 21). De manière similaire, l'étude américaine réalisée auprès d'étudiants en 1^{ère} année de médecine (92) révèle des horaires de coucher tardifs (**00h26 ± 1h35**) et un temps total de sommeil encore plus réduit (**6h29 ± 1h25**), témoignant d'une vulnérabilité similaire chez les étudiants en médecine.

Tableau 21 : Comparaison des paramètres objectifs de sommeil sur les nuits de semaine et de weekend, entre l'étude PROMESS, une étude italienne (85), et une étude américaine (92).

Étude	PROMESS	Étude italienne (85)	Étude américaine (92)
Type de nuits	Semaine + Weekend	Semaine + Weekend	NS
Age moyen étudiants	23,02 ± 2,34 ans	23,89 ± 2,51 ans	24 ± 3,5 ans
Type d'études	Médecine	Autre que médecine	Médecine
Nombre d'étudiants	n=58	n=82	n=44
Heure de coucher	23h43 (±52 min)	1h11 (±1h43)	00h26 (±1h35)
Temps total de sommeil	7h04 (±35 min)	6h33 (±1h17)	6h29 (±1h25)
Temps de réveils nocturnes	53 min (±19 min)	52 min (±27min)	NS
Efficacité du sommeil	84,8% (±4,7%)	86,4% (±5,7%)	NS

De plus, notre étude PROMESS montre que **62 % des étudiants** (71) en médecine présentent un PSQI \geq 5, indiquant une mauvaise qualité de sommeil. Ce chiffre est comparable aux **72 %** rapportés par l'étude de Bani Issa (70), réalisée auprès d'étudiants en 1^{ère} année aux Émirats Arabes Unis. Bien que légèrement inférieur, il reste élevé et témoigne d'une prévalence significative des troubles du sommeil dans cette population. Par ailleurs, l'étude américaine (92) rapporte que **68 %** des étudiants ont connu au moins un épisode de « *short sleep* » (<6 heures) sur trois nuits consécutives. Ce constat suggère que les étudiants en médecine, en raison de leurs habitudes de sommeil parfois inadéquates, sont particulièrement exposés à des perturbations du sommeil, accentuant leur vulnérabilité face à ces troubles.

Les perturbations du sommeil apparaissent particulièrement marquées en semaine (Tableau 20), suggérant une relation entre le rythme académique et les habitudes de sommeil. En semaine, les étudiants se couchent en moyenne à **23h26** (± 54 min), avec un temps total de sommeil réduit à **6h57** (± 41 min), contre **7h21** (± 39 min) le week-end, où l'heure de coucher est retardée à **00h28** (± 1h04) (Tableau 22).

Tableau 22 : Tableau comparatif des paramètres objectifs de sommeil en semaine uniquement entre l'étude PROMESS et une étude italienne (85).

Type de nuits Étude	Semaine uniquement Étude PROMESS	Semaine uniquement Étude italienne (85)	Weekend uniquement Étude PROMESS	Weekend uniquement Étude italienne (85)
Heure de coucher	23h26 (±54 min)	00h59 (±1h33)	00h28 (±1h04)	1h41 (±2h01)
Temps total de sommeil	6h57 (±41 min)	7h31 (±49 min)	7h21 (±39 min)	6h43 (±1h20)
Temps de réveils nocturnes	53 min (±19 min)	52 min (±27 min)	54 min (±19 min)	53 min (±26min)
Heure de fin de sommeil	7h29 (±52 min)	8h31 (±1h24)	8h53 (±1h03)	9h40 (±1h32)
Efficacité du sommeil	84,6% (±4,9%)	86,3% (±5,7%)	85,2% (±4,7%)	86,5% (±5,7%)
Les résultats montrent une fragmentation accrue et une moindre efficacité de sommeil chez les étudiants PROMESS par rapport à leurs homologues italiens.				

Hypothèses explicatives : Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces perturbations du sommeil chez les étudiants en médecine. Premièrement, la charge académique intense (47), combinée à des horaires irréguliers (47), pourraient perturber le rythme circadien naturel des étudiants. Deuxièmement, l'utilisation prolongée des écrans (27) et des stimulants (49) en soirée pourrait retarder l'endormissement et altérer la qualité du sommeil. Enfin, le stress chronique, pouvant être généré par la formation médicale, peut induire une hypervigilance nocturne (50), augmentant le temps de réveil et fragmentant le sommeil. Ces conditions, particulièrement durant les périodes académiques intenses, pourraient expliquer pourquoi une proportion importante d'étudiants présente une augmentation des symptômes de stress sévère (8,3 %) et de burnout (27,8 %) (92) retrouvés lors des épisodes de « *short sleep* » (< 6 heures).

En revanche, durant les nuits de week-end, les paramètres de sommeil s'améliorent légèrement : le temps total de sommeil atteint en moyenne **7h21** (± 39 min), dépassant le seuil minimal recommandé, l'efficacité de sommeil est de **85,2 %** (± 4.7%), conforme aux standards internationaux. Cependant, le temps de réveils nocturnes reste élevé à **54 min** (± 19 min), traduisant une fragmentation persistante du sommeil.

Ces résultats suggèrent que, bien que la durée de sommeil des étudiants soit plus longue le week-end, la persistance des réveils fréquents continue d'altérer la continuité et la profondeur du sommeil, ce qui peut limiter son caractère réparateur.

Par ailleurs, les étudiants se couchent et se lèvent plus tard le week-end, avec un horaire de lever retardé à **8h53 en moyenne** (Tableau 22), ce qui traduit un **décalage important (1h24) des rythmes de sommeil entre la semaine et le week-end** (*social jetlag*) (35). Dans notre population d'étudiants en médecine, ce décalage semble particulièrement marqué par rapport aux

étudiants universitaires italiens, chez qui les horaires de lever sont retardés d'**1h09** le week-end. Ce phénomène pourrait être attribuable à une charge académique plus intense en semaine dans notre population, nécessitant une récupération accrue dès que les contraintes académiques diminuent.

Deux hypothèses principales peuvent expliquer ce décalage :

- 1- **Effet bénéfique potentiel** : L'allongement du sommeil pendant le week-end pourrait contribuer à une récupération partielle de la dette de sommeil accumulée durant la semaine. Des horaires de lever plus flexibles et une moindre pression sociale ou académique permettraient un alignement plus naturel des rythmes circadiens individuels. Ces ajustements pourraient atténuer les perturbations circadiennes, comme le suggère l'étude sur *le Social Jetlag and Related Risks for Human Health* (35). Cette étude met en évidence l'importance de réduire le décalage circadien pour limiter les impacts négatifs sur la santé liés à des rythmes de sommeil irréguliers. Toutefois, ces bénéfices sont limités par la persistance de certains facteurs, comme une fragmentation du sommeil encore marquée même durant les week-ends.
- 2- **Effet délétère potentiel** : À l'inverse, ce décalage marqué entre semaine et week-end pourrait amplifier un désalignement circadien (*social jetlag*) sur le long terme. Ce phénomène, souvent observé dans d'autres populations étudiantes, est associé à une irrégularité accrue des rythmes veille-sommeil, pouvant nuire à la qualité globale du sommeil et à la régulation émotionnelle. Les données issues de la revue systématique sur les dispositifs Fitbit (93) indiquent que, bien que les périodes de récupération pendant le week-end permettent d'allonger la durée de sommeil, elles ne suffisent pas à compenser pleinement les effets négatifs du décalage horaire social accumulés durant la semaine. En effet, un sommeil irrégulier, caractérisé par des horaires de coucher et de lever variables, demeure associé à une perturbation des rythmes circadiens, ce qui limite la récupération physiologique (26).

Ces deux aspects soulignent la nécessité de **quantifier précisément ce décalage**, notamment *via* des indicateurs comme le *Sleep Regularity Index (SRI)*. Une telle mesure permettrait d'évaluer l'ampleur du désalignement circadien dans notre population, en comparaison avec d'autres populations étudiantes ou jeunes adultes. L'étude de Medeiros et al. (63) a démontré que

l'irrégularité des cycles veille-sommeil est directement liée à une mauvaise qualité de sommeil et à une diminution des performances académiques ($p < 0,03$). Ces observations mettent en lumière l'importance d'une régularité accrue pour limiter les impacts négatifs du désalignement circadien, tout en maintenant les bénéfices d'une récupération prolongée durant le week-end.

Les étapes 2 et 3 cherchaient à démontrer l'efficacité du module PROMESS-Sleep sur les marqueurs objectifs du sommeil. Contrairement à nos hypothèses, nous n'avons pas réussi à montrer d'amélioration de ces variables ni durant les modules dans le groupe intervention (étape 2), ni en comparant avant/après notre intervention pour les groupes intervention et contrôle (étape 3).

Hypothèses explicatives :

- **Limites du module sommeil** : L'intervention, bien que structurée et individualisée, pourrait être insuffisante pour générer des changements mesurables sur des paramètres objectifs. Les conseils et recommandations peuvent avoir un impact plus marqué sur les ressentis des étudiants que sur leurs comportements de sommeil.

-**Focus limité sur le sommeil nocturne** : Notre analyse n'intègre pas le sommeil diurne (siestes), qui pourrait être une stratégie adoptée par les étudiants pour compenser les déficits de sommeil nocturne. Lors de la session 2 du module, du contenu pédagogique a été dispensé sur l'importance des siestes et leurs rôles dans la récupération. Des échanges spécifiques avec les étudiants ont permis de discuter des recommandations pour intégrer des siestes dans leur routine (94,95). Ces conseils incluaient des indications pratiques, comme privilégier des siestes d'environ 20 à 30 minutes en début d'après-midi pour éviter de perturber le sommeil nocturne. Il est possible que les étudiants aient adopté cette pratique de siestes suite à notre programme, particulièrement après la session 2, mais cet aspect n'a pas été analysé dans le cadre de cette étude. Dans ce contexte, il serait pertinent d'explorer si des siestes diurnes pourraient jouer un rôle compensatoire pour atténuer les effets négatifs d'un sommeil nocturne insuffisant, notamment en réduisant la dette de sommeil accumulée. La fréquence et la durée des siestes pourraient offrir des informations complémentaires pour mieux comprendre les stratégies

d'adaptation des étudiants face à leurs contraintes académiques et les futures études devront intégrer ces aspects dans leurs analyses.

- **Limites des temps de mesure** : Une hypothèse additionnelle pourrait être que le délai entre les sessions était insuffisant pour permettre des changements importants des habitudes de sommeil et donc engendrer des modifications comportementales mesurables par actimétrie. De plus, nos temps de mesure (T2 et T3) ont eu lieu pendant le module lui-même, ce qui ne permet pas de capturer une réelle comparaison pré-intervention et post-intervention dans le groupe intervention. Avoir des mesures plus espacées dans le temps après la fin du programme aurait pu mieux objectiver les changements induits par notre intervention. Le sommeil, en tant que comportement influencé par de nombreux facteurs externes (académiques, sociaux et individuels), nécessite souvent un temps d'adaptation prolongé pour que des effets durables soient visibles. En effet, l'étude de Lally et al. (96) a mis en évidence que la formation d'une habitude peut nécessiter **entre 18 et 254 jours**, avec une moyenne d'environ 66 jours pour atteindre un niveau d'automatisme proche de 95 %. Ce processus, qui repose sur la répétition d'un comportement dans un contexte stable, peut varier en fonction de la complexité du comportement à adopter et de la régularité des répétitions. Par ailleurs, les interventions basées sur des thérapies cognitivo-comportementales visant à modifier les habitudes de sommeil, comme celles appliquées dans le traitement de l'insomnie, montrent qu'**une durée de 4 à 8 semaines est souvent nécessaire pour obtenir des changements significatifs et durables** (97). Ces éléments soulignent qu'une intervention de courte durée peut s'avérer insuffisante pour garantir la consolidation durable de nouvelles habitudes.

En s'appuyant sur des modèles théoriques comme le modèle transthéorique du changement (modèle de Prochaska et DiClemente) (Annexe 3 page 98), il est également possible d'expliquer que les étudiants se trouvaient probablement dans la phase d'action du modèle, une étape marquée par des efforts actifs pour modifier leur comportement, mais encore sujette à des rechutes ou des retours en arrière. Ces fluctuations, fréquentes dans le processus de formation d'une habitude, soulignent que les effets observés pendant le programme pourraient refléter une dynamique d'ajustement plutôt qu'une transition vers la phase de "maintien", où les comportements deviennent stables et automatiques. Ces éléments mettent en lumière la nécessité d'envisager des interventions prolongées et de mieux espacer les mesures post-

interventionnelles afin d'évaluer l'impact à long terme des changements initiés par le programme.

-**Échantillon insuffisant** : Avec seulement 32 étudiants analysés (71 % des participants initiaux), la puissance statistique peut être insuffisante pour détecter des changements.

Comparaison avec la littérature

Dans la littérature scientifique, une seule étude a cherché à démontrer l'efficacité d'une intervention (combinant une éducation sur l'hygiène du sommeil et l'utilisation d'informations objectives sur le sommeil) sur le sommeil objectif des étudiants en médecine (Tableau 23) (70).

Tableau 23 : Points clés de l'étude de Bani Issa

	Bani Issa (70)	PROMESS
Méthode	Étude expérimentale, sans groupe contrôle, avec un suivi sur 4 semaines.	Étude expérimentale, avec un groupe intervention et un groupe contrôle, sur 4 à 6 semaines.
Participants	111 étudiants de 1 ^{ère} année de médecine, d'âge moyen de 17.93 ± 0.2 ans, à la Faculté de Médecine de Sharjah, aux Émirats Arabes Unis.	70 étudiants de 4 ^e et 5 ^e année de médecine, d'âge moyen de 23,02 ± 2,34 ans, à la Faculté de Médecine Lyon Est, en France.
Intervention	Programme d'éducation sur l'hygiène du sommeil (séminaires, brochures, messages WhatsApp) et suivi <i>via</i> Fitbit. Suivi hebdomadaire.	Sessions interactives sur le sommeil avec échanges personnalisés basés sur des questionnaires et d'un suivi objectif <i>via</i> l'actimétrie (conseils adaptés, mise en place d'objectifs). Sessions espacées de 14 à 21 jours.
Objectifs	Améliorer la qualité de sommeil (PSQI) et réduire les symptômes d'inquiétude psychologique (PSWQ).	Améliorer les habitudes et la qualité de sommeil des étudiants en médecine.
Outcomes	Mesures subjectives (PSQI) et objectives (données Fitbit) pour évaluer les progrès. Utilisation de dispositifs Fitbit ¹¹ , moins fiables avec une tendance à surestimer les durées de sommeil (93).	Mesures subjectives (PSQI, MFI, EVA) et objectives (actimètres). Utilisation d'actimètres Genactiv, outil fiable avec utilisation concomitante d'agendas du sommeil.
Résultats principaux subjectifs	- Score total moyen du PSQI diminué de 7,1 ± 2,87 à 6,17 ± 3,16 ($p = 0,04$). - Réduction des scores d'inquiétude (PSWQ, $p = 0,049$). Amélioration de la qualité subjective du sommeil.	- Score total moyen du PSQI réduit de 5,84 ± 2,72 en session 1 à 4,82 ± 2,45 en session 3 ($p=0,004$). - Pourcentage d'étudiants avec troubles du sommeil (PSQI ≥ 5) réduit de 62 % à 49 %. Amélioration de la qualité subjective du sommeil
Résultats principaux objectifs	-Réduction des épisodes de repos agité ($p = 0,013$). -Augmentation significative des heures de sommeil profond ($p = 0,002$) Amélioration objective de la qualité de sommeil.	Aucune amélioration objective significative observée.

¹¹ Comparatif Fitbit / Actimètre

Critère	Fitbit	Actimètre
Objectif	Bien-être général et fitness	Recherche clinique et médicale
Précision	Suffisante pour un usage quotidien	Haute précision pour les cycles veille/sommeil
Fonctionnalités	Variées (cardio, activité, sommeil)	Centré sur le mouvement et les cycles veille/sommeil
Public cible	Grand public	Scientifique et patients

Mesures objectives

Nous n'avons donc pas observé d'amélioration objective du sommeil à la suite de notre intervention contrairement à l'étude de Bani Issa. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette différence. Tout d'abord, la **durée de notre intervention**, bien qu'étalée sur 4 à 6 semaines avec des sessions espacées, elle pourrait ne pas avoir permis un suivi comportemental aussi intensif et immédiat que le programme hebdomadaire sur 4 semaines proposé par Bani Issa. Ensuite, les **méthodologies des dispositifs de suivi** diffèrent : les actimètres validés utilisés dans notre étude offrent une précision scientifique robuste et fiable, tandis que les Fitbits utilisés dans l'étude de Bani Issa tendent à **surestimer les durées de sommeil** (93), ce qui peut influencer les résultats.

De plus, des différences liées aux **profils des participants** pourraient jouer un rôle. L'étude de Bani Issa s'est concentrée sur des **étudiants de 1^{ère} année**, possiblement plus réceptifs aux changements de comportement, tandis que nos participants, en 4^e et 5^e années de médecine, font face à des contraintes académiques plus élevées, avec des habitudes de sommeil déjà plus profondément enracinées. Par ailleurs, l'approche pédagogique de Bani Issa, avec des **séminaires hebdomadaires et des rappels réguliers via WhatsApp**, pourrait avoir favorisé une adhésion accrue des participants, comparée à notre modèle avec des sessions plus espacées. Ces différences méthodologiques et contextuelles soulignent l'importance d'ajuster les futures interventions pour maximiser leur efficacité tout en tenant compte des contraintes spécifiques aux populations étudiées.

Mesures subjectives

Les mesures subjectives réalisées dans le cadre du module PROMESS (71) montrent **une amélioration significative de la qualité perçue du sommeil et une diminution de la fatigue** des étudiants en médecine. Le score total du PSQI a diminué de manière significative au cours des trois sessions, passant de **5,84** ($\pm 2,72$) en session 1 à **4,82** ($\pm 2,45$) ($p = 0,004$) en session 3, ainsi qu'une diminution de la proportion d'étudiants présentant des troubles du sommeil (PSQI total ≥ 5), passant de **62 %** en session 1 à **49 %** en session 3. Une tendance similaire est observée dans l'étude de Bani Issa (70), où le score total moyen du PSQI est passé de **7,1** ($\pm 2,87$) à **6,17** ($\pm 3,16$) ($p = 0,04$), indiquant également une amélioration globale de la qualité du sommeil. Bien que les valeurs initiales et finales diffèrent entre les deux études, ces résultats convergent

vers une efficacité des interventions ciblées sur l'hygiène du sommeil pour améliorer la qualité perçue du sommeil chez les étudiants en médecine.

En parallèle, nos étudiants ont rapporté **une diminution progressive de leur fatigue tout au long du module**, mesurée à l'aide de plusieurs outils. L'échelle visuelle analogique (EVA) a montré une **réduction significative de leur niveau de fatigue** ($p = 0,044$), tandis que le questionnaire multidimensionnel de fatigue (MFI) a mis en évidence une **diminution de la fatigue générale** ($p = 0,045$) et une **tendance similaire pour la fatigue mentale** ($p = 0,071$). Ces résultats renforcent l'idée que des interventions axées sur l'hygiène du sommeil peuvent non seulement améliorer la qualité perçue du sommeil, mais également réduire les niveaux de fatigue chez les étudiants. Cependant, une discordance a été observée entre ces ressentis et les données objectives mesurées par actimétrie, ce qui met en lumière **l'importance de combiner données subjectives et objectives pour une évaluation complète**.

B- Forces et limites de l'étude

Cette étude présente plusieurs forces, notamment l'utilisation de l'actimétrie, qui constitue un outil fiable et objectif pour mesurer les paramètres de sommeil. De plus, le design de l'intervention, centré sur des sessions personnalisées et interactives, a été très bien accueilli par les participants, comme en témoigne leur haut niveau de satisfaction (81,5%) (71). L'intégration de mesures pré-intervention et post-intervention permet également d'évaluer les effets à long terme des stratégies d'hygiène du sommeil proposées.

Cependant, certaines limites doivent être soulignées. La taille de l'échantillon ($n=70$) restreint la généralisation des résultats à l'ensemble des étudiants en médecine. De plus, des **pertes de données** ont été observées. Tout d'abord, les nuits de garde ont été exclues des analyses afin d'éviter des biais liés aux horaires atypiques, non représentatifs des rythmes veille-sommeil habituels des participants. Cette exclusion pourrait conduire à une surestimation de la qualité du sommeil observée, car les nuits de garde, connues pour impacter négativement le sommeil, n'ont pas été prises en compte. Ensuite, certaines nuits ont été retirées en raison de problèmes techniques, tels que des dysfonctionnements des actimètres (absence d'enregistrement ou

problèmes de batterie). Ces exclusions, bien que nécessaires pour garantir la qualité des analyses, ont réduit le volume global des données et peuvent limiter la représentativité des résultats.

Enfin, l'absence d'analyse détaillée du sommeil diurne, tel que les siestes, constitue une autre limite de cette étude, car ces épisodes pourraient jouer un rôle compensatoire important pour atténuer la dette de sommeil accumulée. Ces points devront être considérés dans les études futures afin de maximiser la précision et la portée des résultats.

C- Perspectives et pistes d'améliorations

Afin d'améliorer l'évaluation et l'impact des interventions sur le sommeil et le bien-être des étudiants, plusieurs pistes peuvent être envisagées. Une approche combinant des échantillons plus larges, des mesures complémentaires, des méthodologies optimisées et des analyses détaillées des comportements diurnes pourrait renforcer la compréhension des mécanismes en jeu et l'efficacité des stratégies proposées. Voici les principales recommandations :

1- Augmentation de la taille de l'échantillon

Un échantillon plus large offrirait une puissance statistique accrue, réduisant les risques de biais associés aux petites tailles d'échantillon et permettant de mieux tenir compte de la grande variabilité individuelle. Cela ouvrirait également la possibilité d'explorer des analyses sur des sous-groupes spécifiques, tels que les différences selon le genre ; les chronotypes (préférences pour des horaires matinaux ou vespéraux) ; ou encore les habitudes académiques (comme les étudiants ayant des horaires irréguliers en raison des stages de garde).

Enfin, ces données pourraient être utilisées pour estimer la taille d'échantillon optimale dans les recherches futures.

2- Intégration de l'analyse des siestes

Évaluer la fréquence, la durée et l'heure des siestes permettrait de mieux comprendre leur rôle compensatoire. Ces analyses pourraient se concentrer sur leurs impacts sur des paramètres nocturnes tels que le temps total de sommeil (TST), l'efficacité du sommeil (SE) et la latence d'endormissement (SOL). Actuellement, notre analyse du TST se limite au temps de

sommeil nocturne. Intégrer le sommeil diurne dans les futures analyses permettrait de vérifier si notre programme a un effet global sur le temps total de sommeil réel (somme du sommeil nocturne et diurne). Cela offrirait une vision plus complète de l'impact des interventions sur la récupération et la gestion de la dette de sommeil des étudiants.

3- Optimisation du calendrier des mesures

Mettre en place un pré-test juste avant le début du module et un post-test immédiatement après sa fin serait idéal pour évaluer précisément les changements induits par l'intervention. Ces tests pourraient être complétés par des mesures longitudinales plus espacées, afin d'observer les effets durables des interventions et les adaptations à long terme. Ces évaluations pourraient aussi inclure des périodes spécifiques, comme les phases de stress intense liées aux examens ou des variations saisonnières des habitudes de sommeil.

4- Rapport détaillé des consommations

Documenter de manière systématique la consommation d'alcool, de stimulants (caféine, boissons énergisantes) et de traitements médicamenteux (antidépresseurs, anxiolytiques, somnifères) aiderait à mieux comprendre leurs effets sur le sommeil et à ajuster les recommandations en conséquence.

5- Analyse des activités diurnes

Examiner les niveaux d'activité physique, leur intensité et leur timing (par exemple, activité en soirée *versus* matinée) permettrait d'identifier des influences spécifiques sur les cycles veille-sommeil. Cela offrirait des leviers supplémentaires pour optimiser les interventions et renforcer leur efficacité.

V- Conclusion

La première partie de ce travail de thèse a permis de mettre en évidence un sommeil détérioré chez les étudiants en médecine, caractérisé par un temps de sommeil insuffisant, une fragmentation nocturne marquée et une efficacité de sommeil réduite, soulignant la nécessité de mettre en place des interventions adaptées.

La deuxième partie de ce travail consistait à tester une solution potentielle de remédiation : le programme PROMESS-Sleep. Cependant, contrairement à nos hypothèses et aux ressentis exprimés par les étudiants, nous n'avons pas observé d'amélioration significative des marqueurs objectifs du sommeil ni pendant ni après les sessions de notre programme. Afin de conclure de manière définitive sur l'efficacité d'un tel programme, de futures études devront inclure un échantillon d'étudiants beaucoup plus important, permettant de compenser les pertes potentielles et de prendre en compte la grande variabilité interindividuelle caractéristique de ce type de données, et envisager des temps d'analyses plus longs pour capturer des changements profondément ancrés comme ceux des habitudes de sommeil.

Annexes

Annexe 1 : Critères diagnostiques du trouble d'insomnie chez l'adulte selon le DSM-5 . Source: American Psychiatric Association, DSM-5 - Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, Elsevier Masson, 2016

A. La plainte principale est une insatisfaction concernant la quantité ou la qualité du sommeil, accompagnée d'un ou plusieurs des symptômes suivants :

- difficulté à initier le sommeil;
- difficulté à maintenir le sommeil, caractérisée par des éveils fréquents ou problèmes à se rendormir après un éveil nocturne;
- réveil matinal précoce avec incapacité à se rendormir.

B. Les difficultés de sommeil causent une détresse importante ou une perturbation du fonctionnement diurne avec un ou plusieurs des symptômes suivants :

- fatigue ou manque d'énergie;
- somnolence diurne;
- difficultés cognitives (ex. : attention, concentration, mémoire);
- perturbation de l'humeur (ex. : irritabilité, dysphorie);
- problème occupationnel ou académique;
- problème interpersonnel ou social.

C. L'insomnie est présente au moins trois nuits par semaine

D. L'insomnie est présente au moins pour une durée de trois mois

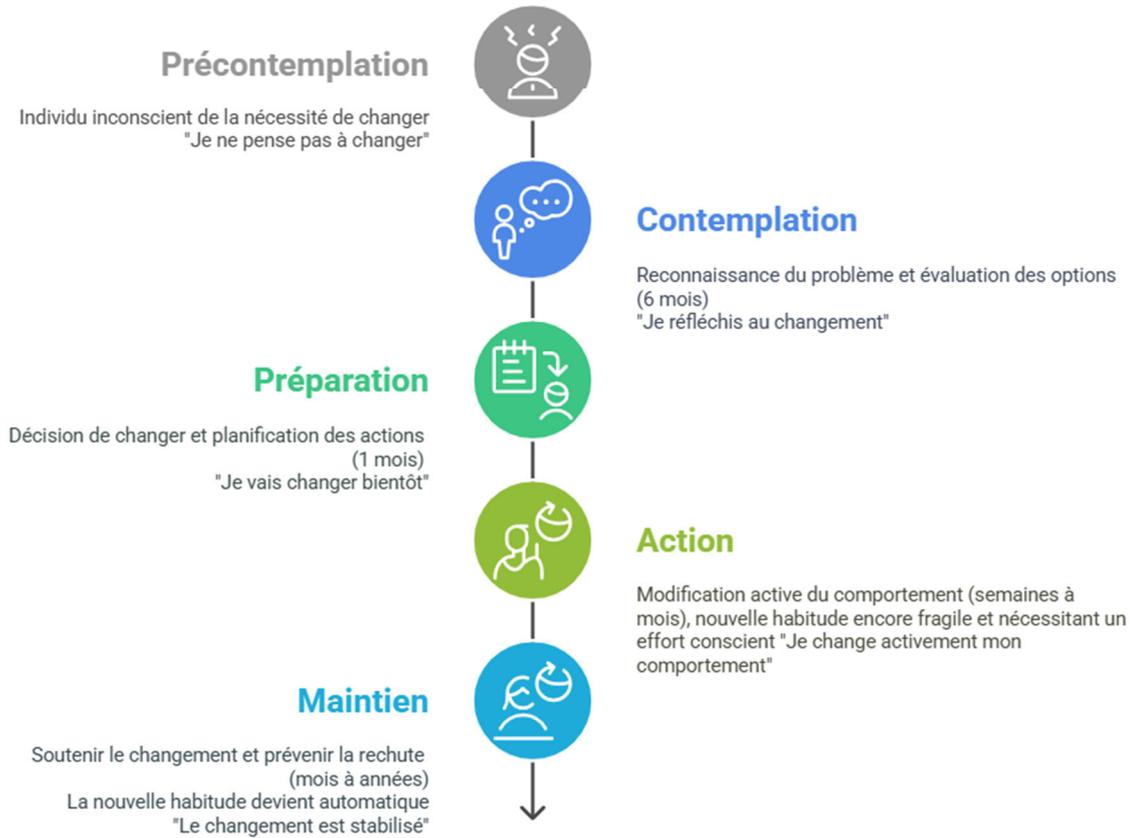
E. Les difficultés de sommeil sont présentes en dépit de circonstances adéquates pour dormir

F. L'insomnie n'est pas mieux expliquée ou ne se présente pas exclusivement dans le cadre d'un autre trouble du sommeil, ou un autre trouble médical ou psychiatrique; et n'est pas attribuable aux effets d'une substance ou d'une médication.

Annexe 2 : Tableau récapitulatif des paramètres objectifs du sommeil avec leur pertinence dans l'étude des perturbations du sommeil, leurs seuils recommandés et leurs indicateurs d'amélioration dans le suivi.

Paramètre	Pertinence	Seuils	Indicateur d'amélioration
Heures de coucher et de lever (<i>Bedtime et Get-Up Time</i>)	Permettent d'évaluer la régularité et la constance des horaires de sommeil, essentiels pour une bonne hygiène de sommeil.		Amélioration de la régularité des horaires de coucher et de lever.
Temps total de sommeil (TST)	Cible principale des interventions sur le sommeil, particulièrement si la durée est inférieure à 7 heures par nuit.	Insuffisants : ≤ 7 heures (84)	Augmentation significative de la durée totale de sommeil.
Temps de réveils nocturnes (WASO)	Indicateur clé de la fragmentation du sommeil. Mesure le temps passé éveillé après l'endormissement initial.	Excessif : > 40 minutes (86)	Réduction du temps d'éveil après endormissement.
Efficacité du sommeil (SE)	Rapport entre le temps total de sommeil (TST) et le temps passé au lit (TIB). Évalue la qualité globale du sommeil.	Alarmante : ≥ 80 % (98) Insuffisante : < 85 % (86)	Amélioration de l'efficacité du sommeil.
Régularité du sommeil (SRI)	Mesure de la constance des cycles veille-sommeil sur plusieurs jours, indicateur clé des rythmes circadiens.		Augmentation du <i>Sleep Regularity Index (SRI)</i> , reflétant une meilleure stabilité et cohérence des rythmes veille-sommeil.
Latence d'endormissement (SOL)	Mesure les difficultés d'endormissement, souvent associées au stress ou à une mauvaise hygiène de sommeil.	Excessive : > 30 minutes (88) Pathologique : < 5 minutes (87)	Réduction de la latence d'endormissement.
Temps passé au lit (TIB)	Évalue la gestion du temps passé au lit, permettant d'identifier les périodes non productives (ex. insomnies, somnolence).		Alignement plus étroit entre TIB et TST (réduction du temps inutile au lit).

Parcours à travers les étapes du changement de comportement Modèle de Prochaska et DiClemente (modèle transthéorique du changement)



Bibliographie

1. Inserm [Internet]. [cité 30 sept 2024]. Sommeil · Inserm, La science pour la santé. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/sommeil/>
2. Born J, Wagner U. Awareness in memory: being explicit about the role of sleep. 2004;
3. Diekelmann S, Born J. The memory function of sleep. *Nat Rev Neurosci*. févr 2010;11(2):114-26.
4. Wagner U, Hallschmid M, Rasch B, Born J. Brief Sleep After Learning Keeps Emotional Memories Alive for Years. *Biol Psychiatry*. oct 2006;60(7):788-90.
5. Baranwal N, Yu PK, Siegel NS. Sleep physiology, pathophysiology, and sleep hygiene. *Prog Cardiovasc Dis*. 1 mars 2023;77:59-69.
6. Patel AK, Reddy V, Shumway KR, Araujo JF. Physiology, Sleep Stages. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cité 29 sept 2024]. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526132/>
7. Hilditch CJ, McHill AW. Sleep inertia: current insights. *Nat Sci Sleep*. août 2019;Volume 11:155-65.
8. Schwartz S. Dormir et rêver pour mieux gérer ses. *J Psychol*. 2015;
9. Comment le sommeil évolue avec l'âge ? [Internet]. INSV Institut National du Sommeil et de la Vigilance. [cité 30 sept 2024]. Disponible sur: <https://institut-sommeil-vigilance.org/comment-le-sommeil-evolue-avec-lage/>
10. Tout savoir sur le sommeil [Internet]. INSV Institut National du Sommeil et de la Vigilance. [cité 30 sept 2024]. Disponible sur: <https://institut-sommeil-vigilance.org/tout-savoir-sur-le-sommeil/>
11. Reinberg A, Touitou Y. Synchronization and dyschronism of human circadian rhythms. *Pathol Biol (Paris)*. 1 juill 1996;44:487-95.
12. SAIDI O. Sommeil de l'adolescent : effets de l'activité physique et de l'alimentation chez l'adolescent sportif ou en condition d'obésité. 2020.
13. Inserm [Internet]. [cité 9 déc 2024]. Insomnie · Inserm, La science pour la santé. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/insomnie/>
14. www.elsevier.com [Internet]. [cité 9 déc 2024]. Insomnie chez l'adulte. Disponible sur: <https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/insomnie-chez-ladulte>
15. Inserm [Internet]. [cité 9 déc 2024]. Syndrome d'apnées du sommeil · Inserm, La science pour la santé. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/apnee-sommeil/>
16. Validation of the International Restless Legs Syndrome Study Group rating scale for restless legs syndrome. *Sleep Med*. 1 mars 2003;4(2):121-32.

17. Léger D. Le temps de sommeil, la dette de sommeil, la restriction de sommeil et l'insomnie chronique des 18-75 ans : résultats du baromètre de Santé Publique France 2017. 2017;
18. Bonnet MH, Arand DL. Clinical effects of sleep fragmentation versus sleep deprivation. *Sleep Med Rev.* août 2003;7(4):297-310.
19. Édition professionnelle du Manuel MSD [Internet]. [cité 26 nov 2024]. Troubles du rythme circadien du sommeil - Troubles neurologiques. Disponible sur: <https://www.msdmanuals.com/fr/professional/troubles-neurologiques/troubles-du-sommeil-et-de-la-vigilance/troubles-du-rythme-circadien-du-sommeil>
20. Circadian Rhythm Disorders - Types | NHLBI, NIH [Internet]. 2022 [cité 26 nov 2024]. Disponible sur: <https://www.nlm.nih.gov/health/circadian-rhythm-disorders/types>
21. Auger RR, Morgenthaler TI. Jet lag and other sleep disorders relevant to the traveler. *Travel Med Infect Dis.* mars 2009;7(2):60-8.
22. Chang AM, Aeschbach D, Duffy JF, Czeisler CA. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proc Natl Acad Sci.* 27 janv 2015;112(4):1232-7.
23. Édition professionnelle du Manuel MSD [Internet]. [cité 26 nov 2024]. Hypersomnie idiopathique - Troubles neurologiques. Disponible sur: <https://www.msdmanuals.com/fr/professional/troubles-neurologiques/troubles-du-sommeil-et-de-la-vigilance/hypersomnie-idiopathique>
24. Clasadonte J, McIver SR, Schmitt LI, Halassa MM, Haydon PG. Chronic Sleep Restriction Disrupts Sleep Homeostasis and Behavioral Sensitivity to Alcohol by Reducing the Extracellular Accumulation of Adenosine. *J Neurosci.* 29 janv 2014;34(5):1879-91.
25. Irish LA, Kline CE, Gunn HE, Buysse DJ, Hall MH. The Role of Sleep Hygiene in Promoting Public Health: A Review of Empirical Evidence. *Sleep Med Rev.* août 2015;22:23-36.
26. Sletten TL, Weaver MD, Foster RG, Gozal D, Klerman EB, Rajaratnam SMW, et al. The importance of sleep regularity: a consensus statement of the National Sleep Foundation sleep timing and variability panel. *Sleep Health.* déc 2023;9(6):801-20.
27. Jniene A, Errguig L, El Hangouche AJ, Rkain H, Abouddrar S, El Ftouh M, et al. Perception of Sleep Disturbances due to Bedtime Use of Blue Light-Emitting Devices and Its Impact on Habits and Sleep Quality among Young Medical Students. *BioMed Res Int.* 24 déc 2019;2019:7012350.
28. Hill VM, Rebar AL, Ferguson SA, Shriane AE, Vincent GE. Go to bed! A systematic review and meta-analysis of bedtime procrastination correlates and sleep outcomes. *Sleep Med Rev.* 1 déc 2022;66:101697.
29. Roehrs T, Roth T. Sleep, Sleepiness, and Alcohol Use. *Alcohol Res Health.* 2001;25(2):101-9.
30. Kaldenbach S, Hysing M, Strand TA, Sivertsen B. Energy drink consumption and sleep parameters in college and university students: a national cross-sectional study. *BMJ Open.* févr 2024;14(2):e072951.
31. Halperin D. Environmental noise and sleep disturbances: A threat to health? *Sleep Sci.* 1 déc 2014;7(4):209-12.

32. Insomnie et environnement de sommeil [Internet]. [cité 26 nov 2024]. Disponible sur: <https://www.larevuedupraticien.fr/article/insomnie-et-environnement-de-sommeil>
33. Travail en horaires atypiques. Effets sur la santé et accidents - Risques - INRS [Internet]. [cité 26 nov 2024]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/risques/travail-horaires-atypiques/effets-sur-la-sante-et-accidents.html>
34. Merrill RM, Slavik KR. Relating parental stress with sleep disorders in parents and children. *PLOS ONE*. 25 janv 2023;18(1):e0279476.
35. Caliandro R, Streng AA, van Kerkhof LWM, van der Horst GTJ, Chaves I. Social Jetlag and Related Risks for Human Health: A Timely Review. *Nutrients*. 18 déc 2021;13(12):4543.
36. Van Dongen HPA, Maislin G, Mullington JM, Dinges DF. The Cumulative Cost of Additional Wakefulness: Dose-Response Effects on Neurobehavioral Functions and Sleep Physiology From Chronic Sleep Restriction and Total Sleep Deprivation. *Sleep*. mars 2003;26(2):117-26.
37. Nambiema A, Lisan Q, Vaucher J, Perier MC, Boutouyrie P, Danchin N, et al. Healthy sleep score changes and incident cardiovascular disease in European prospective community-based cohorts. *Eur Heart J*. 14 déc 2023;44(47):4968-78.
38. Grandner MA, Seixas A, Shetty S, Shenoy S. Sleep Duration and Diabetes Risk: Population Trends and Potential Mechanisms. *Curr Diab Rep*. nov 2016;16(11):106.
39. Inserm [Internet]. [cité 28 nov 2024]. Le sommeil au chevet de l'immunité · Inserm, La science pour la santé. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/actualite/sommeil-chevet-immunite/>
40. Vandekerckhove M, Wang Y lin. Emotion, emotion regulation and sleep: An intimate relationship. *AIMS Neurosci*. 1 déc 2017;5(1):1.
41. Scott AJ, Webb TL, Martyn-St James M, Rowse G, Weich S. Improving sleep quality leads to better mental health: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Sleep Med Rev*. déc 2021;60:101556.
42. Perotta B, Arantes-Costa FM, Enns SC, Figueiro-Filho EA, Paro H, Santos IS, et al. Sleepiness, sleep deprivation, quality of life, mental symptoms and perception of academic environment in medical students. *BMC Med Educ*. déc 2021;21(1):1-13.
43. Binjabr MA, Alalawi IS, Alzahrani RA, Albalawi OS, Hamzah RH, Ibrahim YS, et al. The Worldwide Prevalence of Sleep Problems Among Medical Students by Problem, Country, and COVID-19 Status: a Systematic Review, Meta-analysis, and Meta-regression of 109 Studies Involving 59427 Participants. *Curr Sleep Med Rep*. 3 juin 2023;1-19.
44. Breton P, Morello R, Chaussarot P, Delamillieure P, Le Coutour X. Syndrome de burn out chez les étudiants en pré-externat de la faculté de médecine de Caen : prévalence et facteurs associés. *Rev D'Épidémiologie Santé Publique*. 1 avr 2019;67(2):85-91.
45. Maufroid V, Boyer AF, Gehanno JF, Rollin L. Étude sur la perception des étudiants en médecine de Rouen à propos de leur externat, de leur état de santé général ainsi que leurs liens avec la médecine du travail. *Arch Mal Prof Environ*. oct 2022;83(5):472-82.

46. Barret N, Guillaumée T, Rimmelé T, Cortet M, Mazza S, Duclos A, et al. Associations of coping and health-related behaviors with medical students' well-being and performance during objective structured clinical examination. *Sci Rep.* 17 mai 2024;14:11298.
47. DOSSIER DE PRESSE - Enquête santé mentale.
48. Besnard L. Démarche participative dans le cadre du projet PROMESS - Preventive Remediation for Optimal MEDical StudentS - Intérêts et co-construction des modules d'amélioration du sommeil, de gestion du stress, et d'activité physique. [Faculté de Médecine Lyon Est, Université Claude Bernard Lyon 1]; 2024.
49. SUTAY SS, SHEIKH NA, RATH RS, VASUDEVA A. Sleep Patterns, Issues, Reasons for Sleep Problems, and Their Impact on Academic Performance among First-Year Medical Students in Central India. *Mædica.* mars 2022;17(1):97-102.
50. Sanches I, Teixeira F, Santos JMD, Ferreira AJ. Effects of Acute Sleep Deprivation Resulting from Night Shift Work on Young Doctors. *Acta Médica Port.* 31 août 2015;28(4):457-62.
51. Weurlander M, Lönn A, Seeberger A, Broberger E, Hult H, Wernerson A. How do medical and nursing students experience emotional challenges during clinical placements? *Int J Med Educ.* 27 mars 2018;9:74-82.
52. Meerlo P, Sgoifo A, Suchecki D. Restricted and disrupted sleep: Effects on autonomic function, neuroendocrine stress systems and stress responsivity. *Sleep Med Rev.* juin 2008;12(3):197-210.
53. Almojali AI, Almalki SA, Alothman AS, Masuadi EM, Alaqeel MK. The prevalence and association of stress with sleep quality among medical students. *J Epidemiol Glob Health.* 2017;7(3):169-74.
54. Abdulah DM, Piro RS. Sleep disorders as primary and secondary factors in relation with daily functioning in medical students. *Ann Saudi Med.* janv 2018;38(1):57-64.
55. Guo J, Meng D, Ma X, Zhu L, Yang L, Mu L. The impact of bedtime procrastination on depression symptoms in Chinese medical students. *Sleep Breath.* 1 sept 2020;24(3):1247-55.
56. Hamvai C, Kiss H, Vörös H, Fitzpatrick KM, Vargha A, Pikó BF. Association between impulsivity and cognitive capacity decrease is mediated by smartphone addiction, academic procrastination, bedtime procrastination, sleep insufficiency and daytime fatigue among medical students: a path analysis. *BMC Med Educ.* 27 juill 2023;23(1):537.
57. Mazar D, Gileles-Hillel A, Reiter J. Sleep education improves knowledge but not sleep quality among medical students. *J Clin Sleep Med JCSM Off Publ Am Acad Sleep Med.* 1 juin 2021;17(6):1211-5.
58. Shrestha DB, Katuwal N, Tamang A, Paudel A, Gautam A, Sharma M, et al. Burnout among medical students of a medical college in Kathmandu; A cross-sectional study. *PloS One.* 2021;16(6):e0253808.
59. Dyrbye LN, Thomas MR, Shanafelt TD. Systematic Review of Depression, Anxiety, and Other Indicators of Psychological Distress Among U.S. and Canadian Medical Students. *Acad Med.* avr 2006;81(4):354.

60. Brubaker JR, Swan A, Beverly EA. A brief intervention to reduce burnout and improve sleep quality in medical students. *BMC Med Educ.* 6 oct 2020;20(1):345.
61. Veldi M, Aluoja A, Vasar V. Sleep quality and more common sleep-related problems in medical students. *Sleep Med.* mai 2005;6(3):269-75.
62. Ladner J, Tivolacci MP. Prévalence de l'épuisement professionnel (EP), stress et facteurs associés chez les étudiants en médecine. *Rev D'Épidémiologie Santé Publique.* 1 sept 2014;62:S204.
63. Medeiros A, Mendes D, Araujo J. The Relationships between Sleep-Wake Cycle and Academic Performance in Medical Students. *Biol Rhythm Res - BIOL RHYTHM RES.* 26 févr 2003;32:263-70.
64. Al-Mistarehi AH, Ibranian A, Shaqadan S, Khassawneh B. The Impact of Sleep Disorders on Academic Performance Among Medical Students. In 2019. p. A4296-A4296.
65. BaHammam AS, Alaseem AM, Alzakri AA, Almeneessier AS, Sharif MM. The relationship between sleep and wake habits and academic performance in medical students: a cross-sectional study. *BMC Med Educ.* déc 2012;12(1):61.
66. Alotaibi AD, Alosaimi FM, Alajlan AA, Bin Abdulrahman KA. The relationship between sleep quality, stress, and academic performance among medical students. *J Fam Community Med.* 2020;27(1):23-8.
67. Azad MC, Fraser K, Rumana N, Abdullah AF, Shahana N, Hanly PJ, et al. Sleep Disturbances among Medical Students: A Global Perspective. *J Clin Sleep Med.* 9 oct 2023;11(01):69-74.
68. Ball S, Bax A. Self-care in Medical Education: Effectiveness of Health-habits Interventions for First-year Medical Students. *Acad Med.* sept 2002;77(9):911.
69. Li M, Han Q, Pan Z, Wang K, Xie J, Zheng B, et al. Effectiveness of Multidomain Dormitory Environment and Roommate Intervention for Improving Sleep Quality of Medical College Students: A Cluster Randomised Controlled Trial in China. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. nov 2022 [cité 30 nov 2023];19(22). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9691206/>
70. Bani Issa W, Hijazi H, Radwan H, Saqan R, Al-Sharman A, Samsudin ABR, et al. Evaluation of the effectiveness of sleep hygiene education and FITBIT devices on quality of sleep and psychological worry: a pilot quasi-experimental study among first-year college students. *Front Public Health.* 23 août 2023;11:1182758.
71. NDIKI MAYI EF. Détermination de l'influence d'une intervention de remédiation du sommeil sur le sommeil et la fatigue des étudiants en médecine dans le cadre du projet PROMESS - Preventive Remediation for Optimal MEDical StudentS - Analyse des mesures auto-rapportées [Thèse d'exercice en médecine]. [Lyon Est]: Claude Bernard; 2023.
72. Kushida CA, Chang A, Gadkary C, Guilleminault C, Carrillo O, Dement WC. Comparison of actigraphic, polysomnographic, and subjective assessment of sleep parameters in sleep-disordered patients. *Sleep Med.* sept 2001;2(5):389-96.
73. Republication-de-_-Les-outils-validés-pour-le-diagnostic-des-troubles-du-rythme-circadien-veille-sommeil-TRCVS-chez-les-adultes-et-enfants-_-Elsevier-Enhanced-Reader.pdf [Internet]. [cité 25 juill 2024]. Disponible sur: <https://www.sfrms-sommeil.org/wp->

content/uploads/2020/08/Republication-de-_-Les-outils-valide%CC%81s-pour-le-diagnostic-des-troubles-du-rythme-circadien-veille-sommeil-TRCVS-chez-les-adultes-et-enfants-_-Elsevier-Enhanced-Reader.pdf

74. Ancoli-Israel S, Cole R, Alessi C, Chambers M, Moorcroft W, Pollak CP. The Role of Actigraphy in the Study of Sleep and Circadian Rhythms. *Sleep*. mai 2003;26(3):342-92.
75. Smith MT, McCrae CS, Cheung J, Martin JL, Harrod CG, Heald JL, et al. Use of Actigraphy for the Evaluation of Sleep Disorders and Circadian Rhythm Sleep-Wake Disorders: An American Academy of Sleep Medicine Clinical Practice Guideline. *J Clin Sleep Med JCSM Off Publ Am Acad Sleep Med*. 15 juill 2018;14(7):1231-7.
76. Liguori C, Mombelli S, Fernandes M, Zucconi M, Plazzi G, Ferini-Strambi L, et al. The evolving role of quantitative actigraphy in clinical sleep medicine. *Sleep Med Rev*. 1 avr 2023;68:101762.
77. Devine JK, Choynowski J, Burke T, Carlsson K, Capaldi VF, McKeon AB, et al. Practice parameters for the use of actigraphy in the military operational context: the Walter Reed Army Institute of Research Operational Research Kit-Actigraphy (WORK-A). *Mil Med Res*. 31 mai 2020;7:31.
78. Jackson CL, Ward JB, Johnson DA, Sims M, Wilson J, Redline S. Concordance between self-reported and actigraphy-assessed sleep duration among African-American adults: findings from the Jackson Heart Sleep Study. *Sleep*. 12 mars 2020;43(3):zsz246.
79. Ait-Aoudia M, Levy PP, Bui E, Insana S, De Fouchier C, Germain A, et al. Validation of the French version of the Pittsburgh Sleep Quality Index Addendum for posttraumatic stress disorder. *Eur J Psychotraumatology*. 1 déc 2013;4(1):19298.
80. Kaminska M, Jobin V, Mayer P, Amyot R, Perraton-Brillon M, Bellemare F. The Epworth Sleepiness Scale: Self-Administration Versus Administration by the Physician, and Validation of a French Version. *Can Respir J*. 2010;17(2):438676.
81. Caci H, Nadalet L, Staccini P, Myquel M, Boyer P. Psychometric properties of the French version of the Composite Scale of Morningness in adults. *Eur Psychiatry*. sept 1999;14(5):284-90.
82. Gentile S, DELAROZIÈRE JC, Favre F, Sambuc R, San Marco JL. Validation of the French 'multidimensional fatigue inventory' (MFI 20): Validation of multidimensional fatigue inventory. *Eur J Cancer Care (Engl)*. mars 2003;12(1):58-64.
83. Shriane AE, Rigney G, Ferguson SA, Bin YS, Vincent GE. Healthy sleep practices for shift workers: consensus sleep hygiene guidelines using a Delphi methodology. *SLEEP*. 11 déc 2023;46(12):zsad182.
84. Watson NF, Badr MS, Belenky G, Bliwise DL, Buxton OM, Buysse D, et al. Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: A Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Sleep*. 1 juin 2015;38(6):843-4.
85. Cellini N, Menghini L, Mercurio M, Vanzetti V, Bergamo D, Sarlo M. Sleep quality and quantity in Italian University students: an actigraphic study. *Chronobiol Int*. 1 nov 2020;37(11):1538-51.
86. Ohayon M, Wickwire EM, Hirshkowitz M, Albert SM, Avidan A, Daly FJ, et al. National Sleep Foundation's sleep quality recommendations: first report. *Sleep Health*. 1 févr 2017;3(1):6-19.

87. Arnulf I. Recommandation SFRMS de Bonnes Pratiques Cliniques (R1) : Procédure de réalisation des Tests Itératifs de Latence d'endormissement (TILE). 2021.
88. Buysse DJ, Reynolds CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res.* mai 1989;28(2):193-213.
89. Fekedulegn D, Andrew ME, Shi M, Violanti JM, Knox S, Innes KE. Actigraphy-Based Assessment of Sleep Parameters. *Ann Work Expo Health.* 30 avr 2020;64(4):350-67.
90. Castiglione-Fontanellaz CEG, Timmers TT, Lerch S, Hamann C, Kaess M, Tarokh L. Sleep and physical activity: results from a long-term actigraphy study in adolescents. *BMC Public Health.* déc 2022;22(1):1328.
91. Eiman MN, Pomeroy JML, Weinstein AA. Relationship of actigraphy-assessed sleep efficiency and sleep duration to reactivity to stress. *Sleep Sci.* 2019;12(4):257-64.
92. Oberleitner LM, Baxa DM, Pickett SM, Sawarynski KE. Biometrically measured sleep in medical students as a predictor of psychological health and academic experiences in the preclinical years. *Med Educ Online.* 31 déc 2024;29(1):2412400.
93. Haghayegh S, Khoshnevis S, Smolensky MH, Diller KR, Castriotta RJ. Accuracy of Wristband Fitbit Models in Assessing Sleep: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res.* 28 nov 2019;21(11):e16273.
94. Wang F, Bíró É. Determinants of sleep quality in college students: A literature review. *EXPLORE.* mars 2021;17(2):170-7.
95. Patterson PD, Okerman TS, Roach DGL, Hilditch CJ, Weaver MD, Patterson CG, et al. Are Short Duration Naps Better than Long Duration Naps for Mitigating Sleep Inertia? Brief Report of a Randomized Crossover Trial of Simulated Night Shift Work. *Prehosp Emerg Care.* 2023;27(6):807-14.
96. Lally P, Van Jaarsveld CHM, Potts HWW, Wardle J. How are habits formed: Modelling habit formation in the real world. *Eur J Soc Psychol.* oct 2010;40(6):998-1009.
97. Harvey AG, Bélanger L, Talbot L, Eidelman P, Beaulieu-Bonneau S, Fortier-Brochu É, et al. Comparative efficacy of behavior therapy, cognitive therapy, and cognitive behavior therapy for chronic insomnia: A randomized controlled trial. *J Consult Clin Psychol.* août 2014;82(4):670-83.
98. Desjardins S, Lapierre S, Hudon C, Desgagné A. Factors involved in sleep efficiency: a population-based study of community-dwelling elderly persons. *Sleep.* 1 mai 2019;42(5):zsz038.

DOSSIER DE SOUTENANCE DE THESE DE MEDECINE

DATE : 14/02/2025 HEURE DE LA THÈSE : 17 HEURES
LIEU & SALLE DE SOUTENANCE : SALLE DE CONFÉRENCE HERMANN, FACULTÉ DE MÉDECINE LYON EST

Nom, prénom du candidat : RUET Aëlle
Adresse : 31 avenue Maréchal Foch 69160 Tassin La Demi Lune ☎ 0615951978
Email : ruetaxelle@gmail.com

Interne Médecine générale (DES)
(cocher la case correspondante)

Interne Autres spécialités
(Indiquer quelle spécialité)

Email du Conseil de l'Ordre où vous allez vous inscrire : cd.69@ordre.medecin.fr

Titre de la thèse : Evaluation de l'efficacité du module Sommeil dans le cadre du Projet PROMESS - Preventive Remediation for Optimal MEDical StudentS - sur l'amélioration des habitudes de sommeil chez les étudiants de 4e et 5e années : Analyse des mesures objectives.

PRESIDENT ET MEMBRES DU JURY

Nom, prénom & titre

Président :

Professeur Gilles RODE

Membres assesseurs :

Professeur Alain MOREAU

Professeur Julie HAESEBAERT

Docteur Amélie LEFEVRE HENRY

Docteur Laura SCHMIDT

Directeur de Thèse :

Docteur Sophie SCHLATTER

VU: Président de la thèse
(Nom et signature)

RODE, Gilles



Fonction exercée et lieu d'exercice

UFR de médecine/UCBL1 : Spécialiste de médecine physique et de réadaptation, Doyen de l'UFR de médecine Lyon Est

UFR/UCBL1 et/ou activité & lieu d'exercice (hospitalier ou libéral)

Spécialiste en médecine générale, exerçant en maison de santé à Villefontaine.

Spécialiste d'épidémiologie, économie de la santé et prévention, chercheuse au laboratoire RESHAPE
Spécialiste de médecine générale, directrice du service de santé universitaire de Lyon 1
PhD en Neurosciences, chercheuse au CRNL

UFR/UCBL1 et/ou activité & lieu d'exercice (hospitalier ou libéral)

PhD en Neurosciences, chercheuse au laboratoire RESHAPE

Signature du candidat :



VU :
Pour Le Président de l'Université
Le Doyen de l'UFR de Médecine Lyon-Est




Professeur Gilles RODE

2

DOSSIER DE SOUTENANCE DE THESE DE MEDECINE

Nom, prénom du candidat : RUET Axelle
 Interne Médecine générale
(cocher la case correspondante)

N° d'étudiant : 11201287
 Interne Autres spécialités
(indiquer quelle spécialité)

Titre de la thèse : Evaluation de l'efficacité du module Sommeil dans le cadre du Projet PROMESS - Preventive Remediation for Optimal MEDical StudentS - sur l'amélioration des habitudes de sommeil chez les étudiants de 4^e et 5^e années : Analyse des mesures objectives.

Président de thèse (nom, prénom et UFR) : Pr Gilles Rode, Lyon EST

LUTTE CONTRE LE PLAGIAT : DECLARATION SUR L'HONNEUR

➤ Ayant été informé(e) qu'en m'appropriant tout ou partie d'une œuvre pour l'intégrer dans mon propre mémoire de thèse de docteur en médecine, je me rendrais coupable d'un délit de contrefaçon au sens de l'article L335-1 & suivants du Code de la Propriété Intellectuelle et que ce délit était constitutif d'une fraude pouvant donner lieu à des poursuites pénales conformément à la Loi du 23 décembre 1901 dite de répression des fraudes dans les examens et concours publics,

➤ Ayant été avisé(e) que le Président de l'Université sera informé de cette tentative de fraude ou de plagiat, afin qu'il saisisse la juridiction disciplinaire compétente,

➤ Ayant été informé(e) qu'en cas de plagiat, la soutenance de la thèse de médecine sera alors automatiquement annulée, dans l'attente de la décision que prendra la juridiction disciplinaire de l'Université,

J'atteste sur l'honneur ne pas avoir reproduit dans mes documents tout ou partie d'œuvre(s) déjà existant(e)s, à l'exception de quelques brèves citations dans le texte, mises entre guillemets et référencées dans la bibliographie de mon mémoire.

A écrire à la main : * J'atteste sur l'honneur avoir connaissance des suites disciplinaires ou pénales que j'encours en cas de déclaration erronée ou incomplète. *

J'atteste sur l'honneur avoir connaissance des suites disciplinaires ou pénales que j'encours en cas de déclaration erronée ou incomplète

Signature de la (du) candidat(e)



1

DOSSIER DE SOUTENANCE DE THESE DE MEDECINE

DATE : 14/02/2025

HEURE DE LA THÈSE : 17 HEURES

LIEU & SALLE DE SOUTENANCE : SALLE DE CONFÉRENCE HERMANN, FACULTÉ DE MÉDECINE LYON EST

Nom, prénom du candidat : RUET Axelle

Titre de la thèse : Evaluation de l'efficacité du module Sommeil dans le cadre du Projet PROMESS - Preventive Remediation for Optimal Medical Students - sur l'amélioration des habitudes de sommeil chez les étudiants de 4^e et 5^e années : Analyse des mesures objectives.

Document à remplir par le Président de la thèse, Professeur à l'Université Claude Bernard - Lyon 1

- 1) Le Président s'engage à prendre la responsabilité du suivi de la thèse pour en assurer la qualité,
- 2) Le Président établit un court rapport confirmant que le travail effectué correspond bien à celui attendu pour une thèse de Doctorat en Médecine.
- 3) Les soutenances doivent débiter au plus tard à 18 heures

Rapport du Président de la thèse

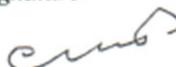
Lyon, le

Le Président de la thèse,

Nom, Prénom du Président et Cachet du service

RODE, Gilles

Signature



Travail expérimental en pédiatrie médicale réalisé dans le cadre du programme de recherche PROMESS visant à évaluer l'efficacité d'un module de prévention du sommeil chez des étudiants en médecine de 4^e et de 5^e années. Travail très original qui fera l'objet d'une publication scientifique.
Avis favorable pour la soutenance.

3

Nom, prénom du candidat : Ruet Axelle

Conclusions

Introduction

Le sommeil est une fonction biologique fondamentale qui occupe environ un tiers de notre vie, jouant un rôle crucial dans la préservation de la santé physique et mentale (1). Bien qu'essentiel on observe une diminution du temps de sommeil total des adultes, en France et à l'échelle mondiale (2). En 2017, la durée moyenne de sommeil des Français était de 6h42 par jour, franchissant pour la première fois le seuil critique des 7 heures minimales recommandées pour garantir une récupération optimale. De plus, un adulte sur deux rapporte des troubles du sommeil (1).

Le sommeil peut être perturbé par des facteurs individuels, environnementaux et sociétaux. Sur le plan individuel, des troubles du cycle veille-sommeil peuvent résulter de déséquilibres physiologiques (rythmes circadiens perturbés, manque de sommeil chronique) (3) ou de comportements inadéquats (heures de coucher irrégulières, usage excessif des écrans, consommation d'alcool/stimulants) (4). Environnementalement, des nuisances comme le bruit ou une lumière excessive peuvent altérer le sommeil. Sur le plan sociétal, des contraintes professionnelles et/ou familiales perturbent l'horloge interne, réduisant la qualité du sommeil.

Le manque de sommeil est un enjeu de santé publique majeur, en effet il est lié à une augmentation du risque de maladies cardiovasculaires (5), de risques métaboliques (obésité, diabète) (6) et un affaiblissement de l'immunité (7). Il impacte aussi la santé mentale, en augmentant le risque de développer de la dépression, de l'anxiété et du stress (8).

Certaines populations, comme les étudiants en médecine, semblent particulièrement touchées par des problèmes de sommeil. Une méta-analyse récente a révélé que les étudiants en médecine présentaient une prévalence plus élevée de perturbations du sommeil - incluant des problèmes comme une qualité de sommeil altérée, des insomnies, une somnolence diurne excessive et des perturbations du sommeil liées au stress - par rapport à la population générale (9). Parmi les 59 427 étudiants inclus dans cette méta-analyse, 56 % rapportaient une qualité de sommeil altérée, et 33 % souffraient de somnolence diurne excessive.

En France, plusieurs études locales confirment cette tendance. Une étude descriptive transversale réalisée à l'Université de Caen auprès d'étudiants de 3^e année a mis en évidence une prévalence élevée d'insomnie et de mauvaise qualité de sommeil (10). De manière similaire, une enquête menée auprès des étudiants en médecine de Rouen en 2020 (11), incluant des externes en 3^e cycle (4^e à 6^e années), a révélé que 41 % d'entre eux présentaient des troubles du sommeil, tandis que 70 % souffraient de fatigue chronique.

Face à la prévalence alarmante des troubles du sommeil chez les étudiants en médecine et aux conséquences potentiellement graves sur leur état de santé, des interventions doivent être développées et testées afin de remédier à ces perturbations, particulièrement dans cette population vulnérable.

À ce jour, aucune initiative visant spécifiquement à améliorer les conditions de sommeil des étudiants en médecine n'a été publiée en France. Ce manque d'interventions a motivé la réalisation d'études à la faculté de médecine Lyon Est, afin de mieux comprendre les besoins des étudiants et de proposer des solutions adaptées.

En juin 2023, les données préliminaires issues du développement du projet Lyonnais PROMESS (Preventive Remediation for Optimal MEDical StudentS) ont mis en évidence des besoins importants en matière de soutien aux étudiants en médecine. Ces constats ont déclenché une réponse locale concrète avec la création du programme PROMESS-Sleep, visant à fournir aux étudiants des outils pratiques et des connaissances pour remédier à leurs troubles du sommeil et adopter une hygiène de sommeil adaptée.

L'objectif principal de ce travail de thèse est d'évaluer l'efficacité du module sommeil du projet PROMESS sur le sommeil des étudiants de 4^e et 5^e années de médecine.

Matériels et Méthodes : Essai randomisé contrôlé monocentrique

Le projet "Preventive Remediation for Optimal MEDical StudentS" (PROMESS) a été conçu pour améliorer la qualité de vie des étudiants en médecine durant leur formation. Ce programme, développé à la faculté de médecine Lyon Est, s'adressait aux étudiants de 4^e et 5^e années, en leur proposant des modules spécifiques dédiés à l'amélioration du sommeil, de la condition physique et de la gestion du stress. Pour ce projet, 70 étudiants ont été inclus et répartis aléatoirement en deux groupes : un groupe intervention bénéficiant des trois modules (INT, n=45), et un groupe contrôle (CTRL, n=25), sans intervention.

Le module sommeil, intégré au projet PROMESS, avait pour objectif de prévenir et/ou prendre en charge les perturbations du sommeil des étudiants et de réduire leur fatigue (12). Il s'est structuré autour de trois sessions individuelles, espacées de 14 jours, animées par des étudiants en médecine de 3^e cycle formés préalablement. Lors de ces sessions, les habitudes de sommeil des étudiants inclus étaient analysées, et des conseils personnalisés étaient proposés afin de fixer des objectifs adaptés pour améliorer leur qualité de sommeil.

L'objectif principal de ce travail de thèse est d'évaluer l'efficacité de ce module sur le sommeil des étudiants. Afin de répondre de façon exhaustive à cet objectif, nous avons réalisé trois étapes d'analyses successives basées sur des mesures objectives des habitudes du sommeil évaluées par actimétrie (13) ; Heure de coucher, Temps passé au lit,

Temps total de sommeil, Latence d'endormissement, Heure de début de sommeil, Temps de petit somme, Temps de réveils nocturnes, Heure de fin de sommeil, Heure de lever, Efficacité du sommeil.

Etape 1 : Déterminer objectivement les habitudes de sommeil des étudiants en médecine en pré-intervention (avant randomisation). Pour cela des statistiques descriptives de l'ensembles des variables du sommeil ont été réalisées.

Etape 2 : Évaluer l'efficacité du module sommeil au fil des sessions pour le groupe intervention. Pour cela, les variables du sommeil ont été analysées à l'aide de modèles linéaires à effet mixte (effet aléatoire : participant, effet fixe : période d'enregistrement avec deux niveaux T2 (enregistrement entre la session 1 et la session 2) et T3 (enregistrement entre la session 2 et la session 3)).

Etape 3 : Comparer l'impact spécifique et à long terme de PROMESS sur le sommeil. Pour cela, les variables du sommeil ont été analysées à l'aide de modèles linéaires à effet mixte (effet aléatoire : participant, effets fixes : période d'enregistrement (T1 : avant l'intervention *versus* T4 : après l'intervention) et groupe (CTRL *versus* INT)). Un seuil de $P < 0.05$ a été choisi comme seuil de significativité.

Résultats

Etape 1 : L'étape 1 a permis de recueillir et traiter des données de référence sur les habitudes de sommeil des étudiants de notre échantillon en regroupant les participants du groupe INT et du groupe CTRL. Les données d'actimétrie étaient analysable pour 83% d'entre eux (soit un total de 58 étudiants analysés) ; au total 1221 nuits dont 897 nuits de semaine et 324 nuits de weekend ont été analysées.

En moyenne (incluant à la fois les nuits de semaine et celle de weekend), nos données montrent que les étudiants ont un temps de sommeil total de 7h04, se couchent tardivement (23h43), ont un temps de réveils nocturnes supérieur à 40 minutes et une efficacité de sommeil inférieure à 85%. Le temps de sommeil total était encore plus petit les nuits de semaine (6h57).

Etape 2 : Dans l'étape 2, nous avons exploré l'évolution des habitudes de sommeil au fil des sessions au sein du groupe INT. Les données d'actimétrie étaient analysable pour 71% d'entre eux (soit un total de 32 étudiants analysés) ; au total 976 nuits dont 695 nuits de semaine et 281 nuits de weekend ont été analysées. Les résultats montrent qu'il n'y a aucune différence significative sur l'ensemble des variables étudiées. C'est-à-dire que nous n'observons pas d'amélioration entre les sessions.

Etape 3 : Dans l'étape 3, nous avons cherché à comprendre s'il y avait des différences (i) entre nos groupes (effet groupe), (ii) entre nos temps d'enregistrement (effet temps) et (iii) si nos groupes évoluaient différemment

(spécificité de notre intervention : interaction groupe et temps). Les données d'actimétrie étaient analysable pour 76% des étudiant (soit un total de 53 étudiants analysés, 17 : CTRL et 36 : INT) ; au total 1885 nuits, dont 1358 nuits de semaine et 527 nuits de weekend, ont été analysées. Nous avons obtenu les résultats suivants :

- (i) Aucune différence significative n'a été observé entre le groupe CTRL et INT
- (ii) Les seules différences significatives observées entre les temps d'enregistrement (pré-intervention *versus* post-intervention), étaient que les participants se réveillaient et se levaient plus tôt (+20 minutes, $p < 0.05$) le week-end en post-intervention dans les deux groupes.
- (iii) Contrairement à nos attentes, aucune différence significative n'a été observé ; c'est-à-dire que nos groupes intervention et contrôle n'ont pas évolué de façon différente entre la période pré-intervention et post-intervention.

Discussion

L'objectif principal de ce travail de thèse était d'évaluer l'efficacité du module sommeil du projet PROMESS sur le sommeil des étudiants de 4^e et 5^e années de médecine au travers de trois étapes d'analyses. Nous avons utilisé une méthode objective fiable et robuste basée sur des enregistrements d'actimétrie (14). Il est important de noter, que seulement 2 études ont cherché à quantifier objectivement le sommeil des étudiants en médecine, ainsi nos données, bien qu'originales et innovantes, restent difficilement comparables à la littérature.

L'étape 1 de l'analyse a montré que les étudiants inclus avaient un temps de sommeil total moyen de 7h04, se couchaient tardivement (23h43), avaient un temps de réveils nocturnes supérieur à 40 minutes et une efficacité de sommeil inférieure à 85%. Selon les seuils de la Société Française de Recherche et Médecine du Sommeil et les recommandations actuelles internationales (15,16), une bonne qualité de sommeil repose sur un temps de sommeil total supérieur à 7 heures, un temps de réveils nocturnes inférieur à 40 minutes, et une efficacité de sommeil supérieure à 85%. Les étudiants inclus présentaient donc des perturbations du sommeil significatives en *baseline* (avant l'intervention). Ce constat étant aggravé durant les nuits de semaine où le temps total de sommeil était inférieur à 7 heures (6h57).

Comparativement à des étudiants universitaires italiens (16), nos étudiants inclus présentaient des horaires de coucher et de lever moins tardifs, probablement influencés par des rythmes académiques différents ou des habitudes culturelles spécifiques. Bien que le temps passé au lit soit supérieur de 43 minutes chez nos étudiants, leur temps total de sommeil était réduit de 34 minutes, suggérant une efficacité du sommeil moindre, confirmée par une

baisse de 2 % de cette efficacité par rapport aux étudiants universitaires italiens. Enfin, nos étudiants présentaient une latence d'endormissement légèrement augmentée par rapport à ces derniers.

Comparées aux quelques données objectives issues d'études menées auprès d'étudiants en Médecine, nos résultats révèlent des divergences intéressantes : par exemple, notre étude a observé un temps total de sommeil moyen de 7h06, ce qui est supérieur à la moyenne de 6h29 rapportée chez les étudiants en médecine américains (17). Nos données incluent des nuits de week-end, ce qui pourrait contribuer à un temps total de sommeil plus élevé que dans l'étude américaine qui ne spécifient pas si les week-ends ont été inclus. Cette étude américaine, a également révélé que des périodes prolongées de sommeil court (moins de 6 heures) étaient associées à des symptômes accrus de stress et de dépression soulignant à nouveau l'importance d'une gestion appropriée du sommeil pour le bien-être psychologique et renforçant la pertinence d'interventions pour améliorer les comportements de sommeil chez ces étudiants.

Les étapes 2 et 3 cherchaient à démontrer l'efficacité du module PROMESS-Sleep sur les marqueurs objectifs du sommeil. Contrairement à nos hypothèses, nous n'avons pas réussi à montrer d'amélioration de ces variables ni pour l'évolution durant les modules (étape 2) ni en comparant avant/après intervention pour les groupes intervention et contrôle (étape 3). Plusieurs hypothèses peuvent être émises pour expliquer cette absence de résultats : la première serait que le module reste insuffisant pour améliorer objectivement le sommeil et ceux malgré le ressenti d'efficacité des étudiants. En effet ces derniers rapportent, *via* des questionnaires, une nette amélioration de leur sommeil et une diminution importante de leur fatigue (18). La seconde est que notre taille d'échantillon serait insuffisante pour démontrer des effets, en effet nous n'avons pas pu inclure l'ensemble des étudiants dans nos analyses. Enfin, il est possible que nous n'ayons pas pu objectiver d'amélioration car nous nous sommes intéressés uniquement au sommeil nocturne et ainsi nous n'avons pas pu identifier d'éventuelle amélioration du sommeil diurne. Etant donné les conseils donnés lors des sessions, il nous apparaît possible que les étudiants du groupe interventionnel est mis en place plus de siestes au cours de sessions et à la suite du programme. Une augmentation de leur temps de sommeil diurne pourrait expliquer l'amélioration des ressentis des étudiants (ex. niveau de fatigue diminué).

Dans la littérature scientifique, une seule étude a cherché à démontrer l'efficacité d'une intervention combinant éducation sur l'hygiène du sommeil et utilisation d'information objective sur le sommeil (*feedback* réalisé *via* un dispositif Fitbit) sur le sommeil objectif des étudiants en médecine (19). Cette récente étude a montré une amélioration des paramètres du sommeil, rapportant des temps de sommeil légèrement plus élevés à la suite de l'intervention (7h15-7h26), mais leur dispositif utilisé (Fitbits) reste moins fiable (tendance à surestimer les durées

de sommeil) que ceux utilisés dans notre étude (Genactiv) ce qui limite les comparaisons directes avec nos résultats (20).

Conclusions

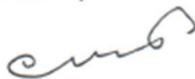
La première partie de ce travail de thèse a permis de mettre en évidence un sommeil détérioré chez les étudiants en médecine, soulignant la nécessité de mettre en place des interventions adaptées. La deuxième partie de ce travail consistait à tester une solution potentielle de remédiation : le programme PROMESS-Sleep. Cependant, contrairement à nos hypothèses et aux ressentis exprimés par les étudiants, nous n'avons pas observé d'amélioration significative des marqueurs objectifs du sommeil ni pendant ni après les sessions de notre programme. Afin de conclure de manière définitive sur l'efficacité d'un tel programme, de futures études devront inclure un échantillon d'étudiants beaucoup plus important, permettant de compenser les pertes potentielles et de prendre en compte la grande variabilité interindividuelle caractéristique de ce type de données.

Bibliographie

1. Inserm [Internet]. [cité 30 sept 2024]. Sommeil - Inserm, La science pour la santé. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/sommeil/>
2. Léger D. Le temps de sommeil, la dette de sommeil, la restriction de sommeil et l'insomnie chronique des 18-75 ans : résultats du baromètre de Santé Publique France 2017. 2017;
3. Édition professionnelle du Manuel MSD [Internet]. [cité 26 nov 2024]. Troubles du rythme circadien du sommeil - Troubles neurologiques. Disponible sur: <https://www.msdmanuals.com/fr/professional/troubles-neurologiques/troubles-du-sommeil-et-de-la-vigilance/troubles-du-rythme-circadien-du-sommeil>
4. Sletten TL, Weaver MD, Foster RG, Gozal D, Klerman EB, Rajaratnam SMW, et al. The importance of sleep regularity: a consensus statement of the National Sleep Foundation sleep timing and variability panel. *Sleep Health*. déc 2023;9(6):801-20.
5. Namblema A, Lisan Q, Vaucher J, Perler MC, Boutouyrie P, Danchin N, et al. Healthy sleep score changes and incident cardiovascular disease in European prospective community-based cohorts. *Eur Heart J*. 14 déc 2023;44(47):4968-78.
6. Grandner MA, Seixas A, Shetty S, Shenoy S. Sleep Duration and Diabetes Risk: Population Trends and Potential Mechanisms. *Curr Diab Rep*. nov 2016;16(11):106.
7. Inserm [Internet]. [cité 28 nov 2024]. Le sommeil au chevet de l'immunité - Inserm, La science pour la santé. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/actualite/sommeil-chevet-immunite/>
8. Vandekerckhove M, Wang Y lin. Emotion, emotion regulation and sleep: An intimate relationship. *AIMS Neurosci*. 1 déc 2017;5(1):1.
9. Binjabr MA, Alalawi IS, Alzahrani RA, Albalawi OS, Hamzah RH, Ibrahim YS, et al. The Worldwide Prevalence of Sleep Problems Among Medical Students by Problem, Country, and COVID-19 Status: a Systematic Review, Meta-analysis, and Meta-regression of 109 Studies Involving 59427 Participants. *Curr Sleep Med Rep*. 3 juin 2023;1-19.
10. Breton P, Morello R, Chaussarot P, Delamillieure P, Le Coutour X. Syndrome de burn out chez les étudiants en pré-externat de la faculté de médecine de Caen : prévalence et facteurs associés. *Rev D'Épidémiologie Santé Publique*. 1 avr 2019;67(2):85-91.
11. Maufroid V, Boyer AF, Gehanno JF, Rollin L. Étude sur la perception des étudiants en médecine de Rouen à propos de leur externat, de leur état de santé général ainsi que leurs liens avec la médecine du travail. *Arch Mal Prof Environ*. oct 2022;83(5):472-82.

12. Ruet A, Ndiiki Mayi EF, Métails A, Valero B, Henry A, Duclos A, Lilot M, Rode G, Schlatter S. Determining the influence of a sleep improvement intervention on medical students' sleep and fatigue: the protocol of the PROMESS-Sleep clinical trial. Accepted in BMC Medical education (Aout 2024) in proofing. 2024;
13. Smith MT, McCrae CS, Cheung J, Martin JL, Harrod CG, Heald JL, et al. Use of Actigraphy for the Evaluation of Sleep Disorders and Circadian Rhythm Sleep-Wake Disorders: An American Academy of Sleep Medicine Clinical Practice Guideline. J Clin Sleep Med JCSM Off Publ Am Acad Sleep Med. 15 juill 2018;14(7):1231-7.
14. Ancoli-Israel S, Cole R, Alessi C, Chambers M, Moorcroft W, Pollak CP. The Role of Actigraphy in the Study of Sleep and Circadian Rhythms. Sleep. mai 2003;26(3):342-92.
15. Arnulf I. Recommandation SFRMS de Bonnes Pratiques Cliniques (R1) : Procédure de réalisation des Tests Itératifs de Latence d'endormissement (TILE). 2021.
16. Cellini N, Menghini L, Mercurio M, Vanzetti V, Bergamo D, Sarlo M. Sleep quality and quantity in Italian University students: an actigraphic study. Chronobiol Int. 1 nov 2020;37(11):1538-51.
17. Oberleitner LM, Baxa DM, Pickett SM, Sawarynski KE. Biometrically measured sleep in medical students as a predictor of psychological health and academic experiences in the preclinical years. Med Educ Online. 31 déc 2024;29(1):2412400.
18. NDIKI MAYI EF. Détermination de l'influence d'une intervention de remédiation du sommeil sur le sommeil et la fatigue des étudiants en médecine dans le cadre du projet PROMESS - Preventive Remediation for Optimal MEDical StudentS - Analyse des mesures auto-rapportées [Thèse d'exercice en médecine]. [Lyon Est]: Claude Bernard; 2023.
19. Bani Issa W, Hijazi H, Radwan H, Saqan R, Al-Sharman A, Samsudin ABR, et al. Evaluation of the effectiveness of sleep hygiene education and FITBIT devices on quality of sleep and psychological worry: a pilot quasi-experimental study among first-year college students. Front Public Health. 23 août 2023;11:1182758.
20. Haghayegh S, Khoshnevis S, Smolensky MH, Diller KR, Castriotta RJ. Accuracy of Wristband Fitbit Models in Assessing Sleep: Systematic Review and Meta-Analysis. J Med Internet Res. 28 nov 2019;21(11):e16273.

Le Président de la thèse,
Nom et Prénom du Président
Cachet et Signature

Rode, Gilles


Vu :
Pour le Président de l'Université,
Le Doyen de l'UFR de Médecine Lyon Est

Professeur Gilles RODE
Vu et permis d'imprimer
Lyon, le

