

UNIVERSITE DE LILLE

Ecole Gradué Biologie Santé de Lille

UFR3S – Ingénierie et Management de la Santé (ILIS)

**Comprendre et prévenir les lombalgies chez les enfants : approche
épidémiologique et ergonomique en milieu scolaire libanais**

Gergi ANTOUN

Doctorat en Santé Publique

Spécialité : Sciences de la rééducation et de la réadaptation

Thèse dirigée par : Pr Sylvia PELAYO

Soutenue le : 11 décembre 2025 devant le jury composé de :

Professeure Sylvia Pelayo	Université de Lille	Directrice
Professeure Emilie Loup-Escande	Université de Picardie Jules Verne	Rapporteure
Professeur Fabien Coutarel	Campus Universitaire Les Cézéaux	Rapporteur
Professeur Ahmad Rifai Sarraj	Université Libanaise, Beyrouth	Examineur
Docteur Julien Nelson	Université Paris Cité	Examineur

Résumé

Les lombalgies infantiles constituent aujourd'hui un enjeu émergent de santé publique. Longtemps considérées comme rares ou transitoires, elles touchent désormais une proportion significative d'enfants et d'adolescents, avec un risque avéré de chronicisation à l'âge adulte. Cette évolution interroge les transformations des modes de vie, la sédentarisation croissante, la place du numérique, mais aussi les conditions d'apprentissage et les environnements scolaires dans lesquels les jeunes évoluent. Pourtant, les approches de prévention demeurent largement centrées sur des facteurs biomédicaux isolés (posture, poids du cartable, ergonomie du mobilier) sans parvenir à infléchir durablement la prévalence des douleurs rachidiennes. Ces limites invitent à repenser le cadre d'analyse et d'action au-delà des lectures fragmentées du corps ou des objets, pour aborder le phénomène dans sa complexité systémique.

Cette thèse propose d'explorer les lombalgies infantiles à travers le prisme de l'ergonomie, en considérant l'élève comme un travailleur en développement soumis à des prescriptions organisationnelles, matérielles et temporelles qui orientent et contraignent son activité. Dans cette perspective, la douleur n'est pas seulement un symptôme biomécanique, mais un indicateur du rapport entre l'élève et son environnement, révélant la soutenabilité (ou l'insoutenabilité) des conditions dans lesquelles il apprend, se concentre, et mobilise ses ressources corporelles et cognitives. L'approche ergonomique, fondée sur l'analyse de l'activité réelle, permet de comprendre comment les enfants régulent, compensent et ajustent leurs postures et leurs comportements face aux exigences scolaires et familiales, dans des cadres souvent peu adaptés à leur développement physiologique et psychique.

Afin d'articuler cette compréhension qualitative des situations avec une vision d'ensemble du phénomène, la recherche adopte une méthodologie combinant : (1) une étude épidémiologique menée auprès d'un large échantillon d'élèves, destinée à décrire la prévalence des lombalgies, à identifier les profils les plus exposés et à repérer les facteurs associés et (2) une étude ergonomique, qualitative et située, centrée sur l'observation de l'activité réelle des élèves à l'école, complétée par des entretiens avec les enseignants. Ce double regard permet de passer d'une lecture descriptive à une compréhension processuelle et systémique des déterminants des lombalgies.

Cette articulation théorique et empirique permet d'interroger la pertinence du cadre des troubles musculosquelettiques (TMS) appliqué à l'enfant. Considérer les lombalgies infantiles comme des TMS émergents offre une nouvelle lecture : celle d'un travail scolaire qui, bien que non

professionnel, présente des caractéristiques d'activité prescrite, répétée et contrainte, potentiellement délétère pour la santé. En ce sens, la thèse contribue à une redéfinition du rapport entre santé, apprentissage et conditions d'apprentissage, en proposant une lecture ergonomique capable d'intégrer les dimensions physiques, cognitives, organisationnelles et sociales de la vie de l'élève.

Abstract

Childhood low back pain has become an emerging public health concern. Once considered rare or transient, it now affects a significant proportion of children and adolescents, with a proven risk of persisting into adulthood. This evolution reflects broader transformations in lifestyle, increased sedentary behavior, digital exposure, and the learning conditions and school environments in which young people grow and develop.

Yet, current prevention strategies remain largely focused on isolated biomedical factors (such as posture, schoolbag weight, or furniture design) without achieving a lasting reduction in spinal pain prevalence. These limitations call for a rethinking of analytical and preventive frameworks beyond fragmented views of the body or objects, toward an understanding of the phenomenon in its systemic complexity.

This thesis explores childhood low back pain through the lens of ergonomics, viewing the pupil as a developing worker subject to organizational, material, and temporal constraints that shape and limit their activity. Within this perspective, pain is not merely a biomechanical symptom but an indicator of the relationship between the child and their environment – revealing the sustainability (or unsustainability) of the conditions under which they learn, focus, and mobilize their physical and cognitive resources. The ergonomic approach, grounded in the analysis of real activity, makes it possible to understand how children regulate, compensate, and adjust their posture and behavior in response to the academic and familial demands that are often poorly adapted to their physiological and psychological development.

To connect this qualitative understanding of situations with a broader vision of the phenomenon, the research combines: (1) an epidemiological study conducted among a large sample of students to describe the prevalence of low back pain, identify the most exposed profiles, and determine associated factors; and (2) a qualitative, situated ergonomic study based on classroom observations of pupils' real activities, complemented by interviews with teachers. This dual perspective enables a shift from descriptive analysis to a process-based, systemic understanding of the determinants of low back pain.

This theoretical and empirical articulation questions the relevance of the musculoskeletal disorder (MSD) framework when applied to children. Considering childhood low back pain as an emerging form of MSD offers a new interpretation: that of schoolwork which, while non-professional, displays features of prescribed, repetitive, and constrained activity that may adversely affect

health. In this sense, the thesis contributes to redefining the relationship between health, learning, and educational conditions by proposing an ergonomic reading capable of integrating the physical, cognitive, organizational, and social dimensions of pupils' daily lives.

Le langage utilisé dans ce manuscrit a été amélioré à l'aide de l'intelligence artificielle (IA). Celle-ci a été utilisée uniquement pour clarifier et affiner le langage, conformément aux directives éthiques, qui autorisent l'utilisation de modèles linguistiques basés sur l'IA pour l'édition linguistique. En outre, tout le contenu édité a été révisé et approuvé par l'auteur.

REMERCIEMENTS

Je tiens à présenter mes sincères remerciements aux membres du jury et du comité de suivi individuel, qui ont accepté d'évaluer ce travail, pour l'intérêt qu'ils lui portent et pour leurs précieuses remarques qui contribuent à son enrichissement.

Je souhaite aussi exprimer ma profonde gratitude à ma directrice de thèse, Madame la Professeure Sylvia PELAYO, pour son accompagnement constant, sa disponibilité, ses conseils avisés et la confiance qu'elle m'a accordée tout au long de ce travail. Sa rigueur scientifique, sa bienveillance et sa vision claire de l'ergonomie ont été pour moi une source d'inspiration continue.

J'adresse également mes remerciements à Madame Anne Lancry-Hoestlandt pour son regard bienveillant sur ce travail, ainsi que pour la générosité avec laquelle elle a partagé un ensemble de documents, de notes et de supports de cours non publiés, qui ont considérablement nourri ma réflexion et ma compréhension des fondements de l'ergonomie scolaire.

Je souhaite remercier chaleureusement les enseignants et les élèves ayant participé à cette étude, ainsi que les directions d'école qui ont facilité l'accès au terrain et rendu possible la réalisation de cette recherche.

Mes remerciements vont également aux responsables à l'école doctoral biologie et santé de l'Université de Lille pour leurs échanges et leur soutien dans les moments de doute comme dans les moments de succès.

Je n'oublie pas la direction de l'Université La Sagesse et mes collègues du Département de Physiothérapie et de la Faculté de Santé Publique, dont la collaboration, l'écoute et l'engagement ont contribué à nourrir ma réflexion et à renforcer le lien entre la recherche et la pratique professionnelle.

Ma reconnaissance va également à Professeur Ramez CHAHINE qui a contribué à la création de cette thèse, par sa confiance et son soutien.

A ma famille, je veux exprimer toute ma gratitude pour leur patience, leur amour et leur soutien indéfectible. A Nadine, Stéphanie et Steven, merci pour votre compréhension, votre encouragement et votre présence à chaque étape de ce parcours.

Enfin, j'adresse une pensée reconnaissante à toutes les personnes, connues ou anonymes, qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette thèse. Chacun d'entre vous a laissé une trace précieuse dans cette aventure humaine et scientifique.

Table de matières

Liste des tableaux.....	11
Liste des Figures.....	14
Liste des abréviations	16
Introduction.....	17
Première partie : Contexte général	22
Chapitre 1 - Le développement biopsychosocial de l'enfant.....	23
1.1 Les périodes clés du développement de l'enfant.....	23
1.2 Les facteurs clés du développement de l'enfant.....	25
1.3 Le modèle biopsychosocial du développement de l'enfant enrichi des facteurs environnementaux.....	27
Chapitre 2 – Bases anatomiques et biomécaniques des lombalgies chez les enfants	29
2.1 Bases anatomiques de la colonne vertébrale	29
2.2 Anatomie fonctionnelle de la vertèbre et du rachis.....	31
2.3 Définition des rachialgies et des lombalgies chez les enfants.....	34
Chapitre 3 – Les facteurs de risque des lombalgies chez les enfants.....	36
3.1 Facteurs anatomiques	36
3.2 Facteurs biomécaniques.....	38
3.3 Style de vie.....	41
3.4 Facteurs psychosociaux et émotionnels.....	42
3.5 Facteurs culturels et socio-économiques	44
Chapitre 4 - Prise en charge des lombalgies chez les enfants et prévention	49
4.1 L'évaluation médicale.....	49
4.2 Une approche pluridisciplinaire	51
4.3 Le traitement	51
4.4 La prévention.....	52
Conclusion première partie : les lombalgies et le milieu scolaire	55

Deuxième partie : Cadre théorique	57
Chapitre 5 - L'ergonomie comme approche systémique et située	58
5.1 Présentation générale de l'ergonomie	58
5.2 Des concepts fondamentaux de la discipline : travail, tâche, activité, régulation	61
5.3 L'analyse de l'activité.....	62
5.4 L'intervention ergonomique.....	63
Chapitre 6 – Vers une approche ergonomique des facteurs de risque des lombalgies à l'école	66
6.1 L'élève comme un acteur engagé dans une activité de travail	66
6.2 Le point de vue de l'ergonomie sur le travail de l'élève.....	67
6.3 L'ergonomie dite scolaire	72
6.4 L'élève est un travailleur, mais pas comme les autres	76
Chapitre 7 – Les lombalgies pédiatriques comme forme émergente de Troubles Musculosquelettiques.....	81
7.1. Les Troubles Musculosquelettiques (TMS)	81
7.2. Les facteurs de risque associés	83
7.3. Comprendre les TMS : une logique de régulation	85
7.4. La prévention durable des TMS	89
7.5. Les lombalgies infantiles comme forme émergente de TMS ?	90
Conclusion deuxième partie : problématique.....	93
 Troisième partie : Etudes Empiriques	 98
Chapitre 8 – Etude épidémiologique des lombalgies pédiatriques à Beyrouth	99
8.1 Les objectifs de l'étude épidémiologique.....	99
8.2 Matériel et méthode	99
8.3 Résultats	108
Chapitre 9 – Etude ergonomique de l'activité des élèves en milieu scolaire	133
9.1 Présentation de l'établissement.....	134
9.2 Méthodologie	134

9.3	Résultats	136
Discussion générale		149
1.	Vers un enrichissement de l'appréhension des lombalgies infantiles.....	150
2.	Leçons apprises pour la prévention des lombalgies infantiles	155
3.	Déplacement épistémologique de l'ergonomie de l'activité adulte vers l'activité de l'élève.....	157
4.	Limites de la recherche	160
5.	Perspectives de recherche.....	161
Annexe 1 Questionnaire		163
Annexe 2 Approbation de la proposition du formulaire de recherche		171
Annexe 3 Lettre informative et consentement écrit.....		172
Références.....		175

Liste des tableaux

Tableau 1 : Résumé comparatif des études épidémiologiques et revues systématiques sur la prévalence, la méthodologie et les facteurs favorisant de la lombalgie pédiatrique	46
Tableau 2 : les cycles d'enseignement au Liban et en France	103
Tableau 3 : Nombre et pourcentage des écoles publiques gratuites et privées payantes du Liban selon les provinces (Ministère de l'Education, 2022).....	104
Tableau 4 : Nombre et pourcentage des élèves du cycle complémentaire dans les écoles publiques gratuites et les écoles privées payantes selon les provinces (Ministère de l'Education, 2022) ..	105
Tableau 5 : Valeurs minimale, maximale, moyenne et écart type de la taille, de la masse, et du BMI des participants à l'enquête (N=746)	110
Tableau 6 : Fréquence des zones douloureuses chez les 547 participants exprimant souffrir de maux du dos	111
Tableau 7 : Répartition des 547 participants suivant l'intensité de la douleur	114
Tableau 8 : Répartition des 547 participants suivant les soins personnels envisagés.....	115
Tableau 9 : Répartition des 547 participants suivant la manutention de charges	115
Tableau 10 : Répartition des 547 participants suivant la marche à pied.....	116
Tableau 11 : Répartition des 547 participants suivant leur position assise	116
Tableau 12 : Répartition des 547 participants suivant leur position debout	117
Tableau 13 : Répartition des 547 participants suivant le niveau de sommeil.....	117
Tableau 14 : Répartition des 547 participants suivant la qualité de leur vie sociale	118
Tableau 15 : Répartition des 547 participants suivant la méthode de déplacement	118
Tableau 16 : Niveau d'incapacité fonctionnel : Score d'Oswestry	119
Tableau 17 : Fréquence des activités extrascolaires exercées par les participants (N=746)	120
Tableau 18 : Répartition des participants suivant la manière de port du sac d'école (N=746) ..	122
Tableau 19 : Répartition des participants suivant quelques informations liées au comportement en classe (N=746)	123
Tableau 20 : Répartition des participants suivant la position assise sur le bureau pour écriture en classe.....	124
Tableau 21 : Répartition des participants suivant la position assise sur chaise lors de discussions entre amis	124

Tableau 22 : Répartition des participants suivant la position assise sur chaise lors de l'utilisation d'ordinateur (bureau ou portable)	125
Tableau 23 : Répartition des participants suivant la manutention des objets	126
Tableau 24 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à leur âge (N=746).....	126
Tableau 25 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à leur poids (N=746).....	127
Tableau 26 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à leur taille (N=746).....	127
Tableau 27 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à leur BMI (N=746).....	127
Tableau 28 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport au sexe des participants (N=746)	128
Tableau 29 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport aux activités extrascolaires (N=746).....	128
Tableau 30 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à la fréquence d'entraînement (N=746).....	129
Tableau 31 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à la fréquence du temps passé devant la télévision, l'ordinateur et les jeux vidéo (N=746).....	129
Tableau 32 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport au poids du sac (N=746).....	130
Tableau 33 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport au confort du mobilier scolaire (N=746).....	130
Tableau 34 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport au confort du dossier de la chaise (N=746).....	131
Tableau 35 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à la hauteur du bureau (N=746).....	131
Tableau 36 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à la hauteur de la chaise (N=746)	132
Tableau 37 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport au confort du mobilier scolaire (N=746).....	132

Tableau 38 : Répartition des participants suivant la fréquence du mal de dos par rapport à la position des pieds avec le sol (N=746)	132
Tableau 39 : Déterminants identifiés dans l'étude ergonomique.....	147

Liste des Figures

Figure 1 : le modèle biopsychosocial de Engel (1977) enrichi des facteurs environnementaux (Engel, 1977).....	27
Figure 2 : Vue latérale de la colonne vertébrale (Agur & Dalley, 2009).....	31
Figure 3 : Vertèbre type (Boutillier, 2023)	32
Figure 4 : Arthrologie de la colonne vertébrale (Boutillier, 2023)	33
Figure 5 : L'impact de la posture sur la pression des disques (Nachemson & Elfström, 1970) ...	39
Figure 6 : Signaux d'alerte d'une douleur lombaire « drapeaux rouges » et indicateurs psychosociaux d'un risque accru de passage à la chronicité « drapeaux jaunes » (HAS, 2019)..	49
Figure 7 : L'approche algorithmique des lombalgies chez les enfants (Kordi & Rostami, 2011)	50
Figure 8 : Facteurs Humains (FH) / Ergonomiques (E) (IEA, 2000)	59
Figure 9 : Niveaux d'approche dans la démarche d'ergonomie scolaire (Lancry-Hoestlandt, 1994)	74
Figure 10 : Répartition des participants suivant leur sexe (N=746)	109
Figure 11 : Répartition des participants suivant leur âge (N=746).....	109
Figure 12 : Répartition des participants suivant leur classe scolaire (N=746)	110
Figure 13 : Répartition des participants concernant la présence de maux de dos (N=746).....	111
Figure 14 : Répartition des 547 participants suivant la fréquence de souffrance de maux de dos	112
Figure 15 : Pourcentages de 547 participants qui ont modifié leurs activités à cause des maux de dos.....	113
Figure 16 : Pourcentages de 547 participants qui ont examiné un médecin ou un physiothérapeute suite aux maux de dos	113
Figure 17 : Pourcentages de 547 participants qui ont souffert de maux de dos durant les 7 derniers jours.....	114
Figure 18 : Pourcentages de participants qui pratiquent une ou plusieurs activité(s) extrascolaire(s) (N=746).....	120
Figure 19 : Répartition des participants suivant la fréquence des séances d'entraînement par semaine (N=746).....	121

Figure 20 : Répartition des participants suivant le temps consacré devant la télévision ou pour les jeux vidéo par jour (N=746)	121
Figure 21 : Répartition des participants suivant le sac utilisé pour l'école (N=746).....	122
Figure 22 : Répartition des participants en fonction du toucher du sol (N=746)	123
Figure 23 : Installation des élèves en classe durant le cours.....	138
Figure 24 : Salle pour les cours de langues.....	141
Figure 25 : Salle d'informatique.....	141
Figure 26 : Changement de la disposition des tables pour s'adapter au type d'enseignement	142
Figure 27 : un poste de travail individualisé comprenant une chaise et une table séparées	143
Figure 28 : un poste de travail individuel comprenant une chaise et une table solidaires	143
Figure 29 : une station double avec deux chaises et une table solidaire.....	143

Liste des abréviations

TMS : Troubles MusculoSquelettiques

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

Kg : Kilogramme

IMC : Indice de Masse Corporelle

WHO : World Health Organisation

e.g. : exempli gratia

vs : Versus

LBP : Low Back Pain

M : Moyenne

TV : Télévision

RULA : Rapid Upper Limb Assessment

SDQ : Strengths and Difficulties Questionnaires

HAS : Haute Autorité de Santé

NFS : Numération Formule Sanguine

VS : Vitesse de Sédimentation

CRP : Protéine C-Réactive

ITMP : Institut de Thérapie Manuelle et de Physiothérapie

IEA : International Ergonomics Association

SELF : Société d'Ergonomie de Langue Française

FH : Facteurs Humains

E : Ergonomiques

RGPD : Règlement Général sur la Protection des Données

NMQ : Nordic Musculoskeletal Questionnaire

ODI : Oswestry Disability Index

EB : Education de Base

MEHE : Ministère de l'Education et de l'Enseignement Supérieur

UNRWA : Nations Unies pour les Réfugiés Palestiniens

ONU : Organisation des Nations Unies

Introduction

Les douleurs du dos chez les enfants et les adolescents sont un problème de santé publique en pleine croissance. Ces problèmes, considérés autrefois comme rares à ces âges, concernent 30 à 70% des jeunes aujourd'hui avec une prévalence plus accentuées chez les filles et une augmentation significative chez les adolescents (Calvo-Muñoz et al., 2013; Vidal-Conti et al., 2021). Ce phénomène s'inscrit dans un contexte plus large marqué par la sédentarisation croissante des modes de vie tant dans les environnements scolaires et domestiques : l'utilisation prolongée des écrans, la diminution des activités physiques ou encore l'adoption de positions prolongées sur des mobiliers inadaptés et inconfortables.

En tant que physiothérapeute (Masseur-kinésithérapeute en France) libanais exerçant depuis de nombreuses années auprès des enfants et des adolescents souffrant de douleurs au dos, j'ai noté la limite des approches classiques appliquées pour adresser ce problème, approches axées sur la correction posturale, l'adaptation du mobilier scolaire ou la modification du poids du cartable et la prescription d'exercices actifs (CNOMK, 2019). Bien que certains programmes d'éducation posturale scolaire ont montré leur efficacité relative en matière de prévention (Miñana-Signes et al., 2021), ils restent essentiellement centré sur l'individu, en négligeant l'influence des environnements dans lesquels vivent et évoluent les enfants, et montrent de ce fait uniquement des résultats à court et moyen terme.

Cette réflexion nous a conduit à rechercher une approche différente et plus adaptée : la discipline de l'ergonomie nous a paru intéressante, proposant une lecture systémique et située des situations. Cette approche systémique permet de situer les lombalgies dans la dynamique d'une activité réelle et concrète, résultant d'interactions entre les enfants, les enseignants et les parents, dans des environnements spécifiques et avec des outils (mobilier, matériels, supports numériques), des espaces de vie tel que la salle de classe ou leur chambre à domicile et l'organisation de leur journée quotidienne (le rythme et l'emploi du temps scolaire et parentale, les exigences pédagogiques). Une étude réalisée au Liban auprès des réfugiés syriens décrit l'importance des facteurs environnementaux, montrant que les douleurs musculosquelettiques chez les enfants sont en relation avec des contraintes telles que la non adaptation du mobilier scolaire et les tâches répétitives (Habib et al., 2019; MOPH, 2023). L'approche ergonomique est située et vise à comprendre comment les enfants agissent réellement dans leur quotidien pour développer des

stratégies personnelles et gérer les contraintes quotidiennes : ajustements posturaux, régulations corporelles spontanées et adaptations aux contraintes spatiales et matérielles, souvent essentielles à leur confort et à leur performance à long terme. Elle adopte une analyse contextualisée où il s'agit d'explorer les réalités vécues de l'enfant, des contraintes visibles (e.g. espace restreint, mobilier inadapté) aux contraintes invisibles (e.g. rythme imposé, usages numériques), dans une approche qui devrait croiser milieu scolaire et contexte domestique (Minghelli et al., 2021).

Cette thèse propose un changement de perspective et défend l'idée que pour comprendre et prévenir les lombalgies chez les enfants, il faut considérer l'enfant non plus comme un « apprenant passif » mais comme un travailleur engagé dans une activité contrainte (Lancry-Hoestlandt, 1994), souvent prolongée, dont il faut rendre visible les efforts, les ajustements et les stratégies de régulation. Dans cette perspective ergonomique, il est nécessaire de questionner, ou tout au moins de consolider cette comparaison entre l'enfant et le travailleur en situation de travail. Ainsi, si l'enfant est reconnu comme un jeune travailleur, le recours à des outils d'évaluation et d'analyse traditionnellement réservés aux adultes dans le monde professionnel sera rendu possible. Dès lors, les lombalgies peuvent être appréhendées comme le signal d'un déséquilibre entre les exigences scolaires (milieu de travail) et les ressources de l'élève, tout comme les Troubles Musculosquelettiques (TMS) sont aujourd'hui compris dans le monde du travail comme un déséquilibre entre les contraintes de l'activité et les capacités d'adaptation du corps (Coutarel, 2004). L'ergonomie et le cadre des TMS offrent alors un levier conceptuel et méthodologique puissant pour penser la santé des enfants à l'école comme un enjeu de conception, d'organisation et de développement humain.

La recherche s'ancre principalement dans le milieu scolaire, tout en intégrant certaines données du milieu domestique pour comprendre les facteurs favorisant les douleurs lombaires chez l'enfant. Elle s'inscrit dans la lignée des travaux en ergonomie de l'activité. La problématique centrale de cette thèse est ainsi formulée : En quoi la reconnaissance de l'élève comme travailleur, engagé dans une activité contraignante et prolongée, permet-elle d'éclairer l'apparition de douleurs lombaires, pouvant être considérées comme des troubles musculosquelettiques émergents, et ainsi d'interroger les conditions d'apprentissage dans une perspective de santé et de performance durables ?

Elle pose les questions de recherche suivantes : En quoi la conceptualisation du « métier d'élève » comme situation de travail permet-elle de renouveler la compréhension des douleurs lombaires à l'école ? Les déterminants des lombalgies diffèrent-ils entre les situations de travail scolaire et les situations professionnelles adultes ? Dans quelle mesure les lombalgies infantiles peuvent-elles être comprises comme une forme émergente de TMS ? Comment l'analyse ergonomique du travail réel de l'élève permet-elle d'en identifier les déterminants, à la lumière des modèles de compréhension et de prévention des TMS chez les travailleurs adultes ?

La thèse se divise en quatre grandes parties.

La première partie est dédiée au contexte général des lombalgies infantiles, de leurs facteurs de risques et de leur prise en charge et prévention. Elle comprend quatre chapitres et une conclusion. Le chapitre 1 décrit le développement biopsychosocial de l'enfant, en soulignant les multiples facteurs influençant sa croissance physique, cognitive, émotionnelle et sociale. Le chapitre 2 présente les bases anatomiques et biomécaniques de la colonne vertébrale. Le chapitre 3 explique les facteurs de risque de la survenue des lombalgies chez les enfants et le dernier chapitre (4) présente la prise en charge de ces lombalgies et quelques actions de prévention. Une conclusion vient souligner l'intérêt à s'intéresser aux lombalgies infantiles dans le milieu scolaire.

La deuxième partie est consacrée au cadre théorique ergonomique de la recherche. Il est composé de trois chapitres et d'une conclusion. Le chapitre 5 rappelle les dimensions systémique et située de l'ergonomie. Le chapitre 6 consolide la considération de l'élève comme un acteur engagé dans une activité de travail, comme cela avait déjà été proposé dans les travaux en ergonomie dite scolaire. Le chapitre 7 propose de considérer les douleurs lombaires comme une forme de TMS émergent. Une conclusion pose la problématique du travail de recherche.

La troisième partie présente les deux études empiriques réalisées pour une lecture systémique du phénomène. Le chapitre 8 décrit une étude épidémiologique réalisée au sein de 4 écoles de Beyrouth permettant de décrire « le quoi » (fréquences, distributions, corrélations). Le chapitre 9 décrit une étude ergonomique réalisée au sein d'une école de Beyrouth permettant d'expliquer le « comment » (mécanismes d'émergence, de maintien ou de prévention de la douleur).

La dernière partie, la partie 4, propose une discussion générale de la recherche et de ses résultats, de ses apports et de ses limites, et met en perspective les résultats avec des pistes de réflexion pour une prévention durable des « TMS pédiatriques » par une transformation structurée des environnements scolaires et propose des pistes de recherche pour les travaux futurs.

Première partie : Contexte général

Chapitre 1 - Le développement biopsychosocial de l'enfant

Le développement de l'enfant comporte différentes étapes importantes et repose sur plusieurs facteurs clés qui influencent sa croissance physique, cognitive, émotionnelle et sociale.

1.1 Les périodes clés du développement de l'enfant

Le développement humain comprend des étapes importantes telles que l'enfance et l'adolescence qui influencent la santé, le bien-être et la qualité de vie tout au long de la vie de l'être humain. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'enfance couvre la période allant de la naissance à 18 ans (Organisation mondiale de la santé (OMS), 2021). Pendant l'enfance, les jeunes apprennent à marcher, à parler et à interagir avec leur environnement. Ils traversent également diverses étapes de développement marquées par des changements significatifs dans leur comportement et leur capacité à comprendre le monde qui les entoure. Au fur et à mesure qu'ils grandissent, leur développement physique, leur force et leur endurance augmentent et le corps subit des changements, notamment pendant la puberté. A l'adolescence, ils commencent à construire leur propre identité et à découvrir leur place dans le monde. Les expériences vécues pendant cette période peuvent avoir un impact sur la vie future d'une personne, notamment sur sa santé mentale et son bien-être émotionnel.

Le développement peut être divisé en quatre périodes d'âge, chacune correspondant à l'apport de nouvelles compétences et répondant à des attentes sociales marquant ainsi des transitions importantes.

La petite enfance est la première phase du développement qui s'étend sur la première année de la vie. La période des tout-petits couvre la deuxième année. Pendant cette période, des changements spectaculaires se produisent dans le corps et le cerveau qui favorisent l'émergence d'un large éventail de capacités motrices, perceptuelles et intellectuelles : les débuts du langage et les premiers liens intimes avec les autres. Les enfants prennent rapidement de la taille et du poids. Ils font leurs premiers pas indépendants, marquant ainsi une transition vers une plus grande

autonomie. Les enfants en bas âge atteignent une taille moyenne de 25 centimètres et multiplient par trois leur poids de naissance dès la première année de vie (Taveras et al., 2008).

L'enfance précoce est la deuxième phase du développement qui s'étend des 2 ans de l'enfant jusqu'à ses 6 ans. La croissance se poursuit pendant cette période, mais à un rythme plus lent. La croissance linéaire moyenne est d'environ 5 à 6 centimètres par an (Khadikar et al., 2021). Le corps devient plus long et plus élancé, les compétences motrices se perfectionnent et les enfants deviennent plus autonomes et indépendants. Le jeu de rôle imaginaire s'épanouit, soutenant tous les aspects du développement psychologique (Berk, 2013).

La puberté est la troisième phase du développement qui commence généralement entre 8 et 13 ans pour les filles et entre 9 et 14 ans pour les garçons (Brämwig & Dübbers, 2009; Cooke et al., 2016). Pendant la puberté, les enfants connaissent une accélération de la croissance, principalement due à une production accrue d'hormones de croissance. La croissance linéaire moyenne est de 8 à 10 centimètres par an chez les filles et de 9 à 11 centimètres par an chez les garçons (Rosenfeld & Hwa, 2009). A la puberté, les enfants explorent le monde qui les entoure et maîtrisent de nouvelles responsabilités qui ressemblent de plus en plus à celles qu'ils accompliront en tant qu'adultes. Les principales caractéristiques de cette période sont l'amélioration des capacités athlétiques, des processus de pensée plus logiques, la maîtrise des bases de la lecture, de l'écriture, des mathématiques et d'autres connaissances et compétences académiques et des progrès dans la compréhension de soi, de la morale et de l'amitié (Berk, 2013).

L'adolescence s'étend de l'âge pubertaire jusqu'aux 18 ans de l'enfant. Elle marque le début de la transition vers l'âge adulte. L'adolescence conduit à un corps de taille adulte et à la maturité sexuelle. La pensée devient abstraite et idéaliste. Les jeunes commencent à acquérir une autonomie par rapport à leur famille et à définir leurs valeurs et leurs objectifs personnels (Graber, 2023).

Le développement de l'enfant est un processus dynamique et complexe. Il implique des changements interdépendants dans plusieurs domaines et comprendre les facteurs qui influencent ce développement est essentiel pour accompagner l'enfant dans son épanouissement global.

1.2 Les facteurs clés du développement de l'enfant

Le développement biologique de l'enfant concerne les aspects physiologiques et génétiques impliqués dans la croissance et le développement de l'enfant (Halfon & Forrest, 2018). Les travaux de Gesell et collaborateurs (1961) ont notamment constitué des repères importants en psychologie du développement (Gesell & Ilg, 1961). Ils expliquent le développement de l'enfant en fonction de la maturation qu'ils lient à la chronologie du développement. Le développement psychologique dépendrait du développement maturationnel du Système Nerveux Central et des systèmes endocriniens. **La génétique** influence également les capacités intellectuelles et certaines prédispositions aux maladies. Les gènes et les hormones jouent un rôle important dans la croissance post-natale. Les gènes déterminent en partie la taille et la forme du corps, tandis que les hormones de croissance produites par l'hypophyse stimulent la croissance osseuse et musculaire (Rosenfeld & Hwa, 2009). **L'alimentation**, saine et équilibrée, favorisera une croissance optimale (Victoria et al., 2008, 2021) ; les nutriments comme les protéines, les glucides, les lipides, les vitamines et les minéraux jouent un rôle clé. **La stimulation sensorielle et cognitive** dès la naissance favorisera l'apprentissage et les compétences intellectuelles. **L'exercice physique** pourra stimuler la croissance des os et des muscles, en étant vigilant à choisir des activités adaptées à l'âge pour prévenir les blessures (Deere et al., 2012; Tobias et al., 2007).

Le développement psychologique, affectif et social des enfants est un processus complexe et multidimensionnel qui implique le développement cognitif, les émotions, l'intelligence émotionnelle, les compétences sociales, la personnalité, l'estime de soi, les aptitudes d'apprentissage, la résolution de problèmes, l'attachement et l'évolution de l'identité (Shonkoff & Meisels, 2000). Les enfants sont constamment impactés par les interactions qu'ils ont avec leur parents, leurs pairs et leur environnement social tout au long de leur vie (Orben et al., 2020 ; Rajendran et al., 2023). Les caractéristiques de personnalité que l'enfant va développer seront, en partie, influencées par le comportement des adultes qui l'entourent, notamment les parents (Devolvé, 2010). Cette relation particulière avec les parents joue un rôle clé dans la socialisation de l'enfance (Steinberg & Monahan, 2007). Les parents vont enseigner à leurs enfants les valeurs, les croyances et les comportements considérés comme acceptables et souhaitables dans leurs contextes culturels respectifs (Somerville, 2013). La famille est la première source de socialisation qui transmet à l'enfant des valeurs morales et des normes sociales, en constituant un

environnement social émotionnel primaire qui pourra structurer ses premières expériences affectives et sociales (Bornstein & Bradley, 2014). Les expériences sociales, les normes sociales, les valeurs familiales, le soutien social et la qualité des relations sociales jouent un rôle important dans le développement social et affectif de l'enfant (Shonkoff & Meisels, 2000). Les expériences sociales de l'enfant contribuent au développement de son identité sociale et à sa capacité à réguler les émotions (Rubin et al., 2008). L'école est bien évidemment une structure fondamentale pour le développement cognitif, social et affectif de l'enfant et enseigne des compétences sociales et académiques pour favoriser l'intégration sociale.

Les facteurs environnementaux tels que le cadre de vie et les conditions matérielles sont également centraux. Le niveau socio-économique d'une famille déterminera l'accès à diverses ressources qui peuvent impacter la qualité de l'éducation, l'adéquation des soins médicaux et une bonne alimentation. Dans leurs recherches, Bradlet et al. (2002) ont montré l'impact des ressources socio-économiques sur le bien-être émotionnel et les capacités cognitives des enfants (Bradley & Corwyn, 2002). Les caractéristiques de l'habitat, notamment malsaines, telles que l'exposition au plomb, l'humidité excessive et d'autres polluants domestiques, peuvent entraîner des troubles cognitifs, des maladies respiratoires et des problèmes de santé chroniques, allant jusqu'à influencer la réussite scolaire et le bien-être psychologique des enfants (Evans & Kantrowitz, 2002 ; Lanphear et al., 2005). Dans la même lignée, les caractéristiques de l'environnement naturel, notamment malsaines, peuvent altérer le développement des enfants à travers un retard sur le plan cognitif, des troubles de l'attention et des maladies respiratoires (Calderón-Garcidueñas et al., 2014; Grandjean & Landrigan, 2014). Plusieurs recherches ont montré que l'accès régulier à des espaces verts est bénéfique aux enfants et contribue à une meilleure santé mentale et physique tout en favorisant le développement physique à travers des activités qui réduisent les niveaux de stress, stimulent le développement social par les interactions avec les autres et améliorent la concentration (Chawla, 2015; Ward Thompson et al., 2008).

1.3 Le modèle biopsychosocial du développement de l'enfant enrichi des facteurs environnementaux

La manière dont les scientifiques ont abordé le développement de l'enfant a connu une évolution rapide et significative. Initialement, une approche axée sur la maturité (Gerber et al., 2009) était adoptée mettant l'accent sur l'influence de la croissance sur le changement. Ensuite, une perspective environnementale (Evans, 2004) a plutôt mis en évidence le rôle de la famille dans ce processus de changement. Par la suite, l'attention s'est portée sur une approche biologique (Shonkoff et al., 2009) et l'impact des gènes sur le développement. En fin de compte, ces perspectives ont convergé vers des approches interactionnistes (Shonkoff et al., 2012) considérant que la nature (gènes et biologie) et l'acquis (familles, pairs et culture) interagissent de manière complexe pour engendrer une diversité de résultats sur le développement.

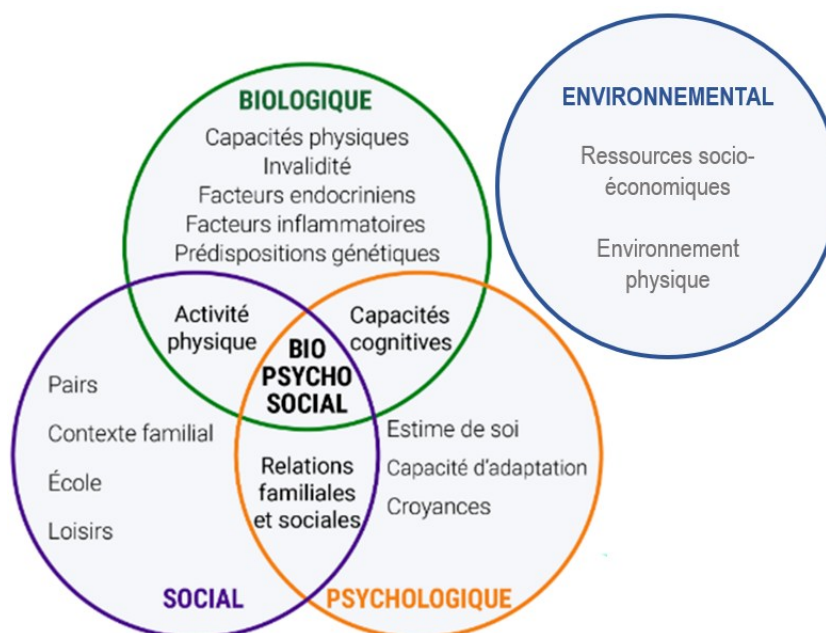


Figure 1 : le modèle biopsychosocial de Engel (1977) enrichi des facteurs environnementaux (Engel, 1977)

Le modèle biopsychosocial a été formulé pour la première fois par Georges Engel en 1977. Il avait suggéré que pour comprendre l'état de santé d'un individu, il ne suffisait pas de considérer uniquement des facteurs biologiques, mais aussi psychologiques et sociaux (Engel, 1977). Ainsi le développement de l'enfant, dans une perspective biopsychosociale, suppose une approche holistique qui considère les facteurs biologiques, psychologiques et sociaux comme interagissant pour influencer la croissance, le comportement et la personnalité d'un enfant (Calkins, 2015). Cette

perspective holistique, enrichie des facteurs environnementaux par nos soins (Figure 1), est essentielle aux soins, à l'éducation et au soutien appropriés des enfants afin de favoriser leur développement optimal (Black & Hoefft, 2015).

Chapitre 2 – Bases anatomiques et biomécaniques des lombalgies chez les enfants

Les lombalgies chez l'enfant sont moins fréquentes que chez l'adulte mais en nette augmentation et doivent être considérées attentivement. La lombalgie est une douleur localisée dans la région lombaire (bas du dos). Chez l'enfant, c'est un symptôme à ne pas banaliser, car contrairement à l'adulte, la douleur lombaire n'est presque jamais idiopathique. Il est important de ne pas les confondre avec les douleurs de croissance qui sont bénignes et ne concernent jamais la colonne vertébrale. Ces douleurs de croissance (bénignes) sont étroitement liées au processus de maturation physique chez les enfants et les adolescents (O'Keefe et al., 2022). Pendant les phases de croissance rapide, les os, les muscles et les tendons se développent et s'allongent rapidement, ce qui peut entraîner des tensions et des déséquilibres dans le corps (Uziel & Hashkes, 2007). Ces périodes de croissance intense sont souvent accompagnées de douleurs musculaires ou osseuses bénignes ressenties généralement dans les membres inférieurs, les jambes, en particulier les genoux, les mollets et les cuisses. Ces douleurs musculaires surviennent généralement la nuit (Pavone et al., 2011). Elles peuvent toucher jusqu'à 37% des enfants (Evans & Scutter, 2004).

2.1 Bases anatomiques de la colonne vertébrale

Le rachis ou colonne vertébrale s'étend de la base du crâne jusqu'au bassin et est composé de 33 vertèbres empilées les unes sur les autres verticalement et séparées par des disques intervertébraux, qui agissent comme des coussinets absorbant les chocs et permettant la flexibilité de la colonne vertébrale. Les vertèbres sont classées en cinq régions : cervicale (sept vertèbres), thoracique (douze vertèbres), lombaire (cinq vertèbres), sacrée (cinq vertèbres) et coccygienne (quatre vertèbres soudées) (Figure 2).

La colonne vertébrale protège la moelle épinière, organe central du système nerveux. Les nerfs rachidiens sortent de la moelle épinière par des ouvertures entre les vertèbres pour transmettre des signaux nerveux à différentes parties du corps (Standring, 2005). L'équilibre est conditionné par la présence de courbures vertébrales. Dans le plan frontal, le rachis est normalement rectiligne. Dans le plan sagittal, le rachis présente des courbures :

- Les courbures cervicale et lombaire ont une concavité dorsale : la lordose.

- Les courbures thoracique et sacro-coccygienne ont une concavité ventrale : la cyphose.

Le rachis peut supporter des charges de 600 Kg. Les corps vertébraux s'adaptent aux contraintes en augmentant leur volume et leur surface de haut en bas. La capacité de résistance de la colonne dépend du degré d'ossification des vertèbres de telle sorte que sa configuration définitive n'est acquise qu'après la puberté.

Les courbures se développent en raison des charges imposées par les stations debout et assise (Dimeglio & Canavese, 2020; Oxland et al., 1992) :

- à la naissance : la colonne présente deux courbures sur les quatre, ce qui donne à l'enfant l'allure arquée d'un quadrupède. La lordose cervicale se développe progressivement lorsque le bébé redresse la tête.
- à 13 mois, le rachis est pratiquement rectiligne.
- vers 3 ans, la lordose lombaire doit se dessiner correctement.
- vers 5 ans, la cyphose dorsale commence à s'établir (cela durera jusqu'à 20 ans).
- vers 8 ans, la lordose lombaire est significative.
- vers 15 ans chez la fille et 20 ans chez le garçon, les courbures sont définitives.

La colonne vertébrale permet la posture verticale et la station debout par l'action des muscles et des ligaments qui l'entourent. La grande mobilité au tronc est assurée par l'empilement alterné d'éléments souples (les disques intervertébraux) et durs (les vertèbres) (Nicard, 2022). Le développement des courbures est involontaire et influencé par la force musculaire notamment des abdominaux. Un enfant adopte d'emblée la posture qui le maintient en équilibre et non celui qui lui permettra plus tard d'éviter les problèmes musculaires et/ou vertébraux.

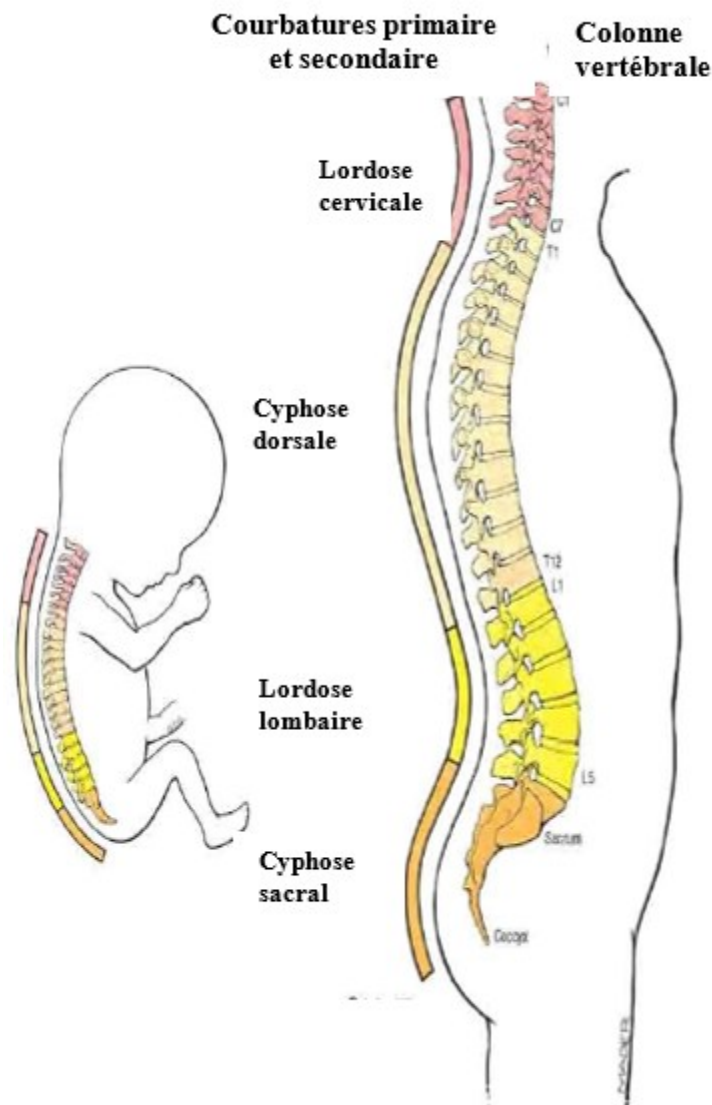


Figure 2 : Vue latérale de la colonne vertébrale (Agur & Dalley, 2009)

2.2 Anatomie fonctionnelle de la vertèbre et du rachis

Le rachis est formé par la superposition de vertèbres reliées entre elles avec des structures articulaires, ligamentaires et musculaires qui constituent une unité anatomique et fonctionnelle. Une **vertèbre type** est formée de deux éléments principaux : un **corps vertébral** (ou arc antérieur) en avant, de forme cylindrique, qui supporte les disques intervertébraux et un **arc postérieur** constitué des pédicules, lames et processus osseux, qui circonscrivent le **foramen vertébral**

participant à la formation du **canal rachidien** (Figure 3) (Boutillier, 2023).

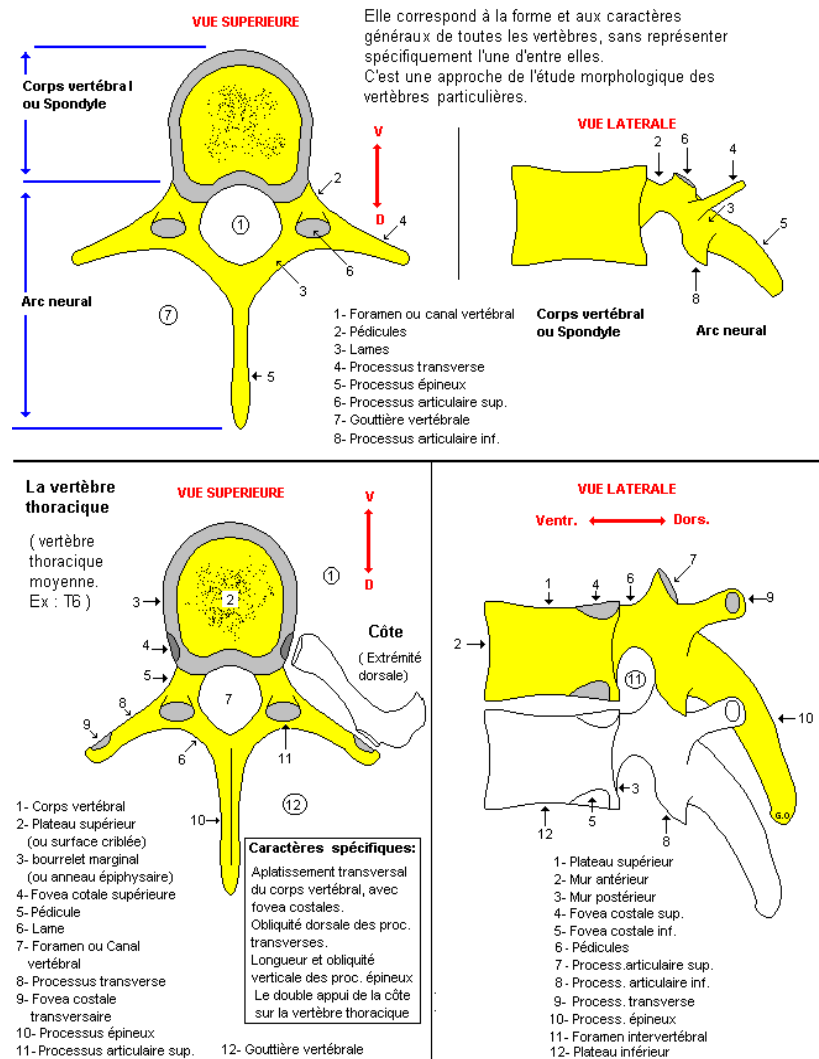


Figure 3 : Vertèbre type (Boutillier, 2023)

La morphologie de la vertèbre varie selon la localisation au niveau de la colonne : les vertèbres cervicales sont plus petites et plus légères que les autres vertèbres, avec des trous transversaux pour le passage des artères vertébrales. Les vertèbres thoraciques ont des surfaces articulaires pour les côtes, tandis que les vertèbres lombaires sont plus grandes et plus larges pour soutenir le poids du corps. Le rachis est formé par l'empilement régulièrement alterné des vertèbres et des systèmes articulaires intervertébraux.

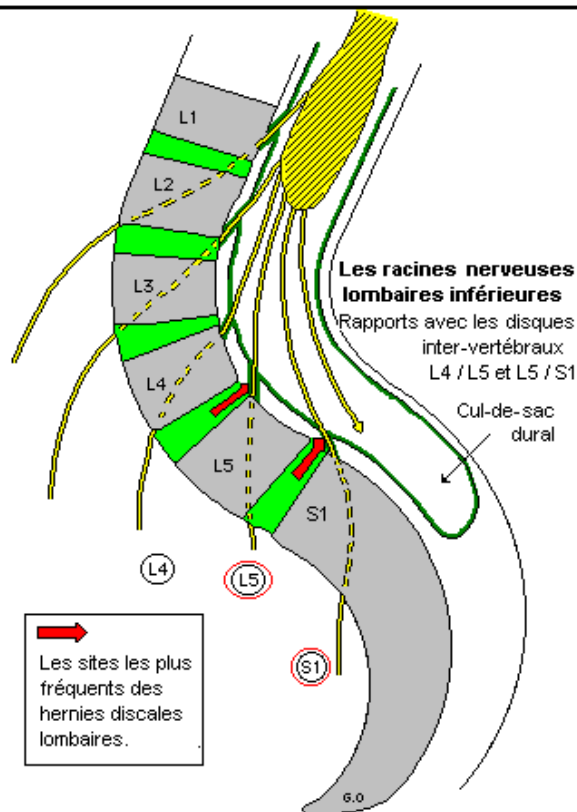
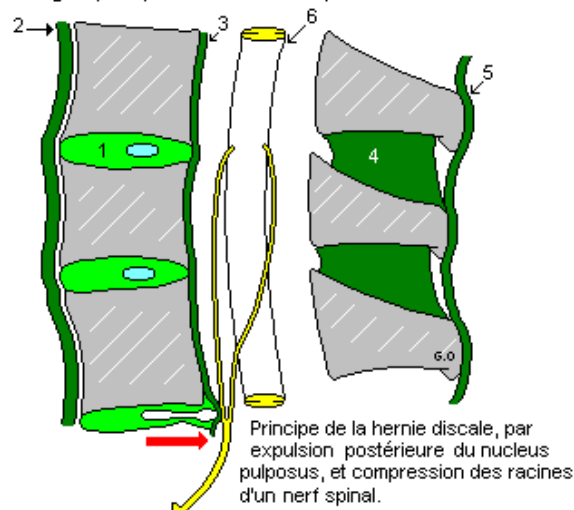
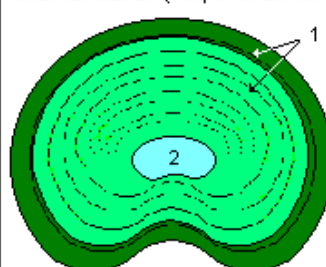
Colonne vertébrale-Arthrologie 1

Les articulations vertébrales sont disposées entre les corps vertébraux et entre les arcs neurax.

A- Entre les corps vertébraux: se trouvent les disques inter - vertébraux, le ligament vertébral commun ventral et le ligament vertébral commun dorsal.

B- Entre les arcs neurax, se trouvent les articulations inter - apophysaires (processus articulaires et proc. épineux).

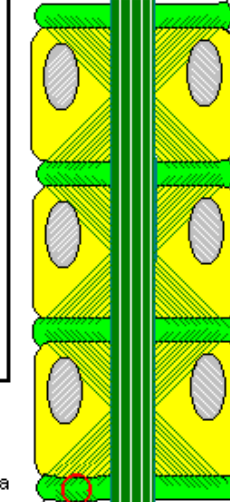
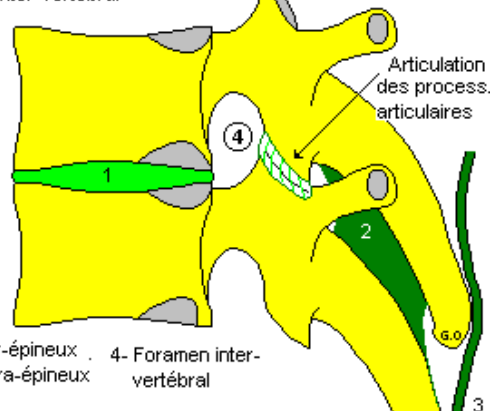
1- Disque inter-vertébral 2- Lig. inter-vertébral commun ventral
3- Lig. inter-vertébral commun dorsal 4- Lig. inter-épineux
5- Lig. supra-épineux 6- Moelle épinière et racines nerveuses

**Ligament interosseux ou Disque intervertébral (coupe horizontale)**

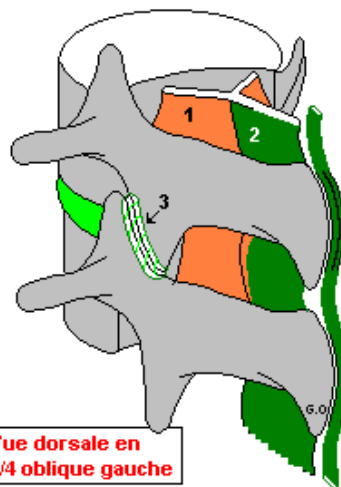
Il existe 24 disques inter-vertébraux. Ils sont formés de deux parties :
1- l'anneau fibreux
2- le noyau pulposus

Le Lig. vertébral commun dorsal est formé de deux parties: Les fibres axiales sont épaisses et les fibres obliques, plus minces. Ceci explique la situation plus fréquemment latérale des hernies discales.

La présentation du schéma montre le mur dorsal des corps vertébraux, l'arc neural ôté, par section des pédicules.

Ligament vertébral commun dorsal**1- Disque inter-vertébral**

2- Lig. inter-épineux 4- Foramen inter-vertébral
3- Lig. supra-épineux

Articulations des arcs neurax

1- Ligament jaune (entre les lames vertébrales)
2- Lig. inter-épineux
3- Capsule des artic. inter-articulaires
4- Lig. supra-épineux

Remarque :

Les ligaments inter et supra-épineux sont très riches en tissus fibro-élastiques, accessoires aux fonctions musculaires de redressement.

Vue dorsale en 3/4 oblique gauche

Figure 4 : Arthrologie de la colonne vertébrale (Boutillier, 2023)

Chaque vertèbre est unie aux vertèbres sus et sous-jacentes par un double système articulaire : les **articulations disco-vertébrales**, qui unissent les corps vertébraux par un disque intervertébral constitué d'un noyau pulpeux central et d'un anneau fibreux périphérique et les **articulations inter-apophysaires**, qui se situent entre les processus articulaires des vertèbres adjacentes. Ces différentes articulations, avec les disques intervertébraux et les ligaments, forment un système articulaire complexe, le **segment articulaire rachidien**, unité fonctionnelle du mouvement rachidien.

Les mouvements et la mobilité de la colonne vertébrale sont guidés par l'orientation des facettes articulaires et sont freinés par les différents ligaments telles que les ligaments inter-épineux, ligaments jaunes, ligaments intertransversaires et ligaments vertébraux communs antérieur et postérieur (Figure 4) (Boutillier, 2023).

Enfin, la **musculature postérieure du tronc** comprend plusieurs groupes musculaires tels que : les **muscles érecteurs du rachis** (iliocostal, longissimus et épineux), regroupés au niveau de la région lombaire sous forme d'une seule masse musculaire : la masse sacro-lombaire, assurent l'équilibre du tronc lors de la marche et de la station debout ; les **muscles intersegmentaires** (interépineux et intertransversaires), permettent l'inclinaison homolatérale du rachis ; les **muscles profonds** tels que le **muscle carré des lombes** et le **muscle ilio-psoas** qui participent à l'inclinaison latéral et la flexion de la hanche ; ainsi que d'autres muscles comme le **transverse de l'abdomen**, le **grand dorsal** et le **dentelé postéro-inférieur** qui contribuent également à la statique rachidienne (Boutillier, 2023).

2.3 Définition des rachialgies et des lombalgies chez les enfants

Le terme de « rachialgie », également connu sous le nom de douleurs rachidiennes, englobe toute sensation douloureuse localisée dans la région du rachis vertébral ou à sa proximité immédiate, quelle que soit son origine, sa nature ou son intensité (Izzo et al., 2015). On peut distinguer trois types de rachialgies en fonction de la localisation de la douleur. Les cervicalgies se réfèrent aux douleurs qui surviennent au niveau du cou (rachis cervical), s'étendant de la première vertèbre cervicale (C1) à la charnière cervico-thoracique (C7-T1). Les dorsalgies se manifestent dans la partie supérieure du dos (colonne thoracique), entre la charnière cervico-thoracique (C7-T1) et la

charnière thoraco-lombaire (T12-L1), tandis que les lombalgies englobent les douleurs situées dans la partie basse du dos (colonne lombaire), entre la charnière thoraco-lombaire (T12-L1) et la charnière lombo-sacrée (L5-S1) (Bourgeois et al., 1995).

Les « lombalgies » concernent des douleurs de la région lombaire. Les rachialgies chez l'enfant sont principalement des lombalgies communes (Balagué et al., 1995; Burton et al., 1996), également appelées non spécifiques ou mécaniques. Elles ne résultent pas d'affections spécifiques telles qu'une tumeur, une infection, un syndrome inflammatoire, syndrome radiculaire (compression nerveuse) ou une fracture (Burton et al., 2006). Le terme « lombalgie » a été défini par Andersson en 1977 comme « *une douleur se limitant à la région entre les bords inférieurs de la 12^e côte et les plis fessiers* » (Anderson, 1977, p 34). Il s'agit du type le plus courant de maux du dos (Kordi & Rostami, 2011), touchant environ 60 à 80 % des gens à un moment de leur vie (Anderson, 1989). Ces lombalgies surviennent souvent dès l'enfance et chez les adolescents, leur prévalence étant similaire à celle des adultes (Burton et al., 1996; Hafezi et al., 2010).

Les lombalgies communes non spécifiques sont fréquentes chez les adolescents en raison des transformations qui se produisent dans leur colonne vertébrale pendant la phase de croissance (Rubin, 2007) et qui peuvent contribuer à l'apparition de ces douleurs lombaires (Braun et al., 2014). L'origine de ces douleurs peut être diverse, ostéoarticulaire ou musculo-ligamentaire, survenant suite à un déséquilibre musculaire, avec des contractions musculaires ou des étirements causés notamment par l'adoption de postures statiques prolongées, par les activités physiques intenses, la pratique de la musculation ou encore le port de sacs à dos lourds (Geldhof et al., 2007).

Selon la durée d'apparition de ces douleurs, on peut distinguer les rachialgies aiguës, qui durent moins de six semaines, les rachialgies subaiguës, qui s'étendent sur une période de six à douze semaines et les rachialgies chroniques, qui persistent pendant plus de trois mois (Burton et al., 2006). Ces douleurs peuvent avoir un impact important sur la réalisation des activités quotidiennes (Skoffer, 2007), entraînant des absences scolaires et une réduction, voire un arrêt, de l'activité physique (Bejia et al., 2005). Une surveillance attentive des troubles rachidiens pour prévenir l'aggravation des maux du dos est nécessaire.

Chapitre 3 – Les facteurs de risque des lombalgies chez les enfants

Les lombalgies chez les enfants et les adolescents sont influencés par une variété de facteurs de risque. Parmi les facteurs de risque couramment signalés figurent les problèmes de posture pendant les activités scolaires, comme rester assis pendant de longues périodes en classe ou étudier dans une position inconfortable (Limon et al., 2004). Le port inapproprié de sacs à dos surchargés est également une cause fréquente de lombalgie, car il exerce une pression excessive sur la colonne vertébrale en développement (Skaggs et al., 2006). De plus, un manque d'activité physique ou de participation à des activités sportives peut contribuer aux lombalgies en affaiblissant les muscles du dos et de la région abdominale, ce qui diminue le soutien de la colonne vertébrale (Potthoff et al., 2018). En outre, des facteurs psychosociaux, tels que le stress lié à la performance scolaire et les pressions académiques, peuvent augmenter la tension musculaire et exacerber la douleur lombaire (Gustafsson et al., 2018). En fin de compte, la combinaison de multiples facteurs de risque, biologiques, psychologiques, sociaux et environnementaux, peut rendre les élèves plus vulnérables aux lombalgies.

3.1 Facteurs anatomiques

La croissance rapide chez les enfants et les adolescents est souvent reconnue comme un risque accru dans la survenue des lombalgies chez les jeunes. Nombreuses sont les études qui font état de cette prévalence croissante des lombalgies en relation avec l'âge surtout dans les phases de « poussée de croissance ». Une étude menée par Jones et al. (2003), en Angleterre, auprès des écoliers âgés de 12 à 15 ans, montrent que 18.6% disent avoir une apparition de nouvelles douleurs lombaires sur une période d'un mois (Jones et al., 2003). De même, Balagué et al. (1999) ont observé une augmentation de la prévalence, passant de 23% chez les enfants âgés de 6 à 13 ans à 33% chez les adolescents entre 14 et 18 ans (Balagué et al., 1999). Ces observations montrent que la croissance corporelle rapide à l'âge de l'adolescence joue un rôle primordial dans l'installation des lombalgies.

Il convient donc de noter que l'évolution de la musculature, de la coordination motrice et des capacités proprioceptives peut se faire à un rythme plus lent et différent que celui de la croissance

osseuse (Hasler, 2013). Ce décalage pourra engendrer une vulnérabilité accrue de la colonne vertébrale face aux contraintes mécaniques, entraînant une surcharge musculaire et des douleurs fonctionnelles. Ces risques sont accentués par des habitudes comme une pratique sportive intense et inadaptée, surtout dans le contexte de sports demandant beaucoup d'efforts, une posture prolongée inadéquate ou une sédentarité excessive liées à un temps d'écran important (Maher et al., 2017).

D'un point de vue clinique, les symptômes les plus courants associés à ces processus sont essentiellement fonctionnels : des tensions musculaires, des spasmes dans les muscles paravertébraux et des entorses ligamentaires (Deyo & Weinstein, 2001; Chou et al., 2011). Cependant la colonne vertébrale peut également être affectée au niveau des structures internes comme les disques intervertébraux. Dans certaines circonstances, une hernie discale peut se produire, entraînant la protrusion du noyau pulpeux hors du disque. Cette situation entraîne généralement une compression nerveuse qui cause des douleurs accrues et des symptômes radiculaires (Chou & Huffman, 2007).

Par ailleurs, il est important de considérer certaines pathologies spécifiques liées au développement, qui, bien qu'elles soient moins fréquentes, doivent être considérées, en présence de douleurs persistantes ou inhabituelles chez l'enfant et l'adolescent (Koes et al., 2006). Cela inclut la scoliose et la cyphose, ainsi que des affections structurales comme la maladie de Scheuermann (Frosch et al., 2022). Plus rarement encore, il arrive que des lombalgies soient causées par des infections vertébrales (tuberculose osseuse), des maladies inflammatoires telles que la spondylarthrite ankylosante ou encore par des tumeurs osseuses (Arnett et al., 1988; Manchikanti et al., 2009). Des antécédents familiaux d'histoire de lombalgie accroissent le risque d'apparition (Bejia et al., 2005; Noll et al., 2016; Rezapur-Shahkolai et al., 2020).

De plus, dans l'étude des lombalgies les facteurs anthropométriques complètent l'analyse anatomique. Parmi eux, l'Indice de Masse Corporelle (IMC) demeure un indicateur général qui ne distingue pas la masse musculaire de la masse adipeuse et ne fournit pas d'informations sur la composition corporelle précise, ce qui limite sa capacité à refléter pleinement les changements physiologiques liés à la croissance et au développement (WHO Consultation on Obesity, 1998). Plusieurs études ont établi un lien entre un indice de masse corporelle (IMC) élevé et les

lombalgies : Shiri et al. (2010) ont démontré une corrélation positive entre l'obésité et l'apparition des douleurs lombaires. Cardon et Balagué (2004) ont mis en évidence que même pendant la période de croissance, un IMC dépassant 25 Kg/m² est associé à un risque plus élevé de lombalgies pouvant persister à l'âge adulte (Cardon & Balagué, 2004; Shiri et al., 2010). Cependant, ces résultats ne font pas consensus. Plusieurs études, comme celles de Jones et Macfarlane (2005) ainsi que Balagué et al. (1999), n'ont pas réussi à établir une corrélation significative entre la taille et le poids, ou l'IMC, et les douleurs lombaires chez les jeunes (Balagué et al., 1999; Jones & Macfarlane, 2005).

Outre les facteurs déjà cités, la différence de genre représente un autre aspect important à considérer. En effet, les études montrent que la prévalence des lombalgies est généralement plus élevée chez les filles que chez les garçons (Calvo-Muñoz et al., 2013; Chambers et al., 2024; Jones et al., 2003; Noll et al., 2016; Van Gent et al., 2003; Watson et al., 2003). Cette différence pourrait être due à la composition corporelle : les filles ont souvent un pourcentage de graisse corporelle plus important, les garçons disposent d'une musculature plus développée, offrant ainsi une meilleure stabilité de la colonne vertébrale (Fardy et al., 2000; Navuluri & Navuluri, 2006).

3.2 Facteurs biomécaniques

Une mauvaise posture peut engendrer plusieurs troubles, notamment des tensions musculaires au niveau du cou, des douleurs musculaires diffuses, une mauvaise circulation sanguine, des fatigues physiques et mentales et même des troubles du sommeil, contribuant à l'apparition et la persistance des lombalgies (Rajan & Koti, 2013). La position assise prolongée représente un risque, et elle occupe une grande partie du quotidien des élèves en classe (Bru & Stoffel, 2013). La position assise entraîne une bascule postérieure du bassin et une diminution significative de la lordose lombaire par rapport à la posture debout (De Carvalho et al., 2010; Drzał-Grabiec et al., 2016; Endo et al., 2012). Cette modification provoque une augmentation de la pression intra-discale, en particulier par la compression antérieure de l'anneau fibreux et le déplacement postérieur du nucléus pulposus, des facteurs mécaniques qui contribuent à la détérioration discale et aux douleurs associées (Alexander et al., 2007; Nazari et al., 2012). Les structures postérieures de la colonne, comme les ligaments, les capsules articulaires et les muscles paravertébraux, sont également soumises à une tension prolongée qui peut entraîner des

douleurs et de la fatigue musculaire (Esnault & Viel, 1999; McGill, 2017). En fonction de la position du corps et de la flexion du tronc, la pression exercée sur les disques peut varier considérablement, passant de 140% du poids corporel en position assise redressée sans dossier jusqu'à 275% lors d'une flexion importante (Figure 5) (Etra et al., 2015; Nachemson & Elfström, 1970). Actuellement, les enfants passent entre 60% et 80% de leur temps scolaire en position assise, sans compter les activités périscolaires qui entraînent aussi une immobilité prolongée (Arundell et al., 2019; Baranda et al., 2017). Parmi les postures les plus fréquentes figure la position appelée « affaissée », qui se caractérise par une exagération de la courbure cyphotique du dos, augmentant ainsi la charge mécanique sur la colonne vertébrale et le risque de dégénérescence vertébrale (Adams et al., 2012; Caneiro et al., 2010). Ces observations mettent en évidence l'importance de promouvoir et d'adopter une position assise adéquate, qui respecte les courbures naturelles de la colonne vertébrale pour prévenir les troubles musculosquelettiques.

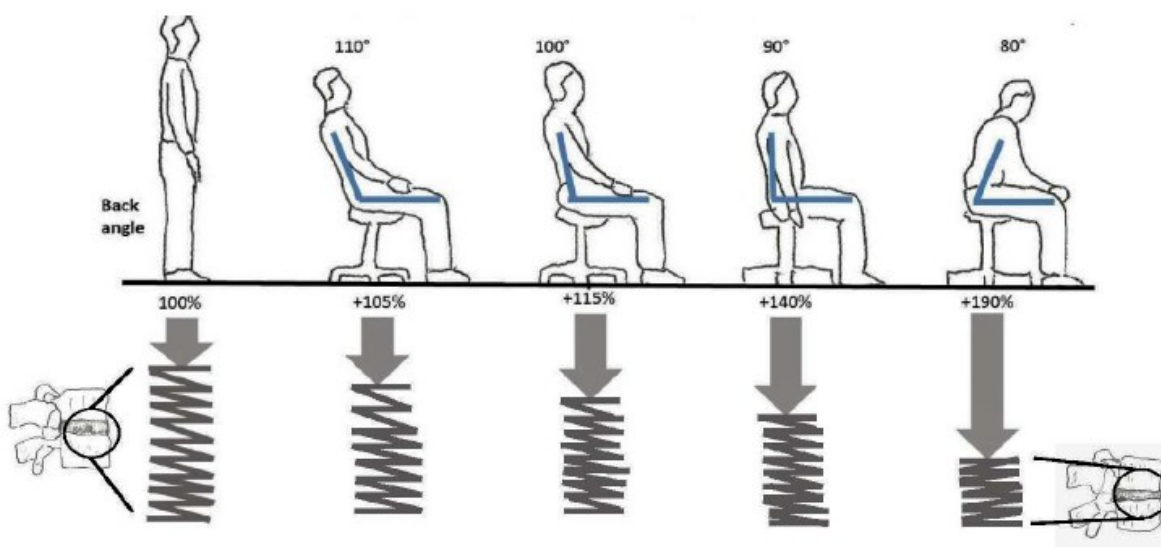


Figure 5 : L'impact de la posture sur la pression des disques (Nachemson & Elfström, 1970)

Dans ce contexte, le mobilier joue un rôle essentiel dans l'aménagement des espaces scolaires et de vie quotidienne. Qu'il soit utilisé en milieu domestique, professionnel ou éducatif, le mobilier conditionne directement les postures adoptées, la répartition du poids et le niveau de confort ressenti. Un mobilier inadapté peut constituer un facteur de risque important pour la santé, en déclenchant ou en aggravant des douleurs musculosquelettiques, des douleurs au niveau du dos et des articulations ainsi que des gênes fonctionnelles affectant la concentration et la performance (Bridger, 2017; Helander, 2005). Les principales caractéristiques du mobilier telles que les

dimensions, les formes, les réglages et les matériaux ont un impact direct sur la posture statique et dynamique, la charge mécanique exercée sur les articulations et l'intensité des contraintes sur les structures musculosquelettiques (Dul & Weerdmeester, 2008). Si les dimensions ou la conception du mobilier ne correspondent pas aux caractéristiques anthropométriques des utilisateurs, cela peut entraîner l'adoption de postures contraignantes et compensatoires telles qu'une inclinaison excessive du tronc, un appui insuffisant du dos, une rotation ou une inclinaison latérale prolongée du cou. Ces postures, lorsqu'elles sont répétées ou maintenues pendant de longues périodes, augmentent la charge mécanique et favorisent le développement de douleurs chroniques (Dul & Weerdmeester, 2008). Cette situation est particulièrement plus préoccupante dans le contexte scolaire. Les enfants et les adolescents demeurent assis à leur bureau pendant une part importante de leur journée, parfois même au-delà de six heures consécutives. Or, plusieurs recherches internationales indiquent que les dimensions du mobilier scolaire standard ne sont pas toujours adaptées aux différentes dimensions anthropométriques des élèves (Castellucci et al., 2010; Saarni et al., 2007). Cette inadéquation entraîne l'adoption systématique de postures nuisibles, ce qui aggrave la charge mécanique sur la colonne vertébrale (Hafezi et al., 2010). Dans de nombreux pays, plus de 80% des sièges et des bureaux sont mal adaptés à la taille et à la morphologie des enfants (Podrekar et al., 2021; Prieto-Lage et al., 2021; Yanto et al., 2017). Un siège trop profond ou trop élevé peut entraîner une pression sur les tubérosités ischiatiques, pouvant causer une compression des vaisseaux sanguins et des nerfs. Ceci encourage l'élève à glisser vers l'avant, ce qui diminue le soutien lombaire et favorise une posture affaissée (Parcells et al., 1999a). Afin de minimiser ces effets, Mandal (1982) suggère l'utilisation d'un siège légèrement incliné vers l'avant combiné à un plan de travail incliné, dans le but de diminuer la bascule postérieure du bassin et la cyphose lombaire (Mandal, 1982). En considération des enjeux liés à la santé publique et à l'ergonomie, il est nécessaire que le mobilier scolaire soit ajustable et conçu en fonction des caractéristiques physiques des élèves, afin d'assurer un alignement postural optimal et de prévenir l'apparition précoce de troubles musculosquelettiques.

Le port du sac à dos est un autre facteur très étudié. Sur plusieurs années scolaires, les enfants portent tous les jours leurs sacs, ce qui exerce une pression mécanique répétée sur leur colonne vertébrale. La façon de porter le sac (sur une ou deux épaules) a un impact significatif sur la posture du tronc et la répartition des charges musculaires (Hong et al., 2011; Motmans et al., 2006). En

effet, le fait de porter un sac sur une épaule provoque un déséquilibre musculaire et une inclinaison latérale du tronc, ce qui augmente la tension sur certaines structures vertébrales. De plus, le poids du sac et la longueur des bretelles influent directement sur la pression exercée sur les épaules et le dos (Golriz et al., 2017). La distance parcourue à pied, en portant ce sac scolaire, pour se rendre à l'école, est également analysée. Les études de Shamsoddini et al. (2010) et Akbar et al. (2019) relèvent une association entre la charge transportée et les douleurs lombaires, surtout lorsque le poids du sac dépasse les limites définies (Akbar et al., 2019; Shamsoddini et al., 2010). En ce qui concerne le poids des sacs, les recommandations varient selon les institutions, mais on peut dire que le poids idéal se situe entre 10 et 15% du poids corporel de l'enfant, afin d'éviter les risques musculosquelettiques (Adeyemi et al., 2017; Navuluri & Navuluri, 2006). Malgré ces recommandations, plusieurs recherches montrent que les élèves portent souvent des poids supérieurs à ces limites, avec une relation établie entre le poids du sac et l'intensité des douleurs lombaires (Korovessis et al., 2004). Il est également difficile d'établir une norme universelle du mode de port du sac, les habitudes variant en fonction des cultures, des modes et des périodes, avec une variation dans les pourcentages d'élèves portant leur sac sur une ou deux épaules (NeJhaddadgar et al., 2022; Sheir-Neiss et al., 2003).

3.3 Style de vie

Le style de vie joue un rôle essentiel dans le développement des lombalgies. Il est influencé par divers facteurs, notamment la pratique d'une activité physique régulière, la durée et la nature des comportements sédentaires, ainsi que la qualité des habitudes de vie quotidiennes. Ces aspects prennent une importance particulière pendant la phase de croissance lorsque le corps est en pleine évolution et plus sensible aux contraintes posturales et physiques.

L'activité physique est définie comme « l'ensemble des mouvements réalisés par les muscles squelettiques entraînant une dépense d'énergie » (Caspersen et al., 1985). Elle est largement identifiée comme un facteur prédominant du risque de lombalgie. Les études indiquent qu'un niveau adéquat d'activité physique joue un rôle protecteur, contribuant à la prévention et à la gestion des douleurs lombaires (Auvinen et al., 2008; Harreby et al., 1997; Kędra et al., 2021). Cependant, il a également été noté que des activités physiques intenses ou la pratique de certains sports à fortes sollicitations rachidiennes (comme la gymnastique, la lutte, la danse, le ski ou le football américain), peuvent être nuisibles et augmenter la fréquence des lombalgies (Cardon &

Balagué, 2004; Fritz & Clifford, 2010). Il semble que la participation à des compétitions ou à un entraînement intense accentue ce risque, avec des recherches rapportant une prévalence plus élevées des lombalgies chez les sportifs par rapport aux non-sportifs (Balagué et al., 1994; Burton et al., 1996; Kujala et al., 1992, 1996). Selon Heneweer et al. (2009), le risque se traduit par une courbe en forme de « U », avec un risque accru tant chez les enfants peu actifs que chez les très actifs, suggérant que la qualité et l'ajustement de l'activité physique sont plus importants que la simple quantité (Heneweer et al., 2009, 2011).

De plus, une activité physique régulière est associée à de nombreux avantages pour la santé osseuse, cardiorespiratoire et mentale, bien que selon García-Hermoso et al. (2019) ainsi que pour Potthoff et al. (2018), la relation directe entre la condition musculaire et les douleurs lombaires reste ambiguë (García-Hermoso et al., 2019; Potthoff et al., 2018). Plusieurs études indiquent que les enfants les plus actifs pendant les temps scolaires et de loisir auraient moins de douleurs lombaires (Sjolie, 2004; Skoffer & Foldspang, 2008).

A contrario, les comportements sédentaires représentent également un facteur de risque important. Une durée prolongée passée devant la télévision, les jeux vidéo ou l'ordinateur est associée à une augmentation de la prévalence des douleurs lombaires (Balagué et al., 1999; Gunzburg et al., 1999). Cette relation peut être expliquée par une réduction de la force musculaire et de la souplesse causée par l'inactivité, augmentant ainsi la vulnérabilité rachidienne (Bogdanis, 2012). Toutefois, certains résultats divergent et indiquent une complexité dans l'effet des comportements sédentaires sur les douleurs lombaires (Kovacs et al., 2003; Watson et al., 2003). Ces contradictions soulignent le besoin d'études supplémentaires afin de mieux saisir les mécanismes impliqués et d'élaborer des stratégies préventives adaptées.

3.4 Facteurs psychosociaux et émotionnels

Les lombalgies chez les enfants et les adolescents ne se traduisent pas uniquement par des manifestations physiques ; elles ont également un impact significatif sur la qualité de vie, influençant leur participation aux activités scolaires et sociales, ainsi que le bien-être émotionnel. Les douleurs chroniques peuvent provoquer des limitations fonctionnelles, réduire la participation dans les loisirs et affecter la santé mentale (Rubin, 2007). **Divers facteurs psychosociaux comme la qualité du sommeil, le stress, l'anxiété, la dépression, la faible estime de soi, ainsi que des**

problèmes relationnels et émotionnels ont été identifiés comme étant autant des conséquences que des facteurs aggravants pour les lombalgies chez les jeunes (Gustafsson et al., 2018; Jones & Macfarlane, 2005; Reis et al., 2019; Watson et al., 2003).

Une revue de la littérature a mis en évidence que les enfants souffrant de lombalgies montrent fréquemment une augmentation de l'anxiété et de la dépression, soulignant ainsi l'importance de considérer l'état psychologique dans la prise en charge de la douleur (Reis et al., 2019). De façon plus détaillée, Edwards et al. (2016) se sont penchés sur les mécanismes psychologiques en jeu : l'anxiété peut intensifier la sensibilité et la perception de la douleur, menant à une interprétation exagérée des sensations ; la dépression réduit la tolérance à la douleur tout en accentuant les incapacités associées ; le stress chronique préserve une hypersensibilité aux stimuli douloureux grâce à la libération continue d'hormones de stress ; enfin, le « catastrophisme », un processus cognitif qui amplifie les aspects négatifs, exagère l'expérience de la douleur et détériore la qualité de vie (Edwards et al., 2016). Ces interactions complexes illustrent un véritable lien entre la douleur physique et les facteurs émotionnels, qui peut renforcer la souffrance et compliquer la prise en charge.

Il est par ailleurs essentiel d'intégrer l'aspect psychosocial de façon élargie : le support social, la dynamique familiale et les relations entre pairs ont une grande influence sur la manière dont les jeunes perçoivent et gèrent leur lombalgie (Campbell et al., 2011; Choi et al., 2022).

Un bon système de soutien peut réduire la perception de la douleur, favoriser le respect des traitements et améliorer les stratégies d'adaptation (Farin, 2015). Selon Choi et al. (2022), l'incertitude associée à la lombalgie a un impact négatif sur la qualité de vie. Cependant, cet effet est atténué par le niveau social disponible (Choi et al., 2022). Kristjansdottir et Rhee (2002) soulignent que l'absence de soutien social augmente le risque de douleur chez les enfants (Kristjansdottir & Rhee, 2002). McKillop et al. (2017) rapportent un lien entre un soutien social insuffisant et la dépression dans ce contexte (McKillop et al., 2017).

Le rôle de la famille est fondamental en tant que source de soutien émotionnel, où une communication transparente et un environnement bienveillant aident à réduire la souffrance et à améliorer l'appréciation positive de sa santé (Noll et al., 2016). En revanche, un soutien familial insuffisant combiné à des relations sociales instables ou conflictuelles, y compris en milieu

scolaire, peut constituer un facteur défavorable, qui pourrait être aggravé par des phénomènes de harcèlement ou d'incompréhension (Garrick et al., 1988; Vilhjalmsson, 1994).

3.5 Facteurs culturels et socio-économiques

Les taux de prévalence présentent une grande variabilité selon les études allant de 7% à 74% (Balagué et al., 1999; Jones et al., 2003; Jones & Macfarlane, 2005; Sheir-Neiss et al., 2003; Siambanes et al., 2004; Van Gent et al., 2003; Vidal et al., 2011). Cette variabilité peut en partie s'expliquer par les études et la façon dont elles ont été menées. Ces dernières ne sont pas toujours comparables (e.g. Questionnaire vs. Examen clinique standardisé, Différents types de questionnaire), tout comme les âges des enfants concernés, ou les durées de survenue considérées (e.g. Douleurs chroniques vs Douleurs aiguës), ou encore les seuils de gravité ou les définitions des maux du dos retenues (e.g. Douleurs dans les 7 derniers jours vs. Douleurs dans les 12 derniers mois). Wirth et al (2013) sont plus précis en détaillant la prévalence des différentes douleurs du dos selon l'âge, les lombalgies pour les 10-16 ans étant prédominantes (Wirth et al., 2013). Ces troubles augmentent de façon brutale à la puberté (Calvo-Muñoz et al., 2013; Cardon et al., 2007; Hamimi, 2008; Lazary et al., 2014; Michaleff et al., 2014; Noll et al., 2016; Vidal et al., 2013) pour atteindre une prévalence qui peut alors être similaire à celle observée chez les adultes (Onofrio et al., 2012). Plus précisément, la douleur lombaire pendant l'adolescence peut être associée à une douleur persistante à l'âge adulte (Dianat et al., 2013; Hafezi et al., 2010; Skoffer & Foldspang, 2008; Sollerhed et al., 2013).

Les études, menées dans différentes régions du monde, montrent par ailleurs une variabilité importante des prévalences selon les pays (Pour exemple : Tableau 1). Au-delà des biais méthodologiques déjà abordés liés aux études menées, il semblerait que certains facteurs culturels puissent expliquer ces variations. Certains pays ont une meilleure éducation à la santé posturale dès l'enfance (Cakmak et al., 2004; Van Gent et al., 2003). Contrairement à certaines cultures orientales qui privilégient diverses positions assises, les élèves occidentaux sont généralement assis sur des sièges rigides, ce qui modifie la biomécanique de la colonne vertébrale (Geldhof et al., 2007; Minghelli et al., 2016). Dans certains pays, le tabou autour de la douleur ou la tendance à minimiser les plaintes physiques, peut réduire la déclaration des symptômes (Finley et al., 2009). Comme nous l'avons vu, le mobilier joue un rôle certain (Akbar et al., 2019; Bejia et al., 2005; Rezapur-Shahkolai et al., 2020), les pays nordiques sont connus pour avoir un mobilier

scolaire plus adapté. Dans les pays industrialisés, la sédentarité, le temps passé devant les écrans, et le manque d'activité physique sont fortement associés à la lombalgie (Calvo-Muñoz et al., 2013; Noll et al., 2016; Rezapur-Shahkolai et al., 2020; Santos et al., 2021). Mais à l'inverse, dans certains pays en développement, les enfants peuvent avoir moins de temps assis mais être exposés à des charges physiques précoces (e.g. port d'eau, travaux domestiques) (Balagué et al., 1999; Mwaka et al., 2014).

L'influence du contexte socioéconomique peut aussi expliquer la sensibilisation à la santé du dos et l'accès aux soins. Rarement détaillé dans les études, le niveau socioéconomique est évoqué comme facteur de risque par son influence sur l'accès aux soins, la qualité de l'environnement scolaire et domestique, les conditions de vie (logement, nutrition), ainsi que le stress chronique, ensemble pouvant aggraver ou favoriser les lombalgies (Chambers et al., 2024; Illeez et al., 2020; Lo Cascio et al., 2025; Santos et al., 2021).

Tableau 1 : Résumé comparatif des études épidémiologiques et revues systématiques sur la prévalence, la méthodologie et les facteurs favorisant de la lombalgie pédiatrique

Référence (Auteur, année)	Pays	Âge	Définition “Low Back Pain” (LBP)	Méthodologie	Prévalence (selon sexe)	Facteurs favorisant
Bejia et al., 2005	Tunisie	11–19 ans (M=14)	Douleur lombaire non spécifique	Etude transversale Questionnaire inspiré et dérivé des questionnaires sur les lombalgies de Salminen et Troussier + Examen médical de la colonne vertébrale	Occasionnelle : 47 %, Fréquente : 24 %, Chronique : 29 % (Non précisé)	Échec scolaire, Antécédents familiaux, Mobilier, Sport, Accès aux soins, Milieu urbain
Cakmak et al., 2004	Turquie	Age non précisé	Non spécifié	Etude transversale Questionnaire sans précision méthodologique	Prévalence globale : 40.9 % (Non précisé)	Activité physique, Education ciblée sur la prévention des maux du dos
Noll et al., 2016	Brésil	10–15 ans	Douleur dorsale sur 3 mois	Etude transversale Questionnaire auto-administré, le Back Pain and Body Posture Evaluation Instrument (Back PEI)	55,7 % (Filles>Garçons)	Sexe féminin, Antécédents familiaux, Faible pratique d’activité physique, Facteurs comportementaux (TV, posture), Port du cartable
Van Gent et al., 2003	Pays-Bas	12–14 ans	Douleurs dos/nuque/épaules	Etude transversale Questionnaire sur les plaintes de maux du dos + mesures anthropométriques et poids du cartable	45 % dont 7 % sévères (Non précisé)	Facteurs psychosomatiques, Poids du cartable

Akbar et al., 2019	Koweït	14–19 ans	LBP définie par questionnaire	Etude transversale analytique Questionnaire structuré en entretien face à face	A vie : 70.3 %, Sur 6 mois : 49.1 %, Sur 1 mois : 30.8 % (<i>Filles>Garçons</i>)	Poids du cartable
Shamsoddini et al., 2010	Iran	Non précisé	Douleurs dos/épaules/nuque	Etude transversale Questionnaire standardisé et validé : Back Pain + mesures anthropométriques et du cartable	A vie : 61.4 %, sur 12 mois : 50.9 %, sur 7 jours : 18.4 % (<i>Filles>Garçons</i>)	Poids, durée, port du cartable
Illeez et al., 2020	Turquie	8–17 ans (M=14,2)	LBP clinique, diagnostic différentiel	Etude rétrospective sur dossiers médicaux	Non spécifique : 58,4 % Hernie : 22,6 % (<i>Non précisé</i>)	Facteurs mécaniques, Maladies spécifiques
Calvo-Muñoz et al., 2013	Revue internationale	≤ 18 ans	LBP : douleur entre côtes et plis fessiers, durée variable	Méta-analyse	A vie : ~ 39.9 % Sur 12 mois : ~ 33.6 % Ponctuelle moyenne : ~ 12 % (<i>Non précisé</i>)	Age, Différences mondiales de définitions/mesures
Santos et al., 2021	Brésil	6–12 ans (M=8,9)	LBP auto-rapporté	Etude transversale Questionnaire structuré + évaluation kinésiologique avec anthropométrie, la bio photogrammétrie lombaire, et les poids et habitudes liées au cartable	27,3 % (<i>Non précisé</i>)	Poids du sac, Temps passé devant la télévision

Rezapur-Shahkolai et al., 2020	Iran	7–12 ans	LBP auto-déclaré + évaluation posturale	Etude transversale Entretien à l'aide de questionnaires + observation posturale (RULA) + évaluation psychosociale (Strengths and Difficulties Questionnaires (SDQ)	26,6 % (dernier mois) <i>(Non précisé)</i>	Âge, Temps devant les écrans, Mobilier, Antécédents familiaux, Port du cartable
Lo Cascio et al., 2025	Revue internationale	Revue systématique	Douleur musculo-squelettique ou lombaire chronique, plus de 3 mois	Méta-analyse	Chronique : 14–24 % <i>(Non précisé)</i>	Facteurs développementaux, Accès aux soins, Prévalence moindre dans pays à ressources faibles, Biais méthodologiques
Chambers et al., 2024	Revue internationale	Adolescents (M=13,4 ans)	Douleur chronique (>3 mois, sans cause précise)	Méta-analyse	Chronique : 19.1 % <i>(Filles>Garçons)</i>	<i>(Non précisé)</i>

Chapitre 4 - Prise en charge des lombalgies chez les enfants et prévention

La prise en charge des lombalgies chez l'enfant exige une approche globale, combinant un examen médical rigoureux et une coordination de diverses expertises du domaine médical, paramédical, psychologique et éducatif. L'objectif est de fournir une réponse adaptée à la diversité des situations cliniques, de soulager la douleur, de prévenir la chronicité et de favoriser le maintien des activités, tout en incluant une véritable approche préventive.

4.1 L'évaluation médicale

L'évaluation initiale des lombalgies chez les enfants s'appuie sur une approche clinique rigoureuse destinée à identifier une lombalgie spécifique nécessitant un traitement spécialisé. Elle diffère de celle de l'adulte, car les enfants ne sont pas simplement des « petits adultes » et peuvent être sujets à des pathologies spécifiques à leur âge ou associées à la croissance (Houghton, 2010).

 DRAPEAUX ROUGES	 DRAPEAUX JAUNES
→ Douleur de type non mécanique : douleur d'aggravation progressive, présente au repos et en particulier durant la nuit. → Symptôme neurologique étendu (déficit dans le contrôle des sphincters vésicaux ou anaux, atteinte motrice au niveau des jambes, syndrome de la queue-de-cheval). → Paresthésie au niveau du pubis (ou périnée). → Traumatisme important (tel qu'une chute de hauteur). → Perte de poids inexpiquée. → Antécédent de cancer. → Usage de drogue intraveineuse, ou usage prolongé de corticoïdes (par exemple thérapie de l'asthme). → Déformation structurale importante de la colonne. → Douleur thoracique (rachialgies dorsales). → Âge d'apparition inférieur à 20 ans ou supérieur à 55 ans. → Fièvre. → Altération de l'état général.	Indicateurs psychosociaux d'un risque accru de passage à la chronicité → Indicateurs d'un risque accru de passage à la chronicité et/ou d'incapacité prolongée. → Problèmes émotionnels tels que la dépression, l'anxiété, le stress, une tendance à une humeur dépressive et le retrait des activités sociales → Attitudes et représentations inappropriées par rapport au mal de dos, comme l'idée que la douleur représenterait un danger ou qu'elle pourrait entraîner un handicap grave, un comportement passif avec attentes de solutions placées dans des traitements plutôt que dans une implication personnelle active → Comportements douloureux inappropriés, en particulier d'évitement ou de réduction de l'activité, liés à la peur. → Problèmes liés au travail (insatisfaction professionnelle ou environnement de travail jugé hostile) ou problèmes liés à l'indemnisation (rente, pension d'invalidité).

Figure 6 : Signaux d'alerte d'une douleur lombaire « drapeaux rouges » et indicateurs psychosociaux d'un risque accru de passage à la chronicité « drapeaux jaunes » (HAS, 2019)

Il est essentiel de mener une anamnèse détaillée, en notant les antécédents médicaux, les caractéristiques de la douleur (début, localisation, durée, intensité, irradiation) et son

retentissement sur les activités (Haus & Micheli, 2012; Kordi & Rostami, 2011). Cette étape est essentielle pour l'identification systématique des « drapeaux rouges » (figure 6), signes d'alerte signalant une pathologie sous-jacente grave : douleur nocturne, fièvre, perte de poids, troubles neurologiques ou sphinctériens, symptômes radiculaires (HAS, 2019; Henschke et al., 2013).

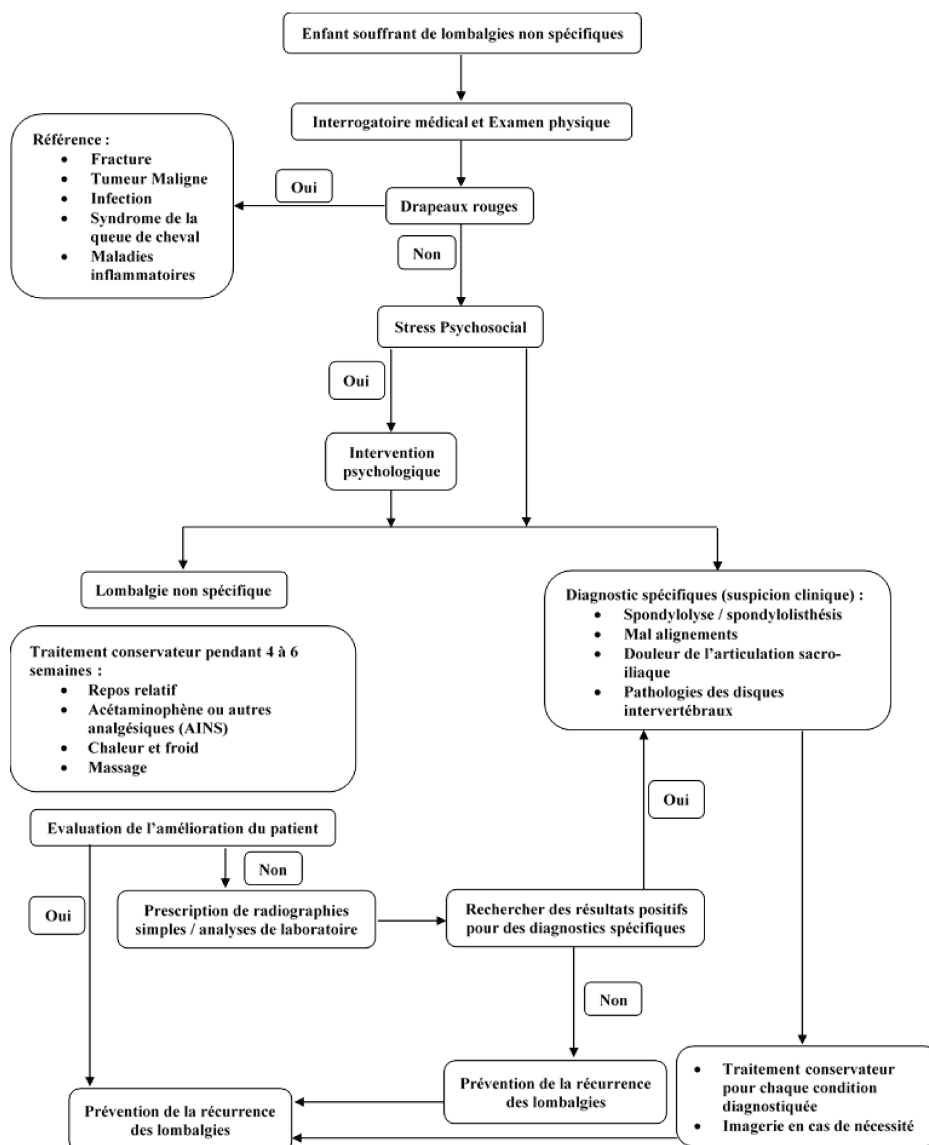


Figure 7 : L'approche algorithmique des lombalgies chez les enfants (Kordi & Rostami, 2011)

L'évaluation clinique doit être adaptée à l'enfant, examinant la posture, la mobilité rachidienne, la présence de points douloureux et la fonction neurologique, tout en admettant que la douleur ne soit pas toujours associée à une maladie de la colonne vertébrale (Davis & Williams, 2008). Concernant les examens complémentaires (imagerie ou analyses biologiques), ils ne sont pas

systematiques et souvent non recommandés en l'absence de « drapeaux rouges », afin de réduire l'exposition aux radiations (Lin et al., 2020). Cependant, si l'état clinique ne s'améliore pas au bout de six semaines, ou si une maladie particulière (tumeurs, inflammations) est suspectée, il pourra être nécessaire de procéder à des radiographies ou à des analyses de sang (NFS, VS, CRP) (figure 7) (Feldman et al., 2006; Kordi & Rostami, 2011).

4.2 Une approche pluridisciplinaire

L'approche pluridisciplinaire de prise en charge est entièrement justifiée par la complexité de la lombalgie chez l'enfant et l'adolescent, souvent associée à une interaction de facteurs biomécaniques, environnementaux, comportementaux et psychosociaux. Le pédiatre ou le médecin généraliste jouent un rôle central dans la coordination des soins, en posant le diagnostic initial, en écartant les causes graves et en orientant vers des spécialistes si besoin (Odell & Logan, 2013). L'intervention du rhumatologue ou de l'orthopédiste pédiatrique est requise en cas de suspicion de pathologies rachidiennes spécifiques à l'enfant, comme la scoliose, la spondylolyse ou la maladie de Scheuermann (Houghton, 2010; Peer & Fascione, 2007). La kinésithérapie est essentielle pour la réhabilitation fonctionnelle, axée sur le renforcement des muscles du tronc, l'amélioration de la mobilité et la correction des postures (Calvo-Muñoz et al., 2013; Kordi et al., 2011; Noormohammadpour et al., 2012). L'ergothérapeute ou le psychomotricien peut aider à identifier et à corriger les mauvaises postures, spécialement celles liées à l'environnement scolaire, et à adapter le matériel (Demoulin et al., 2012; Jayaratne, 2012). Un aspect essentiel de cette approche est l'intégration du psychologue, qui prend en charge les aspects émotionnels liés à la douleur chronique, l'anxiété ou la dépression, dont il a été prouvé qu'ils peuvent amplifier la sensation de douleur (Leung et al., 2021). Enfin, une collaboration étroite avec l'équipe scolaire (enseignants, infirmiers scolaires, etc.) est essentielle pour envisager des adaptations pédagogiques et favoriser le maintien des activités de l'enfant dans son cadre habituel (Jayaratne, 2012).

4.3 Le traitement

La prise en charge des lombalgies non spécifiques chez l'enfant repose essentiellement sur la rééducation fonctionnelle, qui englobe le travail postural, le renforcement musculaire du tronc et les étirements (Calvo-Muñoz et al., 2013). L'activité physique adaptée, plutôt que l'inactivité, est vivement encouragée. L'éducation thérapeutique est également fondamentale en vue d'éduquer

l'enfant et sa famille sur les mécanismes de la douleur et les méthodes de gestion du stress (Jordá Llona et al., 2014). Occasionnellement, des antalgiques simples ou des anti-inflammatoires non stéroïdiens peuvent être prescrits, en fonction de l'étiologie et de l'intensité de la douleur (Achar & Yamanaka, 2020). Il est indispensable d'effectuer un suivi régulier pour évaluer l'efficacité des interventions et ajuster la prise en charge (Lamb & Brenner, 2020).

4.4 La prévention

La prévention des lombalgies infantiles est essentielle et doit s'inscrire dans une approche de prévention primaire à plusieurs niveaux. Elle implique l'éducation et la sensibilisation des enfants, des parents et du personnel enseignant à adopter une bonne hygiène de vie, comprenant la promotion d'une activité physique régulière et appropriée, la limitation du temps sédentaire excessif et l'adoption de postures adéquates (Foltran et al., 2012; Jordá Llona et al., 2014). Un point particulier doit être mis sur l'environnement scolaire adéquat, en particulier l'utilisation d'un mobilier adapté et le contrôle du poids du sac à dos, qui sont des facteurs majeurs de contraintes vertébrales (Jayaratne, 2012).

Des plans d'actions nationaux ou locaux sont élaborés par divers pays ou régions, afin d'intégrer ces recommandations dans les programmes scolaires et plus largement (Foltran et al., 2012; Goodrich, 2024). Des programmes d'éducation posturale en milieu scolaire permettent aux enfants d'apprendre les bonnes postures à adopter en classe, à la maison, notamment lors du port de charge ou en cours d'utilisation d'un ordinateur. Par exemple, « M'Ton Dos » cible les collégiens pour améliorer leurs connaissances sur les caractéristiques du dos en France (ITMP, 2017). Dans plusieurs pays, des cours de postures sont intégrés dans l'éducation physique (Anyachukwu et al., 2024; Minghelli et al., 2021). Afin de réduire les contraintes biomécaniques sur la colonne vertébrale, le mobilier scolaire est adapté (Brunet, 2005) et l'alternance position assise/debout est encouragée dans certains établissements. Pour limiter les charges excessives portées au quotidien, au-delà de la sensibilisation des élèves et des parents, des casiers sont prévus dans certaines écoles (MacCabe et al., 2017; MENESR, 2025; Skaggs et al., 2006) et les manuels scolaires sont de plus en plus digitalisés. Pour prévenir la sédentarité et renforcer la musculature du tronc, des cours quotidiens d'activité physique sont réalisés et des programmes nationaux encouragent les enfants à courir et à marcher chaque jour (Documents Ressources, 2019) au Royaume Uni. Des campagnes

nationales sensibilisent les familles, les enseignants et les enfants. La prévention cible également les entraîneurs et les enfants dans les clubs sportifs afin d'éviter les blessures (Goulard, 2023). Enfin, afin de dépister les troubles posturaux ou musculosquelettiques dès le plus jeune âge, des bilans de santé sont maintenant obligatoires à l'entrée en primaire ou au collège dans certains pays européens, renforçant ainsi le rôle de la médecine scolaire.

Malgré l'importance de ces efforts, la prévention des lombalgies pédiatriques présente encore de nombreuses limites qui restreignent leur efficacité à grande échelle. Les programmes d'éducation posturale améliorent les connaissances, mais les effets sur la prévention réelle de la lombalgie sont peu clairs (Cardon & Balagué, 2004; Yu et al., 2024). Beaucoup d'interventions sont évaluées dans des études pilotes de petite taille, souvent sans groupe contrôle ou avec un suivi de courte durée. Peu d'études évaluent l'efficacité sur plusieurs années, alors que la prévention de la lombalgie implique une exposition chronique (Kędra et al., 2021). A notre connaissance, il n'existe pas de système de surveillance national permettant de suivre l'évolution du mal de dos chez les enfants. Par ailleurs, les effets mesurés sont souvent modestes et transitoires : amélioration des connaissances et attitudes, mais pas toujours de réduction durable de la douleur. En fait, les contenus varient énormément d'un programme à l'autre (durée, fréquence, format...) (Bettany-Saltikov et al., 2019). Il n'existe pas de cadre ou référentiel international ou national commun validé scientifiquement. Les campagnes de prévention n'atteignent pas forcément les zones rurales ou défavorisées. Les pays à revenu faible ou intermédiaire n'ont pas toujours les infrastructures nécessaires (mobilier adapté, professionnels formés, accès aux soins...). De plus, les programmes sont souvent menés ponctuellement, sans ancrage institutionnel durable, avec souvent un manque de temps, de moyens ou de formation des enseignants pour relayer les messages au quotidien. Par ailleurs, l'application en milieu scolaire ne suffit pas. L'influence du modèle familial est majeure. Si les parents n'intègrent pas les messages de prévention, les enfants acquièrent des connaissances, mais ne les appliquent pas sur le long terme. Enfin, il est difficile pour les programmes de prévention de concurrencer les habitudes sédentaires ancrées. L'adhésion des enfants est parfois limitée pour des recommandations jugées contraignantes ou non prioritaires.

La collaboration entre les intervenants de la santé, de l'éducation et la famille, ainsi que l'intégration des mesures préventives dans les programmes scolaires de façon structurée et durable

sont des facteurs essentiels pour un impact certain des initiatives. Il peut être judicieux d'adapter la prévention à l'environnement numérique des enfants en proposant des applications éducatives gamifiées. La prévention, bien qu'indispensable, ne suffit pas à elle seule. L'intervention doit être personnalisée, intégrée dans une approche globale et accompagnée d'un suivi rigoureux (Jayaratne, 2012; Jordá Llona et al., 2014).

Conclusion première partie : les lombalgies et le milieu scolaire

Les lombalgies peuvent apparaître dès l'enfance et augmenter nettement à l'adolescence. Les synthèses récentes rapportent des prévalences « au cours de la vie » très variables selon l'âge, la définition et le contexte, signe notamment d'une hétérogénéité méthodologique importante. La tendance générale est une augmentation avec l'âge, et une part non négligeable de douleurs récurrentes. Les travaux dans le domaine suggèrent un rôle de la sédentarité, du temps passé devant les écrans, avec un effet « U » de l'activité physique, à savoir une protection aux niveaux modérés d'activité physique et un risque accru en cas d'inactivité ou d'entraînements physiques trop nombreux. Les lombalgies chez l'enfant et l'adolescent ne peuvent être réduites à une seule cause (cartable trop lourd, posture "incorrecte", manque de sport, etc.). Les études récentes montrent bien une multi-factorialité : sédentarité et temps d'écran, organisation des rythmes scolaires, facteurs psychosociaux (stress, sommeil), environnements matériels (mobilier, espace de classe), mais aussi pratiques familiales et culturelles. Vouloir agir sur un seul levier est insuffisant, parfois même contre-productif. C'est pourquoi une approche systémique est indispensable : elle permet de dépasser une vision réductrice, souvent centrée uniquement sur la biomécanique ou la posture, et d'intégrer l'ensemble des dimensions et des environnements (école, famille, système scolaire institutionnel) qui conditionnent la santé musculosquelettique de l'enfant.

L'ergonomie offre un cadre particulièrement pertinent pour appréhender de manière globale les facteurs de risque des lombalgies infantiles, car elle ne réduit pas la santé de l'élève à un facteur isolé, mais considère l'activité réelle de l'enfant dans son contexte. Cette approche articule différents niveaux d'analyse, du niveau micro (postures, usage d'objets, ...) au niveau macro (organisation du temps scolaire, coordination école-famille, ...), double focale souvent manquante aux approches biomédicales ou posturo-centrées.

Il est de plus en plus reconnu que l'environnement scolaire peut jouer un rôle significatif dans le développement et la gestion de la lombalgie chez les jeunes selon une dynamique complexe (Cardon & Balagué, 2004). L'évolution rapide des modes de vie et des habitudes liées à l'éducation

a conduit à des changements importants dans la manière dont les enfants et les adolescents interagissent avec leur environnement, y compris l'école (França et al., 2020). Des facteurs tels que le port de sacs à dos lourds, la posture en classe, la durée prolongée de position assise, le manque d'activité physique et l'aménagement des salles de classe peuvent tous avoir un impact sur la santé de la colonne vertébrale chez les jeunes (Calvo-Muñoz et al., 2018). Les enfants passent environ un quart de la journée à l'école, leur « deuxième maison », et ils passent 80% de ce temps assis pour faire leurs activités en classe (Castellucci et al., 2010). Au cours des journées scolaires, les enfants s'occupent de diverses activités telles que la lecture, l'écriture, le dessin et d'autres activités connexes qui leur imposent de s'asseoir de manière continue pendant des heures avec une posture qui peut être inconfortable avec le tronc, le dos et le cou fléchi. Dans l'idéal, le mobilier scolaire devrait convenir aux mesures anthropométriques des enfants (Savanur et al., 2007) et il serait nécessaire de garder une possibilité de changement régulier de postures (Fidelis & Ogunlade, 2022; Yeats, 1997). Cela a un impact sur l'apprentissage scolaire puisque les postures corporelles inconfortables peuvent nuire à l'intérêt d'apprendre des élèves, même pendant les leçons les plus stimulantes et intéressantes (Castellucci et al., 2017). L'exploration des différentes dimensions de la relation entre lombalgies et milieu scolaire est intéressante ainsi que l'analyse des facteurs spécifiques de l'environnement scolaire qui pourraient contribuer à l'apparition de lombalgies chez les enfants et les adolescents.

Deuxième partie : Cadre théorique

Chapitre 5 - L'ergonomie comme approche systémique et située

5.1 Présentation générale de l'ergonomie

5.1.1 Définition, portée et enjeux

L'ergonomie est la discipline scientifique qui analyse les interactions entre les personnes et les autres composantes d'un système technique, organisationnel ou social, dans le but d'améliorer les conditions de travail et d'activité pour concilier efficacité, sécurité et bien-être (Falzon, 2013b; Karwowski, 2006). L'International Ergonomics Association (IEA) a proposé une définition qui fait aujourd'hui consensus à l'échelle mondiale : « *L'ergonomie (ou facteurs humains) est la discipline scientifique qui vise la compréhension fondamentale des interactions entre les êtres humains et les autres composantes d'un système, et la profession qui applique principes, données et méthodes afin d'optimiser le bien-être des personnes et la performance globale des systèmes* » (IEA, 2000). La Société d'ergonomie de langue française (SELF) adopte également cette conception et insiste sur la nécessité d'adapter le travail à l'homme, en mobilisant des connaissances scientifiques interdisciplinaires (Falzon, 2013b; SELF, 1969). Maurice de Montmollin (1997) préfère quant à lui parler d'ergonomies au pluriel pour définir « *un terme qui renvoie à des approches diverses, et même parfois opposées* » (De Montmollin, 1997, p. 135).

L'ergonomie ne se limite pas à une simple adaptation technique, elle vise à comprendre systématiquement les enjeux humains en situation, incluant les aspects physiologiques, psychologiques, sociaux et organisationnelles (Gaillard, 2009). Ce champ pluridisciplinaire s'inspire de la physiologie, de la psychologie cognitive, de la sociologie, de l'ingénierie et de l'anthropologie proposant ainsi une approche complète des interactions humaines (Falzon, 2013b; Leplat, 2004). Cette discipline est à la fois une science et une démarche d'action, mettant l'accent sur l'analyse du travail réel (ce qui est réellement effectué par les employés), par opposition au travail prescrit (ce qui est prévu par l'organisation).

5.1.2 Principaux domaines de l'ergonomie

L'IEA identifie trois grands domaines d'intervention complémentaires (Brangier et al., 2021; Gaillard, 2009; IEA, 2000) :

- 1- **Ergonomie physique** : qui examine les aspects physiologiques, biomécaniques et anthropométriques dans les relations entre l'utilisateur et son environnement. Elle étudie les postures de travail, les efforts, les mouvements répétitifs et cherche à prévenir les troubles musculosquelettiques (TMS).
- 2- **Ergonomie cognitive** : s'intéresse aux fonctions mentales impliqués (comme la perception, l'attention, la mémoire, la charge mentale, la prise de décision, la gestion des erreurs et l'interaction homme-machine). Elle a pour objectif de réduire la charge cognitive et à améliorer la performance et la sécurité.
- 3- **Ergonomie organisationnelle** : étudie les systèmes organisationnels, en mettant l'accent sur la communication, le travail collectif, la coordination, la gestion des ressources tant humaines que techniques, les rythmes de travail, l'autonomie et l'élaboration des horaires et des processus de travail afin d'améliorer les conditions professionnelles et sociales.

Ces domaines se croisent et se complètent, afin d'agir efficacement sur les diverses facettes des activités humaines (IEA, 2000) (Figure 8).

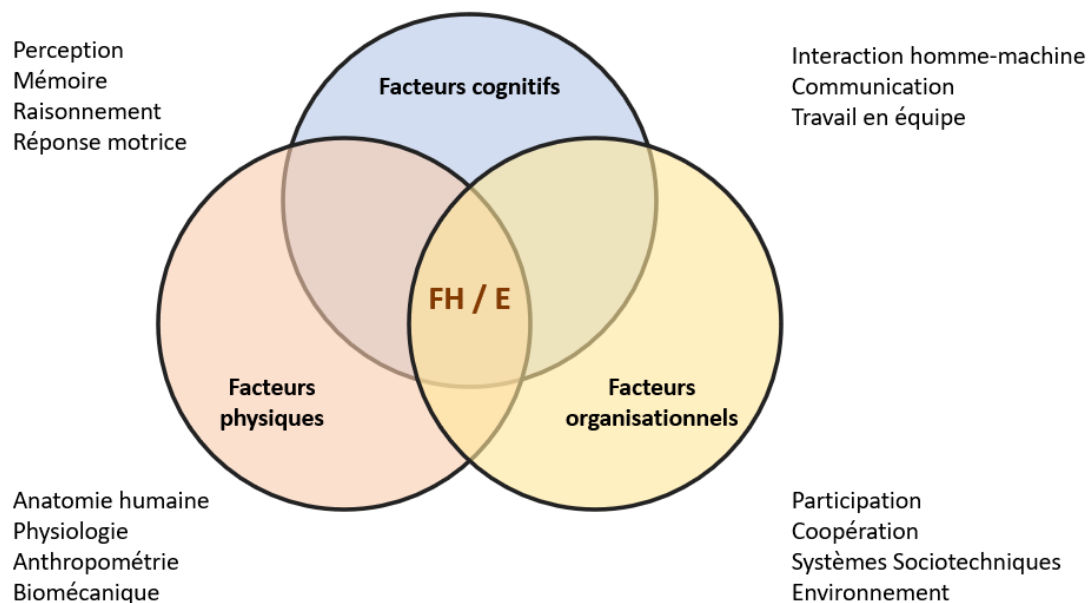


Figure 8 : Facteurs Humains (FH) / Ergonomiques (E) (IEA, 2000)

5.1.3 Repères historiques et spécificités francophones

En France, l'ergonomie s'est structurée dès les années 1950 avec Ombredane et Faverge (1955) qui ont établi l'analyse ergonomique sur la compréhension du travail réel, distingué du travail prescrit (Ombredane & Faverge, 1955). Leplat (1997) a développé cette approche en mettant l'accent sur l'ergonomie liée à l'activité humaine située, reconnaissant la complexité des comportements dans des situations réelles (Leplat, 1997).

Depuis les années 1980, la position épistémologique de l'ergonomie francophone a été renforcée en tant que discipline d'intervention, critique et située, visant à modifier les situations de travail dans une perspective à la fois de prévention, de conception et de développement. « L'ergonomie francophone » valorise la subjectivité, la variabilité et la créativité des opérateurs dans leur cadre de travail (Coutarel & Daniellou, 2011; Falzon, 2013b)). Elle s'est développée sur une analyse en situation réelle, valorisant le travail réel plutôt que le travail prescrit, ainsi que l'expérience vécue des opérateurs. Elle se concentre sur le sens du travail, les variations des comportements et l'influence du cadre social et organisationnel sur l'activité (Laville & Hoc, 1998). Cette approche favorise une compréhension qualitative et critique, qui cherche non seulement l'adaptation technique, mais aussi la modification des situations à travers une démarche participative et située (Daniellou et al., 1996). Pour Daniellou et Béguin, c'est une discipline d'action en ce sens qu'« *elle ne se contente pas de produire une connaissance sur les situations de travail ; elle vise l'action* » (Daniellou & Béguin, 2004, p. 336). Le rapport subjectif des salariés au travail est considéré (Clot, 1999) ; il s'agit de limiter les effets négatifs du travail ou de favoriser les effets positifs dans la construction de sa santé par chaque travailleur. Les possibilités de développement de compétences que peut offrir (ou non) une situation de travail sont également devenues importantes à considérer (Falzon, 2013a). La diversité et la variabilité (de la production et des personnes au travail) constituent des dimensions essentielles car elles influent sur l'activité.

Les approches anglo-saxonnes, souvent désignées sous le terme « human factors » (facteurs humains), privilégient plutôt une modélisation formelle et quantitative, axée sur la conception et l'amélioration de l'interaction homme-machine dans des contextes contrôlés, visant à établir des standards globaux. Cette approche se base fréquemment sur des expérimentations en laboratoire

et des études statistiques pour réduire l'erreur humaine à travers l'adaptation des systèmes techniques (Wilson, 2000).

5.2 Des concepts fondamentaux de la discipline : travail, tâche, activité, régulation

L'analyse détaillée du travail humain en ergonomie se base sur plusieurs principes fondamentaux qui aident à saisir la complexité, la singularité et la richesse de l'action en contexte. Ces concepts sont au cœur de l'analyse ergonomique et éclairent le processus d'observation et d'intervention (Brangier et al., 2021).

Dans une perspective ergonomique, le **travail** se caractérise comme l'ensemble des efforts, transformations, décisions et adaptations effectués par une personne ou un groupe afin de parvenir à un objectif précis dans un contexte spécifique. Il dépasse largement la simple application des consignes officielles ; le travail est toujours ancré dans une réalité changeante, avec ses contraintes physiques, cognitives et sociales (Ombredane & Faverge, 1955). Par exemple, dans un établissement scolaire, la mission d'un enseignant ne se limite pas au programme établi : elle englobe la gestion des interactions inattendues avec les élèves, l'adaptation au matériel disponible et la réaction aux sollicitations du contexte.

La **tâche** correspond quant à elle au travail tel qu'il est prescrit, structuré par des consignes, des normes ou des objectifs établis par l'organisation (Leplat, 2002). Elle constitue le cadre normatif et attendu, comme par exemple les horaires d'ouverture pour l'accueil des élèves, les objectifs pédagogiques établis par l'institution ou les directives pour l'utilisation d'un matériel spécifique. Cependant, la tâche ne rend pas compte de la manière dont cette prescription est appliquée sur le terrain en réponse aux imprévus (De Montmollin, 1997). De Montmollin (1997), en citant Leplat et Hoc (1992), distingue les tâches prescrites, les tâches pour l'opérateur et les tâches effectives.

L'activité se réfère à la réalisation effective du travail, c'est-à-dire ce que le sujet fait réellement pour accomplir la tâche. Elle comprend les ajustements aux conditions réelles, aux imprévus, ainsi qu'aux ressources et restrictions rencontrées. Cette activité est souvent discrète, portée par la créativité, les stratégies personnelles et collectives, ainsi que la gestion dynamique des situations (Leplat, 1997, 2002). Par exemple, un enseignant, qui adapte une séance de cours en fonction de

la fatigue ou de la réaction des élèves, réalise une action différente de la tâche initialement prescrite.

En ergonomie, **la régulation** désigne l'ensemble des ajustements que le travailleur met en œuvre pour faire face aux écarts entre ce qui est prescrit (la tâche) et ce qu'il est réellement possible de faire dans la situation concrète (le travail réel). Ces régulations permettent de maintenir l'efficacité, la sécurité et la préservation de la santé, dans un environnement souvent marqué par des variabilités (techniques, organisationnelles, humaines, temporelles, etc.). Le concept de régulation englobe ainsi l'ensemble des mécanismes cognitifs, comportementaux et organisationnels utilisés par les individus pour gérer les différences entre tâches et activités, maintenir l'équilibre, améliorer l'efficacité de l'action et assurer la sécurité (Leplat, 2006). Il est possible de mettre en place diverses stratégies pour gérer la charge de travail, telles que des pauses stratégiques, des discussions avec les collègues pour répartir les tâches, ou des ajustements continus face à des imprévus. La régulation peut être individuelle, mais elle est souvent collective, en particulier dans des environnements complexes et coopératifs (De Montmollin, 1997).

5.3 L'analyse de l'activité

L'analyse de l'activité occupe une place centrale en ergonomie. Son objectif est de comprendre ce que font réellement les travailleurs dans une situation spécifique, en allant au-delà de ce qui est prescrit par l'entreprise, dans le but de réorganiser les conditions de travail en mettant l'accent sur la santé, l'efficacité et le développement (Daniellou, 2005; Leplat, 2002). Cette approche vise trois objectifs principaux :

- prévention, consiste à identifier et à réduire les facteurs de risque professionnels,
- conception, en participant à la conception ou à l'adaptation des situations de travail,
- développement, en favorisant l'apprentissage, l'amélioration des compétences et le développement des individus et des collectifs, tout en préservant l'efficacité du système productif (Brangier et al., 2021; Falzon, 2013b).

L'analyse de l'activité repose sur l'hypothèse fondamentale que le travail réel est toujours différent du travail prescrit (Leplat, 2002; Ombredane & Faverge, 1955). Ce décalage révèle la diversité et la complexité des ajustements effectuées par les travailleurs : stratégies, régulations, compromis,

mobilisations de ressources techniques, cognitives, sensorielles et sociales afin de répondre aux exigences de la tâche et aux imprévus (Leplat, 2006). La notion de régulation, telle qu'élaborée par Leplat (2006), est ici centrale. Il s'agit de l'ensemble des modifications effectuées par l'opérateur afin de gérer les écarts entre la situation réelle et les conditions idéales définies par la tâche. Ces régulations peuvent être préventives (pour prévenir un écart), simultanées (pour ajuster en temps réel) ou correctives (pour rattraper après coup), et représentent un indicateur important de l'adéquation entre les exigences du travail et les ressources disponibles (Leplat, 2006).

L'objectif de cette approche est de rendre visibles les activités réelles, y compris celles qui sont souvent invisibles ou non reconnues, afin de mieux comprendre le travail tel qu'il est effectué et d'identifier les leviers d'action appropriés. Son approche se veut participative en impliquant les salariés, les représentants du personnel, l'encadrement et les décideurs dans un processus de co-analyse et de co-conception (Daniellou, 2005; Falzon, 2013b).

L'analyse de l'activité va au-delà d'un simple diagnostic : elle représente un outil stratégique d'intervention ergonomique, qui vise à concevoir des solutions adaptées, à prévenir les risques et à favoriser à la fois la performance du système et l'évolution des acteurs qui y sont impliqués.

5.4 L'intervention ergonomique

L'intervention ergonomique se définit comme l'application pratique des connaissances issues de l'analyse de l'activité, visant à transformer les situations de travail dans le but d'améliorer simultanément la santé, la sécurité, la qualité de vie au travail et la performance du système (Daniellou, 2005; Falzon, 2013b). Il est habituel qu'elle se déroule selon une démarche itérative, où les étapes se complètent et peuvent être réajustées en fonction des résultats intermédiaires et des interactions avec les acteurs (Gaillard, 2009). Pour Guerin et al (2007), l'intervention ergonomique est un processus collectif et itératif visant la transformation des situations de travail, fondé sur la compréhension fine de l'activité réelle et la participation des acteurs (Guerin et al., 2007). Elle articule analyse, conception et accompagnement du changement, dans une logique de compromis entre santé, efficacité et faisabilité organisationnelle. Malgré les différentes orientations théoriques ou méthodologiques, la recherche de compromis entre les différentes dimensions du travail est au cœur même de l'action ergonomique (Daniellou & Béguin, 2004).

Toute analyse s'attache à éclairer simultanément les dimensions de la performance productive et les effets de l'activité pour les salariés concernés.

L'intervention ergonomique va consister à articuler plusieurs points de vue et à mobiliser une diversité d'acteurs. Pour cela, les étapes essentielles sont les suivantes (Guerin et al., 2007) :

1. L'analyse de la demande implique la compréhension de la nature et de l'origine de la sollicitation, l'identification des acteurs impliqués, la clarification des attentes souvent multiples ou implicites, ainsi que la reformulation partagée des enjeux de l'intervention (Daniellou, 2005).
2. La construction du cadre d'intervention demande de définir les objectifs, de contractualiser les engagements, de déterminer les méthodes et les outils d'analyse à mobiliser, et d'établir les critères d'évaluations des résultats (Falzon, 2013b).
3. Le diagnostic de l'activité réelle suppose d'observer le travail en situation, de mener des entretiens et d'analyser les documents et les traces d'activité, dans le but de comprendre ce que font réellement les opérateurs, ainsi que les raisons et les modalités de leurs actions (Leplat, 2002; Ombredane & Faverge, 1955).
4. L'identification des déterminants concerne le repérage des contraintes techniques, organisationnels et temporels, des degrés de liberté disponibles, des sources de variabilité, ainsi que des facteurs exerçant une influence sur l'activité (Falzon, 2013b; Leplat, 1997).
5. La co-construction de préconisation demande l'élaboration, en collaboration avec les opérateurs, l'encadrement et les décideurs, des pistes d'amélioration ou de conception adaptées au contexte spécifique (Daniellou, 2005; Falzon, 2013b).
6. L'accompagnement du changement implique le suivi de la mise en œuvre des solutions, l'ajustement en fonction des retours d'expérience, et la proposition d'actions de formation ou de sensibilisation si nécessaire (Falzon, 2013b).
7. L'évaluation consiste à analyser les conséquences de l'intervention sur la santé, la performance et l'organisation, d'identifier les régulations mises en place et ajuster si besoin (Leplat, 2006).

L'intervention ergonomique vise la transformation plutôt que sur la simple correction, en recherchant des modifications structurelles et durables plutôt que de se limiter à des ajustements

ponctuels (Daniellou, 2005). Cette démarche s'appuie sur une approche située, qui élabore des solutions spécifiques au contexte et adaptées aux contraintes et réalités locales (Gaillard, 2009). L'intervention ergonomique ne constitue pas une démarche descendante imposée aux acteurs concernés, mais plutôt un processus participatif qui engage l'ensemble des parties prenantes dans une dynamique de co-analyse et de co-conception (Daniellou, 2005; Falzon, 2013b). Elle offre la possibilité de passer d'un diagnostic à une action concrète, tout en s'assurant que les transformations proposées soient adéquates, acceptées et durables.

Chapitre 6 – Vers une approche ergonomique des facteurs de risque des lombalgies à l'école

6.1 L'élève comme un acteur engagé dans une activité de travail

Dans les discours traditionnels, scolaires ou médicaux, l'élève est souvent perçu comme un simple récepteur de savoirs, un objet passif de l'enseignement. Les modèles classiques de la transmission des savoirs impliquent une relation unidirectionnelle : l'enseignant dispense, l'élève reçoit. Cette vision tend à minimiser la dimension active de l'apprentissage, occultant l'effort organisé que l'élève déploie. La pédagogie transmissive ne rend pas compte des processus cognitifs, de la régulation de l'attention, ni de l'implication corporelle nécessaire à l'apprentissage. Ainsi, l'activité de l'élève reste "invisible" dans la plupart des discours pédagogiques alors même qu'elle est structurée et riche de régulations internes.

L'approche ergonomique incite à reconsidérer cette posture et à envisager l'élève comme un travailleur engagé dans une activité structurée, caractérisée par des objectifs, des contraintes, des régulations, et avec un important investissement cognitif et physique. L'activité scolaire de l'élève présente de nombreux points communs avec une activité de travail telle que définie par l'ergonomie. Le travail se caractérise en effet par un ensemble d'objectifs à atteindre, de contraintes à gérer, de régulations à mettre en œuvre et de coûts (physiques, cognitifs, émotionnels) à supporter (Guérin et al., 2007; Rabardel & Pastré, 2005).

Comme tout travailleur, l'élève agit dans **un cadre prescrit** : atteindre des objectifs d'apprentissage définis par l'institution scolaire (programmes, enseignants). Ces prescriptions structurent son activité quotidienne. L'élève est soumis à **des contraintes temporelles** (emploi du temps, examens), **organisationnelles** (discipline de classe, consignes) et **matérielles** (mobilier, outils numériques, manuels). Ces contraintes conditionnent la manière dont il peut déployer son activité, de la même façon que l'environnement de travail façonne l'activité des adultes (Falzon, 2013b). L'activité scolaire engage fortement l'élève sur **le plan cognitif** : perception, attention, mémoire, raisonnement, planification ou gestion de l'attention. Ces processus, fondamentaux à l'activité scolaire, engendrent une charge mentale qui mérite reconnaissance et prise en compte

dans la conception des situations d'apprentissage. Elle mobilise également son corps. L'élève est soumis à des **contraintes physiques** significatives : postures prolongées, mobilier plus ou moins adapté, écriture manuelle, manipulation de matériels, parfois au prix de douleurs musculosquelettiques comme les lombalgies (Dianat et al., 2013). L'élève, comme le travailleur, supporte donc un coût cognitif et physique.

Face aux écarts entre tâche prescrite et tâche réelle (Leplat & Hoc, 1983), **l'élève doit réguler** : ajuster son attention, compenser des consignes mal comprises, gérer sa fatigue, ses émotions ou ses erreurs. Ces régulations sont centrales dans la compréhension de l'activité. Elles illustrent que l'élève est un acteur adaptatif comparable à un salarié confronté aux aléas du travail réel (Clot, 1999). Au-delà du corps et de l'esprit, l'élève doit **gérer des émotions** : stress, anxiété de performance, frustration, exigences extérieures. Ces régulations émotionnelles constituent un travail invisible, rarement reconnu, alors même qu'elles mobilisent des ressources psychiques considérables. Enfin, comme pour les travailleurs adultes, **l'activité de l'élève peut avoir des conséquences** positives (e.g. développement des compétences, socialisation, valorisation de soi) mais aussi négatives : stress, anxiété scolaire, douleurs musculosquelettiques. L'école apparaît donc comme un espace de travail à risques, au sens ergonomique du terme, si les conditions matérielles, organisationnelles ou pédagogiques sont mal adaptées (Devolvé & Margot, 2001). **Ainsi, considérer l'élève comme un travailleur permet de rendre visible une activité contraignante, multi-déterminée, parfois pathogène.**

6.2 Le point de vue de l'ergonomie sur le travail de l'élève

6.2.1 Une activité réelle

En ergonomie, l'une des notions centrales est l'écart existant entre la tâche prescrite et l'activité réelle (Guérin et al., 2007; Leplat & Hoc, 1983). La tâche prescrite désigne ce que l'enseignant ou l'institution demandent explicitement à l'élève : écouter, lire, résoudre un problème, écrire une rédaction. Mais l'activité réelle, elle, renvoie à ce que l'élève met effectivement en œuvre pour parvenir à l'objectif : stratégies de contournement, pauses mentales, interactions discrètes avec les pairs, gestes corporels de régulation (se pencher, s'étirer, jouer avec son stylo).

La posture classique en ergonomie (Daniellou et al., 1996; Rabardel, 1995) consiste précisément à observer l'activité telle qu'elle se déroule et non telle qu'elle est prescrite, afin de comprendre le

travail en situation. L'élève, comme tout travailleur, se trouve confronté à des écarts, des imprévus, des difficultés de compréhension ou de concentration : son activité devient alors un travail de coping, c'est-à-dire un ensemble d'ajustements et de régulations permanentes pour tenir la tâche malgré les contraintes. En effet, l'élève est confronté à des situations où les conditions réelles ne coïncident jamais complètement avec les attentes institutionnelles ou pédagogiques : consignes parfois floues, enchaînement rapide de cours, surcharge de travail, fatigue, bruit ambiant, contraintes matérielles (mobilier, sac à dos, éclairage). Face à ces écarts, il doit sans cesse inventer des manières de tenir la tâche, tout en préservant ses ressources cognitives, physiques et émotionnelles (Daniellou et al., 1996; Rabardel, 1995).

Lorsqu'un enseignant prescrit « apprendre la leçon d'histoire », certains élèves recopient les titres, d'autres mémorisent en lisant à voix basse, d'autres encore inventent des cartes mentales. Ces différences ne sont pas de simples « variations individuelles » mais constituent des formes de régulation qui permettent à chacun de composer avec ses propres ressources, son environnement matériel (bureau, éclairage, bruits ambiants) et ses contraintes temporelles (devoirs multiples, fatigue). L'élève peut mobiliser des stratégies variées : prise de notes sélective, surlignage, schématisation, répétition orale, recours à des moyens mnémotechniques. Ces stratégies constituent autant de *détours inventifs* qui permettent de contourner l'écart entre prescription et capacités réelles de traitement de l'information (Rabardel & Pastré, 2005). Il peut également adapter son corps : changer de posture, s'étirer discrètement, manipuler un objet pour maintenir son attention. Ces micro-régulations corporelles sont cruciales pour éviter la fatigue et maintenir une présence active (Guérin et al., 2007) en classe. Pour gérer le stress face à une interrogation, il peut demander discrètement de l'aide à un camarade. Ces régulations sociales et affectives sont essentielles pour maintenir l'engagement dans la tâche et éviter la rupture (Clot, 1999). Ce travail de coping constitue ce que l'on appelle l'activité réelle. Comme dans tout travail humain, il révèle la créativité pratique et l'intelligence située de l'élève (Daniellou, 2005; Suchman, 1987). L'élève n'exécute pas passivement, il compose, régule, ajuste en permanence pour répondre aux exigences de la situation.

6.2.2 Une activité située

L'ergonomie insiste sur le fait que toute activité est dite située, c'est-à-dire indissociable du contexte matériel, social et temporel où elle s'inscrit (Suchman, 1987). L'élève n'est pas seulement un cerveau qui apprend, mais un acteur inscrit dans des conditions concrètes : mobilier, salle de classe, emploi du temps, outils disponibles, organisation. Un collégien qui change de salle toutes les heures doit non seulement suivre le cours, mais aussi transporter ses affaires, retrouver sa place, parfois gérer le stress d'un retard. S'il n'a pas de casier, il doit porter un sac lourd (Dianat et al., 2013), ce qui mobilise des ressources physiques et peut affecter son attention une fois assis. À l'inverse, un élève restant dans la même salle limite ses déplacements mais peut souffrir de monotonie et de fatigue posturale liée à l'immobilité prolongée.

L'élève n'apprend pas « en général » : il apprend ici et maintenant, dans un environnement scolaire concret, qui influence directement ses gestes, ses stratégies et ses régulations.

L'activité de l'élève est conditionnée par son environnement matériel : mobilier, salle de classe, supports pédagogiques, outils numériques. Le bureau trop haut ou la chaise non réglable imposent des postures contraignantes, affectant la concentration et pouvant générer des douleurs musculosquelettiques (Dianat et al., 2013). Les manuels lourds et l'absence de casiers entraînent des surcharges physiques. À l'inverse, un mobilier ergonomique et adaptable soutient le confort postural et l'attention (Falzon, 2013b).

L'activité de l'élève s'inscrit dans un emploi du temps institutionnel qui organise sa journée et sa semaine. L'enchaînement de plusieurs heures de cours magistraux sans pause réelle accroît la fatigue cognitive et physique. Le moment de la journée influence aussi l'attention : la vigilance est plus élevée le matin, et décline après le déjeuner ou en fin d'après-midi (Testu, 2001). De plus, le séquençage hebdomadaire peut créer des pics de charge cognitive difficiles à réguler, si par exemple les matières les plus exigeantes sont concentrées sur une même journée. Dans certains collèges, l'organisation des cours oblige les élèves à enchaîner 6 à 7 heures de cours en changeant de salle à chaque heure. La situation pédagogique ne peut donc être comprise indépendamment de ce rythme institutionnel, qui façonne les conditions réelles de l'activité.

L'élève apprend aussi dans un tissu social. La présence des pairs induit des interactions (coopération, entraide, mais aussi distraction ou comparaison anxiogène). Les attentes et styles pédagogiques des enseignants façonnent également l'activité réelle : un professeur qui dicte rapidement oblige à des régulations différentes de celui qui donne des consignes détaillées et laisse du temps. Enfin, les règles collectives (silence imposé, organisation des déplacements, normes implicites de réussite) pèsent sur la manière dont l'élève ajuste son comportement. Comme le rappelle Daniellou (2005), l'activité n'existe pas en dehors de ses conditions de réalisation (Daniellou, 2005). Reconnaître le caractère situé du travail de l'élève revient à comprendre qu'apprendre n'est jamais une opération « abstraite », mais toujours le produit d'un compromis entre les prescriptions scolaires, les contraintes matérielles et temporelles, et les régulations sociales.

L'élève n'est pas seulement un « apprenant » face à un savoir, mais un acteur qui compose avec un environnement concret : une chaise, un horaire, une consigne, un enseignant, une ambiance de classe. L'ergonomie rend visibles ces déterminants pour comprendre son activité réelle et proposer des aménagements soutenables.

6.2.3 Une activité résultat de l'interaction entre plusieurs niveaux

Analyser l'activité de l'élève à travers une perspective ergonomique ne peut se limiter à l'observation individuelle de ses gestes et/ou de ses postures. L'élève est inscrit dans un système complexe qui englobe à la fois l'organisation de l'établissement scolaire, les prescriptions institutionnelles, l'environnement matériel et social, et les attentes des enseignants et des familles. C'est pourquoi une approche systémique est indispensable pour comprendre son travail réel. Selon Falzon (2004), l'ergonomie doit adopter une posture constructive et systémique : chaque activité humaine résulte de l'interaction entre plusieurs niveaux, individuel, organisationnel et institutionnel. L'élève n'est donc pas seulement influencé par ses capacités cognitives ou physiques, mais aussi par l'organisation scolaire (emplois du temps, séquences de cours, gestion des transitions), les ressources matérielles (mobilier, casiers, accès aux outils numériques), le collectif de travail (pairs, enseignants, règles implicites de classe), ou le cadre institutionnel (programmes, modalités d'évaluation, politiques éducatives). Un élève qui enchaîne plusieurs cours exigeants en fin de journée n'est pas seulement « fatigué » en tant qu'individu, sa fatigue est

également le produit d'un système organisationnel qui concentre les matières difficiles sur certaines plages horaires.

Une approche systémique suppose de voir que l'activité de l'élève n'est pas isolée, mais reliée à celle d'autres acteurs et aux choix organisationnels. Ainsi, les régulations de l'élève influencent l'ambiance de la classe, laquelle influe à son tour sur l'enseignement et l'efficacité collective. L'élève fait donc partie d'un système d'interdépendances où son activité participe à la dynamique globale (Clot, 1999).

L'approche systémique permet par ailleurs de relier deux dimensions souvent séparées : la réussite scolaire et la santé des élèves. Comme le rappellent Guérin et al. (2007), comprendre le travail c'est aussi identifier les compromis entre performance et préservation de la santé. Une organisation scolaire qui impose des sacs lourds sans casiers ou des journées trop longues génère non seulement des douleurs musculosquelettiques (Dianat et al., 2013), mais aussi une baisse de l'attention et de la motivation. Un établissement qui introduit une meilleure répartition des cours dans la journée (matières lourdes le matin, activités pratiques l'après-midi) peut à la fois améliorer les apprentissages et réduire la fatigue cognitive des élèves (Testu, 2001).

Une analyse orientée sur l'élève risque de conduire à des solutions centrées sur « l'effort personnel » (e.g. mieux se concentrer, mieux s'organiser). L'approche systémique met en lumière la responsabilité de l'organisation scolaire et de l'institution. Elle ouvre des pistes pour concevoir des environnements plus soutenables (e.g. des emplois du temps équilibrés, des pauses effectives, du mobilier adapté, des espaces pour le stockage du matériel).

Adopter une approche systémique de l'analyse du travail de l'élève permet donc (i) de comprendre son activité comme le résultat d'un réseau de contraintes et de ressources, (ii) de mettre en évidence les interdépendances entre élèves, enseignants et organisation, (iii) de relier apprentissage et santé, (iv) et de penser des aménagements collectifs et institutionnels, au-delà de la seule responsabilité individuelle. L'élève apparaît non comme un individu isolé, mais comme un acteur d'un système complexe, dont l'activité réelle ne peut être comprise qu'en tenant compte de l'ensemble des niveaux qui la conditionnent.

L'apport majeur de l'ergonomie est de replacer les enjeux dans une vision systémique : l'élève ne peut pas être tenu seul responsable de ses conditions d'apprentissage. C'est à l'institution de concevoir des environnements physiques, organisationnels et pédagogiques compatibles avec son développement global. Comme le souligne Daniellou (2005), l'ergonomie ne vise pas seulement à adapter l'élève à son environnement, mais à transformer l'environnement pour qu'il soutienne durablement l'activité. En ce sens, elle accompagne la construction d'une école qui soit non seulement efficace en termes d'apprentissages, mais aussi protectrice du corps, de l'esprit et des capacités cognitives de l'élève. Elle renvoie à la capacité d'un système éducatif à créer des conditions de travail pour les élèves qui soient compatibles avec leur développement à long terme, tant sur le plan physique que psychique et cognitif. Loin de viser uniquement la performance scolaire immédiate, cette approche s'intéresse à la santé, au bien-être et à l'équilibre global de l'élève, afin que l'école devienne un lieu d'apprentissage durable et soutenable.

6.3 L'ergonomie dite scolaire

En fait, la considération de l'élève comme un travailleur n'est pas nouvelle. Nicole Delvolvé a beaucoup milité pour une réflexion autour de « *la place qui devrait être donnée à la compétence ergonomique dans la définition des conditions de vie et de travail dans les établissements scolaires* » (Devolvé, 2016, p. 250). Une revue bibliographique confirmait le peu d'études ergonomiques s'intéressant aux réalités du travail vécues par les enfants en France (Devolvé, 2010, p. 26-28). Elle regrettait l'importance donnée aux programmes et à l'évaluation des acquis scolaires et non aux conditions dans lesquelles les élèves pourraient s'approprier les savoirs.

L'ergonomie scolaire et éducative apparaît pour la première fois dans un document officiel en 1977 (Lambert & Pascal, 1983, cité par Lancry-Hoestland, 2013) dans un arrêté du Ministère de l'Education Nationale proposant au Département de la Recherche Médicale de l'Institut National de Recherche Pédagogique le thème suivant : "*L'analyse des caractéristiques des postes de travail de l'élève en situation d'étude ou d'apprentissage sous l'angle de l'ergonomie scolaire*". Les auteurs proposent alors une définition devenue classique de l'ergonomie scolaire universitaire et éducative: « *Elle est une méthode d'action qui se propose d'optimiser l'ensemble du processus éducatif. Elle fait appel nécessairement à la biologie humaine et à la psychologie dans une perspective*

anthropologique. Englobant l'ensemble des facteurs du processus éducatif, son objet est constitué à la fois par les rapports au travail de l'élève et de l'enseignant, par l'équipement et le matériel utilisé, par le milieu mais aussi par les conditions temporelles et sociales dans lesquelles les projets éducatifs se déroulent » (Lambert et al., 1983; Lancry-Hoestlandt, 2013).

Anne Lancry-Hoestlandt (1994) est l'une des pionnières de l'ergonomie scolaire, mettant au cœur de son approche l'élève, sans oublier l'enseignant et leurs multiples interactions, ainsi que tout l'environnement de l'école (Six, 2003). Elle considère l'élève comme un travailleur, mais un travailleur en constante évolution et maturation physiologique, cognitive, affective, devant réaliser certaines tâches prescrites par l'enseignant dans un milieu de travail complexe et changeant, dans des cadres temporels rigides mais aux unités de temps variées (heure, semaine, quinzaine, trimestre), et aux charges de travail inégalement réparties (Lancry-Hoestlandt, 1994).

Elle utilise une représentation figurative et descriptive pour présenter les différents niveaux d'approche de l'analyse ergonomique du travail de l'élève (Figure 9). **Au centre de la cible figure l'élève**, principal usager de la structure, pour lequel tout est ou devrait être conçu. Il est représenté seul à son poste de travail pour souligner le caractère individuel fréquent de la situation éducative. En effet, même si les conditions d'exercice de ses tâches scolaires sont le plus souvent en situation collective, ce qui influence considérablement l'activité de l'élève, les acquisitions proprement dites et l'évaluation des travaux sont individuelles. L'activité de l'élève est évidemment fonction de la nature du travail, des conditions matérielles et institutionnelles dans lesquelles elle s'effectue et des caractéristiques individuelles. Le coût physiologique et psychologique résultant de cette activité est donc variable selon les élèves, de même que les résultats et les gains (les gains désignent ce que l'élève a acquis ou est en train d'acquérir pour l'ensemble des compétences cognitives et conatives mises en jeu, et non seulement le strict résultat d'une tâche évaluée par l'enseignant). Les aléas ou imprévus, les événements vécus négativement et les dysfonctionnements présentent aussi des variations inter et intra-individuelles.

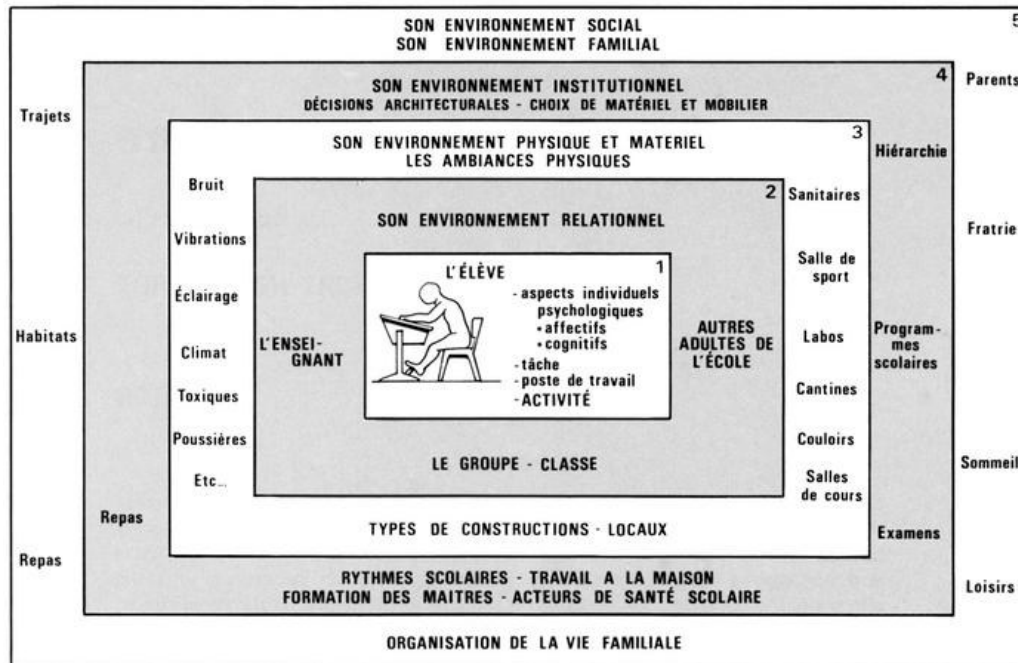


Figure 9 : Niveaux d'approche dans la démarche d'ergonomie scolaire (Lancry-Hoestlandt, 1994)

L'activité de l'élève est également variable selon des aspects chronobiologiques et chronopsychologiques. Les rythmes chronobiologiques entraînent pour chaque individu en fonction du moment de la journée, de la nuit, de la semaine, de la saison, des variations dans les taux de fabrication ou d'excrétion de certaines hormones par exemple induisant des modifications dans la disponibilité à l'action. De la même façon, les variations chrono-psychologiques affectent la disponibilité à l'action selon le type de tâche en jeu.

L'environnement relationnel est composé du groupe-classe, du ou des enseignants, des autres adultes intervenant dans la situation scolaire (personnels de surveillance, personnels techniques, administratifs, médicaux, personnels d'entretien).

L'environnement physique et matériel, le type de constructions, de locaux, les ambiances physiques sont bien souvent les premiers motifs d'intervention ergonomique. C'est lorsque cet environnement est dégradé que l'on va faire vérifier puis corriger les conditions de sécurité, puis d'hygiène, de la vie dans l'établissement. La demande d'intervention ergonomique concernant directement l'optimisation du travail n'est, à ce jour, pas courante, loin s'en faut. Il est donc indispensable de montrer le lien fort existant entre des conditions physiques et matérielles de

travail difficiles, inconfortables ou dégradées et la qualité du travail, de l'apprentissage, de l'acquisition et de la compréhension de connaissances nouvelles, c'est-à dire de l'acte éducatif.

L'environnement institutionnel avec les directives et les orientations à un niveau macroscopique ont également bien évidemment un impact certain sur l'activité de l'élève, par exemple le cadre de vie, le bâti et les aménagements matériels lourds. De même, l'organisation et le découpage du temps, des types, niveaux et catégories d'enseignement et d'élèves, les définitions des contenus des programmes d'enseignement, de pédagogie, d'évaluation, les examens, la gestion et l'organisation des carrières de tous les personnels salariés y compris les personnels médicaux, l'affectation des postes, le choix des moyens de restauration et la fréquence des pauses-collations jouent un rôle non négligeable.

Enfin, il n'est sans doute guère besoin d'insister sur **le rôle capital joué par la famille dans la vie scolaire et les apprentissages des enfants**. Nombre d'études sociologiques, psychologiques et médicales ont souligné divers aspects intervenant dans le développement et l'équilibre affectif et intellectuel des enfants. L'organisation familiale et la régularité de certaines activités personnelles, familiales et sociales sont structurantes pour l'enfant et l'aident à se construire des repères par rapport auxquels il peut se déterminer. Le respect des rythmes de l'enfant pour ses temps de repos et de sommeil lui facilite l'abord de la journée de travail du lendemain.

Dans l'environnement social, outre la qualité de l'habitat et son insertion dans le tissu urbain et social, il est un aspect très important à prendre en considération : le mode de transport pour effectuer les déplacements maison-école. Nombre d'élèves ont plusieurs modes de transports à utiliser ou n'en utilise qu'un seul (autobus scolaire) mais y passent un temps considérable avant et après leur journée de classe.

L'étude de l'un des aspects de ces différents cadres ne peut se faire en ignorant totalement les autres cadres en interaction. L'optimisation de cet ensemble complexe implique de rechercher pour les acteurs, et avec eux, la meilleure adaptation possible entre les caractéristiques techniques et organisationnelles, et les modalités réelles de fonctionnement.

L'auteure (Lancry-Hoestlandt, 1994) insiste par ailleurs sur la pluralité des contextes scolaires pouvant être envisagés. Il existe divers types d'établissements scolaires (écoles maternelles, primaires, collèges, lycées classiques, techniques ou professionnels, de conceptions et de constructions différentes, récents ou anciens, surpeuplés ou désertés, en zone rurale, urbaine ou péri-urbaine, avec ou non des lieux de restauration et d'entraînement sportif). Des interventions ergonomiques très variées peuvent être effectuées, selon la demande, les besoins et les moyens.

Plusieurs études se sont intéressées à l'amélioration des conditions de travail des enfants. Gaillard (2009, cité par Delvolvé, 2010, dans son livre « Stop à l'échec Scolaire ») recense 26 pays inventoriés par le comité technique de l'IEA en charge de l'Ergonomie pour le jeune et son environnement éducatif (Ergonomics for Children and Educational Environments ou ECEE) ayant mené ce type de travaux. Les études se seraient focalisées sur des aspects spécifiques (ordinateur et vision, cartables et problèmes de dos, mobilier et comportement, etc.) (Devolvé, 2010; Gaillard, 2009) mais ne proposaient pas, à notre connaissance, une analyse systémique située.

6.4 L'élève est un travailleur, mais pas comme les autres

Nicole Delvolvé (2005, 2010) conceptualise le *métier* d'élève comme un travail au sens ergonomique et psychologique. Elle décrit le peu de marge de manœuvre pour gérer leurs propres variabilités, le caractère normatif et très hiérarchisé de la vie scolaire, les évaluations en permanence, et les quelques régulations que les élèves peuvent mettre en place qui pour elle sont surtout des comportements de fuite (Devolvé, 2010).

Anne Lancry-Hoestland (1994) considère l'élève comme engagé dans une activité de travail, un « *écolier-travailleur* », mais un travailleur placé dans une situation de travail spécifique (avec des contraintes spécifiques, un collectif spécifique, des temporalités spécifiques) et un travailleur en constante évolution et maturation physiologique, cognitive, affective (Lancry-Hoestlandt, 1994).

A ce titre, **le travail a une double finalité chez l'élève** qui doit à la fois *produire* (réaliser des tâches évaluées) et *se transformer* (apprendre, développer des compétences). Chez l'adulte salarié, la finalité productive domine alors que la finalité développementale est première chez l'élève. **La maturation est en cours** chez ce dernier avec une évolution constante de la croissance somatique,

des fonctions exécutives, des capacités attentionnelles et émotionnelles. Son « poste de travail » devrait donc pouvoir s'adapter à cette maturation. Par ailleurs, **les prescriptions sont denses et multi-sources pour l'élève** qui reçoit des prescriptions simultanées (enseignants, établissement, parents) souvent peu négociables, rendant la marge de manœuvre variable et dépendante de l'âge souvent. Le travailleur a une tâche prescrite par une hiérarchie, mais il dispose d'une certaine capacité de régulation dans l'action, lié à son expérience et à la nécessité d'adapter les moyens aux fins. L'élève est souvent dans un rapport fortement prescriptif, où la norme de l'activité est donnée par l'enseignant, et la régulation porte davantage sur la compréhension du savoir que sur l'efficacité des actions. **Le pouvoir d'agir est asymétrique** avec un salarié jugé sur le résultat, mais pouvant bien souvent réguler ses moyens et un élève jugé sur le respect de la forme prescrite, avec peu de marges de régulation. L'élève occupe une **position d'apprentissage et de dépendance** vis-à-vis de l'institution scolaire, sa reconnaissance repose sur le potentiel plutôt que sur l'efficacité. Cette asymétrie influence probablement la motivation, l'engagement et la construction identitaire du sujet en activité. **Les élèves sont en évaluation permanente** requérant une modulation de la charge cognitive et affective de l'activité qui a priori n'a pas d'équivalent dans les milieux salariés. **Les conditions matérielles sont imposées**, comme parfois (trop souvent) chez l'adulte salarié, mais peut-être avec une plus faible latitude pour les ajustements individuels. Le collectif de travail est **un collectif d'apprentissage** avec des effets de comparaison sociale et de motivation qui structurent peut-être plus fortement l'activité que chez un adulte salarié. **Les temporalités sont extrêmement hétérogènes et rigides** avec une alternance des unités de temps (50-55 minutes) et des périodes de charge (pics et creux alternant selon les devoirs, les contrôles, ...). Contrairement au milieu professionnel, toutes les 55 minutes une nouvelle phase de démarrage recommence : l'élève change de tâches et doit réidentifier les nouveaux objectifs. Les règles et les attentes changent toutes les heures. Par ailleurs, la continuité école-domicile prolonge le travail hors site.

Par ailleurs, l'élève a un statut de mineur rendant le cadre légal et éthique assez différent de celui des adultes salariés. La soutenabilité développementale de l'activité est la priorité. Bien que l'élève et le salarié soient tous deux engagés dans une activité finalisée, contrainte et régulée, leur **statut social et institutionnel** transforme profondément le sens et les conditions de leur activité. L'activité du travailleur salarié produit une certaine valeur économique et s'inscrit dans une

organisation productive. Le critère central est alors la performance, bien souvent sous contrainte de temps, de qualité et de rentabilité. **La finalité de l'activité** de l'élève est quant à elle l'apprentissage, et non une production de biens ou de services. Le critère central est alors la construction de connaissances et de compétences, et non l'efficacité immédiate. Le travailleur salarié bénéficie d'une **reconnaissance institutionnelle et économique** (contrat, salaire, statut professionnel). L'élève est dans une position d'apprentissage et de dépendance vis-à-vis de l'institution scolaire, la reconnaissance porte davantage sur le potentiel plutôt que sur la production. Cela influe probablement sur la motivation, la construction identitaire « au travail » et la relation à l'activité : le travailleur agit en tant que sujet reconnu, l'élève en tant que sujet en devenir.

Ainsi, l'ergonomie, en plaçant l'élève au centre de l'analyse, et en considérant son activité comme une activité de travail, contribue à penser l'école comme un environnement soutenable. Par sa visée de compréhension et de transformation des situations de travail (Guérin et al., 2007), elle constitue un cadre essentiel pour penser l'optimisation des environnements scolaires. L'objectif n'est pas seulement de réduire les contraintes, mais de concevoir des environnements qui favorisent activement le développement physique, psychique et cognitif des élèves. Optimiser l'environnement scolaire par l'ergonomie, c'est concevoir une école qui respecte et accompagne le développement global de l'élève. Cette approche ne se limite pas à « protéger » les enfants contre les contraintes, mais vise à promouvoir activement leurs potentialités, en articulant santé, bien-être et réussite éducative dans une perspective durable. L'ergonomie fournit des outils pour analyser les déterminants et proposer des améliorations concrètes. En reconnaissant les dimensions invisibles de l'activité (Clot, 1999), l'ergonomie peut orienter des choix organisationnels qui préservent la santé des élèves. Dans l'idéal, il s'agit de dépasser la simple correction des dysfonctionnements pour inviter à une conception participative et proactive des environnements scolaires où l'élève serait reconnu comme un acteur de travail en développement.

Une intervention ergonomique permet donc de déplacer le regard en cherchant à transformer le système scolaire pour le rendre plus soutenable et plus favorable au développement. Il s'agit d'éviter de réduire l'intervention à des solutions purement techniques (changer le mobilier sans modifier l'organisation des rythmes) ce qui suppose un engagement institutionnel voire politique

pour pérenniser les transformations, tout en sachant qu'il est souvent difficile de concilier des logiques parfois contradictoires.

Comprendre le travail de l'élève pour le transformer, dans une double visée de préservation de la santé (physique, psychique, cognitive) et d'optimisation des conditions d'apprentissage, repose sur plusieurs principes :

- Analyser l'activité réelle des élèves (et non seulement la tâche prescrite).
- Prendre en compte le système global : organisation des rythmes scolaires, emploi du temps, espaces, outils pédagogiques, relations sociales et prescriptions institutionnelles.
- Impliquer les acteurs (élèves, enseignants, personnels éducatifs, direction, parents) dans la co-conception des solutions, dans une logique participative.

La première étape consiste à documenter la réalité du travail des élèves. L'objectif est de dépasser les représentations générales de la scolarité (emploi du temps, programmes officiels) pour observer ce que les élèves font effectivement en classe et dans leur établissement. Les données recueillies sont ensuite intégrées dans une analyse systémique, afin de comprendre comment les différents déterminants, matériels, organisationnels, sociaux et institutionnels, interagissent et conditionnent l'activité réelle des élèves. À partir du diagnostic et de l'analyse systémique, des propositions de transformation sont formulées, visant à rendre l'environnement scolaire plus soutenable et optimisé (aux niveaux matériel, organisationnel et institutionnel). Les solutions proposées ne sont pas imposées de manière descendante : elles doivent être coconstruites avec les acteurs, élèves, enseignants, personnels éducatifs, direction. L'expérimentation progressive permet d'ajuster les propositions à la réalité des pratiques. Une intervention ergonomique ne s'arrête donc pas à la mise en place des solutions. Elle inclut une phase d'évaluation et de suivi, pour mesurer les effets concrets sur la santé des élèves, leurs apprentissages, le fonctionnement global de l'établissement. Une intervention ergonomique n'est pas un acte ponctuel, mais un processus évolutif et participatif. Reconnaître l'élève comme un travailleur ne revient pas à plaquer des concepts du monde professionnel sur l'enfance, mais à légitimer l'analyse de son activité comme travail réel, avec ses efforts, ses contraintes et ses adaptations. Cette posture ergonomique, systémique et située, permet de penser des environnements scolaires (et domestiques) plus soutenables, inclusifs et préventifs, en s'ancrant dans l'expérience vécue des enfants. Il s'agit de déplacer son regard

pour passer de l'élève vu comme simple "apprenant passif" à un acteur engagé dans une activité de travail avec des contraintes spécifiques. Cela permet de rendre visible l'activité réelle, avec les efforts, les ajustements, les stratégies de régulation et d'analyser l'élève dans son système d'activités, en lien avec les attentes scolaires, le mobilier, les rythmes, les espaces, les consignes, les outils numériques, les pairs, etc. Cela permet également de mobiliser des outils d'analyse des risques professionnels et de penser des actions préventives ou correctives sur l'environnement scolaire.

Chapitre 7 – Les lombalgies pédiatriques comme forme émergente de Troubles Musculosquelettiques

7.1. Les Troubles Musculosquelettiques (TMS)

Les troubles musculosquelettiques (TMS) constituent l'un des principaux problèmes de santé liés au travail dans la plupart des pays industrialisés. Cependant, derrière ce terme générique se cache une pluralité de définitions qui traduisent des cadres conceptuels et des postures scientifiques différentes. Selon que l'on adopte une approche biomédicale, épidémiologique, ergonomique ou sociotechnique, la nature même du « trouble » change : il peut être vu comme une lésion, un processus multifactoriel ou un signal d'alerte sur la soutenabilité du travail humain.

Historiquement, la définition des TMS est issue du champ médical et physiopathologique. Dans leur acception biomédicale classique, les TMS désignent des affections de l'appareil locomoteur, muscles, tendons, nerfs, articulations, résultant de microtraumatismes répétés ou de postures prolongées. Ce modèle, de nature lésionnelle et causale, considère que les contraintes mécaniques exercées sur les tissus entraînent des lésions, elles-mêmes responsables de douleurs et d'incapacités fonctionnelles (Bernard, 1997). Dans le champ de la santé au travail, cette définition demeure dominante dans les dispositifs de surveillance épidémiologique, notamment ceux de Santé publique France ou de l'INRS, où les TMS sont classés selon leur localisation anatomique (épaule, poignet, coude, rachis, etc.) et leur mécanisme lésionnel (tendinopathie, syndrome canal carpien, etc.) (INRS, 2021). L'approche biomédicale a permis une première visibilité du phénomène, mais au prix d'une simplification excessive de la complexité du travail réel. En effet, cette perspective, bien qu'indispensable pour la reconnaissance médicale et administrative des TMS, tend à réduire le problème à une cause biomécanique et à négliger les dimensions organisationnelles, temporelles et psychologiques de l'exposition (Bernard, 1997).

Les TMS sont considérés comme des phénomènes multifactoriels, issus de l'interaction entre des facteurs physiques, organisationnels, psychosociaux et individuels. En France, la reconnaissance de l'origine professionnelle s'est faite en 1991 avec l'adaptation du Tableau 57 du régime général

de la Caisse Nationale d'Assurance Maladie, et du Tableau 39 du régime agricole de la Mutualité Sociale Agricole en 1993 (Coutarel, 2004). Dès lors, les pathologies liées au travail ne peuvent être comprises sans prendre en compte les transformations de l'organisation du travail et de la temporalité des activités (Gollac et al., 2000). Les TMS ne sont pas le simple produit d'expositions mécaniques, mais « *liée[s] à une sollicitation excessive et renouvelée du travailleur, compte tenu des différentes contraintes de la situation de travail et de leurs interactions respectives dans l'activité* » (Coutarel, 2004, p. 34).

Toutes les définitions des TMS ne font pas explicitement référence au travail. Les premières définitions issues du champ médical définissent les TMS en termes de lésions tissulaires dues à des contraintes mécaniques répétées, sans relier ces contraintes à une activité de travail. Elles décrivent un phénomène biomécanique universel, pouvant concerner toute activité gestuelle, professionnelle ou non (exercice sportif, loisir, musique, tâches domestiques, etc.). Mais dans les approches ergonomiques et francophones, la référence au travail devient constitutive du concept même de TMS : on ne peut comprendre ni prévenir ces troubles sans analyser le travail réel dans lequel ils émergent. Par ailleurs, toutes les définitions des troubles musculosquelettiques ne placent pas le travail au même niveau d'analyse. Dans les approches biomédicales, le travail est souvent envisagé comme un contexte d'exposition : il fournit des contraintes mécaniques (postures, efforts, répétitivité) susceptibles de provoquer des lésions des tissus musculosquelettiques. Le lien au travail y est donc causal et externe, le travail est « cause » des microtraumatismes, sans que soient interrogées les logiques organisationnelles ou subjectives de l'activité. À l'inverse, les approches ergonomiques et sociotechniques intègrent *de facto* le travail comme un processus vécu, une activité située où se joue la construction de la santé ou de la pathologie. Ici, le travail n'est pas seulement le lieu d'exposition à un risque, mais le cadre dynamique de régulations, d'ajustements et de compromis entre exigences et ressources. Le TMS devient alors l'expression d'un travail empêché ou non soutenable, plutôt qu'une simple conséquence mécanique d'un geste répétitif.

Dans cette perspective, les TMS deviennent un processus plus qu'un état. L'approche multifactorielle ouvre la voie à une compréhension des TMS comme phénomène dynamique, évoluant dans le temps en fonction de l'activité réelle et de ses marges de manœuvre. Plusieurs

auteurs ont insisté sur la dimension sociale et organisationnelle des TMS. Plusieurs travaux les présentent comme des « *miroirs du travail* » (Coutarel, 2004; Volkoff & Molinié, 2011), révélant les transformations profondes des organisations contemporaines : intensification des rythmes, fragmentation des collectifs, perte d'autonomie, exigences de productivité accrues. Dans cette optique, le TMS n'est plus seulement un symptôme corporel, mais un indicateur de désajustement du système sociotechnique. Il signale une crise du travail, où les compromis traditionnels entre efficacité, qualité et santé deviennent intenable. Cromer et Bonnemain (Buchmann et al., 2023, p. 178) parlent de « *pathologies liées aux déficits des marges de manœuvre* ».

Coutarel et Daniellou (2011) insistent pour aller vers des approches plus complexes de prévention (que juste biomécaniques) qui intègrent les dimensions subjectives, psychologiques, sociales, identitaires (Coutarel & Daniellou, 2011). L'apparition d'un TMS traduirait souvent la perte des moyens d'agir sur le réel, l'impossibilité d'adapter son activité pour la rendre soutenable. L'analyse du TMS conduit donc à interroger le sens du travail, les rapports hiérarchiques, la reconnaissance, et plus largement la place du corps dans les organisations. Le TMS devient ici un fait social, révélateur des tensions entre production, santé et reconnaissance. Les TMS deviennent un signal d'alerte sur la soutenabilité de l'activité : lorsqu'un individu n'a plus la possibilité de réguler son activité pour préserver sa santé, la situation devient pathogène. Les TMS traduisent donc un déséquilibre systémique entre exigences, marges de manœuvre et ressources, à la fois individuelles et collectives. Cette conception réinscrit les TMS dans une vision dynamique, systémique et située du travail, où la prévention ne peut être efficace que si elle vise la transformation des conditions d'activité et la restauration du pouvoir d'agir. En définitive, parler de "TMS" revient à adopter un point de vue sur le travail humain.

7.2. Les facteurs de risque associés

Les TMS résultent d'un ensemble d'interactions complexes entre les caractéristiques individuelles, les conditions physiques de travail, et le contexte psychosocial et organisationnel. Il ne s'agit pas de causes isolées mais de facteurs contributifs, dont la combinaison et la persistance déterminent l'apparition des troubles.

Les déterminants individuels ne sont jamais des causes suffisantes, mais peuvent moduler la vulnérabilité de la personne face aux contraintes du travail. Ils relèvent à la fois de facteurs biologiques, physiologiques et psychosociaux propres au sujet. La résistance tissulaire et la capacité de récupération diminuent avec **l'âge**, augmentant le risque de lésions pour des expositions identiques (Hubaut, 2020). **Le sexe** peut également jouer un rôle ; certaines études suggèrent une prévalence plus élevée chez les femmes, liée à des différences anatomiques, hormonales, mais aussi à la nature des tâches confiées (Woods & Buckle, 2006). **La condition physique et les capacités fonctionnelles** influent également sur la tolérance aux contraintes mécaniques. **Les facteurs comportementaux et de style de vie** tels le sommeil, l'activité physique ou la consommation de tabac, d'alcool ou l'alimentation peuvent réduire les capacités de régénération tissulaire. **Les facteurs psychosociaux individuels** tels que les antécédents de stress, d'anxiété ou de dépression peuvent influencer la perception de la douleur, la posture et la capacité à réguler son activité. Ces dimensions individuelles n'ont de sens qu'inscrites dans le rapport entre l'individu et sa situation de travail : elles déterminent la manière dont il perçoit les contraintes et y répond par des régulations (N. Vézina et al., 2009).

Les facteurs de risque physique sont les facteurs les plus visibles et historiquement les plus étudiés. Ils correspondent aux contraintes biomécaniques exercées sur le corps lors de l'activité de travail. **Les postures contraignantes** comme le maintien prolongé de postures extrêmes (e.g. bras en élévation, tronc fléchi, poignet en déviation) ou le travail statique prolongé avec absence de variation posturale peuvent entraîner une ischémie musculaire, une tension tendineuse ou une fatigue musculaire cumulative (Hagberg et al., 1997). **Les mouvements répétitifs** (e.g. répétition fréquente de gestes fins ou de préhensions rapides, temps de cycle court sans pause suffisante) peuvent engendrer des microtraumatismes cumulés sur les tendons et gaines synoviales. **Les efforts physiques** intenses comme les ports de charges, les efforts de serrage, l'usage de la force manuelle, le lien entre prise et effort (Simoneau et al., 2013) ou l'expositions aux vibrations (outillage portatif) sont également des facteurs clés. Enfin, **les contraintes environnementales** (e.g. températures extrêmes, bruit, éclairage inadapté, espace restreint) peuvent accroître la tension corporelle ou limiter les régulations. Ces facteurs ne provoquent des TMS que lorsque les régulations corporelles (e.g. changements de posture, pauses, alternance de tâches) ne peuvent plus s'exercer, ce qui renvoie à l'organisation du travail.

Les facteurs de risques psychosociaux concernent les conditions de réalisation du travail dans leurs dimensions temporelles, relationnelles et organisationnelles. Ils jouent un rôle déterminant dans la chronicisation des TMS et dans la capacité de régulation de l'activité. **Les facteurs liés à la charge et au contrôle du travail** peuvent limiter les marges de manœuvre, empêchant les ajustements protecteurs, par exemple les exigences de production, les contraintes de rythme, la faible autonomie dans la planification ou l'exécution des tâches, les conflits de rôles ou d'objectifs. **Les facteurs liés au soutien social et à la reconnaissance** peuvent être source de stress (Aptel & Cnockaert, 2002) et de tension prolongée, par exemple le manque de soutien hiérarchique, l'absence d'entraide, la non reconnaissance du travail estimé bien fait ou des efforts fournis. Les facteurs liés à la « *sécurité psychologique* » (Newman et al., 2017) peuvent influencer directement l'état physiologique (tensions musculaires, sécrétion de cortisol, altération de la récupération), par exemple l'insécurité de l'emploi, les changements organisationnels, le sentiment de non-maîtrise.

Les facteurs individuels, physiques et psychosociaux n'agissent pas de façon additive mais interactive. Un même facteur physique (e.g. posture prolongée) devient pathogène si la personne est fatiguée, stressée, ou privée de marge de régulation. L'approche ergonomique défend donc une lecture systémique et située du risque. Les TMS sont le produit d'un déséquilibre durable entre les exigences du travail et les ressources de l'individu et du collectif pour y faire face.

7.3. Comprendre les TMS : une logique de régulation

L'apparition des TMS n'est pas un phénomène brutal, mais le résultat d'un processus progressif dans lequel l'organisme est soumis à des contraintes répétées ou prolongées dépassant sa capacité d'adaptation. Ce processus se déroule en plusieurs phases successives qui traduisent l'usure du système musculosquelettique et la perte progressive des marges de régulation de l'activité. L'évolution dépend d'un équilibre entre les contraintes de l'activité (physiques, organisationnelles, temporelles, cognitives), les stratégies de régulation mises en place par les travailleurs, les marges de récupération (pauses, variabilité des tâches, soutien collectif). Quand les régulations ne suffisent plus à compenser les contraintes, le corps devient le lieu de l'ajustement : la douleur apparaît, puis s'installe. Ainsi, les TMS peuvent être vu comme un signal du système de travail défaillant, pas seulement comme une maladie du corps (Coutarel, 2004).

Les troubles musculo-squelettiques (TMS) ne résultent pas d'une cause unique, mais de l'interaction entre de multiples facteurs physiques, organisationnels, psychosociaux et individuels. Il ne s'agit pas d'un phénomène linéaire ou additif, mais d'un processus multifactoriel où les contraintes se renforcent ou se compensent selon la manière dont l'activité de travail est organisée et régulée. Plusieurs modèles de référence ont cherché à représenter ces interactions, chacun traduisant une conception particulière du rapport entre le corps, le travail et l'organisation.

Le modèle proposé par Armstrong et al. (1993) constitue l'un des jalons majeurs de la conceptualisation moderne des TMS (Armstrong et al., 1993). Ces auteurs décrivent un processus en chaîne, de la contrainte à la lésion, structuré autour d'une succession de niveaux : les facteurs d'exposition externes (e.g. force, répétitivité, posture, vibration, température, durée), les contraintes internes exercées sur les tissus, les réponses physiologiques de l'organisme et les lésions ou troubles cliniques observables. Ce modèle introduit une approche plurifactorielle : les facteurs physiques sont articulés à des déterminants individuels (âge, sexe, condition physique) et psychosociaux (stress, charge de travail, soutien). Ces derniers n'agissent pas directement sur la lésion, mais modulent la charge physique effective (par exemple, un stress élevé augmente la tension musculaire ou réduit les temps de récupération). Le modèle d'Armstrong a permis de dépasser la lecture strictement biomécanique pour ouvrir la voie à une compréhension interactive des facteurs. Toutefois, comme le rappellent Simoneau, St-Vincent et Chicoine (2013), le modèle demeure causaliste et linéaire, fondé sur une logique d'exposition passive : le corps est perçu comme un système récepteur de contraintes, et non comme un acteur de régulation. Les auteurs soulignent en particulier que ce modèle néglige la variabilité du geste et du mouvement, éléments pourtant centraux dans la prévention des TMS. Autrement dit, il ne prend pas en compte la capacité du travailleur à ajuster, diversifier ou moduler ses actions pour s'adapter aux exigences du travail.

Le rapport du NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health, (Bernard, 1997)) constitue une référence internationale importante. Sur la base de nombreuses études épidémiologiques, l'auteur identifie trois grandes catégories de déterminants : les facteurs biomécaniques (postures extrêmes, efforts, mouvements répétitifs), les facteurs individuels (âge, sexe, condition physique) et les facteurs psychosociaux et organisationnels (cadences, charge

mentale, soutien hiérarchique). L'intérêt du modèle NIOSH réside dans la démonstration empirique que ces facteurs interagissent de manière multiplicative : la probabilité de développer un TMS augmente fortement lorsque plusieurs contraintes sont présentes simultanément. Ainsi, la combinaison d'une posture extrême, d'une forte répétitivité et d'un stress organisationnel chronique multiplie significativement le risque de développer un trouble. Ce modèle fonde la notion de cumul et de synergie des risques, aujourd'hui largement reprise en santé au travail.

Dans une perspective plus dynamique, Punnett et Wegman (2004) proposent un modèle intégratif illustrant les boucles de rétroaction entre les différentes dimensions du travail (Punnett & Wegman, 2004).

Les contraintes physiques, organisationnelles et psychosociales y sont conçues comme mutuellement influentes. Les contraintes organisationnelles influencent les expositions physiques (rythme, intensité, variabilité des gestes). Les réponses physiologiques (fatigue, douleur) modifient la façon de travailler (postures compensatoires). Les contraintes psychosociales affectent la tension musculaire et la récupération. Ce modèle souligne que les relations entre les facteurs de risque ne sont pas unidirectionnelles mais circulaires et adaptatives : le travailleur ajuste sans cesse son activité en réponse aux contraintes, ce qui crée un équilibre temporaire entre santé et performance. La perte de cette capacité d'ajustement (par surcharge ou absence de régulation) conduit alors à la pathologie.

Les travaux institutionnels français (Bourgeois et al., 2000) redéfinissent la genèse des TMS non pas comme une simple addition de contraintes, mais comme un déséquilibre durable entre les exigences du travail et les ressources disponibles, c'est-à-dire une perte de marges de manœuvre. Ces travaux définissent la marge de manœuvre comme la capacité, pour un individu ou un collectif, d'ajuster la manière de réaliser le travail en fonction des situations. De plus, cette approche se prolonge en montrant que les TMS se développent lorsque les possibilités de régulation sont entravées par l'organisation (cadences rigides, standardisation, manque de coopération). Dans cette perspective, les facteurs physiques, psychosociaux et organisationnels ne sont plus simplement co-présents : ils interagissent à travers le niveau de régulation de l'activité réelle. Les

TMS traduisent ainsi la fermeture progressive des régulations protectrices (Coutarel et al., 2022), autrement dit, la réduction du pouvoir d’agir des travailleurs face aux contraintes.

Pour Vézina (2007), l’interaction entre facteurs de risque se comprend à travers l’analyse du travail réel, c’est-à-dire de la manière dont les opérateurs s’y prennent pour répondre aux exigences du système (Vézina, 2007). Les TMS émergent quand les régulations mises en œuvre pour tenir le travail deviennent trop coûteuses pour l’organisme. Le corps n’est plus seulement exposé, il est le lieu et le moyen des régulations. Cette approche situe l’interaction des facteurs au cœur du rapport entre l’individu et l’organisation : les contraintes physiques imposent des ajustements corporels, les contraintes temporelles et organisationnelles limitent la possibilité de varier les gestes et les contraintes psychosociales réduisent la disponibilité cognitive et émotionnelle pour adapter l’activité. La combinaison des facteurs est indissociable du mode d’organisation du travail et de la qualité des régulations qu’il autorise.

Coutarel (2004) insiste sur la dimension temporelle : les TMS résultent d’un déséquilibre durable entre contraintes et ressources, c’est-à-dire d’un affaiblissement progressif des régulations au fil du temps (Coutarel, 2004). Le processus pathologique est vu comme une érosion des marges de manœuvre physiques, cognitives et collectives, souvent liée à la transformation des organisations (intensification, standardisation, isolement). Ainsi, la genèse des TMS n’est plus comprise comme une somme d’expositions, mais comme un processus de dégradation du rapport entre le travailleur et son activité, dans un système de contraintes multiples.

Ces modèles, bien que construits dans des cadres théoriques différents, convergent vers une lecture commune. Les TMS résultent d’un déséquilibre dynamique entre les exigences du travail et les ressources disponibles, où les interactions entre facteurs physiques, organisationnels et psychosociaux déterminent la possibilité de régulation de l’activité. En ce sens, la compréhension des TMS s’appuie sur une logique de régulation plutôt que de contrainte, et sur une prévention orientée vers la reconstruction des marges de manœuvre plutôt que la seule réduction des charges physiques.

7.4. La prévention durable des TMS

La prévention durable des TMS constitue aujourd'hui l'un des axes centraux de recherche et d'intervention ergonomique. Elle est passé d'un paradigme centré sur la réduction des contraintes physiques à un paradigme centré sur la transformation du travail réel, la reconstruction des marges de manœuvre et le développement du pouvoir d'agir des acteurs.

Historiquement, les démarches souvent efficaces à court terme ont montré des effets limités dans la durée. Elles ne modifiaient pas la structure du travail ni les conditions organisationnelles qui produisaient les contraintes. Elles agissaient sur les symptômes (la posture, le geste) sans transformer les causes systémiques (l'organisation du travail, la charge temporelle, la coordination, le sens du travail). La notion de prévention durable des TMS désigne une approche où la prévention vise non seulement la réduction du risque, mais aussi le développement de la santé au sens de la *capacité à agir* (Falzon, 2013b), la transformation durable du travail réel et la construction collective de solutions soutenables pour l'ensemble du système (Coutarel et al., 2022).

La prévention passe donc par une approche intégrée *via* la compréhension de l'activité de régulation des travailleurs. La santé est envisagée comme le produit de ces régulations, et la prévention comme leur soutien et leur développement. Il ne s'agit pas d'éliminer les contraintes, mais d'accroître la capacité des travailleurs à s'y ajuster de façon soutenable. Ainsi, la prévention durable suppose de préserver la variabilité en restaurant les marges de manœuvre, de favoriser les échanges collectifs et le dialogue sur le travail, de maintenir la possibilité de choisir entre plusieurs manières de faire et de développer les compétences collectives de régulation. Falzon (2013) propose un cadre plus général avec le développement de la capacité d'agir des individus et des collectifs en inscrivant la démarche dans une ergonomie de la conception et du développement, où les acteurs sont impliqués dans la co-construction des transformations du travail (Falzon, 2013b).

Une prévention durable suppose donc concrètement une analyse systémique du travail, une démarche participative, un pilotage dans la durée et une conception centrée sur les régulations. La prévention durable n'est pas une action ponctuelle mais suppose un processus d'apprentissage collectif et un pilotage continu. Les indicateurs doivent porter autant sur les marges de manœuvre que sur les taux de TMS.

7.5. Les lombalgies infantiles comme forme émergente de TMS ?

Si les lombalgies infantiles ont longtemps été considérées comme des affections ponctuelles, liées à des mauvaises postures ou à des cartables trop lourds, les recherches récentes mettent en évidence leur multi-factorialité, faisant intervenir à la fois des facteurs individuels, physiques, organisationnels et psychosociaux. Envisager les lombalgies infantiles comme une forme émergente de TMS permet de les ancrer durablement dans les conditions d'activité scolaire.

Les TMS sont définis comme des affections de l'appareil locomoteur (muscles, tendons, nerfs, articulations) résultant de microtraumatismes répétés ou de postures prolongées (Bernard, 1997). Les lombalgies, chez l'adulte comme chez l'enfant, répondent à cette même logique : elles traduisent une surcharge cumulative sur les structures musculosquelettiques, dépassant les capacités d'adaptation du corps. Chez l'enfant, cette surcharge résulte souvent d'un enchaînement de contraintes physiques et organisationnelles, telles que le maintien prolongé de la posture assise, le transport de charges lourdes, l'utilisation d'un mobilier inadapté ou encore une absence de pauses corporelles suffisantes (Dianat et al., 2013). Ainsi, la douleur lombaire traduit une inadaptation entre le corps en développement de l'enfant et les conditions matérielles et temporelles de l'activité scolaire. Les mécanismes biomécaniques à l'origine des TMS chez l'adulte se retrouvent donc, dans une certaine mesure, chez l'élève, sous des formes adaptées à son âge et à sa croissance.

Les TMS sont compris comme le produit d'interactions complexes entre plusieurs types de facteurs de risque, notamment biomécaniques (forces, postures, répétitivité), individuels (âge, morphologie, santé, apprentissages moteurs), organisationnels (rythmes, pauses, marges de régulation) et psychosociaux (stress, pression temporelle, soutien, motivation). Or, ces facteurs trouvent des équivalents directs dans le cadre scolaire. Les postures prolongées et le mobilier inadapté représentent les contraintes biomécaniques principales. Les variations morphologiques liées à la croissance renvoient aux facteurs individuels. La rigidité de l'emploi du temps et le faible contrôle de l'élève sur ses conditions de travail illustrent les facteurs organisationnels. Enfin, la pression scolaire ou la peur de l'échec par exemple constituent des facteurs psychosociaux réels. Ces correspondances montrent que les approches explicatives des TMS s'appliquent de façon pertinente à l'activité scolaire, à condition d'en reconnaître la spécificité : celle d'un travail

effectué par un acteur en développement, aux ressources corporelles et psychiques encore immatures, dans un système d'exigences contraint et peu négociable.

Les travaux d'Anne Lancry-Hoeslandt (1994) et de Nicole Devolvé (2010) ont ouvert la voie à une lecture ergonomique du milieu scolaire, en considérant l'élève comme un « travailleur particulier », soumis à des tâches prescrites, à des rythmes imposés et à un environnement matériel souvent inadapté (Devolvé, 2010; Lancry-Hoeslandt, 1994). L'activité de l'élève peut être analysée selon les mêmes principes que celle d'un salarié : elle implique des régulations, des stratégies de compensation et une mobilisation du corps au service d'une tâche. Cependant, les marges de manœuvre dont dispose l'élève pour ajuster son activité sont particulièrement réduites : il ne choisit ni son mobilier, ni sa posture, ni la durée de son engagement corporel. L'élève doit donc supporter, sans réelle possibilité de régulation (ou minime), des contraintes temporelles et posturales soutenues, ce qui, à long terme, peut conduire à des déséquilibres musculosquelettiques comparables à ceux observés dans les situations de travail contraint chez l'adulte. Dès lors, les lombalgies peuvent être comprises comme le signal d'un déséquilibre durable entre les exigences scolaires et les ressources de l'élève, exactement comme les TMS sont aujourd'hui compris dans le monde du travail comme un déséquilibre entre les contraintes de l'activité et les capacités d'adaptation du corps.

Les approches de prévention des lombalgies chez l'enfant reposent souvent sur une vision biomédicale, centrée sur la correction posturale ou la réduction du poids du cartable. Si ces mesures ont un intérêt ponctuel, elles ne prennent pas en compte l'organisation concrète du travail scolaire, ni la dimension dynamique de l'activité réelle. Le cadre des TMS permet, au contraire, d'intégrer les déterminants organisationnels et environnementaux de la santé des élèves. Il invite à considérer que la douleur lombaire n'est pas uniquement un symptôme individuel, mais l'expression d'un rapport inadapté entre un système de contraintes et un corps en développement.

« Ces troubles sont multifactoriels et leur prise en charge nécessite de mettre en place des démarches pluridisciplinaires. Leur traitement ne peut pas se satisfaire d'approches causalistes ou expertes ; il suppose des approches compréhensives et systémiques où le travail (et non pas l'individu) est au centre. Les actions menées ne peuvent renvoyer aux seules solutions techniques.

Elles nécessitent d'embarquer les personnes, les collectifs de travail, les organisations et les politiques publiques. Ce « socle commun » de connaissances suppose toutefois de faire œuvre de pédagogie dans les milieux professionnels qui ne partagent pas toujours ces fondamentaux » (Buchmann et al., 2023, p. 95).

La notion de prévention durable des TMS repose sur la transformation des situations de travail et le renforcement des marges de manœuvre des acteurs. Transposée au milieu scolaire, cette approche conduit notamment à repenser l'aménagement du mobilier et de l'espace de classe (hauteurs ajustables, postures variées), à introduire des moments de récupération, à favoriser la participation des élèves à la réflexion sur leurs conditions de travail, en lien avec les enseignants et l'institution, à sensibiliser enseignants et concepteurs. L'école devient ainsi un milieu de travail à concevoir dans une perspective de soutenabilité : c'est-à-dire un environnement qui soutient durablement la santé, le développement et les apprentissages des enfants. Cette approche devrait permettre non seulement de mieux comprendre la genèse des douleurs lombaires, mais aussi d'agir plus efficacement sur leurs causes profondes. En cela, l'ergonomie et le cadre des TMS offrent un levier conceptuel et méthodologique puissant pour penser la santé des enfants à l'école comme un enjeu de conception, d'organisation et de développement humain.

Conclusion deuxième partie : problématique

Au cours des dernières décennies, les lombalgies infantiles se sont imposées comme un problème de santé publique croissant. Longtemps considérées comme rares ou accidentelles, elles apparaissent aujourd'hui comme une réalité fréquente et persistante chez l'enfant et l'adolescent, avec des répercussions possibles sur la santé adulte. Cette évolution interpelle : comment expliquer qu'un symptôme historiquement associé à l'âge adulte devienne si prégnant chez des sujets en croissance ?

Les travaux disponibles mettent en évidence le caractère multifactoriel des lombalgies infantiles : facteurs biomécaniques, anatomiques, psychosociologique, culturels, organisationnels ou encore liés aux modes de vie contemporains (sédentarité, usage massif des écrans). Cependant, aujourd'hui, la majorité des approches scientifiques et préventives demeurent centrées sur des leviers partiels et souvent prescriptifs : corriger la posture, alléger le cartable, sensibiliser aux « bons gestes ». Or, ces solutions peinent à montrer une efficacité durable, révélant les limites d'une lecture biomédicale ou objectivée du problème.

Cette thèse s'inscrit dans une approche pluridisciplinaire relevant des sciences de la rééducation et de la santé, mobilisant conjointement ainsi les apports de la kinésithérapie, combinés à l'épidémiologie et à l'ergonomie. La complexité de la question exige cette approche pluridisciplinaire croisant ergonomie, épidémiologie, sciences de l'éducation et de la rééducation. Ce croisement permet d'intégrer, au sein d'un même cadre, l'analyse fine des situations d'activité, la mesure des impacts sur la santé, l'inscription dans les logiques institutionnelles scolaires et les connaissances issues du développement moteur. L'apport combiné de ces disciplines assure une compréhension holistique du phénomène et soutient la construction de stratégies d'intervention robustes et adaptées au terrain.

C'est dans ce contexte que l'ergonomie, notamment francophone, offre un cadre particulièrement intéressant. En proposant une analyse située, systémique et centrée sur l'activité réelle, elle permet de dépasser une vision fragmentée. L'approche ergonomique rend possible la compréhension des

décalages entre ce qui est attendu de l'élève et ce qu'il peut effectivement mobiliser compte tenu de son développement physiologique, cognitif et affectif.

Le milieu scolaire constitue à ce titre un lieu d'analyse privilégié. L'école est un milieu d'exposition chronique. L'enfant se retrouve de plus dans un environnement structuré par des prescriptions organisationnelles fortes (e.g. emploi du temps, postures imposées, rythmes d'évaluation). Mais ce milieu ne peut être pensé isolément : les contraintes familiales (e.g. temps d'écran, devoirs, transport, organisation domestique) et les prescriptions institutionnelles plus larges (e.g. programmes scolaires, politiques de santé publique, régulations du système éducatif) viennent interagir et renforcer ou compenser les effets.

Cette perspective amène à interroger le statut de l'élève : peut-on le considérer comme un travailleur au sens ergonomique du terme ? L'analogie avec le travail de l'adulte a déjà été revendiquée par Alain Lancry (2016) pour qui elle est évidente, mais elle est aussi utile car elle permet de déployer, en les adaptant, les méthodes appliquées à l'adulte (Lancry, 2016). L'activité scolaire de l'élève présente de nombreux points communs avec une activité de travail telle que définie par l'ergonomie. Le travail se caractérise en effet par un ensemble d'objectifs à atteindre, de contraintes à gérer, de régulations à mettre en œuvre et de coûts (physiques, cognitifs, émotionnels) à supporter. Prendre l'élève pour un acteur de travail, c'est reconnaître la complexité de son activité. Mais comme nous l'avons vu, l'élève n'est pas un travailleur comme les autres. Son travail a une double finalité à la fois de production et de transformation. Il est en évolution constante (croissance somatique, des fonctions exécutives, des capacités attentionnelles et émotionnelles). Les prescriptions sont denses et multi-sources, simultanées, souvent peu négociables, rendant la marge de manœuvre variable et dépendante de l'âge souvent. Les élèves sont en évaluation permanente requérant une modulation de la charge cognitive et affective de l'activité qui n'a pas d'équivalent dans les milieux salariés. Les conditions matérielles sont imposées avec une plus faible latitude pour les ajustements individuels. Le collectif de travail est un collectif d'apprentissage avec des effets de comparaison sociale et de motivation qui structurent fortement l'activité. Les temporalités sont extrêmement hétérogènes et rigides. Enfin, l'élève a un statut de mineur rendant le cadre légal et éthique assez différent de celui des adultes salariés.

Ce regard particulier ergonomique rend possible l'application aux élèves des cadres d'analyse déjà éprouvés dans la prévention des troubles musculosquelettiques (TMS) chez l'adulte au travail. Cette analogie ouvre des pistes : les lombalgies infantiles peuvent-elles être lues comme une forme émergente de TMS, révélant des environnements de travail non soutenables pour l'enfant ? Qu'apporterait ce déplacement conceptuel à l'état actuel des connaissances et des pratiques ? A priori, cette évolution interroge *a minima* la santé publique : les lombalgies infantiles considérées comme des formes émergentes de troubles musculosquelettiques (TMS), traduiraient une exposition précoce à des environnements physiques, organisationnels et psychosociaux contraignants.

Ainsi on peut se poser la question suivante : **Comment l'approche ergonomique, en analysant l'activité réelle des élèves dans leur contexte scolaire (et en partie familial), permet-elle de renouveler la compréhension et la prévention des lombalgies infantiles, au-delà des limites des approches biomédicales centrées sur les postures et les objets, et dans quelle mesure l'analogie avec les TMS permet-elle de reconfigurer la manière de considérer l'élève comme travailleur et de construire des environnements soutenables pour lui ?**

Du point de vue du champ disciplinaire de l'ergonomie, cela questionne en quoi le cadre conceptuel et méthodologique de l'activité du salarié adulte peut être appliqué, et doit être adapté, à l'analyse de l'activité de l'élève.

Pour répondre à ces questions, nous proposons de combiner deux niveaux complémentaires d'analyse : une étude épidémiologique permettant de décrire et de quantifier le phénomène des lombalgies infantiles, et une étude ergonomique centrée sur la compréhension fine des situations réelles vécues par les élèves. Cette articulation vise à dépasser les approches fragmentées ou univoques qui, jusqu'à présent, peinent à rendre compte de la multiplicité des facteurs impliqués et de leurs interactions.

L'étude épidémiologique constitue un premier niveau d'entrée. A notre connaissance, ce type d'étude n'a jamais été réalisée sur les lombalgies infantiles au Liban. En recueillant des données quantitatives auprès d'un large échantillon d'élèves, elle permet de mesurer la prévalence des

lombalgies, d'en identifier les tendances, et de repérer des associations statistiques entre la douleur et certaines variables sociodémographiques ou comportementales (sexe, âge, durée d'assise, poids du cartable, activité physique, usage des écrans, etc.), et ce à l'école et dans la vie domestique. Ce type d'approche permet de produire une cartographie globale du phénomène, d'en objectiver l'importance et de légitimer l'intérêt d'une intervention ciblée. Cependant, cette lecture demeure essentiellement descriptive et corrélationnelle : elle ne permet pas d'expliquer comment les différentes contraintes s'articulent dans la vie quotidienne des enfants, ni comment elles s'incarnent dans leurs manières d'agir, de s'ajuster, de réguler leur activité.

C'est précisément ce que vient compléter **l'approche ergonomique**, en s'intéressant à l'activité réelle des élèves dans leurs environnements scolaires. En observant les situations de travail scolaire telles qu'elles se déroulent, cette approche permet de comprendre les modes de régulation, les stratégies d'adaptation et les compromis corporels que les enfants développent pour tenir les exigences scolaires dans des contextes matériels, temporels et cognitifs souvent contraignants. L'analyse ergonomique met ainsi en lumière les interactions entre l'élève, les enseignants, les objets et mobiliers scolaires, les espaces physiques, les temporalités imposées et les prescriptions institutionnelles. Elle doit révéler la part invisible du travail de l'élève, ce travail de compensation, d'ajustement, souvent coûteux sur le plan corporel et attentionnel, que les mesures épidémiologiques ne peuvent saisir. Il s'agira ici de discuter les ajustements conceptuels et méthodologiques nécessaires à l'application du cadre conceptuel et méthodologique des TMS à l'analyse des lombalgies infantiles à l'école.

L'articulation entre les deux démarches devrait permettre d'entrer dans une lecture systémique du phénomène. L'épidémiologie décrit le "quoi" : la fréquence, la distribution et les corrélations observées. L'ergonomie explique le "comment" : les mécanismes d'émergence, de maintien ou de prévention de la douleur au sein de l'activité. Ensemble, elles permettent de comprendre les conditions réelles de genèse des lombalgies à la croisée des dimensions physiques, cognitives, organisationnelles et sociales. Enfin, cette double approche contribue à questionner le statut de l'élève au regard des catégories de la santé au travail. Les résultats épidémiologiques objectivent l'existence de symptômes corporels comparables à ceux des travailleurs adultes ; l'analyse ergonomique, quant à elle, met en évidence l'existence d'une activité finalisée, prescrite,

contrainte, mobilisant des efforts physiques et mentaux, et donnant lieu à des régulations semblables à celles observées dans le travail professionnel.

Ainsi, considérer l'élève comme un travailleur en développement permet d'envisager les lombalgies infantiles comme des troubles musculosquelettiques émergents, révélateurs d'environnements d'apprentissage parfois non soutenables. Ce déplacement conceptuel, rendu possible par la complémentarité des deux approches, offre un cadre qui nous paraît inédit pour repenser la prévention et la conception d'environnements scolaires plus favorables à la santé et au développement de l'enfant.

Troisième partie : Etudes Empiriques

Chapitre 8 – Etude épidémiologique des lombalgies pédiatriques à Beyrouth

8.1 Les objectifs de l'étude épidémiologique

Il existe de nombreuses études internationales portant sur la prévalence des douleurs lombaires chez les enfants et les adolescents dans le milieu scolaire, en examinant les facteurs de risque physiques, psychologiques et environnementaux. Ces études, menée dans différents environnements culturels et pédagogiques, ont permis une meilleure compréhension de l'étendue du phénomène ainsi que de ses facteurs déterminants. Cependant, à notre connaissance, aucune recherche de ce type n'a été réalisée au Liban, en particulier auprès d'élèves du cycle complémentaire.

Dans ce cadre, notre étude épidémiologique menée dans les écoles de Beyrouth, vise à identifier la prévalence des lombalgies chez les élèves de Beyrouth, à décrire les facteurs contribuant aux douleurs lombaires, et à identifier les facteurs associés et à mettre en évidence les spécificités contextuelles, voire culturelles, du milieu scolaire de Beyrouth, que ce soit sur le plan matériel ou organisationnel.

Tout l'enjeu a consisté à élaborer un questionnaire suffisamment informatif, mais pas trop long, afin de s'assurer qu'il soit entièrement complété par les enfants. Par ailleurs, au-delà de la limitation du nombre de questions pour en assurer sa complétion, aucune donnée personnelle, dont les données sensibles au sens du RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données), ni de données de santé n'ont pu être recueillies.

8.2 Matériel et méthode

8.2.1 Le questionnaire

Un questionnaire structuré a été élaboré en français (cf. Annexe 1). En plus de l'arabe, langue nationale, les langues française et anglaise sont enseignées dès les premières années dans toutes les écoles libanaises. L'anglais ou le français sont des langues obligatoires pour les matières scientifiques telles que les mathématiques et la biologie. C'est pourquoi les enfants et les

adolescents sont capables de lire et d'écrire ces langues étrangères dès le début de leur apprentissage. Ces langues sont d'ailleurs généralement considérées comme plus faciles à comprendre, lire et écrire que l'arabe.

Le questionnaire est constitué de 38 items, répartis sur les trois sections suivantes :

1. **Les données sociodémographiques :** l'âge, le sexe, le poids, la taille, le niveau d'éducation (la classe) et le nom de l'école.
2. **Les données relatives aux lombalgies :** cette section explore l'existence de douleurs de dos chez les adolescents. Elle permet de recueillir des informations spécifiques sur les problèmes de dos auxquels ils peuvent être confrontés à travers l'utilisation des tests validés.

Le « Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) », dit le « Nordique » (Kuorinka et al., 1987), a été utilisé dans sa version validée en français en 1994 (Kuorinka et al., 1994). Il a permis de recueillir des informations sur des douleurs éventuelles au dos, leur localisation et leur fréquence. Ce questionnaire revêt un intérêt particulier dans le contexte de notre enquête qui vise à déterminer l'existence de pathologies ostéoarticulaires au sein de la population étudiée et à identifier les régions du corps les plus touchées (Descatha. et al., 2007). L'utilisation du NMQ, bien qu'originellement conçu pour les travailleurs adultes, se justifie ici par la volonté de considérer l'élève comme un sujet au travail, exposé à des contraintes posturales, temporelles et organisationnelles comparables à celles du monde professionnel. Nous avons considéré comme méthodologiquement défendable l'utilisation du NMQ pour les enfants dès lors que les enfants comprenaient les questions (cf pré-test dans le paragraphe suivant) et qu'un ancrage dans l'activité réelle était proposé.

Le questionnaire de l'Oswestry Disability Index (ODI) a été utilisé pour l'évaluation de la capacité fonctionnelle des élèves (Astfalck et al., 2010a). Nous l'avons adapté pour être utilisé chez les mineurs en supprimant la question concernant l'effet de la douleur sur la vie sexuelle, conformément à l'étude menée par Astfalck et al. (2010) (Astfalck et al., 2010a).

3. **Les activités de la vie quotidienne, le mobilier, le port du sac et la position assise :** cette section se concentre sur les habitudes de vie des adolescents. Elle comporte des questions relatives aux activités physiques extrascolaires, au temps passé devant les écrans

(télévision, jeux vidéo et ordinateur) et un ensemble de questions liées aux perceptions des élèves quant à la charge quotidienne de leur sac à dos, le mobilier scolaire et la position assise à l'école. Pour cette dernière partie, nous nous sommes inspirés de l'étude de Negrini et Carabalona (Negrini & Carabalona, 2002a) qui s'est intéressée à la perception des élèves sur la charge quotidienne de leur sac à dos afin de déterminer s'il existait une association entre cette perception de la charge (fatigue, sensation de lourdeur, douleur) et la présence de douleurs dorsales et d'identifier les facteurs déterminants du poids du sac.

8.2.2 Le prétest

Un prétest a été effectué deux mois avant le lancement de l'enquête, en novembre 2022. Ce prétest a été mené dans une école de Beyrouth dans le but de vérifier la compréhension des questions du questionnaire par les élèves et le temps réellement nécessaire pour le remplir. Les élèves participants au prétest ont été sélectionnés de manière aléatoire parmi les classes EB6, EB7, EB8 et EB9 d'une école privée francophone payante.

Le questionnaire était disponible sous format numérique (en ligne) ainsi que sous format papier. Le directeur de l'école avait la liberté de choisir la forme qui convenait le mieux en fonction des règles spécifiques de l'école. Dans le cas de cette école francophone, où les étudiants n'avaient pas accès à internet, il a opté pour la version papier du questionnaire. Huit étudiants ont accepté de participer au prétest, deux dans chaque niveau (EB6, EB7, EB8 et EB9), comprenant des étudiants des deux sexes sélectionnés de manière aléatoire.

En moyenne, il a fallu huit minutes pour remplir le questionnaire, avec un maximum de 9 minutes pour un des élèves. Les questions ont été globalement bien comprises, seules certaines formulations ont été révisées dans la troisième partie (activités de la vie quotidienne, le mobilier, le port du sac et la position assise). Nous avons adapté le vocabulaire afin de faciliter la compréhension et avons supprimé certaines questions jugées moins essentielles afin d'alléger légèrement le contenu du questionnaire, jugé dense par plusieurs élèves. Les 2 questionnaires NMQ et ODI n'ont pas été modifiés (excepté la suppression, comme déjà présenté précédemment, de la question portant sur la vie sexuelle).

8.2.3 La population cible et le terrain d'enquête

8.2.3.1 La définition de la population étudiée

La population cible de l'étude épidémiologique comprend les élèves inscrits dans les établissements scolaires libanais relevant du ministère de l'Education et de l'Enseignement supérieur (MEHE), couvrant l'ensemble des cycles primaires et complémentaires, soit EB6, EB7, EB8 et EB9, ce qui correspond à une catégorie d'âge allant de 11 à 15 ans¹ (EPDC, 2018; WENR, 2017). Cette sélection se justifie par le lien de cette période avec les étapes critiques du développement musculosquelettique, lesquelles sont caractérisées par des phases de croissance rapide et de transformations pubertaires. Ainsi comme l'indique la littérature, ces « poussées de croissance » représentent un facteur de risque pour la survenue de lombalgies chez les jeunes (Balagué et al., 1999; Jones et al., 2003). Au cours de l'adolescence, le développement osseux peut être plus rapide que le développement musculaire et proprioceptif, induisant un déséquilibre biomécanique qui augmente la vulnérabilité de la colonne vertébrale face aux contraintes mécaniques (Hasler, 2013). L'augmentation de la prévalence des lombalgies à ces âges est ainsi démontrée, passant de 23% chez les enfants de 6 à 13 ans à 33% chez les adolescents âgés de 14 à 18 ans (Balagué et al., 1999). En outre, il convient de noter que cette population est soumise à des contraintes scolaires et environnementales particulières, notamment le port du cartable, le mobilier inadapté ainsi que le temps d'écran prolongé, qui peuvent exagérer les déséquilibres associés à la croissance et augmenter le risque de lombalgie (Bejia et al., 2005; Maher et al., 2017; Troussier et al., 1999). Par conséquent, il semble approprié de cibler les élèves âgés de 11 à 15 ans inscrits dans les classes de la fin du cycle primaire (EB6) et du cycle complémentaire (EB7, EB8 et EB9) afin d'appréhender la prévalence et les facteurs déterminants des lombalgies dans le cadre scolaire libanais.

8.2.3.2 Critères d'inclusion et d'exclusion

Les critères d'inclusion pour l'échantillon de l'étude sont les suivants : être inscrit dans l'une des classes de EB6, EB7, EB8 et EB9 des écoles sélectionnées et être en apparence en bonne santé. Les parents ou tuteurs des élèves doivent avoir donné leur consentement éclairé par écrit pour la participation de leur(s) enfant(s) à l'étude.

¹ Les résultats de notre enquête comprennent des réponses d'élèves de 16 ans en classe EB9.

8.2.3.3 Le cadre géographique et institutionnel

Le Liban et la France partagent un système scolaire très proche (primaire, collège, lycée, Bac) (Tableau 2). Le système libanais est fortement inspiré du modèle français mais avec des influence anglo-saxonnes et locales. L'enseignement y est, de plus, dispensé en plusieurs langues : l'arabe (langue nationale), mais aussi le français ou l'anglais comme langues principales d'enseignement selon l'établissement. Le secteur privé domine largement (près de 70% des élèves). Comparativement, le système français est très majoritairement public, il est centralisé et beaucoup plus homogène. La langue est le français. L'Etat fixe et contrôle le programme et les diplômes (Rached, 2022).

Tableau 2 : les cycles d'enseignement au Liban et en France

LIBAN		FRANCE	
Etablissements	Période	Etablissements	Période
Maternelle	3 ans (petite, moyenne et grande section)	Maternelle	3 ans (petite, moyenne et grande section)
Primaire	6 ans (EB1 => EB6)	Ecole élémentaire	5 ans (CP => CM2)
Complémentaire	3 ans (EB7 => EB9)	Collège	4 ans (6 ^e => 3 ^e)
Secondaire	3 ans, avec filières scientifiques, littéraires, socio-économiques, ...	Lycée	3 ans (2 nd e => Terminale), avec des spécialités au lycée général ou des voies technologiques/professionnelles
Diplôme	Baccalauréat libanais en deux options d'enseignement général et d'enseignement technique	Diplôme	Baccalauréat français

Le système libanais est assez diversifié, avec plusieurs types d'écoles qui coexistent :

- **Les écoles publiques gratuites, gérées par l'Etat.** Elles dépendent du Ministère libanais de l'Education Supérieure (MEHE). Les frais de scolarité sont gratuits avec uniquement des frais indirects (livres, fournitures, ...). Elles accueillent environ 30% des élèves.
- **Les écoles privées payantes,** majoritaires au Liban. Elles sont très diverses en termes de qualité et de coût, allant d'écoles internationales à des écoles de quartier plus modestes. Elles comprennent des *écoles privées laïques* (programmes libanais bien souvent, avec enseignement bilingue), des *écoles privées confessionnelles* (gérées par institutions religieuses) et des *écoles privées internationales* (enseignement surtout en anglais, programmes surtout étrangers, très coûteuses).
- **Les écoles privées gratuites (« écoles conventionnées »).** Elles sont également appelées écoles privées sous contrat avec l'Etat. Elles sont gérées par des associations religieuses ou

caritatives mais subventionnées par l'Etat. Elles offrent un enseignement offrant une dimension religieuse marquée.

- **Les écoles de l'UNRWA (Nations Unies pour les Réfugiés Palestiniens).** Elles sont administrées par l'UNRWA et réservées aux réfugiés palestiniens enregistrés au Liban. Elles fournissent un enseignement gratuit du primaire au secondaire. La langue d'enseignement est principalement l'arabe, avec une introduction du français et de l'anglais. Elles sont financées par l'ONU (Organisation des Nations Unies).

Dans notre étude, nous avons dû exclure les écoles privées gratuites et les écoles de l'UNRWA en raison des difficultés rencontrées pour obtenir les autorisations nécessaires pour mener notre étude dans ces établissements. De la même façon, pour des raisons de facilité d'accès aux établissements, nous avons fait le choix de focaliser notre étude sur la ville de Beyrouth. Le Ministère de l'Education libanais nous a fourni des données pour l'année 2022 selon les provinces libanaises concernant le nombre d'écoles publiques gratuites et privées payantes (Tableau 3) ainsi que le nombre d'élèves dans le cycle complémentaire, cycle sur lequel se focalise notre étude car il concerne les élèves ayant entre 11 et 15 ans (Tableau 4), en plus des élèves de fin de cycle élémentaire EB6.

Tableau 3 : Nombre et pourcentage des écoles publiques gratuites et privées payantes du Liban selon les provinces
(Ministère de l'Education, 2022)

Province	Les écoles publiques gratuites		Les écoles privées payantes	
	Nombre d'écoles	Pourcentage d'écoles	Nombre d'écoles	Pourcentage d'écoles
Beyrouth	55	4.5 %	93	8.1 %
Périphérie de Beyrouth	96	7.8 %	315	27.3 %
Mont Liban	163	13.2 %	172	14.9 %
Liban Nord	247	20.0 %	120	10.4 %
Bekaa	115	9.3 %	97	8.4 %
Liban Sud	146	11.9 %	97	8.4 %
Nabatiyeh	131	10.6 %	79	6.9 %
Akar	170	13.8 %	97	8.4 %
Baalbeck - hermel	109	8.8 %	82	7.1 %
Total	1232	100.0 %	1152	100.0 %

Tableau 4 : Nombre et pourcentage des élèves du cycle complémentaire dans les écoles publiques gratuites et les écoles privées payantes selon les provinces (Ministère de l'Education, 2022)

Province	Les écoles publiques gratuites		Les écoles privées payantes	
	Nombre d'élèves dans le cycle complémentaire	Pourcentage d'élèves dans le cycle complémentaire	Nombre d'élèves dans le cycle complémentaire	Pourcentage d'élèves dans le cycle complémentaire
Beyrouth	3816	5.5 %	9389	7.6 %
Périphérie de Beyrouth	6192	8.9 %	36875	29.7 %
Mont Liban	6585	9.4 %	16171	13.0 %
Liban Nord	14074	20.2 %	14063	11.3 %
Bekaa	5475	7.9 %	10056	8.1 %
Liban Sud	10279	14.7 %	11244	9.1 %
Nabatiyeh	6925	9.9 %	8955	7.2 %
Akar	10536	15.1 %	7412	6.0 %
Baalbeck - Hermel	5859	8.4 %	9815	7.9 %
Total	69741	100.0 %	123980	100.0 %

Ces données montrent que dans les écoles publiques gratuites et les écoles privées payantes de la province de Beyrouth, la population d'adolescents dans le cycle complémentaire s'élevait à 13205 élèves (avec 3816 élèves dans les écoles publiques gratuites et 9389 élèves dans les écoles privées payantes). Cela représente respectivement 5,5% et 7,6% de la population concernée.

8.2.3.4 Taille de l'échantillon et stratégie d'échantillonnage

La taille de l'échantillon a été déterminée par application de la formule de Cochran (1963), une méthode fréquemment employée pour l'estimation de la taille d'échantillon nécessaire dans les études de prévalence portant sur des proportions. Cette formulation permet de garantir une précision statistique adéquate en considérant le niveau de confiance et la marge d'erreur fixés. Dans le cadre de notre étude, un intervalle de confiance de 95% et une marge d'erreur de 5% ont été définis, en retenant une proportion théorique $p=0.5$, cette valeur étant considérée comme la plus conservatrice qui maximise la variance et par conséquent, le nombre de sujets requis (Cochran, 1963). Après application de la correction pour une population finie ($N=13205$), la taille d'échantillon minimale requise a été déterminée à 373 élèves.

Une stratégie d'échantillonnage aléatoire simple au sein de la province de Beyrouth a été appliquée, permettant de minimiser les biais de sélection et de garantir une meilleure validité externe des résultats. Les écoles ont eu la liberté d'accepter ou de refuser de participer à l'enquête.

Quatre établissements ont été sélectionnés au hasard parmi les écoles publiques gratuites et les écoles privées payantes de la province de Beyrouth : une école publique gratuite et trois écoles privées payantes. Lorsqu'une école a refusé de participer à notre enquête, un autre tirage au sort a été effectué. Il convient de noter que deux écoles ont refusé de participer à notre enquête.

8.2.4 Considérations éthiques et déontologiques

L'étude a été menée conformément aux principes de la Déclaration d'Helsinki (Helsinki, 1964). Le comité d'éthique de l'Université La Sagesse a donné son approbation pour la réalisation de l'enquête (cf. Annexe 2). Une lettre informative (cf. Annexe 3) a été envoyée à la direction des écoles présélectionnées pour obtenir leur accord quant à la diffusion du questionnaire aux élèves en expliquant les objectifs et la démarche de l'étude. Pour les écoles ayant accepté la réalisation de l'étude, un formulaire de consentement a été envoyé aux parents des élèves par le biais de la direction des écoles sélectionnées. Ce formulaire, rédigé en français, explique le sujet de l'enquête, ses objectifs et la démarche envisagée. Les parents ont dû donner leur accord afin d'autoriser leurs enfants à participer à notre enquête.

8.2.5 Modalités de diffusion, de collecte et de préparation des données

Deux versions du questionnaire ont été mises en place : une version numérique en ligne et une version papier. La version en ligne présente plusieurs avantages :

- Réduction du risque de données manquantes car les participants ne peuvent soumettre leurs réponses que s'ils ont répondu à toutes les questions obligatoires.
- Encouragement des adolescents à participer à l'étude grâce à l'aspect ludique et innovant de la présentation en ligne du questionnaire.
- Suppression de l'étape de saisie des données grâce au codage automatisé informatisé des réponses.

La seule limitation de la version en ligne était le manque d'accès à Internet dans de nombreuses écoles, en particulier les écoles publiques gratuites. Les directeurs des écoles concernées ont eu la possibilité de choisir le format qui correspondait aux règlements spécifiques de leurs établissements. Dans certains cas, les écoles n'avaient pas accès à Internet, ce qui a conduit les directeurs à opter pour la version papier du questionnaire.

Nous avons sollicité l'accord du Ministère de l'Education libanais concernant tous les aspects de l'étude. Un courrier électronique a été envoyé aux responsables des études statistiques du Ministère de l'Education afin de discuter du déroulement de l'enquête et du contenu du questionnaire. Le ministère de l'Education a donné son accord pour la réalisation de l'enquête après avoir examiné l'intégralité du questionnaire.

L'enquête a été lancée fin février 2023 et s'est achevée début avril 2023. Le questionnaire a été transmis aux directions des écoles ayant accepté de participer. Une première rencontre avec les directions des cycles complémentaires a permis d'expliquer en détail les objectifs de l'étude ainsi que les modalités de remplissage du questionnaire. Un consentement parental a été demandé. Ensuite, une présentation a été directement faite aux élèves dans le but de les orienter et de répondre à leurs éventuelles questions. Le recueil des données a été réalisé exclusivement en milieu scolaire, et non à domicile, afin d'assurer un suivi approprié et de garantir la fiabilité des réponses. Selon l'organisation propre à chaque établissement scolaire, les élèves ont complété le questionnaire, soit en classe sur support papier, soit en salle d'informatique par le biais d'un lien en ligne, au cours d'une séance planifiée à cet effet. Les responsables de cycle, en concertation avec la direction, ont choisi le moment le plus approprié pour l'administration du questionnaire. La présence de l'équipe de recherche ou des enseignants a facilité l'accompagnement des élèves dans la compréhension et le renseignement du questionnaire.

La saisie des données pour la version en ligne a été effectuée automatiquement, exportée vers un fichier Excel. Quant à la version papier, les données ont été saisies manuellement dans la version en ligne puis exportées automatiquement vers le même fichier Excel.

8.2.6 Analyses statistiques

L'analyse de l'ensemble des données est faite en utilisant le logiciel IBM SPSS Statistics version 24.0. Avant de commencer l'analyse, les données ont été revues et vérifiées dans le but de repérer un manque dans les valeurs, des incohérences ou des valeurs extrêmes. Les analyses descriptives ont été effectuées pour étudier les caractéristiques socio-démographiques des participants ainsi que les informations liées aux maux du dos, à la capacité fonctionnelle et aux activités de la vie quotidienne. Les variables qualitatives ont été décrites en fréquences absolues et relatives (n, %),

tandis que les variables quantitatives ont été exprimées par la moyenne et l'écart-type quand la description était normale, ou par la médiane et des intervalles interquartiles lorsque la description était anormale. Plusieurs tests statistiques inférentiels ont été utilisés dans notre analyse en fonction des variables et des objectifs :

- Pour l'étude des associations entre deux variables qualitatives (comme la présence des maux du dos selon le genre ou la pratique d'une activité physique), le test de Khi-2 (χ^2) a été utilisé.
- Quand la comparaison portait sur plus de deux groupes (par exemple, selon la tranche d'âge), l'analyse de la variance (ANOVA) a été appliquée.
- Quand la comparaison portait sur deux groupes, l'analyse de la variance (Student Test) a été appliquée.

Pour l'ensemble des tests, le seuil de signification statistique a été déterminé à $p < 0.05$, et les intervalles de confiance ont été calculés à 95%. Toutes les études ont été effectuées sur les participants répondant aux critères d'éligibilité définis.

8.3 Résultats

8.3.1 Les données socio-démographiques : description de l'échantillon

Un total de 746 enfants a répondu à l'enquête. Toutes les réponses des 746 participants ont été prises en compte, dont 182 questionnaires remplis sur papier et 564 remplis en ligne.

La répartition par sexe (Figure 10) révèle un équilibre relatif, caractérisé par une proportion légèrement plus élevée de filles (51,21%) que de garçons (48,79%). Les tranches les plus représentées concernent les élèves de 14 ans (26,27%), 15 ans (26,94%) et 16 ans (28,42%), traduisant une prédominance d'élèves en pleine phase pubertaire (Figure 11).

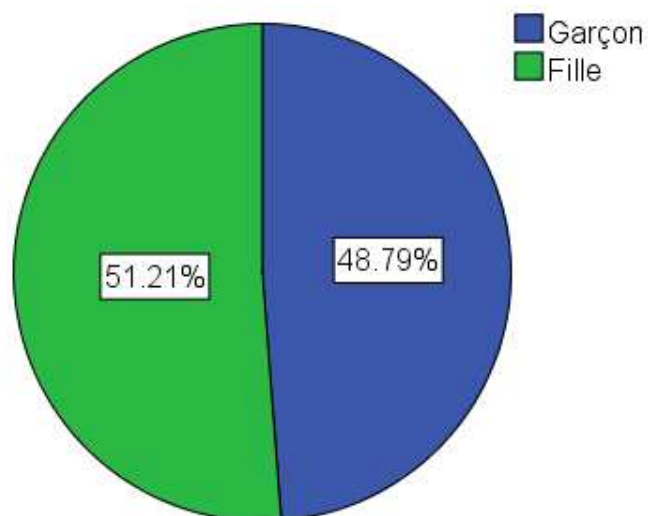


Figure 10 : Répartition des participants suivant leur sexe (N=746)

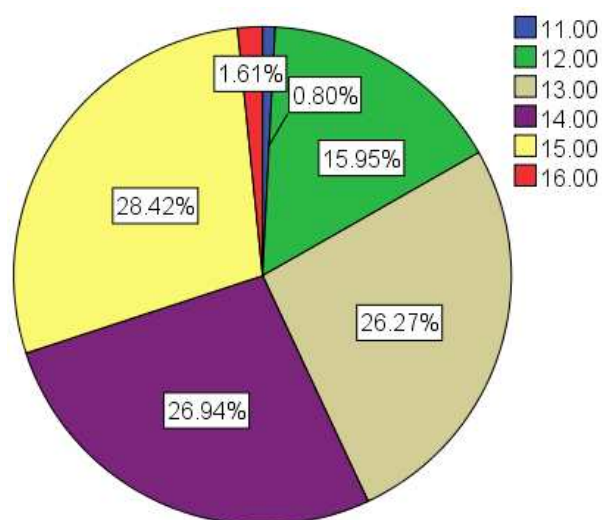


Figure 11 : Répartition des participants suivant leur âge (N=746)

Quant aux facteurs relatifs au poids, à la taille, et à l'indice de masse corporelle (IMC) (Tableau 5), l'échantillon révèle une variation du poids des élèves comprise entre 25 kg et 135 kg, avec une moyenne de 51,01 kg (écart-type = 11.95). La taille s'étend de 86 cm à 197 cm avec une moyenne établie à 159,66 cm (écart-type = 11.42). L'indice de masse corporelle (IMC) se situe entre 11.10 et 60.00 kg/m², avec une moyenne de 19,94 kg/m² (écart-type = 3.95). L'analyse de la dispersion statistique révèle une homogénéité relative pour la taille (coefficient de variation = 7,15%), tandis

que le poids (23,44%) et l'indice de masse corporelle (IMC) (19,63%) présentent une variabilité plus importante, traduisant ainsi des différences significatives entre les participants.

Tableau 5 : Valeurs minimale, maximale, moyenne et écart type de la taille, de la masse, et du BMI des participants à l'enquête (N=746)

Variable	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type	Variance
Poids (Kg)	746	25	135	51.01	11.957	142.977
Taille (cm)	746	86	197	159.66	11.423	130.484
IMC (Kg/m ²)	746	11.10	60.00	19.9464	3.91673	15.341
Effectif valide (listwise)	746					

La répartition selon le niveau scolaire (Figure 12) est la suivante : EB6 (17,56%), EB7 (25,87%), EB8 (26,54%) et EB9 (30,03%).

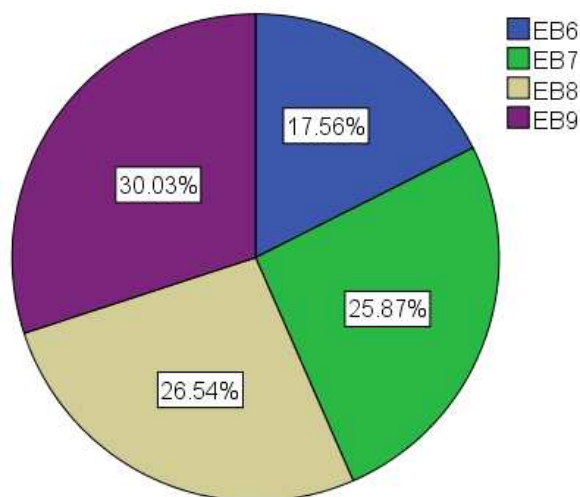


Figure 12 : Répartition des participants suivant leur classe scolaire (N=746)

8.3.2 Les données relatives aux lombalgies

8.3.2.1 Le Nordic Musculoskeletal Questionnaire

Les résultats concernant la perception des maux du dos indiquent que 50,80% des élèves signalent en ressentir parfois, 15,95% souvent, 6,57% toujours, tandis que 26,68% signalent ne jamais en avoir souffert (Figure 13). Ces données mettent déjà en évidence une prévalence non négligeable des douleurs lombaires au sein de cette population scolaire.

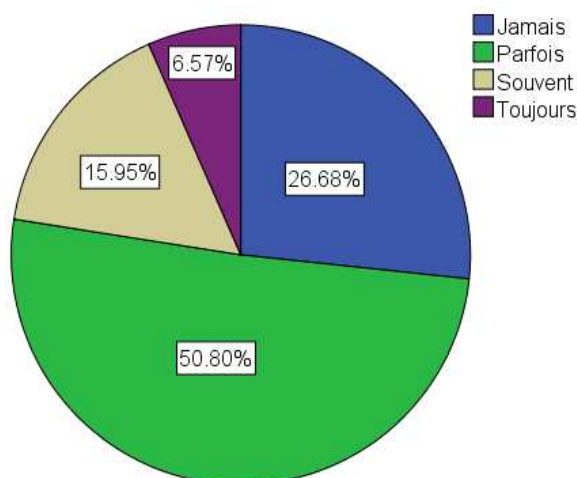


Figure 13 : Répartition des participants concernant la présence de maux de dos (N=746)

Dans la suite de l'analyse, les pourcentages présentés concerneront les participants exprimant souffrir de mal de dos, ceci indépendamment de sa fréquence (i.e. parfois, souvent, toujours), soit un total de 547 participants (73.32% de l'échantillon).

Le tableau 6 présente les fréquences des zones évoquées comme douloureuses **pour les 547 participants à l'enquête et exprimant souffrir de mal de dos**. Les résultats montrent que les participants ont surtout des douleurs au niveau du bas de dos (37.9%) et de la nuque (32,7%), la zone de l'avant-bras étant celle évoquée comme présentant le moins de douleur (2.7%).

Tableau 6 : Fréquence des zones douloureuses chez les 547 participants exprimant souffrir de maux du dos

Zone	Fréquence
Nuque	32.7%
Haut du dos	37.0%
Bas du dos	37.9%
Epaule	17.8%
Bras	7.5%
Coude	4.4%
Avant-bras	2.7%
Poignet/Main	6.6%
Hanche/Cuisse	5.6%

Genou	13.3%
Cheville	10.9%

Les résultats montrent que presque la moitié des élèves souffrant de maux de dos, souffre à raison de 1 à 7 jours durant toute l'année (48.08%) (Figure 14) ; il est important de mentionner que 8.41% de ces 547 participants sentent le mal de dos quotidiennement.

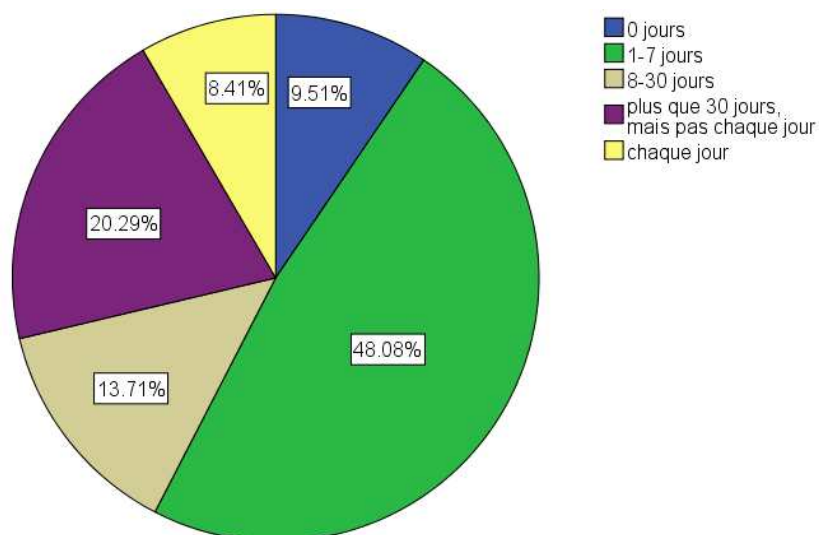


Figure 14 : Répartition des 547 participants suivant la fréquence de souffrance de maux de dos

Une faible minorité de ces 547 élèves (18.65%) dit avoir modifié ses activités au cours des derniers douze mois (Figure 15) ; de même, un nombre assez limité dit avoir consulté un médecin ou un physiothérapeute à cause des douleurs durant l'année (14.63%) (Figure 16). Enfin, il est important de noter que plus du tiers des 547 participants (38.57%) exprime avoir ressenti des maux de dos durant les sept derniers jours (Figure 17).

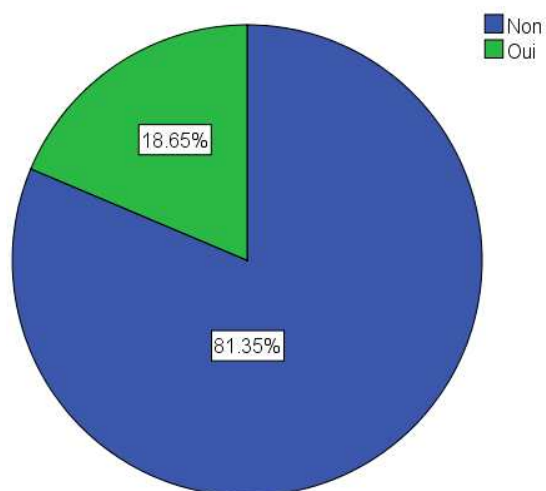


Figure 15 : Pourcentages de 547 participants qui ont modifié leurs activités à cause des maux de dos

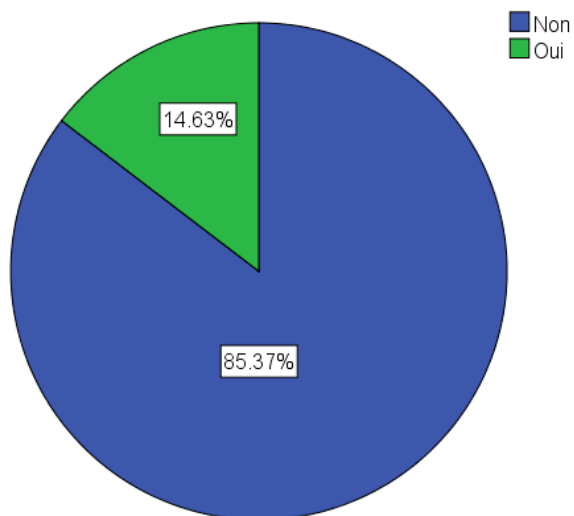


Figure 16 : Pourcentages de 547 participants qui ont examiné un médecin ou un physiothérapeute suite aux maux de dos

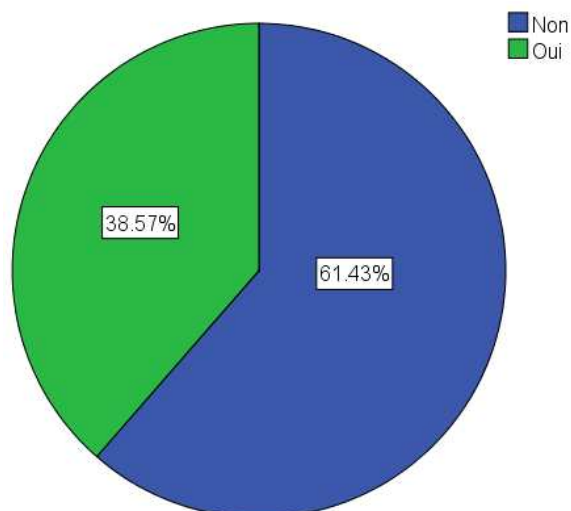


Figure 17 : Pourcentages de 547 participants qui ont souffert de maux de dos durant les 7 derniers jours

8.3.2.2 L'Oswestry Disability Index

Globalement, sur l'échantillon de répondants ayant des douleurs au dos (n=547), un tiers des élèves évoquent ne pas avoir mal au dos au moment du remplissage du questionnaire (30.7%), et plus de la moitié disent ressentir une douleur légère à modérée (56.3%) (Tableau 7). La majorité des élèves (77.0%) ne fait pas appel à une aide pour effectuer les soins personnels pour réduire leur douleur (Tableau 8). Enfin, un pourcentage important des 547 participants (57.6%) est capable de soulever des charges lourdes sans augmenter les maux de dos (Tableau 9) ; un quart tout de même des 547 élèves souffrant de maux du dos (29.4%) dit avoir la douleur augmenter en soulevant des charges.

Tableau 7 : Répartition des 547 participants suivant l'intensité de la douleur

Intensité de la douleur	Effectif (n)	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
Je n'ai pas mal actuellement	168	22.5	30.7	30.7
La douleur est très légère actuellement	165	22.1	30.2	60.9
La douleur est modérée actuellement	143	19.2	26.1	87.0
La douleur est plutôt intense actuellement	47	6.3	8.6	95.6
La douleur est très intense actuellement	15	2.0	2.7	98.4

La douleur est la pire que l'on puisse imaginer actuellement	9	1.2	1.6	100.0
Total (valide)	547	73.3	100	
Valeurs manquantes (système)	199	26.7		
Total général	746	100		

Tableau 8 : Répartition des 547 participants suivant les soins personnels envisagés

Soins personnels (se laver, s'habiller, ...etc)	Effectif (n)	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
Je peux prendre soin de moi normalement, sans augmenter la douleur	421	56.4	77.0	77.0
Je peux prendre soin de moi normalement, mais c'est très douloureux	85	11.4	15.5	92.5
Cela me fait mal de prendre soin de moi, et je le fais lentement et en faisant attention	16	2.1	2.9	95.4
J'ai besoin d'aide, mais dans l'ensemble je parviens à me débrouiller seul	15	2.0	2.7	98.2
J'ai besoin d'aide tous les jours pour la plupart de ces gestes quotidiens	5	.7	.9	99.1
Je ne m'habille pas, me lave avec difficulté et reste au lit	5	.7	.9	100.0
Total (valide)	547	73.3	100	
Valeurs manquantes (système)	199	26.7		
Total général	746	100		

Tableau 9 : Répartition des 547 participants suivant la manutention de charges

Manutention de charges	Effectif (n)	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
Je peux soulever des charges lourdes sans augmenter mon mal de dos	315	42.2	57.6	57.6
Je peux soulever des charges lourdes mais cela augmente ma douleur	161	21.6	29.4	87.0
La douleur m'empêche de soulever des charges lourdes à partir du sol mais j'y parviens si la charge est bien placée	37	5.0	6.8	93.8
La douleur m'empêche de soulever des charges lourdes mais je peux déplacer des charges légères	10	1.3	1.8	95.6
Je peux seulement soulever des objets très légers	14	1.9	2.6	98.2
Je ne peux soulever ni transporter quoi que ce soit	10	1.3	1.8	100.0

Total (valide)	547	73.3	100	
Valeurs manquantes (système)	199	26.7		
Total général	746	100		

Tableau 10 : Répartition des 547 participants suivant la marche à pied

Marche à pied	Effectif (n)	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
La douleur ne limite absolument pas mes déplacements	435	58.3	79.5	79.5
La douleur m'empêche de marcher plus de 2 km	65	8.7	11.9	91.4
La douleur m'empêche de marcher plus de 1 km	19	2.5	3.5	94.9
La douleur m'empêche de marcher plus de 500 m	17	2.3	3.1	98.0
Je me déplace seulement avec une canne ou des béquilles	2	.3	.4	98.4
Je reste au lit la plupart du temps et je me traîne seulement jusqu'au WC	9	1.2	1.6	100.0
Total (valide)	547	73.3	100	
Valeurs manquantes (système)	199	26.7		
Total général	746	100		

Concernant la marche à pied, la majorité des 547 participants (79.5%) ne sent pas que la douleur limite ses déplacements (Tableau 10). Plus de la moitié des élèves (50.6%) affirme pouvoir rester assise sur un siège aussi longtemps que désiré (Tableau 11). En outre, le même pourcentage (50.1%) confirme qu'il peut rester debout aussi longtemps qu'il veut sans augmenter la douleur (Tableau 12).

Tableau 11 : Répartition des 547 participants suivant leur position assise

Position assise	Effectif (n)	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
Je peux rester assis sur un siège aussi longtemps que je veux	277	37.1	50.6	50.6
Je peux rester assis aussi longtemps que je veux mais seulement sur mon siège favori	140	18.8	25.6	76.2
La douleur m'empêche de rester assis plus d'une heure	78	10.5	14.3	90.5

La douleur m'empêche de rester assis plus d'une demi-heure	23	3.1	4.2	94.7
La douleur m'empêche de rester assis plus de 10 minutes	21	2.8	3.8	98.5
La douleur m'empêche de rester assis	8	1.1	1.5	100.0
Total (valide)	547	73.3	100	
Valeurs manquantes (système)	199	26.7		
Total général	746	100		

Tableau 12 : Répartition des 547 participants suivant leur position debout

Position debout	Effectif (n)	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
Je peux rester debout aussi longtemps que je veux sans augmenter la douleur	274	36.7	50.1	50.1
Je peux rester debout aussi longtemps que je veux mais cela augmente la douleur	179	24.0	32.7	82.8
La douleur m'empêche de rester debout plus d'une heure	39	5.2	7.1	89.9
La douleur m'empêche de rester debout plus d'1/2 heure	27	3.6	4.9	94.9
La douleur m'empêche de rester debout plus de 10 minutes	21	2.8	3.8	98.7
La douleur m'empêche de rester debout	7	.9	1.3	100.0
Total (valide)	547	73.3	100	
Valeurs manquantes (système)	199	26.7		
Total général	746	100		

Le sommeil chez les deux tiers des participants (64.7%) n'est pas influencé par la douleur (Tableau 13), de même que la vie sociale (79.3%) (Tableau 14) ou encore les déplacements (76.1%) (Tableau 15).

Tableau 13 : Répartition des 547 participants suivant le niveau de sommeil

Sommeil	Effectif (n)	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
Mon sommeil n'est jamais perturbé par la douleur	354	47.5	64.7	64.7
Mon sommeil est parfois perturbé par la douleur	146	19.6	26.7	91.4
A cause de la douleur, je dors moins de 6 heures	25	3.4	4.6	96.0
A cause de la douleur, je dors moins de 4 heures	7	.9	1.3	97.3
A cause de la douleur, je dors moins de 2 heures	2	.3	.4	97.6
La douleur m'empêche complètement de dormir	13	1.7	2.4	100.0
Total (valide)	547	73.3	100	

Valeurs manquantes (système)	199	26.7		
Total général	746	100		

Tableau 14 : Répartition des 547 participants suivant la qualité de leur vie sociale

Vie sociale (sport, cinéma, danse, souper entre amis)	Effectif (n)	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
Ma vie sociale est normale et n'a pas d'effet sur la douleur	434	58.2	79.3	79.3
Ma vie sociale est normale, mais elle augmente la douleur	63	8.4	11.5	90.9
La douleur n'a pas d'effet sur ma vie sociale, sauf pour des activités demandant plus d'énergie	34	4.6	6.2	97.1
La douleur a réduit ma vie sociale et je ne sors plus autant qu'auparavant	11	1.5	2.0	99.1
La douleur a limité ma vie sociale à ce qui se passe chez moi, à la maison	3	.4	.5	99.6
Je n'ai plus de vie sociale à cause du mal de dos	2	.3	.4	100.0
Total (valide)	547	73.3	100	
Valeurs manquantes (système)	199	26.7		
Total général	746	100		

Tableau 15 : Répartition des 547 participants suivant la méthode de déplacement

Déplacements (en voiture ou par les transports en commun)	Effectif (n)	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
Je peux me déplacer n'importe où sans effet sur mon mal de dos	416	55.8	76.1	76.1
Je peux me déplacer n'importe où, mais cela augmente la douleur	82	11.0	15.0	91.0
La douleur est pénible mais je supporte des trajets de plus de 2 heures	28	3.8	5.1	96.2
La douleur me limite à des trajets de moins d'une heure	15	2.0	2.7	98.9
La douleur me limite aux courts trajets indispensables, de moins de 30 minutes	5	.7	.9	99.8
La douleur m'empêche de me déplacer, sauf pour aller voir le docteur ou me rendre à l'hôpital	1	.1	.2	100.0
Total (valide)	547	73.3	100	

Valeurs manquantes (système)	199	26.7		
Total général	746	100		

Tableau 16 : Niveau d'incapacité fonctionnel : Score d'Oswestry

Niveau d'incapacité fonctionnel	Effectif (n)	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
0 – 20 : Incapacité fonctionnelle minimale	444	59.5	81.2	81
21 – 40 : Incapacité fonctionnelle modérée	80	10.7	14.6	95.8
41 – 60 : Incapacité fonctionnelle grave	20	2.7	3.7	99.5
61 – 80 : Confinement à la maison	3	0.4	0.5	100
81 – 100 : Alitement à la maison	0	0	0	
Total (valide)	547	73.3	100	
Valeurs manquantes (système)	199	26.7		
Total général	746	100		

Sur les 746 élèves participant à l'étude épidémiologique, 547 d'entre eux (soit 73.3%) ont répondu à toutes les questions du questionnaire d'Oswestry (Tableau 16). Une part importante des participants (81.2%) présentait une incapacité fonctionnelle minimale (score de 0 à 20), signalant une faible limitation dans les activités quotidiennes. Une incapacité modérée a été notée chez 14.6% des participants, alors que 3.7% ont signalé une incapacité sévère. Seuls 0.5% des élèves ont atteint le stade de « confinement à la maison », et aucun n'a présenté de score correspondant à alitement total.

Ces résultats indiquent que, malgré la prévalence des maux de dos dans l'échantillon étudié, elle entraîne généralement peu ou pas de limitations fonctionnelles les activités quotidiennes.

8.3.3 Les données relatives aux activités de la vie quotidienne

8.3.3.1 Les activités physiques extrascolaires

Plus de la moitié des participants (63.27%) pratique des activités extrascolaires (Figure 18), les plus représentées étant la musique (8.7%), le scoutisme (14.1%), la robotique (2.0%) et la danse (9.4%). La catégorie « Autre » (70%) renvoie à des activités sportives diverses comme le basketball, le football, le volleyball, la gymnastique et la natation (Tableau 17).

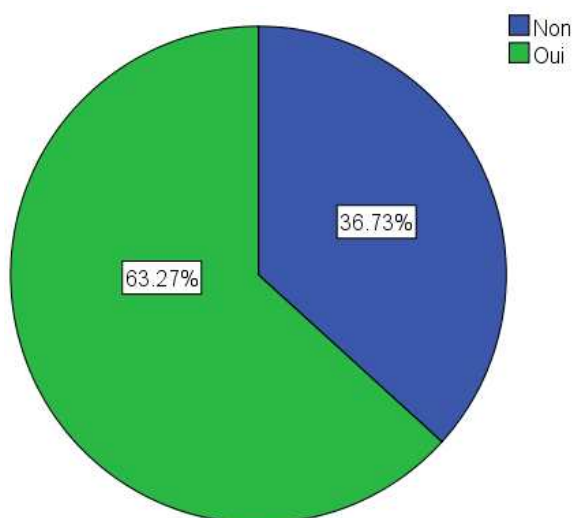


Figure 18 : Pourcentages de participants qui pratiquent une ou plusieurs activité(s) extrascolaire(s) (N=746)

Tableau 17 : Fréquence des activités extrascolaires exercées par les participants (N=746)

<i>Activité extrascolaire</i>	<i>Pourcentage</i>
Musique	8.7
Scout	14.1
Robotique	2.0
Danse	9.4
Autre	70.0

Globalement, une bonne moitié des élèves les exercent une à deux fois par semaine (56.48%) et un peu moins d'un tiers trois à quatre fois par semaine (29.94%) (Figure 19).

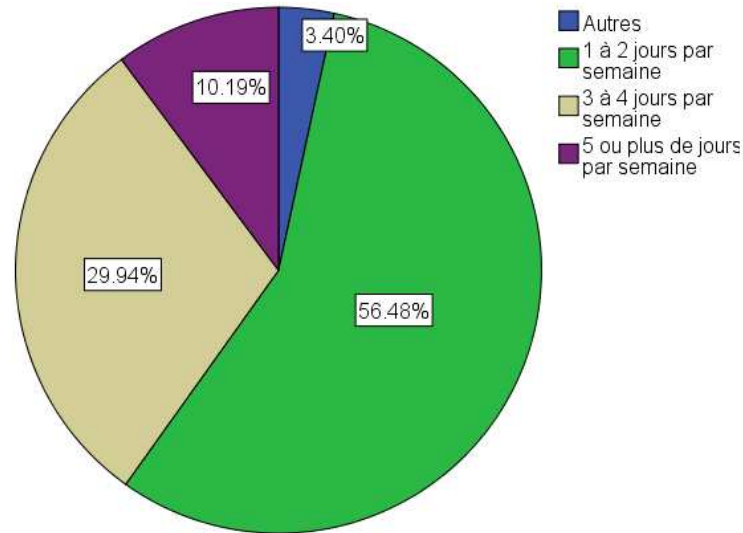


Figure 19 : Répartition des participants suivant la fréquence des séances d'entraînement par semaine (N=746)

8.3.3.2 Le temps passé devant les écrans

La plus grande majorité des répondants passe entre 2 à 5 heures par jour devant les écrans (télévision, jeux vidéo ou ordinateur) (entre 2 et 3 heures par jour (28.15%) et entre 4 et 5 heures par jour (26.14%)) (Figure 20).

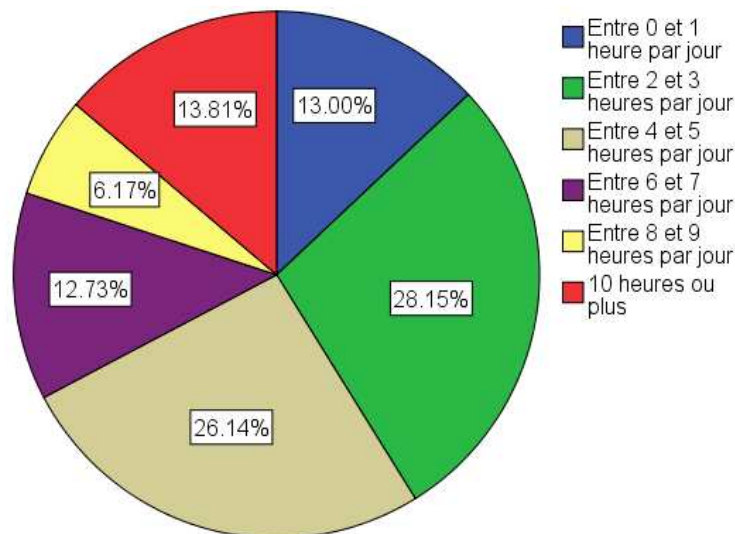


Figure 20 : Répartition des participants suivant le temps consacré devant la télévision ou pour les jeux vidéo par jour (N=746)

8.3.3.3 Le port du sac à dos

La quasi-totalité des participants porte le sac à dos avec deux sangles (95.71%) (Figure 21) et sur les deux épaules (75.91%) (Tableau 18).

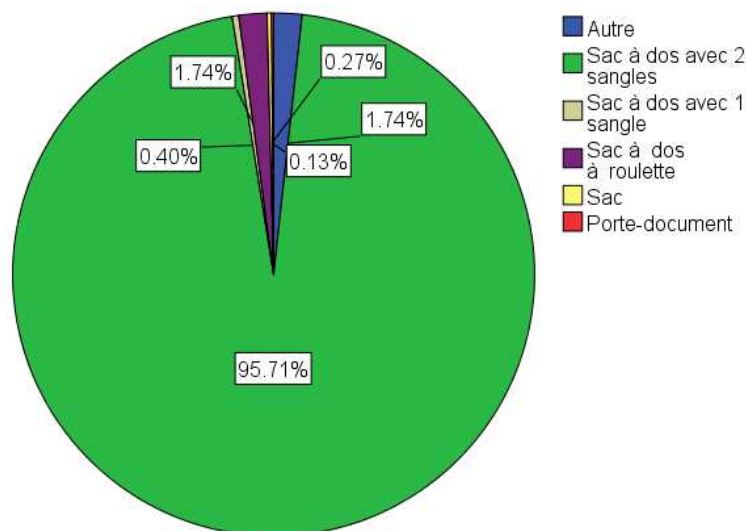


Figure 21 : Répartition des participants suivant le sac utilisé pour l'école (N=746)

Toutefois, une proportion non négligeable (49.3%) opte pour le port du sac sur une seule épaule. Les autres manières de port du sac d'école sont marginales.

Tableau 18 : Répartition des participants suivant la manière de port du sac d'école (N=746)

Manière du port du sac d'école	Effectif	%
Port du sac d'école sur une seule épaule	352	49.30
Port du sac d'école sur les deux épaules	542	75.91
Port du sac tenu par une main sur le côté	16	2.24
Port du sac dans une position inhabituelle	3	0.42
Port du sac tenu par les mains devant le torse	24	3.36
De manière différente / je ne sais pas	11	1.54

La plupart des participants confirme que le sac est moyennement ou trop lourd (48.1% ou 37%) (Tableau 19), que le mobilier scolaire n'est pas trop confortable (46.9%), et que le dossier de la chaise n'est pas adapté (41.3%). Toutefois, presque la moitié des répondants affirme que le bureau

et la chaise sont en bonne hauteur (50.3% et 48.0%) et se sent bien assis en face du professeur en classe (38.5%).

Tableau 19 : Répartition des participants suivant quelques informations reliées au comportement en classe
(N=746)

	Non (%)	Oui (%)	Moyennement (%)
Sac trop lourd	14.9	37.0	48.1
Mobilier scolaire confortable	46.9	20.6	32.4
Dossier de chaise adapté	41.3	27.7	31.0
Bureau en bonne hauteur	28.9	50.3	20.9
Chaise en bonne hauteur	26.6	48.0	25.3
Bien assis en face du professeur	25.6	38.5	35.9

Les résultats montrent que les pieds de la majorité des élèves répondant touchent le sol en étant assis (91.15%) (Figure 22).

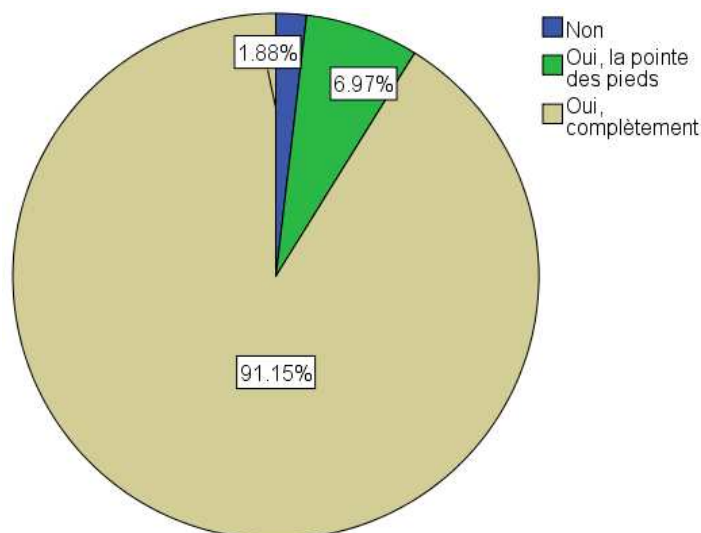


Figure 22 : Répartition des participants en fonction du toucher du sol (N=746)

8.3.3.4 La position assise

Posture assise sur le bureau pour écriture :

Ici, les élèves pouvaient choisir entre plusieurs options. L'analyse des résultats de la posture assise adoptée sur le bureau lors de l'écriture à l'école (Tableau 20) montre que la position assise affaissée avec genou plié sous la chaise est la plus fréquente (n=359 participants), suivie de près par la

position assise affaissée, rapportées par 345 élèves et sont les deux positions les plus courantes. Seulement 181 des élèves adoptent une position assise redressée classique tandis que 202 élèves adoptent une position redressée avec les genoux croisés. Les positions avachies (adoptées par 224 élèves) et affaissées (rapportées par 345 ou 359 participants, selon les variantes) sont très majoritaires, indiquant une forte prévalence de mauvaises postures chez les élèves. Peu d'élèves (N=53) adoptent des positions assises non conventionnelles et difficiles à catégoriser. Il est à noter que certains élèves ont coté plusieurs réponses indiquant une alternance dans les positions.

Tableau 20 : Répartition des participants suivant la position assise sur le bureau pour écriture en classe

Position	Fréquence
Position assise affaissée	345
Position assise redressée	181
Position assise affaissée avec genou fléchi sous la chaise	359
Position assise avachie	224
Position assise redressée genoux croisés	202
Autres positions assises	53

Tableau 21 : Répartition des participants suivant la position assise sur chaise lors de discussions entre amis

Position	Fréquence
Position assise affaissée avec genou fléchi sous la chaise	128
Position assise redressée	226
Position assise redressée genoux croisés	286
Position assise avachie	267
Position assise affaissée	135
Autres positions assises	80

Posture assise sur chaise lors de discussions entre amis

L'analyse des résultats de la posture assise lors de discussions entre amis, dans le tableau 21, montre que les deux postures dominantes sont la position assise redressée genoux croisés, rapportée chez 286 élèves, suivie par la position avachie adoptée par 267 participants. Un nombre

non négligeable de 226 élèves adoptent une posture plus droite, la position assise redressée. Parmi les répondants, 135 élèves optent pour une position assise affaissée et 128 élèves pour une position assise affaissée avec genou fléchi sous la chaise. Enfin, 80 élèves ont déclaré l'adoption d'autres positions assises non conventionnelles. A nouveau, on peut noter les choix multiples pour certains élèves indiquant une alternance dans les positions.

Posture assise sur chaise lors de l'utilisation d'ordinateurs (bureau ou portable)

D'après le tableau 22, les deux positions courantes adoptées par les élèves lors de l'utilisation de l'ordinateur sont les positions affaissée (n=290 élèves) et avachie (n=263 élèves), avec 221 élèves qui optent pour une posture affaissée avec genou fléchi sous la chaise. Un certain nombre d'élèves (n=180) adoptent tout de même des postures redressées et 172 élèves ont recours à des positions assises redressées avec genoux croisés. Les positions non conventionnelles sont signalées par 46 élèves, sans précisions.

Tableau 22 : Répartition des participants suivant la position assise sur chaise lors de l'utilisation d'ordinateur (bureau ou portable)

Position	Fréquence
Position assise affaissée	290
Position assise redressée	180
Position assise avachie	263
Position assise affaissée avec genou fléchi sous la chaise	221
Position assise redressée genoux croisés	172
Autres positions assises	46

Manutention des objets

L'analyse des réponses sur les différentes façons de se baisser pour ramasser les objets au sol, dans le tableau 23, montre que 440 élèves adoptent la position qui consiste à se pencher en avant avec un pas vers l'avant. L'adoption de la posture de se pencher avec genou tendu par 158 élèves reflète une approche courante. Se pencher avec les genoux fléchis pour ramasser des objets est adoptée par 127 élèves. Seulement 98 élèves rapportent plier les genoux tout en gardant le dos droit. Cette méthode est souvent recommandée pour réduire la charge sur le bas du dos et éviter les blessures. Enfin, 93 élèves adoptent des méthodes moins courantes et plus variées.

Tableau 23 : Répartition des participants suivant la manutention des objets

Position	Fréquence
Se pencher avec genou tendu	158
Se pencher avec un pas en avant	440
Plier genoux, dos droit	98
Se pencher avec genou fléchi	127
Autres positions	93

A nouveau, pour l'ensemble de ces résultats, les élèves ont pu choisir parmi plusieurs réponses, indiquant une alternance pour certains d'entre eux dans les façons de faire.

8.3.4 Les maux du dos selon les données sociodémographiques

Pour nos analyses inférentielles, les participants sont répartis en deux groupes : les élèves ayant exprimé ne jamais avoir de maux de dos et les élèves ayant exprimé avoir parfois ou souvent ou toujours mal au dos. Le *test* Khi-2 (χ^2) a été appliqué.

A. Corrélation entre l'âge et l'existence des maux de dos

Le tableau 24 présente l'analyse reliant les deux variables, âge et présence des maux de dos. La valeur de *p* (égale à 0.358) montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux variables.

Tableau 24 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à leur âge (N=746)

Groupe	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne		Minimum	Maximum
					Borne inférieure	Borne supérieure		
Non	199	13.6482	1.10868	.07859	13.4933	13.8032	11.00	16.00
Oui	547	13.7331	1.11519	.04768	13.6394	13.8268	11.00	16.00
Total	746	13.7105	1.11335	.04076	13.6304	13.7905	11.00	16.00

B. Corrélation entre le poids et l'existence des maux de dos

Le tableau 25 représente l'analyse reliant les deux variables, poids et existence des maux de dos et qui montre qu'il n'y a pas de différence significative entre ces deux valeurs.

Tableau 25 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à leur poids (N=746)

Groupe	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne		Minimum	Maximum
					Borne inférieure	Borne supérieure		
Non	199	50.39	12.684	.899	48.62	52.17	25	105
Oui	547	51.23	11.686	.500	50.25	52.21	27	135
Total	746	51.01	11.957	.438	50.15	51.86	25	135

C. Corrélation entre la taille et l'existence des maux de dos

L'analyse reliant la taille et l'existence des maux de dos, présentée dans le tableau 26, montre que la valeur de p est égale à 0.186, aussi calculé à partir du *Student test*, ce qui montre qu'il n'y a pas de différence significative.

Tableau 26 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à leur taille (N=746)

Groupe	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne		Minimum	Maximum
					Borne inférieure	Borne supérieure		
Non	199	158.74	13.117	.930	156.90	160.57	86	190
Oui	547	159.99	10.734	.459	159.09	160.89	96	197
Total	746	159.66	11.423	.418	158.83	160.48	86	197

D. Corrélation entre le BMI et l'existence des maux de dos

La valeur de p (égale à 0.962) pour ces deux variables montre qu'il n'y a pas de différence significative (Tableau 27).

Tableau 27 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à leur BMI (N=746)

Groupe	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne		Minimum	Maximum
					Borne inférieure	Borne supérieure		
Non	199	19.9578	4.14685	.29396	19.3781	20.5375	11.50	35.90
Oui	547	19.9422	3.83352	.16391	19.6203	20.2642	11.10	60.00
Total	746	19.9464	3.91673	.14340	19.6649	20.2279	11.10	60.00

E. Corrélation entre le sexe du participant et l'existence des maux de dos

L'analyse reliant les deux variables du sexe et existence de maux de dos montre que la différence entre ces deux groupes (garçons et filles) est significative ($p=0.000$) (Tableau 28), indiquant un effet du sexe sur l'expression de maux du dos par les élèves. Le test de Khi-2 a été appliqué à ce niveau.

Tableau 28 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport au sexe des participants

(N=746)

		As-tu déjà eu mal au dos ?		Total
		Non	Oui	
Sexe	Garçon	135	229	364
	Fille	64	318	382
Total		199	547	746

H. Existence des maux de dos avec la pratique des activités extrascolaires

Le tableau 29 représente l'analyse reliant les deux variables, existence des maux de dos et la pratique des activités extrascolaires. Les résultats ($p=0.394$), trouvé à partir de Khi-2, montrent une différence non significative.

Tableau 29 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport aux activités extrascolaires

(N=746)

	As-tu déjà eu mal au dos ?		Total
	Non	Oui	
As-tu une ou plusieurs activités extrascolaire(s)	71	203	274
Non	128	344	472
Oui	199	547	746
Total			

I. Existence des maux de dos avec la nature des activités extrascolaires

Les résultats du test de Khi-2 montrent que la seule différence significative est entre l'existence des maux de dos et la pratique de danse avec une valeur de p égale à 0.007. Pour les quatre autres activités, la valeur de p est toujours assez grande : 0.526 pour musique, 0.439 pour scout, 0.631 pour robotique et 0.361 pour les activités sportives diverses.

J. Existence des maux de dos avec la fréquence des séances d'entraînement des activités extrascolaires

L'analyse reliant les deux variables existence des maux de dos et des séances d'entraînement des activités extrascolaires est présentée dans le tableau 30. La valeur de p est égale à 0.068. Cette valeur montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les différents groupes.

Tableau 30 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à la fréquence d'entraînement (N=746)

	As-tu déjà eu mal au dos ?		Total
	Non	Oui	
Autre	4	7	11
Combien as-tu de séances 1 à 2 jours par semaine	62	209	271
d'entraînement(s) par 3 à 4 jours par semaine	42	100	142
semaine ? 5 ou plus de jours par semaine	20	28	48
Pas de réponse	71	203	274
Total	199	547	746

Tableau 31 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à la fréquence du temps passé devant la télévision, l'ordinateur et les jeux vidéo (N=746)

	As-tu déjà eu mal au dos ?		Total
	Non	Oui	
Entre 0 et 1 heure par jour	34	63	97
Combien de temps au cours Entre 2 et 3 heures par jour	66	144	210
de la semaine restes-tu Entre 4 et 5 heures par jour	57	138	195
devant la télévision et Entre 6 et 7 heures par jour	16	79	95
ordinateur, jeux vidéo inclus Entre 8 et 9 heures par jour	6	40	46
? 10 heures ou plus	20	83	103
Total	199	547	746

K. Existence des maux de dos avec la fréquence du temps passé devant la télévision, l'ordinateur et les jeux vidéo

Le tableau 31 représente l'analyse reliant les deux variables, l'existence des maux de dos et la fréquence du temps passé devant la télévision, l'ordinateur et les jeux vidéo. La valeur de p est 0.002 et montre une différence entre les deux groupes significatifs.

L. Existence des maux de dos avec le poids du sac

L'analyse de l'existence des maux de dos selon le poids du sac est présentée dans le tableau 32. La valeur de p est à 0.000, calculée à l'aide du test de Khi-2. Cette valeur montre que la différence entre les deux groupes est significative.

Tableau 32 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport au poids du sac (N=746)

	As-tu déjà eu mal au dos ?		Total
	Non	Oui	
Non	46	65	111
Trouves-tu ton sac trop lourd ? Oui	56	220	276
Moyennement	97	262	359
Total	199	547	746

M. Existence des maux de dos avec le confort du mobilier scolaire

Le tableau 33 représente l'analyse reliant les variables, existence des maux de dos avec le confort du mobilier scolaire. La valeur de p est à 0.001. Cette valeur montre que la différence entre les différents groupes est significative.

Tableau 33 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport au confort du mobilier scolaire (N=746)

	As-tu déjà eu mal au dos ?		Total
	Non	Oui	
Non	72	278	350
Quand tu es en classe : ton mobilier scolaire est-il confortable ? Oui	53	101	154
Moyennement	74	168	242
Total	199	547	746

N. Existence des maux de dos avec le dossier de la chaise en classe

L'analyse reliant les deux variables l'existence des maux de dos avec le dossier de la chaise en classe est présentée dans le tableau 34. La valeur de p est à 0.528. Cette valeur montre que la différence n'est pas significative.

Tableau 34 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport au confort du dossier de la chaise (N=746)

		As-tu déjà eu mal au dos ?		Total
		Non	Oui	
Quand tu es en classe : le dossier de ta chaise te paraît adapté ?	Non	77	231	308
	Oui	61	146	207
	Moyennement	61	170	231
Total		199	547	746

O. Existence des maux de dos avec la hauteur du bureau

Le tableau 35 représente l'analyse reliant les deux variables existence des maux de dos selon la hauteur du bureau. La valeur de p est à 0.234. Cette valeur montre que la différence entre les différents groupes n'est pas significative.

Tableau 35 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à la hauteur du bureau (N=746)

		As-tu déjà eu mal au dos ?		Total
		Non	Oui	
Quand tu es en classe : Non		46	164	210
Penses-tu que ton bureau Oui		112	268	380
est à la bonne hauteur ? Moyennement		41	115	156
Total		199	547	746

P. Existence des maux de dos avec la hauteur de la chaise

L'analyse reliant les variables, existence des maux de dos avec la hauteur de la chaise, est représentée dans le tableau 36. La valeur de p est à 0.334. Cette valeur montre que la différence entre les différents groupes n'est pas significative.

Tableau 36 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport à la hauteur de la chaise
(N=746)

	As-tu déjà eu mal au dos ?		Total
	Non	Oui	
Quand tu es en classe : Penses-tu que ta chaise est à la bonne hauteur ?			
Non	43	152	195
Oui	99	263	362
Moyennement	57	132	189
Total	199	547	746

Q. Existence des maux de dos avec la manière de s'asseoir en classe

Le tableau 37 représente l'analyse reliant l'existence des maux de dos avec la manière de s'asseoir en classe. La valeur de p est à 0.000. Cette valeur montre que la différence entre les différents groupes est significative.

Tableau 37 : Répartition des participants suivant l'existence du mal de dos par rapport au confort du mobilier scolaire (N=746)

	As-tu déjà eu mal au dos ?		Total
	Non	Oui	
Quand tu es en classe : te sientes-tu bien assis lorsque tu écoutes ton professeur ?			
Non	34	157	191
Oui	100	187	287
Moyennement	65	203	268
Total	199	547	746

R. Existence des maux de dos avec la position des pieds avec le sol

L'analyse reliant l'existence des maux de dos avec la position des pieds avec le sol montre une valeur de p à 0.004 (Tableau 38). Cette valeur montre que la différence entre les différents groupes est significative.

Tableau 38 : Répartition des participants suivant la fréquence du mal de dos par rapport à la position des pieds avec le sol (N=746)

	As-tu déjà eu mal au dos ?		Total
	Non	Oui	
Tes pieds touchent-ils le sol ?			
Non	9	5	14
Oui, la pointe des pieds	11	41	52
Oui, complètement	179	501	680
Total	199	547	746

Les analyses de corrélation réalisées permettent d'identifier plusieurs associations significatives entre la présence de lombalgies et les différents facteurs individuels, scolaires et comportementaux. Les résultats mettent notamment en évidence des liens avec le genre, certaines habitudes posturales en position assise, ainsi que des éléments liés à la charge, tels que le port du cartable et la durée des activités en position statique. Ces corrélations, bien que de force variable, convergent vers l'idée que les lombalgies chez les élèves ne peuvent être attribuées à un facteur isolé, mais s'inscrivent dans un ensemble de conditions d'exposition cumulées.

Il convient toutefois de souligner que ces associations statistiques ne permettent pas d'établir de relations causales directes. Elles doivent être interprétées comme des indicateurs de systèmes d'exposition, révélateurs de situations à risque potentielles dans lesquelles interagissent des dimensions biomécaniques, organisationnelles et comportementales. Ces résultats constituent ainsi une base essentielle pour orienter l'analyse ergonomique, en permettant de contextualiser les situations observées et de mieux comprendre comment les contraintes du milieu scolaire peuvent contribuer à l'émergence ou au maintien des douleurs lombaires chez les élèves.

Chapitre 9 – Etude ergonomique de l'activité des élèves en milieu scolaire

9.1 Présentation de l'établissement

L'étude ergonomique a été réalisée au Collège des Pères Antonins, qui se trouve à Hadath, dans le district de Baabda, au sud de Beyrouth. Cet établissement fait partie d'un des 4 établissements ayant participé à l'étude épidémiologique. Cet établissement, qui est à la fois privé et payant, figure parmi les écoles homologuées par l'Agence pour l'Enseignement Français à l'Etranger (AEFE), cela lui permet d'être ancré dans un modèle éducatif basé sur le système français tout en restant totalement intégré au contexte scolaire libanais.

Le collège des Pères Antonins englobe l'ensemble des cycles d'enseignement, de la maternelle à la fin du secondaire. Il reçoit un effectif global de 2200 et 2600 élèves, répartis en classes d'environ 30 à 35 étudiants par classe.

L'établissement dispose d'un corps enseignant expérimenté, formé de 175 enseignants formant une équipe éducative stable et multidisciplinaire. La plupart des élèves proviennent d'un milieu socio-économique moyen à élevé, ce qui reflète le profil typique des familles qui choisissent d'inscrire leurs enfants dans les établissements privés francophones situés dans la banlieue de Beyrouth.

Fondé à la fin des années 1960, le collège des Pères Antonins occupe un emplacement spacieux et structuré, adjacent au monastère Antonin de Hadath. Il possède des bâtiments modernes, des laboratoires scientifiques, des terrains sportifs, ainsi que des services éducatifs complémentaires (service de santé, service psychologique, activités culturels et clubs).

9.2 Méthodologie

L'étude ergonomique s'intéresse à la compréhension des conditions réelles de scolarisation des élèves et leur impact potentiel sur la santé, notamment musculosquelettique et concernant les lombalgies. Cette étude est une étude ergonomique réalisée selon l'approche centrée sur l'analyse de l'activité de travail (Guerin et al., 2007). Une caractéristique de cette approche est d'apporter une compréhension des difficultés rencontrées par des opérateurs lors de la réalisation de leur

activité de travail et des ajustements mis en œuvre pour faire face à la variabilité de leur cadre de travail et à leur propre variabilité. L'analyse des régulations par les opérateurs pour faire face à la variabilité ainsi que les conséquences pour leur santé ostéoarticulaire, sont au cœur de l'approche.

Le recueil des données visait à identifier :

- les facteurs de risque de TMS (identifier les contraintes permet de comprendre le contexte d'exposition au risque),
- les diversités de modes opératoires (manières concrètes de réaliser la tâche, selon les enseignants concernés et avec toute la variabilité inter- et intra-individuelle observée),
- les stratégies de régulation et de préservation de la santé (**ce que le travailleur fait concrètement** pour maintenir la performance, la sécurité et sa santé **face aux aléas, contraintes ou imprévus (Leplat, 2006)**),
- les déterminants (ce qui influence la manière dont le travail peut être réalisé (Daniellou & Béguin, 2004)),
- et les marges de manœuvre (en situation de fonctionnement, possibilité d'utiliser une diversité de modes opératoires pour réaliser la tâche demandée (Coutarel et al., 2003)).

Pour cela, les méthodes classiques de l'ergonomie de l'activité ont été mobilisées au début de l'année 2024 : des entretiens et des observations ont été réalisés.

Entretiens semi-dirigés : En raison des contraintes institutionnelles et éthiques liées à l'accès direct aux élèves, les entretiens n'ont pu être réalisés qu'avec des enseignants. Les procédures d'autorisation pour interroger les élèves se sont révélées complexes, rendant cette option inenvisageable dans le cadre temporel de la recherche. Les entretiens, réalisés individuellement auprès des enseignants, ont permis de recueillir des informations sur leur expérience professionnelle, leurs pratiques pédagogiques, l'organisation de la vie scolaire, les objectifs d'apprentissage selon les matières, les marges de manœuvre laissées (ou non) aux élèves, leur perception des conditions d'apprentissage et des plaintes exprimées par les élèves, ainsi que sur leurs observations et représentations relatives aux douleurs musculosquelettiques et aux facteurs de risque en milieu scolaire selon eux. L'échantillon est constitué de quatre enseignants spécialisés respectivement en histoire, en langue anglaise, en mathématiques et en éducation civique.

L'ensemble de ces enseignants présentait une expérience professionnelle supérieure à vingt ans (Mean = 25.3 ; SD = 3.51), dont plus de quinze années passées au sein de l'établissement étudié (Mean = 18.6 ; SD = 2.88). Les rencontres ont eu lieu en salle des professeurs et duraient environ 1 heure. Ce choix méthodologique, bien que limitant l'accès direct à l'expérience des élèves, a offert un point de vue contextualisé et riche sur les dynamiques scolaires et les conditions susceptibles d'influencer la santé musculosquelettique des enfants.

Observations directes : Les observations ont été menées sur une durée de trois jours, quelques jours après les entretiens auprès des enseignants, ce qui a permis de croiser les informations issues des deux méthodes. L'unité d'analyse était la classe. La classe nous a semblé constituer le **contexte organisationnel pertinent** de l'activité : c'est là que se négocient les marges de manœuvre, les ajustements et les régulations qui rendent possible (ou non) le travail d'apprentissage. Nous n'avons pas voulu isoler artificiellement l'élève d'un système dans lequel son activité prend sens. Par exemple, la manière dont un élève s'organise pour suivre le rythme d'un cours dépend des ajustements de l'enseignant, du comportement de ses pairs, ou encore de l'ambiance de la classe. L'unité « classe » permet alors d'observer des régulations **systémiques**, entre acteurs et entre niveaux (prescrit, effectif, vécu). Nous avons relevé les caractéristiques de l'aménagement des différentes zones de l'établissement (cours de récréation, classes, restaurant scolaire, ...), l'organisation des temps sur une journée/sur une semaine, les outils utilisés, les entraides, la présence de communications/d'échanges, les déplacements, l'organisation individuelle et collective du matériel, la chronologie des tâches effectuées, les façons de faire, les postures adoptées, et tout autre élément observable en temps réel. Les manifestations de douleur, de gêne ou de fatigue par les élèves étaient également consignées.

9.3 Résultats

9.3.1 Description globale

L'activité observée s'est déroulée dans trois classes du collège correspondant à EB6, EB7 et EB9, sur une journée typique pour chacune d'entre elle, *i.e.* comprenant plusieurs séances de cours d'une durée de cinquante minutes chacune.

Pour les élèves, **la tâche prescrite** est d'apprendre, d'écouter, de participer, de rester attentif, de faire les exercices, etc. Ces prescriptions sont à la fois explicites (avec par exemple des consignes données oralement, notamment en début de cours, ou un cahier de texte reprenant les devoirs qui étaient à faire ou seront à faire) et implicites (avec des règles de comportement attendues, des attentes de posture, etc.). Elles varient d'un enseignant à l'autre. Chaque professeur définit sa propre organisation du travail, son mode de communication et ses exigences.

Une séance de cours dure 50 minutes. **Chaque changement de cours (toutes les 50 minutes) constitue une rupture dans le système d'activité** : déplacement vers une autre salle pour certains cours (voir ci-après), changement de posture quasi-systématiquement observé chez les élèves quand ils restent dans la même salle, modification des outils systématique (cahier, manuel, outil numérique, matériel spécifique) et des codes relationnels (nouvel enseignant, nouvelles attentes, style pédagogique différent). Par exemple, nous avons observé des enseignants adoptant des postures assez cadrées : debout face à la classe, le cours structuré de manière linéaire, en alternant explications magistrales et exercices d'application immédiate et utilisant le tableau interactif comme support avec les étapes de raisonnement explicitées à voix haute ; les élèves prenaient des notes en silence et pouvaient poser des questions au besoin. Les élèves étaient sollicités individuellement dans un cadre strict où la prise de parole était régulée. Les apprentissages attendus reposent sur la mémorisation et la maîtrise de procédures. Les salles de classe étaient plutôt calmes (en termes de bavardages), quel que soit le moment de la journée. Nous avons également observé des enseignants plutôt en mode de co-construction avec les élèves s'appuyant sur les interventions des élèves pour construire la leçon. Les interactions étaient fréquentes avec les élèves. Des documents variés (extraits de textes, vidéos) étaient proposés. Les travaux en groupe étaient plus fréquents. La classe était en général plus bruyante, les élèves bougeaient plus fréquemment sur leur chaise, voire dans quelques cours pouvaient se déplacer.

Une séance de cours typique débute après une pause de 10 minutes entre deux cours. Les élèves entrent en classe (ou l'enseignant arrive dans la classe s'il n'y a pas changement de salle), certains encore en discussion, d'autres silencieux. L'espace est organisé selon une disposition classique pour toutes les classes observées : tables alignées, face au tableau et au bureau de l'enseignant

(Figure 23). Les élèves sortent leur matériel, souvent en discutant, moment de transition où coexistent **préparation matérielle et ajustement** aux nouvelles attentes.



Figure 23 : Installation des élèves en classe durant le cours

L'enseignant s'installe, vérifie les présents et absents et annonce l'objectif de la séance. Cette phase constitue souvent le **moment de cadrage prescriptif** : le professeur fixe les objectifs, la durée et le mode de travail attendu (cours magistral, exercice individuel, travail en groupe, etc.). Du côté des élèves, l'activité consiste à **s'adapter à ce cadre** : sortir le matériel approprié, éventuellement recopier la consigne. On observe **une certaine variabilité des temps d'entrée dans la tâche** : certains élèves sont immédiatement opérationnels, d'autres peinent à se concentrer, cherchent leur matériel ou échangent discrètement avec un voisin.

L'enseignant entre dans une phase d'exposé oral : il commente le contenu du jour, projette parfois du contenu ou écrit au tableau. Son activité consiste à **transmettre une consigne tout en régulant le collectif** : il ajuste son débit, interpelle les élèves distraits, reformule les instructions. Les élèves, eux, oscillent entre **écoute active, prise de notes, et micro-régulations posturales** (appui du menton, manipulation d'un stylo, affaissement sur la chaise, ...). **On observe une attention plus soutenue en début de séance comparativement à la fin de la séance, et plus soutenue sur les premiers cours de la matinée comparativement aux cours de fin de journée.** Les attitudes et comportements des élèves sont aussi dépendants des enseignants et du type de

cours (magistral, travail en groupe, travail individuel, ...). La posture est globalement figée, la gestuelle limitée, avec quelques exceptions sur les cours observés comme plus dynamiques et interactifs.

Lorsque l'enseignant donne une consigne d'exercice ou de travail en groupe, chaque élève doit interpréter la consigne (parfois à plusieurs), organiser son cahier ou sa feuille, retrouver les informations utiles ou échanger. **Les comportements divergent** : certains se lancent immédiatement, d'autres demandent des clarifications, discutent avec un voisin ou observent avant de commencer. L'enseignant peut circuler dans la classe, répondre aux questions, vérifier les productions, reformuler les attentes. Il ajuste sa posture (penché, accroupi, debout) et gère simultanément les interactions individuelles et la dynamique collective. Les élèves régulent leur activité : ils s'entraident, échangent des informations, se prêtent du matériel.

Les enseignants proposent assez souvent des activités collectives. Ils interrogent les élèves, valorisent souvent les bonnes réponses et reformulent systématiquement les erreurs ou demandent au groupe de discuter collectivement. Cette phase mobilise l'attention. Les dernières minutes sont consacrées à la prise de note du devoir ou du rappel de la leçon. Souvent la **fatigue** commence à se faire sentir : postures affaissées, micro-bâillements, gestes d'agitation (stylo tapoté, chuchotements). L'enseignant clôt la séance. Cette dernière phase est marquée par un **désengagement progressif** : les élèves anticipent la sortie, referment leurs cahiers avant la fin, se lèvent précipitamment s'ils changent de salle. Ils rangent leurs affaires tout en discutant si c'est l'enseignant qui change de salle.

Les observations montrent que les élèves mettent en œuvre un travail d'adaptation continu pour tenir les prescriptions, et ce quel que soit la classe observée. **Sur le plan postural**, ils ajustent fréquemment leur position pour maintenir leur confort : déplacement sur la chaise, changement d'appui, tête soutenue sur la main. **Sur le plan cognitif**, ils alternent entre moments d'attention soutenue et phases de décrochage ; certains réinvestissent ces moments pour échanger discrètement avec leurs pairs, d'autres se replient sur eux-mêmes. Des signes de lassitude ou d'agitation ou de désengagement compensent la fatigue attentionnelle et apparaissent surtout en fin de demi-journée, et ce quel que soit la classe.

9.3.2. La situation et ses contraintes

Dans la littérature ergonomique, la contrainte désigne tout élément de la situation qui limite la liberté d'action du sujet ou impose un certain mode d'activité, qu'il doit alors réguler pour atteindre ses buts tout en préservant sa santé (Guerin et al., 2007; Leplat, 1997). Plusieurs types de contraintes de la situation de travail des élèves ont été identifiées, soit évoqués par les enseignants lors des entretiens, soit repérés lors des observations.

Contraintes organisationnelles et temporelles (liées à la répartition des tâches, aux prescriptions, à la planification du travail et liées au rythme de travail, aux délais ou au morcellement du temps). L'établissement observé reçoit approximativement 2500 élèves, répartis en classes de 30 à 35 élèves. L'année académique s'étend sur une période de 10 mois, de septembre à juin, avec une semaine de 5 jours d'enseignement. Une journée type commence à 7h30 et se termine à 14h, structurée en 7 périodes de 50 minutes chacune. Deux pauses de 30 minutes structurent la matinée et le début de l'après-midi, selon une organisation stable : trois séances de cours, une pause, deux séances de cours, une seconde pause, puis deux séances de cours pour clôturer la journée.

Les élèves disposent de leur propre salle de classe quotidienne, ce qui limite considérablement leurs déplacements. L'utilisation de salles spécialisées se révèle nécessaire uniquement pour certains enseignements spécifiques, tels que l'informatique ou les cours de langue (par exemple l'espagnol) (Figure 24, 25). Par conséquent, en dehors des pauses, les élèves passent la quasi-totalité de leur temps dans la même salle. En outre, ils profitent de deux séances hebdomadaires d'éducation physique et sportive, chacune d'une durée de 50 minutes. Les observations confirment une « stagnation spatiale et posturale » : les élèves passent la majeure partie de la journée dans la même salle, au même endroit, sans véritable possibilité d'adapter leur environnement. Les enseignants confirment que « *les déplacements sont limités au strict nécessaire* », lors des pauses ou des activités exceptionnelles. Un enseignant résume : « *Nous souhaiterions plus de mouvement, mais la disposition des salles de classe et le nombre d'élèves ne le permettent pas* ».



Figure 24 : Salle pour les cours de langues



Figure 25 : Salle d'informatique

Contraintes cognitives et collectives (liées à la compréhension, l'attention, la prise de décision, aux interactions avec autrui, aux normes de groupe, au collectif de travail) : les modalités pédagogiques apparaissent assez diversifiées avec des cours magistraux, des débats et discussions (notamment en éducation civique et en langue anglaise), des séances interactives (en histoire et en géographie), ainsi que des classes inversées (en mathématiques). Le travail de groupe, fréquemment utilisé dans le cadre de projets de recherche d'informations, représente une modalité supplémentaire qui exige parfois une réorganisation de l'espace de classe (Figure 26). Ce travail en groupe favorise les échanges et semble globalement apprécié des élèves. Ainsi, les consignes, les modalités d'apprentissage et d'interaction et les exigences des enseignants alternent toutes les 50 minutes. Les quatre enseignants constatent que « *l'attention baisse considérablement dès la quatrième période* ».



Figure 26 : Changement de la disposition des tables pour s'adapter au type d'enseignement

Contraintes environnementales et matérielles (liées aux caractéristiques physiques et matérielles du milieu de travail) : les enseignants utilisent des outils numériques interactifs, notamment les tableaux blancs interactifs, des vidéos, ainsi que des logiciels tels que GeoGebra (pour l'enseignement et l'exploration interactive des mathématiques) qui imposent un certain mode d'activité. Le mobilier est standardisé, se composant principalement de chaises et de tables en bois orientées vers le tableau interactif. Trois configurations principales sont présentes dans une même classe : (1) un poste de travail individualisé comprenant une chaise et une table séparées

(Figure 27), (2) un poste de travail individuel comprenant une chaise et une table solidaires (Figure 28) et (3) une station double avec deux chaises et une table solidaire (Figure 29). Bien que l'organisation spatiale de la salle puisse être modifiée occasionnellement en fonction des activités pédagogiques, la nature même du mobilier demeure relativement invariable et offre une marge d'ajustement limitée, notamment par rapport à la morphologie des élèves.



Figure 27 : un poste de travail individualisé comprenant une chaise et une table séparées



Figure 28 : un poste de travail individuel comprenant une chaise et une table solidaires



Figure 29 : une station double avec deux chaises et une table solidaire

Contraintes physiques et biomécaniques (liées aux postures, efforts ou conditions physiques) : les enseignants expriment les difficultés rencontrées par les élèves pour maintenir une posture adéquate tout au long de la journée et des séances d'enseignement. Le mobilier standardisé et non réglable est un facteur majeur de l'inconfort postural selon les enseignants. Ces derniers précisent que « *certaines élèves ont les pieds qui ne touchent pas le sol ou le dos sans appui* » (contrairement à ce qui est exprimé par les élèves dans l'étude épidémiologique), alors que d'autres sont contraints de se courber excessivement pour écrire ; posture observée chez plusieurs élèves et à plusieurs reprises. Les observations montrent que l'appui des pieds au sol dépend avant tout de la taille des élèves ; les élèves de petite taille ont souvent les pieds suspendues sans contact stable, en raison d'une hauteur de chaise excessive par rapport à la longueur des jambes. Ce manque d'appui crée un déséquilibre postural, obligeant les élèves à compenser par une flexion du tronc ou un appui des avant-bras sur la table. Les enseignants mettent en évidence la difficulté des élèves à maintenir une posture assise stable tout au long de la session. Tous les enseignants soulignent l'impact de la posture sur la qualité de l'enseignement : les douleurs ou l'inconfort distrayant l'attention et diminuant l'engagement cognitif des élèves.

Les observations menées à l'entrée et à la sortie de l'établissement mettent en évidence que la majorité des élèves, et surtout les jeunes du cycle complémentaire, portent leur sac à dos sur une seule épaule, malgré la présence de bretelles doubles, alors que chez les plus jeunes dans les petites sections (non inclus dans notre étude), les cartables sont portés sur les deux épaules. Certains élèves, surtout les garçons, préfèrent le porter à la main ou en le tenant par la sangle supérieure, créant une charge latérale déséquilibrée. Peu d'entre eux utilisent les bretelles de manière équilibrée. Les enseignants confirment que les élèves « transportent tout le matériel de la journée » dans leur sac bien souvent, par crainte notamment d'oublier un cahier ou un manuel, ce qui augmente le poids du cartable transporté quotidiennement. Plusieurs enseignants rapportent des plaintes de douleurs dorsales ou d'épaules chez leurs élèves, particulièrement après les journées comportant plusieurs matières « à manuels lourds » (sciences, histoire, mathématiques).

9.3.3 Les modes de régulation

La **régulation** désigne l'ensemble des ajustements mis en œuvre par le sujet pour **maintenir la performance et préserver sa santé** face aux contraintes de la situation (Leplat, 2006). Plusieurs

types de régulation ont été repérés, soit évoqués par les enseignants lors des entretiens, soit repérés lors des observations.

Régulations posturales (ajustements corporels permettant de maintenir la performance face aux contraintes matérielles ou physiques) : les observations confirment une tendance des élèves à changer fréquemment de position, certains élèves allant jusqu'à poser leurs genoux sur leur table. L'instabilité de posture n'est pas perçue par les enseignants comme un manque de discipline, mais plutôt comme une réponse adaptative à une contrainte physique prolongée. La variété des démarches pédagogiques proposées par les enseignants permet ponctuellement des variations posturales, aidant les élèves à alterner entre positions assises, debout et mouvement. Les zones douloureuses les plus fréquemment signalées lors des entretiens concernent la nuque, le dos, les genoux et les pieds, ce qui témoigne d'un inconfort généralisé lié à la posture prolongée et/ou à l'inadaptation du mobilier. Certains élèves vont jusqu'à utiliser un corset dorsal car souffrant de douleurs lombaires, ce qui nécessite des aménagements spécifiques, tels que l'emploi de coussins ou de ballons, dans le but d'améliorer leur confort en position assise. Les observations montrent que beaucoup d'élèves « se tortillent sur leur chaise », s'efforcent, à travers de petites modifications (changement d'appui, étirement, transfert du poids corporel) d'atténuer leur inconfort, en fin de séance, et surtout en fin de journée. Les observations suggèrent certaines tendances selon le sexe. Les filles adoptent plus fréquemment des postures fermées ou contractées (bras croisés, jambes repliées sous la chaise, tronc légèrement penché en avant). Les enseignants notent qu'elles « *se déplacent moins, restent plus discrètes et s'autorisent moins de mouvements* ». Par contre, les garçons manifestent une mobilité corporelle plus importante, avec beaucoup de changements d'appui, des mouvements du tronc ou les basculements de chaise.

Régulations collectives (ajustements coordonnés avec les pairs ou l'enseignant pour maintenir la continuité de l'activité) : les élèves mettent en place des formes de **coopération**, comme partager les ressources matérielles (pour éviter d'avoir à les porter systématiquement ?), comportements observés uniquement dans certaines classes. Des casiers individuels sont mis à disposition des élèves afin de pouvoir alléger leur cartable, proposés par l'établissement. Les enseignants confirment que « *les élèves doivent garder le matériel non utilisé dans ces casiers* » pour alléger

la charge quotidienne. Cependant, peu d'élèves respectent cela et la plupart d'entre eux préfèrent transporter tout leur matériel quotidiennement à domicile.

Régulations psychiques (mécanismes psychiques de protection face à une tension ou à un sentiment d'impuissance) : en fin de journée tout particulièrement, la fatigue cognitive et corporelle réduit les capacités de régulation attentionnelle et émotionnelle des élèves. On observe alors diverses régulations psychiques : distraction, comportements de type bavardages ou agitation. Ces attitudes ne traduisent pas nécessairement un manque de motivation, mais plutôt une stratégie de protection psychique face à la surcharge ou à la lassitude accumulée.

Régulations cognitives (ajustements mentaux pour gérer la charge cognitive, l'attention ou la compréhension) : les observations montrent que certains élèves élaborent des stratégies de type répéter mentalement ou copier sur un camarade. Le rythme scolaire, exigeant une concentration presque en continu, entraîne une fatigue cognitive, surtout en fin de journée. Les enseignants signalent une fatigue générale en fin de journée, particulièrement chez les plus jeunes, où la concentration diminue et les postures se dégradent.

9.3.4 Les déterminants

Les déterminants de l'activité sont l'ensemble des éléments du système de travail, individuels, organisationnels, matériels, sociaux, institutionnels, qui conditionnent et orientent la manière dont l'opérateur construit et régule son activité (Guerin et al., 2007). Plusieurs types de déterminants peuvent être déduits des observations et entretiens réalisés.

L'activité des élèves en milieu scolaire est façonnée par un ensemble de déterminants multiples et imbriqués qui structurent leurs manières d'agir, de s'ajuster et de se développer. Les **déterminants organisationnels** (Rythmes scolaires, Emploi du temps, Modalités des cours, Modalités d'évaluation, Autonomie, Consignes, Règles de comportement) définissent le cadre normatif de l'activité et sont liés à la structure temporelle et au découpage des cours, à la densité des emplois du temps et à la coordination entre enseignants, qui imposent un rythme et une adaptation constante. Ils interagissent avec les **déterminants physiques/biomécaniques**, tels que l'agencement matériel de la salle, la configuration du mobilier, le port du cartable ou les conditions

environnementales (bruit, lumière, température), qui influencent directement les postures et les possibilités d'action. À ces éléments s'ajoutent des **déterminants sociaux, relationnels et culturels**, interactions avec les pairs et les enseignants, qui participent fortement à la régulation collective de l'activité et à la construction de la motivation. Les **caractéristiques individuelles** des élèves, telles que l'âge, le niveau de développement cognitif et physiologique, le sexe, les capacités fonctionnelles et attentionnelles, conditionnent également leur manière de répondre aux exigences de la situation. S'y ajoutent les **déterminants institutionnels et politiques**, qui inscrivent l'activité dans un cadre plus large : politiques éducatives et programmes notamment. Et enfin, les **déterminants liés au style de vie** (Rythme de sommeil, environnement familial, etc.) participent probablement également à la manière d'agir en milieu scolaire. Ensemble, ces déterminants composent un système complexe qui oriente, contraint et permet à la fois l'activité réelle des élèves, en définissant les marges de manœuvre et les possibilités de régulation dont ils disposent pour préserver à la fois leur performance et leur santé.

Tableau 39 : Déterminants identifiés dans l'étude ergonomique

(En italique-bleu, les déterminants n'ayant pas été analysés dans cette étude)

Type de déterminant	Explication	Déterminant (exemples)
Individuels	Caractéristiques propres au sujet qui influencent la manière d'agir	Age, Capacités attentionnelles, Capacités fonctionnelles, Développement, Sexe, <i>Pathologies, Antécédents</i>
Physiques, Biomécaniques	Caractéristiques ayant un impact sur les sollicitations corporelles	Mobilier, Aménagement de l'espace, Conditions environnementales, Port du cartable
Organisationnels	Structure de travail, distribution des tâches qui influencent la manière d'agir, statut légal	Rythmes scolaires, Emploi du temps, Modalités des cours, Modalités d'évaluation, Autonomie, Consignes, Règles de comportement
Sociaux, Relationnel, Culturels	Interactions avec autrui, collectifs, valeurs, normes, facteurs extérieurs influençant les	Relations/Interactions avec les enseignants (<i>et les autres adultes</i>) et

	conditions de travail et les représentations,	les autres élèves, <i>Attentes parentales, Soutien social, Reconnaissance</i>
Liés au style de vie	Caractéristiques personnelles, sociales et environnementales issues de sa vie quotidienne qui influencent la manière d’agir	<i>Rythme de sommeil, alimentation, loisirs, environnement familial, contraintes domestiques, pratiques numériques</i>
Institutionnels, politiques	Dispositifs, règlements, politiques imposés par l’organisation globales	<i>Programmes, Politiques éducatives</i>

Discussion générale

1. Vers un enrichissement de l'appréhension des lombalgies infantiles

1.1. Synthèse des résultats de l'étude épidémiologique

L'étude épidémiologique réalisée permet d'objectiver l'importance du problème des lombalgies infantiles dans des écoles de Beyrouth et de mettre en évidence certains des facteurs de risques associés. Menée auprès de 746 élèves âgés de 11 à 15 ans dans quatre écoles de Beyrouth, elle révèle une **prévalence élevée des douleurs lombaires (73.3%)**. Ce résultat confirme que les lombalgies représentent une problématique importante dès le plus jeune âge, et qu'elles ne sont pas limitées à la population adulte, comme plusieurs études internationales l'ont déjà indiqué (Balagué et al., 1999; Bejia et al., 2005; Jones et al., 2003). Ce taux est similaire à ceux observés dans plusieurs pays européens et méditerranéens, où la prévalence peut varier entre 30 et 70% (Calvo-Muñoz et al., 2013; Jeffries et al., 2007; Troussier et al., 1999). L'absence de corrélation significative entre la présence de lombalgie et les paramètres anthropométriques (comme l'âge, la taille, le poids et l'IMC) indique que ces facteurs biologiques ne sont pas les principaux éléments déterminants à cet âge. Ces conclusions rejoignent les résultats de Skoffler (2007) et Wedderkopp et al. (2009), qui ont montré que les caractéristiques physiques ne peuvent pas seules expliquer la survenue des lombalgies chez les adolescents (Skoffler, 2007; Wedderkopp et al., 2009). **La différence significative notable due au sexe**, avec des lombalgies davantage présentes chez les filles, est conforme à la majorité des études réalisées sur les élèves (Shehab & Al-Jarallah, 2005; Troussier et al., 1999; Watson et al., 2002). Plusieurs hypothèses proposées pour expliquer ce phénomène évoquent les effets hormonaux, les modifications posturales durant la puberté, la sensibilité plus marquée à la douleur ou encore les différences d'activités physiques et d'attitudes posturales entre les garçons et les filles.

Sur le plan fonctionnel, la plupart des élèves souffrant de douleurs signalent un **niveau d'incapacité fonctionnelle minimal ou modéré** selon l'indice d'incapacité d'Oswestry (56.3% des élèves exprimant souffrir de maux du dos, n=547) ; les limitations majeures demeurent peu fréquentes. Ce constat est en accord avec les études d'Astfalck et al. (2010) ainsi que de Calvo-Munoz et al. (2013), qui démontrent que malgré la fréquence de la douleur lombaire, elle affecte peu la mobilité à cet âge, mais influence la concentration, le confort et la participation scolaire (Astfalck et al., 2010b; Calvo-Muñoz et al., 2013). Néanmoins, sa chronicité à l'adolescence est identifiée comme un facteur de risque de lombalgies persistantes à l'âge adulte (Hestbaek &

Stochkendahl, 2010). D'ailleurs, plus de la moitié des élèves pratique des activités extrascolaires (63.27%). L'analyse des données relatives aux activités quotidiennes révèle par ailleurs des associations significatives entre la présence de maux de dos et certains facteurs environnementaux : le poids du sac scolaire, le confort du mobilier, la posture assise ainsi que le temps passé devant les écrans.

Parmi les élèves ayant participé à l'enquête, 37% considèrent le **poids de leur sac scolaire** comme « trop lourd », une perception qui est fortement associée à la présence de maux de dos ($p < 0.001$). Ce résultat s'aligne avec les études de Negrini & Carabalona (2002), Koroivessis et al. (2004) ainsi que Forjuoh et al. (2003), qui ont tous révélé une corrélation entre le poids du sac scolaire et les maux de dos (Forjuoh et al., 2003; Koroivessis et al., 2004; Negrini & Carabalona, 2002b). Bien que le port du sac à deux bretelles soit dominant (95.7%), presque la moitié des élèves déclarent faire un usage alterné ou unilatéral, aggravant ainsi les déséquilibres posturaux et les contraintes lombaires asymétriques. La question du poids du sac à dos reste donc centrale dans la prévention des troubles musculosquelettiques pédiatriques. L'Organisation Mondiale de la Santé ainsi que plusieurs sociétés savantes recommandent de ne pas dépasser 10 à 15% du poids corporel, ce qui reste souvent négligé dans le contexte libanais.

Le **mobilier scolaire inconfortable**, mentionné par presque la moitié des élèves, apparaît aussi comme un facteur important ($p = 0.001$). ce résultat met en évidence la persistance d'un mobilier inadapté aux dimensions corporelles réelles des élèves, un problème déjà soulevé dans les études menées dans le milieu scolaire (Milanese & Grimmer, 2004; Murphy et al., 2004; Parcels et al., 1999b). L'inadéquation entre la hauteur du bureau, la hauteur de la chaise et la morphologie de l'enfant entraîne des postures contraignantes, fréquemment prolongées, qui favorisent les déséquilibres posturaux et la fatigue musculaire.

L'analyse montre une corrélation significative ($p = 0.002$) également entre le **nombre d'heures passées devant les écrans** et la fréquence des maux de dos. Cette observation rejoint les résultats de Hakala et al. (2006) et de Torsheim et al. (2010), qui mettent l'accent sur l'effet de la sédentarité et de la posture assise prolongée dans l'apparition d'une hyperactivité musculaire compensatoire,

une raideur rachidienne et une diminution du tonus postural (Hakala et al., 2006; Torsheim et al., 2010).

Le faible taux de consultation médicale (seulement 14.6% des élèves ont consulté un médecin ou un physiothérapeute pour leur mal de dos) reflète à la fois une banalisation de la douleur et un manque de sensibilisation des familles à ce problème. Ce constat est en accord avec les observations de Balagué et al. (2003), qui soulignent que les lombalgies chez l'enfant sont souvent sous-évaluées ou attribuées à la croissance.

Les résultats de notre enquête, en comparaison avec d'autres recherches menées dans d'autres contextes culturels et pédagogiques, semble positionner la population de Beyrouth dans une tendance de prévalence plutôt élevée. Les proportions observées (73.3%) sont plus élevées que celles rapportées par Jones et al. (2003) au Royaume-Uni (18.6% sur une période d'un mois) et Balagué et al. (1999) en Suisse (33% parmi les adolescents de 14 à 18 ans). Toutefois, elles se comparent à celles relevées dans certains pays méditerranéens ou arabes, comme la Tunisie (Bejia et al., 2005 : 68%) et l'Égypte (Shehab & Al-Jarallah, 2005 : 72%).

1.2. Synthèse des résultats de l'étude ergonomique

L'approche ergonomique permet de dépasser une lecture strictement épidémiologique des lombalgies infantiles, en **replaçant les douleurs et inconforts dans la dynamique du travail réel des élèves**. Là où les questionnaires identifient principalement des facteurs de risque dits objectifs (e.g. poids du cartable, inadaptation du mobilier), l'analyse ergonomique introduit une compréhension fine des situations vécues et des modes de régulation mis en œuvre par les élèves pour faire face aux contraintes de leur activité. En s'intéressant à l'expérience concrète des élèves dans leur environnement scolaire, cette approche met en évidence la variabilité inter- et intra-individuelle des situations, des postures, des comportements et des stratégies de régulation. **Elle met également en lumière le rôle structurant des organisations pédagogiques et des modalités d'enseignement sur la survenue et la gestion des contraintes physiques et psychiques.**

Les observations réalisées en classe montrent que l'activité des élèves est loin d'être statique ou uniforme : elle se caractérise par une variabilité posturale, signe d'une adaptation corporelle face

aux contraintes. Les **régulations posturales observées** (changements fréquents de position, torsions, appuis variés, parfois jusqu'à poser les genoux sur la table) ne sont pas le fruit d'une agitation de la part des élèves, mais la traduction d'un besoin de régulation corporelle visant à maintenir la performance et le confort. Ces ajustements témoignent d'une tentative d'équilibrer les exigences cognitives et physiques du travail scolaire. Fait intéressant, ces régulations sont souvent tolérées, voire comprises par les enseignants, qui les perçoivent non comme des manquements disciplinaires, mais comme des réponses adaptatives nécessaires à la durée de la tâche. Les variations pédagogiques (alternance entre activités assises, debout, collectives ou pratiques) constituent des moments privilégiés de récupération posturale ou cognitive, permettant aux élèves de relâcher certaines tensions. Les douleurs rapportées, touchant principalement la nuque, le dos, les genoux et les pieds, traduisent néanmoins un inconfort lié à la posture prolongée. Chez certains élèves, les troubles peuvent se chroniciser au point de nécessiter le port de dispositifs orthopédiques (corset dorsal) ou d'aménagements spécifiques (coussins, ballons ergonomiques). Ici, un point d'attention est important à noter : une des limites de l'étude est de ne pas avoir pu interroger les élèves, peut-être les causes sont-elles autres.

La posture assise prolongée reste une exigence dans le milieu scolaire, en lien avec la forme traditionnelle de l'enseignement magistral. Les élèves passent ainsi plusieurs heures par jour dans une posture statique, sur un mobilier souvent non ajustable et non adapté aux variations anthropométriques, ce qui les conduit à adopter des positions compensatoires comme l'affaissement du tronc, la flexion latérale ou l'appui sur un seul coude. Ces observations rejoignent les résultats de Troussier et al. (1999) et Murphy et al. (2004), qui ont démontré que les contraintes posturales accumulées à l'école favorisent la fatigue rachidienne et l'apparition de douleurs lombaires. Les études de Milanese & Grimmer (2004) et de Knight & Noyes (1999) soulignent la relation entre l'inadaptation du mobilier et l'augmentation de la charge mécanique sur la colonne vertébrale. L'organisation des classes, souvent disposées en rangées alignées face au tableau, réduit la liberté de mouvement et la variation des postures. Le fait de ne pas disposer d'aménagements permettant la modification de position (debout, assis, au sol ou en mouvement) enferme les élèves dans une posture stricte. Cette tension met en évidence la contradiction entre les prescriptions pédagogiques (rester assis, attentif, concentré) et les besoins physiologiques de mouvement indispensables à l'équilibre postural. Des recherches antérieures (Cardon & Balagué,

2004; Murphy et al., 2007) ont démontré que rester assis dans une position statique prolongée, sans pauses actives, augmente le risque de douleurs lombaires.

La douleur devient un indicateur d'une régulation devenue impossible. Quand les marges de manœuvre corporelles sont réduites, l'élève n'est plus capable d'adapter son comportement aux exigences du contexte. La posture devient imposée, non choisie. La douleur lombaire représente alors davantage un déséquilibre global entre les tâches à accomplir, l'environnement et les ressources corporelles. Les troubles musculosquelettiques ne sont pas uniquement des conséquences de gestes ou de postures, mais aussi des signes de dysfonctionnement du système d'activité (Daniellou et al., 1996; Falzon, 2013b).

Au-delà de la dimension individuelle, l'analyse ergonomique révèle également des **régulations collectives qui traduisent une coopération fonctionnelle** entre pairs et parfois avec l'enseignant. Ces ajustements collectifs, comme le partage du matériel ou l'utilisation de casiers pour alléger les cartables, participent à la réduction des contraintes physiques, mais dépendent fortement du climat de classe et du mode d'organisation de l'établissement. Ils illustrent la manière dont le collectif peut jouer un rôle de ressource (Caroly, 2011; Dejours, 2007), à condition que le système scolaire le permette.

L'analyse met également en évidence des **régulations psychiques et cognitives**, souvent invisibles dans les approches quantitatives. En fin de journée notamment, la fatigue cognitive et corporelle réduit les capacités attentionnelles des élèves. Les comportements de distraction, de bavardage ou d'agitation observés ne sont pas seulement des signes de désengagement, mais peuvent être interprétés comme des mécanismes de protection face à la surcharge ou à l'impuissance ressentie. Ces régulations traduisent un effort pour maintenir un équilibre interne et préserver l'investissement scolaire malgré les contraintes physiques et temporelles. Sur le plan cognitif, les élèves développent également des stratégies d'adaptation mentale : répétition silencieuse, entraide implicite, ou copie sur un camarade, visant à compenser la fatigue attentionnelle et à maintenir la continuité de l'activité. Ces ajustements témoignent d'une activité cognitive régulatrice, indissociable des régulations corporelles observées.

Ainsi, l'approche ergonomique met au jour l'existence d'un **système complexe de régulations interconnectées** qui permettent aux élèves de tenir dans la durée et de répondre aux exigences scolaires. Ces régulations, tout en assurant la continuité de l'activité, peuvent néanmoins se faire au prix d'un coût corporel non négligeable, particulièrement au niveau lombaire. L'analyse du travail réel des élèves montre donc que **les lombalgies infantiles ne peuvent être comprises uniquement comme un effet mécanique ou individuel, mais bien comme le produit d'une interaction entre l'organisation du travail scolaire, les contraintes matérielles, les exigences pédagogiques et les capacités adaptatives des enfants.**

En cela, l'ergonomie offre un cadre d'analyse intégratif, capable de relier les dimensions biomécaniques, psychologiques et organisationnelles, et de proposer des pistes de prévention situées, articulées aux réalités du terrain. L'école, envisagée comme un système de travail à part entière, influence directement les conditions d'apparition, de régulation et de maintien des douleurs lombaires. Une telle lecture invite à repenser la prévention non pas à partir du seul individu, mais à partir de la transformation des situations de travail scolaire.

2. Leçons apprises pour la prévention des lombalgies infantiles

L'approche ergonomique met en évidence combien l'analyse enrichit la compréhension des facteurs de risque des lombalgies infantiles en donnant à voir ce que les approches quantitatives peinent à saisir : la dynamique de l'activité, les régulations concrètes et les formes de compromis que les élèves construisent pour tenir dans l'action. Elle montre que la prévention des lombalgies ne saurait se limiter à des recommandations posturales ou à des ajustements matériels, mais doit être pensée comme une transformation globale du système scolaire, intégrant les dimensions organisationnelles, pédagogiques et temporelles de l'activité éducative. Les travaux sur la prévention durable des TMS en ergonomie ont permis de dépasser une vision strictement biomécanique pour adopter une approche plurifactorielle, dynamique et située du rapport entre santé, activité et environnement. Les approches contemporaines de la prévention des troubles musculosquelettiques (TMS) en ergonomie ont profondément renouvelé la conception des liens entre activité, santé et organisation. Dans cette perspective, la lombalgie n'est plus envisagée comme un phénomène purement biomécanique, mais comme le résultat d'interactions complexes entre des contraintes physiques, temporelles, organisationnelles et sociales, dans lesquelles les

individus déploient des stratégies de régulation (Coutarel & Daniellou, 2011; Falzon, 2013b). Transposer ces cadres conceptuels à la question des lombalgies infantiles en milieu scolaire permet de penser une **prévention constructive, intégrée et durable**, qui prenne en compte les réalités vécues par les élèves et la dynamique propre de leur développement. **La lombalgie infantile peut être considérée comme le résultat d'une construction progressive d'inadéquations entre les exigences de l'activité scolaire et les ressources des élèves, au sein d'environnements physiques, organisationnels et sociaux contraints.** L'objectif de la prévention n'est plus de "corriger" les postures ou d'imposer des règles d'hygiène corporelle isolées, mais de concevoir des environnements scolaires soutenables du point de vue du développement de l'enfant et de son activité réelle.

Nicole Delvolvé (2010) ne cible pas spécifiquement les maux de dos des élèves, mais préconise plusieurs axes de travail pour l'amélioration des conditions de travail des élèves pour de meilleurs apprentissages avec une **transformation des situations qui doit être globale** (environnement, organisation, activité), **développementale** (adaptée aux stades de croissance et d'apprentissage) et **éducative** (impliquant les élèves). Elle insiste sur trois « chantiers » prioritaires : l'aménagement des temps des élèves, permettre aux élèves d'être confiants dans leur réussite, et leur donner des outils pour apprendre.

Transposer les cadres conceptuels et méthodologiques des approches contemporaines de la prévention des TMS en ergonomie à la question des lombalgies infantiles en milieu scolaire permet de penser une **prévention constructive, intégrée et durable**, qui prenne en compte les réalités vécues par les élèves et la dynamique propre de leur développement.

La prévention ne doit pas se limiter à corriger les postures ou à réduire les contraintes, elle doit consister à transformer les situations de travail en impliquant les acteurs dans la conception de leurs environnements (Falzon, 2013). Cette logique conduit à considérer l'élève non comme un simple "récepteur" de règles de prévention, mais **comme un acteur de sa propre santé, capable de participer à l'identification des contraintes et à la recherche de solutions.** La prévention devient alors un processus d'apprentissage collectif, dans lequel les élèves développent une capacité réflexive sur leur propre activité (Mollo & Nascimento, 2013) et les enseignants

acquièrent des repères pour accompagner ces régulations sans les inhiber. L'école se construit comme un milieu capacitant (Falzon, 2013b), c'est-à-dire un environnement qui permet le développement des ressources physiques, cognitives et sociales de l'enfant.

Un programme de prévention doit chercher à **étendre les marges de manœuvre posturales et organisationnelles des élèves** : possibilité de bouger, de varier les positions assises, d'utiliser différents supports, d'introduire des pauses actives ou des temps de relâchement. **La soutenabilité doit s'envisager ici dans une temporalité longue, celle du développement de l'enfant.** Il s'agit de concevoir des environnements et des organisations qui permettent d'apprendre et de grandir sans construire précocement des habitudes posturales délétères ou des douleurs chroniques. Penser la prévention des lombalgies infantiles conduit à poser les bases d'une « **ergonomie du développement** », articulant les apports de l'ergonomie de l'activité et de la psychologie du développement. L'enfant n'est pas un "petit travailleur" au sens strict, mais un sujet en construction, dont l'activité scolaire est à la fois une production et un apprentissage.

3. Déplacement épistémologique de l'ergonomie de l'activité adulte vers l'activité de l'élève

La question centrale ici est celle de **la transférabilité des cadres conceptuels de l'ergonomie du travail adulte vers l'analyse du « travail » de l'élève**. Les modèles développés pour comprendre le travail de l'adulte offrent des outils conceptuels et méthodologiques intéressants pour analyser l'activité de l'élève. En effet, le travail scolaire présente de nombreuses analogies avec le travail professionnel : il repose sur des prescriptions explicites, des objectifs à atteindre, une organisation temporelle et spatiale structurée, et une évaluation de la performance. Comme tout travailleur, l'élève doit composer avec des contraintes (matérielles, temporelles, organisationnelles, relationnelles) et met en œuvre des régulations pour maintenir son efficacité tout en préservant son confort et sa santé. L'approche ergonomique permet de déplacer la focale : plutôt que d'évaluer uniquement les résultats scolaires, elle cherche à comprendre comment l'élève agit pour tenir la situation, quelles ressources il mobilise, et à quel coût corporel, cognitif et psychique. Elle ouvre la voie à une analyse systémique du milieu scolaire, considérant les interactions entre organisation de la classe, contraintes institutionnelles, matériel, rythmes scolaires et développement des enfants.

Il existe relativement peu d'études ergonomiques centrées directement sur les enfants travailleurs. Beaucoup de travaux portent plutôt sur les adultes travaillant avec des enfants, ou sur des aspects de santé générale. Peu d'études en ergonomie, se sont intéressées au travail et aux enfants. Souvent, elles cherchaient à identifier les facteurs de risque physiques (charges, postures, répétitions), organisationnels (durée, horaires, supervision), et leurs effets sur la santé musculosquelettique ou les blessures, pour des enfants en situation de travail. Les quelques études identifiées mettaient en lumière les taux élevés de douleurs musculosquelettiques et de blessures liées au travail chez les enfants (Das, 2021; Fassa et al., 2005; Fouad et al., 2022). Toutefois, ces études ne considéraient pas les enfants dans leur contexte scolaire d'une part, et d'autre part elles ne se sont pas intéressées, à notre connaissance, aux spécificités d'un enfant comparativement à l'adulte.

Toutefois, **l'élève n'est pas un travailleur comme les autres**. L'élève n'est pas un travailleur « stabilisé » : son activité s'inscrit dans un processus de développement, marqué par une maturation physiologique, cognitive, émotionnelle et sociale en cours. Ses capacités attentionnelles, motrices et exécutives ne sont pas encore consolidées, ce qui modifie probablement les modalités mêmes de régulation et d'adaptation possibles. La finalité du travail de l'élève diffère de celle de l'adulte : il ne produit pas un bien ou un service, mais réalise une activité à visée d'apprentissage et de transformation de soi. Par ailleurs son pouvoir d'agir est plutôt régulateur que transformateur, il s'agit de « tenir » la situation, non de la transformer. Contrairement à l'adulte au travail qui dispose, dans la plupart des contextes, d'une marge de manœuvre pour organiser ses gestes, adapter ses rythmes, négocier les moyens ou redéfinir ses priorités, l'élève évolue dans un cadre hautement prescriptif, où les modes opératoires, les temps d'action, les postures, les outils et les objectifs sont largement définis par d'autres (enseignants, institution, programmes). L'école, en tant qu'organisation, constitue un milieu prescriptif très fort, où les marges de manœuvre sont faibles, la liberté de régulation limitée, et les formes de participation plutôt contraintes. Il occupe une position de dépendance à plusieurs niveaux : institutionnelle (mineur soumis à l'autorité éducative), organisationnelle (faible autonomie décisionnelle) et symbolique (activité orientée vers l'évaluation et la validation par autrui). Cette dépendance structure un rapport au travail marqué par une asymétrie de pouvoir, dans laquelle l'enfant ne peut ni choisir ni redéfinir les conditions de son activité. Alors que l'adulte peut (devrait) participer à la conception ou à la régulation collective du travail, l'élève subit le plus souvent les règles et doit s'y ajuster. L'alternance rapide

des cadres d'action chez les élèves (ici de 11 à 15 ans) produit une discontinuité attentionnelle rare dans le monde professionnel, où les prescriptions sont généralement plus stables et cohérentes. Elle constitue une source importante de charge cognitive et de fatigue, car elle mobilise en permanence des processus de régulation et d'adaptation. **En somme, là où le travailleur adulte agit dans un environnement où il peut, au moins partiellement, transformer sa situation de travail, l'élève agit dans un cadre subi, fragmenté et changeant, où les marges d'autonomie sont réduites et les ajustements principalement défensifs.**

Ces différences justifient la nécessité d'un cadre ergonomique spécifique à l'activité scolaire, intégrant les dimensions de dépendance, de variabilité des prescriptions et de développement de l'enfant. La notion de santé au travail doit être reformulée : il ne s'agit pas seulement de prévenir l'usure ou les TMS, mais d'assurer un développement soutenable du corps et de la cognition de l'enfant, en cohérence avec son âge et ses rythmes. Dans ce sens, l'analyse ergonomique de l'enfant requiert un déplacement épistémologique, articulant les cadres de l'ergonomie du travail avec ceux de la psychologie du développement et des sciences de l'éducation.

Croiser ces trois champs disciplinaires permettrait de renouveler en profondeur la compréhension du travail scolaire et d'élaborer un cadre conceptuel adapté à l'enfant en situation d'apprentissage. En plus des apports de l'ergonomie, la psychologie du développement apporterait la compréhension des capacités en construction des enfants qui sous-tendent les régulations (maturation motrice et posturale, développement des fonctions exécutives (attention, inhibition, flexibilité), régulation émotionnelle, construction du schéma corporel). Elle permettrait d'inscrire l'analyse ergonomique dans une temporalité évolutive, en intégrant la question de la croissance, de la plasticité et de la variabilité développementale. Les sciences de l'éducation apporteraient une lecture du cadre pédagogique et institutionnel dans lequel s'inscrit l'activité. Elles permettraient de comprendre les prescriptions didactiques, les logiques d'évaluation, les attentes implicites, ainsi que les cultures professionnelles des enseignants. Cette perspective aiderait à situer les observations ergonomiques dans un système éducatif plus large, en identifiant les marges d'action possibles pour transformer l'école (organisation du temps, gestion de la classe, dispositifs d'apprentissage actifs).

L'articulation de ces trois disciplines permettrait ainsi d'aborder la santé de l'élève comme la condition d'un développement soutenable, c'est-à-dire la possibilité de se construire dans un environnement qui respecte les rythmes, les capacités et les besoins du corps et de l'esprit en croissance. Cette approche intégrée favoriserait l'émergence d'un nouveau champ, celui d'une *ergonomie développementale du travail scolaire*, visant à concevoir des environnements d'apprentissage à la fois efficaces, soutenables et porteurs de santé.

4. Limites de la recherche

Les limites de cette recherche se situent à plusieurs niveaux.

L'approche par questionnaire constitue une méthode privilégiée pour obtenir une vision d'ensemble des douleurs lombaires chez les enfants scolarisés. Elle permet de recueillir rapidement des données sur un grand nombre d'élèves et de produire des indicateurs de prévalence utiles. Cependant, cette méthode présente un ensemble de limites méthodologiques, conceptuelles et contextuelles qu'il convient d'explicitier afin d'en circonscrire la portée et d'en justifier la complémentarité avec d'autres approches d'analyse. Les premières difficultés concernent la validité des réponses obtenues auprès d'une population d'enfants. Les enfants peuvent mal interpréter les termes relatifs à la fréquence ou à la durée de la douleur, confondre des douleurs passagères avec des douleurs récurrentes, ou encore répondre en fonction de ce qu'ils pensent être attendu d'eux. Ces biais de compréhension et de désirabilité sociale (Tourangeau et al., 2000) fragilisent la fiabilité des données recueillies. De plus, les questionnaires existants ont été conçus pour des populations adultes, comme le Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) et l'Oswestry Disability Index (ODI), dont les formulations et les échelles d'intensité peuvent être difficilement transposables à l'enfant. Même les versions adaptées aux jeunes publics (Vikat et al., 2000) posent la question de la validité conceptuelle des items, notamment en ce qui concerne la distinction entre douleur, gêne et inconfort. D'un point de vue pratique, la passation du questionnaire à l'école peut aussi avoir influencé les réponses : la présence d'un enseignant, la dynamique de classe, ou la crainte d'un jugement peuvent conduire certains élèves à minimiser ou au contraire à exagérer leurs douleurs. Le contexte de passation est un biais difficile à contrôler.

L'analyse de l'activité présente certaines limites, principalement liées au contexte d'instabilité ayant marqué la période de terrain. En effet, la situation de guerre à Beyrouth à la fin de l'année 2024 a empêché la phase d'observation systématique initialement prévue et n'a permis que la réalisation d'observations globales. Celles-ci, bien que riches d'enseignements, n'ont pas permis de déployer une démarche systématique d'observation et d'enregistrement de l'activité, nécessaire pour saisir la diversité et la récurrence des comportements dans la durée. Ces observations systématiques auraient permis de quantifier certains comportements (postures adoptées, durées d'assise, fréquences de changements de position, modes de port du cartable, etc.). Une telle approche aurait contribué à renforcer la validité empirique de l'analyse, en permettant d'aller au-delà du repérage qualitatif de situations typiques pour tendre vers une illustration objectivée des liens entre les contraintes scolaires, les stratégies de régulation et les manifestations corporelles observées chez les élèves.

Une autre limite ou plutôt difficulté de ce travail tient à la posture du chercheur et à la construction progressive de ses cadres de référence au cours de la recherche. L'entrée dans la recherche s'est faite avec un bagage conceptuel en ergonomie de l'activité restreint ; la prise de connaissance de la littérature et des méthodes correspondantes a nécessité du temps. Par ailleurs, les résultats de la recherche ont mis en évidence la nécessité de connaissances également concernant les processus développementaux propres à l'enfance et à l'adolescence (au-delà du développement rachidien) pour affiner la comparaison avec le travailleur adulte. Etant donné le délai de mise en évidence de ce besoin, aucune collaboration n'a pu se mettre en place. Cet apport de connaissances aurait pu aider à l'interprétation de certains comportements, par exemple, des difficultés à maintenir une posture assise prolongée ou à maintenir son attention, peuvent relever d'une maturation encore inachevée des fonctions motrices et exécutives. Sans cette clé de lecture, certains comportements ont d'abord été compris sous l'angle de la régulation, sans être recontextualisés à la lumière d'apports issus de la psychologie du développement.

5. Perspectives de recherche

Consolider la comparaison entre l'élève et travailleur adulte et construire des modèles adaptés supposent de développer des recherches pluri-niveaux, longitudinales et interdisciplinaires, articulant les approches de l'ergonomie, de la psychologie du développement et des sciences de

l'éducation. Il s'agit déjà de documenter finement l'activité scolaire réelle, à travers des observations en classe et dans les espaces connexes (domicile, transport, récréation). Ces recherches permettraient d'asseoir les contraintes physiques, cognitives, organisationnelles et sociales qui structurent les régulations mises en œuvre par les élèves, et les coûts associés. Ces études devraient également embarquer les niveaux n'ayant pas pu être traités ici, à savoir l'impact des politiques éducatives et des programmes scolaires par exemple. Les connaissances des sciences de l'éducation seraient d'une très grande aide ici. Mais aussi, le niveau d'analyse concernant l'environnement familial, les habitudes de vie, etc. Les études de Calvo-Munoz et al. (2013) et de Shehab & Al-Jarallah (2005) ont démontré que plusieurs facteurs tels que la durée du trajet domicile-école, les postures adoptées à domicile, ou encore la présence d'un bureau ou d'une chaise adaptée au domicile ont une incidence sur la santé de la colonne rachidienne. Les attitudes parentales (e.g. reconnaissance, encouragement, contrôle du temps passé devant l'écran) jouent un rôle protecteur ou aggravant. Il serait nécessaire d'explorer ces facteurs familiaux, absents de la présente recherche, pour une compréhension plus systémique. Dans un contexte développemental, il serait essentiel de conduire ces études en lien avec les connaissances de la psychologie du développement pour les raisons évoquées plus haut et de réaliser des études longitudinales afin de comprendre comment l'activité, les régulations et la santé évoluent avec l'âge et selon les maturations cognitives, physique et émotionnelle.

Annexe 1 Questionnaire



QUESTIONNAIRE



Merci de participer à cette enquête qui va permettre aux chercheurs de mieux comprendre les habitudes de ta vie quotidienne, l'existence et la localisation des douleurs de dos ainsi que leur impact sur les activités de tous les jours.

Ton aide nous est indispensable. Il ne s'agit pas d'un test. Toutes tes réponses sont confidentielles. Réponds honnêtement aux questions.

Ne coche qu'une réponse par question, à moins que les instructions ne te disent de faire autre chose.

Si tu ne comprends pas une question ou que tu ne veux pas répondre à une question, tu peux demander l'aide de ton professeur si tu es en classe ou de tes parents si tu as à la maison ou poursuivre à la prochaine question. Choisis la réponse la plus proche de ce que tu penses être vrai pour toi.

DONNEES SOCIODEMOGRAPHIQUES

1- Quelle est ton année de naissance ? _____

2- Quel est ton poids ? (Kg) _____

3- Quelle est ta taille ? (cm) _____

4- Tu es : ☐ une fille ☐ un garçon

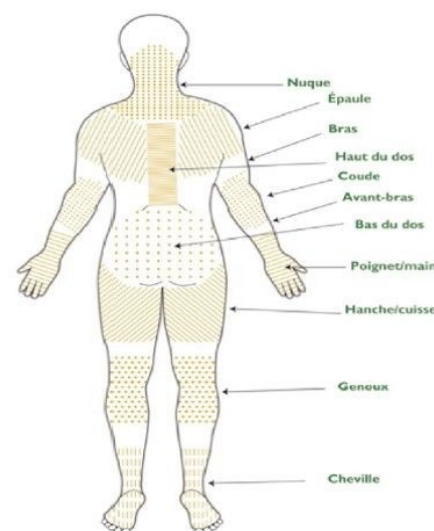
5- Tu es en classe de : ☐ EB6 (6°) ☐ EB7 (5°) ☐ EB8 (4°) ☐ EB9 (3°)

6- Nom de ton école : _____

7- As-tu déjà eu mal au dos ?

☐ Jamais ☐ Parfois ☐ Souvent ☐ Toujours

Si tu n'as jamais eu mal au dos, passe directement à la question 22



8- Quelle(s) est(sont) la(les) zone(s) généralement douloureuse(s) ?

☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐

Nuque
Haut du dos
Bas du dos
Epaule
Bras
Coude

☐
☐
☐
☐
☐
☐

Avant-bras
Poignet/Main
Hanche/Cuisse
Genou
Cheville

LES MAUX DU DOS

9- Pendant combien de jours as-tu souffert de mal de dos durant l'année dernière ?

☐ 0 jour☐ 1-7 jours☐ 8-30 jours☐ plus que 30 jours, mais pas chaque jour☐ chaque jour

10- Le mal du dos t'a-t-il amené à modifier tes activités (à l'école, à la maison, dans tes loisirs...) au cours des douze derniers mois ?

☐ oui☐ non

11- As-tu été examiné par un médecin, un physiothérapeute, un chiropraticien ou autre personne spécialiste pour le mal de dos, au cours des douze derniers mois ?

☐ oui☐ non

12- As-tu eu des problèmes de dos au cours de 7 derniers jours ?

☐ oui☐ non

LA CAPACITE FONCTIONNELLE

Veuillez répondre à **toutes les questions de cette partie**. Pour chaque question, coche **une seule réponse**, celle qui te décrit le mieux **actuellement**.

13- Intensité de la douleur

0 Je n'ai pas mal actuellement

1 La douleur est très légère actuellement

2 La douleur est modérée actuellement

3 La douleur est plutôt intense actuellement

4 La douleur est très intense actuellement

5 La douleur est la pire que l'on puisse imaginer actuellement

14- Soins personnels (se laver, s'habiller, ...etc)

- 0 Je peux prendre soin de moi normalement, sans augmenter la douleur
- 1 Je peux prendre soin de moi normalement, mais c'est très douloureux
- 2 Cela me fait mal de prendre soin de moi, et je le fais lentement et en faisant attention
- 3 J'ai besoin d'aide, mais dans l'ensemble je parviens à me débrouiller seul
- 4 J'ai besoin d'aide tous les jours pour la plupart de ces gestes quotidiens
- 5 Je ne m'habille pas, me lave avec difficulté et reste au lit

15- Manutention de charges

- 0 Je peux soulever des charges lourdes sans augmenter mon mal de dos
- 1 Je peux soulever des charges lourdes mais cela augmente ma douleur
- 2 La douleur m'empêche de soulever des charges lourdes à partir du sol mais j'y parviens si la charge est bien placée (par exemple sur une table)
- 3 La douleur m'empêche de soulever des charges lourdes mais je peux déplacer des charges légères ou de poids moyen si elles sont correctement placées
- 4 Je peux seulement soulever des objets très légers
- 5 Je ne peux soulever ni transporter quoi que ce soit

16- Marche à pied

- 0 La douleur ne limite absolument pas mes déplacements
- 1 La douleur m'empêche de marcher plus de 2 km
- 2 La douleur m'empêche de marcher plus de 1 km
- 3 La douleur m'empêche de marcher plus de 500 m
- 4 Je me déplace seulement avec une canne ou des béquilles
- 5 Je reste au lit la plupart du temps et je me traîne seulement jusqu'au WC

17- Position assise

- 0 Je peux rester assis sur un siège aussi longtemps que je veux
- 1 Je peux rester assis aussi longtemps que je veux mais seulement sur mon siège favori
- 2 La douleur m'empêche de rester assis plus d'une heure
- 3 La douleur m'empêche de rester assis plus d'une demi-heure
- 4 La douleur m'empêche de rester assis plus de 10 minutes
- 5 La douleur m'empêche de rester assis

18- Position debout

- 0 Je peux rester debout aussi longtemps que je veux sans augmenter la douleur
- 1 Je peux rester debout aussi longtemps que je veux mais cela augmente la douleur
- 2 La douleur m'empêche de rester debout plus d'une heure
- 3 La douleur m'empêche de rester debout plus d'1/2 heure
- 4 La douleur m'empêche de rester debout plus de 10 minutes
- 5 La douleur m'empêche de rester debout

19- Sommeil

- 0 Mon sommeil n'est jamais perturbé par la douleur
- 1 Mon sommeil est parfois perturbé par la douleur
- 2 A cause de la douleur, je dors moins de 6 heures
- 3 A cause de la douleur, je dors moins de 4 heures
- 4 A cause de la douleur, je dors moins de 2 heures
- 5 La douleur m'empêche complètement de dormir

20- Vie sociale (sport, cinéma, danse, souper entre amis)

- 0 Ma vie sociale est normale et n'a pas d'effet sur la douleur
- 1 Ma vie sociale est normale, mais elle augmente la douleur
- 2 La douleur n'a pas d'effet sur ma vie sociale, sauf pour des activités demandant plus d'énergie (sport par exemple)
- 3 La douleur a réduit ma vie sociale et je ne sors plus autant qu'auparavant
- 4 La douleur a limité ma vie sociale à ce qui se passe chez moi, à la maison
- 5 Je n'ai plus de vie sociale à cause du mal de dos

21- Déplacements (en voiture ou par les transports en commun)

- 0 Je peux me déplacer n'importe où sans effet sur mon mal de dos
- 1 Je peux me déplacer n'importe où, mais cela augmente la douleur
- 2 La douleur est pénible mais je supporte des trajets de plus de 2 heures
- 3 La douleur me limite à des trajets de moins d'une heure
- 4 La douleur me limite aux courts trajets indispensables, de moins de 30 minutes
- 5 La douleur m'empêche de me déplacer, sauf pour aller voir le docteur ou me rendre à l'hôpital

LES ACTIVITES DE LA VIE QUOTIDIENNE

Activités physiques / extrascolaires

22- As-tu une ou plusieurs activité(s) extrascolaire(s) (danse, théâtre, etc...)

☐ non

☐ oui :

Si tu as choisi de répondre par "non", passes à la question 25

23- Si oui, lesquelles :

- ☐ musique

- ☐ scout

- ☐ robotique

- ☐ danse

- ☐ autres : _____

24- Combien as-tu de séances d'entraînement(s) par semaine ?

☐ 1 à 2 jours par semaine

☐ 5 ou plus de jours par semaine

☐ 3 à 4 jours par semaine

☐ autre, précisez : _____

Télévision, ordinateur et jeux vidéo

25- Combien de temps au cours de la semaine restes-tu devant la télévision et ordinateur, jeux vidéo inclus ?

☐ entre 0 et 1 heure par jour

☐ entre 6 et 7 heures par jour

☐ entre 2 et 3 heures par jour

☐ entre 8 et 9 heures par jour

☐ entre 4 et 5 heures par jour

☐ 10 heures ou plus

Sac de l'école / Mobilier

26- Sur l'image ci-dessous, sélectionne l'image qui représente le sac que tu portes à l'école :



sac à dos avec 2
sangles
(a)

☐


sac à dos
avec 1 sangle
(b)

☐


sac à dos à
roulette
(c)

☐


sac
(d)

☐


Porte-
document
(e)

☐

Autres
(f)

☐

Si tu as choisi l'alternative (a) (sac à dos avec 2 sangles), passe à la question 27. Sinon, passe à la question 28

27- Comment portes-tu généralement ton sac à l'école ?



De manière
différente /
Je ne sais pas

(a)

☐

(b)

☐

(c)

☐

(d)

☐

(e)

☐

(f)

☐

28- Trouves-tu ton sac trop lourd ?

☐ oui

☐ non

☐ moyennement

29- Quand tu es en classe : ton mobilier scolaire est-il confortable ?

☐ oui

☐ non

☐ moyennement

30- Quand tu es en classe : le dossier de ta chaise te paraît adapté ?

☐ oui

☐ non

☐ moyennement

31- Quand tu es en classe : Penses-tu que ton bureau est à la bonne hauteur ?

☐ oui

☐ non

☐ moyennement

32- Quand tu es en classe : Penses-tu que ta chaise est à la bonne hauteur ?

☐ oui

☐ non

☐ moyennement

33- Quand tu es en classe : te sentes-tu bien assis lorsque tu écoutes ton professeur ?

☐ oui

☐ non

☐ moyennement

34- tes pieds touchent-ils le sol ?

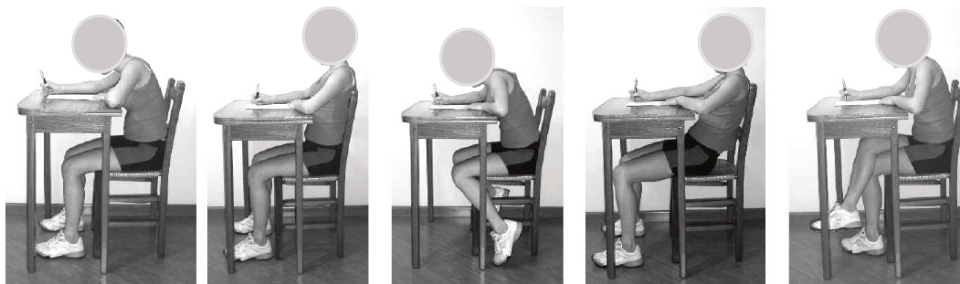
☐ oui, complètement

☐ oui, la pointe des pieds

☐ non

Station assise

35- Comment t'assoies-tu généralement à ton bureau lorsque tu écris à l'école ?



Je ne pouvais
pas identifier
parmi ceux-ci

(a)

☐

(b)

☐

(c)

☐

(d)

☐

(e)

☐

(f)

☐

36- Comment t'assoies-tu généralement sur une chaise ou un banc lorsque tu parles à tes amis ?



Je ne pouvais
pas identifier
parmi ceux-ci

(a)

☐

(b)

☐

(c)

☐

(d)

☐

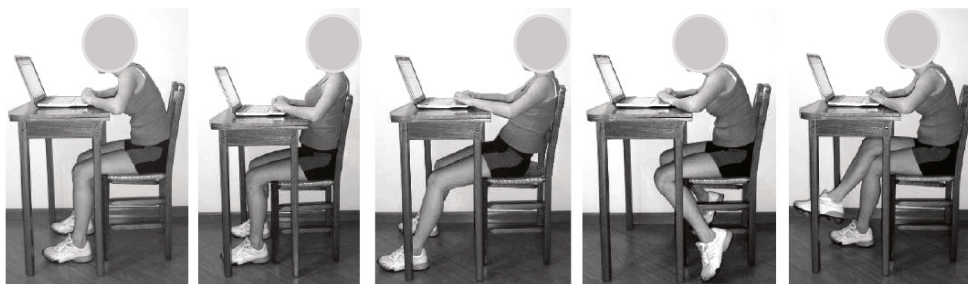
(e)

☐

(f)

☐

37- Comment t'assoies-tu généralement lorsque tu utilises ton ordinateur de bureau ou portable ?



Je ne pouvais
pas identifier
parmi ceux-ci

(a)

☐

(b)

☐

(c)

☐

(d)

☐

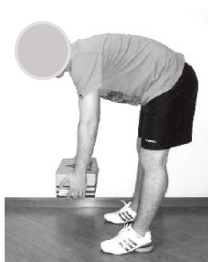
(e)

☐

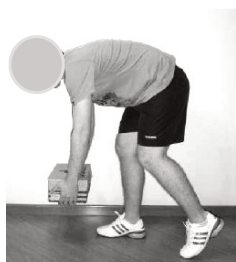
(f)

☐

38- Comment ramasses-tu généralement les objets des sols ?



(a)
☐



(b)
☐



(c)
☐



(d)
☐

Je ne pouvais
pas identifier
parmi ceux-ci

(e)
☐

Merci de ta participation

Annexe 2 Approbation de la proposition du formulaire de recherche



Destinataire : M. Gergi Antoun, candidat à l'obtention du diplôme de doctorat de l'université de Lille, France

De la part de : Comité d'Éthique de la Recherche de l'Université La Sagesse – Liban

Objet : Approbation de la proposition du formulaire de recherche

Date : le 5 décembre 2022

Le Comité d'Éthique de la Recherche de l'Université La Sagesse - Liban¹ a reçu les documents requis concernant la thèse de M. Antoun.

Les documents sont jugés satisfaisants et le candidat peut poursuivre ses études à condition d'utiliser le formulaire de consentement proposé par le comité. Cordialement.

P. Guy Sarkis

Président du CER

¹ Formé par Antoine Gédéon, doyen de la faculté d'ingénierie, de Diala Khoury, doyenne de la faculté de santé publique, et des professeurs Guy Sarkis, Youssef Abi Zeid, Céline Merheb, Étienne Harb et Camale Abi Chedid.

Annexe 3 Lettre informative et consentement écrit



Consentement

Enquête dans les écoles

La Rachialgie en milieu Scolaire à Beyrouth : approche épidémiologique et ergonomique

Chers Directeurs et responsables,

Les lombalgies peuvent apparaître durant la période de croissance des enfants avec un taux de prévalence très important pour les enfants de 10-16 ans. La question de la prévention précoce de ces lombalgies est une question primordiale de santé publique.

Ce travail de recherche vise une démarche de prévention focalisée sur l'environnement scolaire, tout en adoptant une démarche globale de compréhension et d'analyse intégrant l'ensemble des déterminants.

Certains travaux se sont intéressés aux effets des conditions du milieu scolaire sur les lombalgies chez les enfants. L'activité physique adaptée semble protéger les enfants des lombalgies, comme la pratique de certaines activités lors des récréations ou des activités sportives. L'inactivité à l'école ou la position assise prolongée sont très souvent citées comme des causes majeures de lombalgie. Le port du sac d'école et son poids peuvent encore avoir un impact sur les lombalgies des enfants. L'inadaptation du mobilier scolaire aux mesures anthropométriques des enfants serait également un facteur contributif.

Il existe plusieurs études sur les lombalgies chez les écoliers dans plusieurs pays, mais à notre connaissance il n'existe pas de telles études au Liban.

Ainsi, votre école a été sélectionnée pour participer à l'enquête sur les facteurs qui influencent ces lombalgies chez les enfants dans les écoles au Liban, à Beyrouth. Cette enquête, menée par l'Université de Lille avec l'approbation du comité d'éthique de l'Université La Sagesse au Liban, recueille et analyse les facteurs qui influencent ces lombalgies au Liban, à Beyrouth, avec pour objet à la fois les rapports au travail de l'élève, l'équipement et le matériel utilisés (bureau, sac à dos, ...), le milieu, mais aussi les conditions temporelles, les activités éducatives et sociales dans lesquelles les projets éducatifs se déroulent.

Renseignements généraux sur l'étude

- Ce questionnaire s'adresse aux élèves de 11 à 14 ans. Il a une durée de 6 à 10 minutes.
- Les élèves répondront au questionnaire en classe ou à la maison
- Il contient des questions sur les données sociodémographiques, les maux du dos et les activités de la vie quotidienne
- L'élève présentera son attestation de consentement éclairé à participer à cette enquête avant de remplir le questionnaire
- La même attestation de consentement éclairé devra être signée par les parents (ou représentants légaux) des élèves
- La participation à cette enquête ne comporte pas de risques connus ou anticipés
- Vous pouvez consulter le questionnaire sur le lien suivant :
<https://a58licxprwz.typeform.com/to/WRkP2YwE>

Confidentialité et respect de la vie privée

- Les renseignements saisis demeureront confidentiels
- Les données recueillies seront conservées pendant une durée indéterminée pour compléter l'enquête
- Le nom de l'élève n'est pas demandé dans le questionnaire, mais un code sera attribué à chaque participant. Ainsi, il est impossible de déterminer de qui proviennent les réponses
- Les élèves répondent aux questions individuellement
- Cette recherche a reçu une attestation du comité de l'éthique à l'Université La Sagesse au Liban

Contacts

Nous vous remercions d'avoir pris le temps de lire ces renseignements. Pour obtenir plus de détails vous pouvez communiquer avec M. Gergi ANTOUN, physiothérapeute, doctorant à l'Université de Lille en France sur le mail suivant : gergi.antoun.edu@univ-lille.fr

Veillez agréer nos plus sincères salutations.

Gergi ANTOUN

Université La Sagesse



Attestation de consentement éclairé

Je soussigné (e) _____ autorise à mon enfant / mon protégé _____ à participer à la recherche intitulée **La Rachialgie en milieu Scolaire à Beyrouth : approches épidémiologique et ergonomique** menée par Mr **Gergi ANTOUN**.

J'ai compris le but, la nature, les conditions, les risques ou inconvénients possibles et les bienfaits liés à ma participation. Je suis satisfait des explications, précisions et réponses que le chercheur m'a fourni, le cas échéant, quant à la participation de mon enfant. Je comprends toutefois que mon enfant est libre de se retirer à n'importe quel moment de la recherche et sans préjudice.

La participation : cocher la/les case(s) convenable(s) :

- ☐ Remplir un questionnaire
- ☐ Participer à une entrevue individuelle
- ☐ Participer à une entrevue de groupe
- ☐ Fournir des données personnelles/relevé de notes...
- ☐ J'accepte être contacté par d'autres chercheurs pour d'autres projets de recherche

Signature [du participant]

Date : _____

Signature [des parent ou tuteur si mineur ou majeur inapte]

Date : _____

J'ai expliqué le but, la nature, les conditions, les risques ou inconvénients possibles et les bienfaits liés à ma recherche. J'ai répondu au meilleur de ma connaissance aux questions posées et j'ai vérifié la compréhension du participant.

Signature du chercheur

Date :

Références

1. Achar, S., & Yamanaka, J. (2020). Back Pain in Children and Adolescents. *American Family Physician*, 102(1), 19–28.
2. Adams, M. A., Bogduk, N., Burton, K., & Dolan, P. (2012). *The Biomechanics of Back Pain—E-Book*. Elsevier Health Sciences.
3. Adeyemi, A. J., Rohani, J. M., & Abdul Rani, M. R. (2017). Backpack-back pain complexity and the need for multifactorial safe weight recommendation. *Applied Ergonomics*, 58, 573–582. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.04.009>
4. Akbar, F., AlBesharah, M., Al-Baghli, J., Bulbul, F., Mohammad, D., Qadoura, B., & Al-Taiar, A. (2019). Prevalence of low Back pain among adolescents in relation to the weight of school bags. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2398-2>
5. Alexander, L. A., Hancock, E., Agouris, I., Smith, F. W., & MacSween, A. (2007). The response of the nucleus pulposus of the lumbar intervertebral discs to functionally loaded positions. *Spine*, 32(14), 1508–1512. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318067dccb>
6. Anderson, J. A. (1977). Problems of classification of low-back pain. *Rheumatology and Rehabilitation*, 16(1), 34–36. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/16.1.34>
7. Anderson, L. (1989). Educational Approaches to Management of Low Back Pain. *Orthopaedic Nursing*, 8(1), 43.
8. Anyachukwu, C. C., Amarah, C. C., Atueyi, B. C., Anthony, I., Nweke, M., & Abaraogu, U. (2024). Effectiveness of Back care education Programme among school children: A systematic review of randomized controlled trials. *BMC Pediatrics*, 24(1), 95. <https://doi.org/10.1186/s12887-024-04563-y>
9. Aptel, M., & Cnockaert, J. C. (2002). Liens entre les troubles musculo-squelettiques du membre supérieur et le stress.. Spécial, n° 19. *Liens entre les troubles musculo-squelettiques du membre supérieur et le stress.. spécial, n° 19*. <https://portaildocumentaire.inrs.fr/Default/doc/SYRACUSE/41431/liens-entre-les-troubles-musculo-squelettiques-du-membre-superieur-et-le-stress-special-n-19>
10. Armstrong, T. J., Buckle, P., Fine, L. J., Hagberg, M., Jonsson, B., Kilbom, A., Kuorinka, I. A., Silverstein, B. A., Sjøgaard, G., & Viikari-Juntura, E. R. (1993). A conceptual model

- for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 19(2), 73–84. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1494>
11. Arnett, F. C., Edworthy, S. M., Bloch, D. A., McShane, D. J., Fries, J. F., Cooper, N. S., Healey, L. A., Kaplan, S. R., Liang, M. H., & Luthra, H. S. (1988). The American Rheumatism Association 1987 revised criteria for the classification of rheumatoid arthritis. *Arthritis and Rheumatism*, 31(3), 315–324. <https://doi.org/10.1002/art.1780310302>
 12. Arundell, L., Salmon, J., Koorts, H., Contardo Ayala, A. M., & Timperio, A. (2019). Exploring when and how adolescents sit: Cross-sectional analysis of activPAL-measured patterns of daily sitting time, bouts and breaks. *BMC Public Health*, 19, 653. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6960-5>
 13. Astfalck, R. G., O’Sullivan, P. B., Straker, L. M., & Smith, A. J. (2010a). A detailed characterisation of pain, disability, physical and psychological features of a small group of adolescents with non-specific chronic low back pain. *Manual Therapy*, 15(3), 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.math.2009.12.007>
 14. Astfalck, R. G., O’Sullivan, P. B., Straker, L. M., & Smith, A. J. (2010b). A detailed characterisation of pain, disability, physical and psychological features of a small group of adolescents with non-specific chronic low back pain. *Manual Therapy*, 15(3), 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.math.2009.12.007>
 15. Auvinen, J., Tammelin, T., Taimela, S., Zitting, P., & Karppinen, J. (2008). Associations of physical activity and inactivity with low back pain in adolescents. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(2), 188–194. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2007.00672.x>
 16. Balagué, F., Nordin, M., Skovron, M. L., Dutoit, G., Yee, A., & Waldburger, M. (1994). Non-specific low-back pain among schoolchildren: A field survey with analysis of some associated factors. *Journal of Spinal Disorders*, 7(5), 374–379.
 17. Balagué, F., Skovron, M.-L., Nordin, M., Dutoit, G., & Waldburger, M. (1995). Low back pain in schoolchildren: A study of familial and psychological factors. *Spine*, 20(11), 1265–1270. Scopus. <https://doi.org/10.1097/00007632-199506000-00012>
 18. Balagué, F., Troussier, B., & Salminen, J. J. (1999). Non-specific low back pain in children and adolescents: Risk factor. *Eur Spine J.*, 8(6), 428–438. <https://doi.org/10.1007/s005860050201>

19. Baranda, P. S. de, Rodríguez, P. L., Santonja, F., & Andújar, P. (2017). *La Columna Vertebral del Escolar*. Wanceulen Editorial.
20. Bejia, I., Abid, N., Ben Salem, K., Letaief, M., Younes, M., Touzi, M., & Bergaoui, N. (2005). Low back pain in a cohort of 622 Tunisian schoolchildren and adolescents: An epidemiological study. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 14(4), 331–336. <https://doi.org/10.1007/s00586-004-0785-2>
21. Berk, L. E. (2013). *Child Development (9th ed.)* (9th edition). Pearson Education. <https://www.abebooks.com/9780205149766/Child-Development-Berk-Laura-0205149766/plp>
22. Bernard, B. P. (1997, July). *Musculoskeletal disorders and workplace factors: A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back*. <https://stacks.cdc.gov>
23. Bettany-Saltikov, J., McSherry, R., van Schaik, P., Kandasamy, G., Hogg, J., Whittaker, V., Racero, G. A., & Arnell, T. (2019). PROTOCOL: School-based education programmes for improving knowledge of back health, ergonomics and postural behaviour of school children aged 4-18: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews*, 15(1–2), e1014. <https://doi.org/10.1002/cl2.1014>
24. Black, J. M., & Hoeft, F. (2015). Utilizing Biopsychosocial and Strengths-Based Approaches Within the Field of Child Health: What We Know and Where We Can Grow. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 2015(147), 13–20. <https://doi.org/10.1002/cad.20089>
25. Bogdanis, G. (2012). Effects of Physical Activity and Inactivity on Muscle Fatigue. *Frontiers in Physiology*, 3. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2012.00142>
26. Bornstein, M. H., & Bradley, R. (2014). Socioeconomic Status, Parenting, and Child Development. In *Socioeconomic Status, Parenting, and Child Development* (p. 287). <https://doi.org/10.4324/9781410607027>
27. Bourgeois, F., Lemarchand, C., & Hubault, F. (2000). *Troubles musculosquelettiques et travail: Quand la santé interroge l'organisation* (Éditions de l'Anact, p. 252 pages). <https://veille-travail.anact.fr/ark:/20179/KH3065730728742008541>

28. Bourgeois, P., Charlot, J., Derriennic, F., Lebrun, T., Leclerc, A., Meyer, J.-P., D'Houtaud, A., & PHELIP, X. (1995). *Rachialgies en milieu professionnel: Quelles voies de prévention?* (inserm ed.). expertise collective. <http://hdl.handle.net/10608/211>
29. Boutillier, B. (2023). *Anatomie humaine*. <https://www.anatomie-humaine.com/>
30. Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 371–399. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135233>
31. Brämswig, J., & Dübbers, A. (2009). Disorders of Pubertal Development. *Deutsches Ärzteblatt International*, 106(17), 295–304. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2009.0295>
32. Brangier, E., Vallery, G., & Lancry, A. (2021). *Ergonomie: 150 notions clés*. Dunod. <https://univ.scholarvox.com/book/88920715#>
33. Braun, J., Baraliakos, X., Regel, A., & Kiltz, U. (2014). Assessment of spinal pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 28(6), 875–887. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.04.031>
34. Bridger, R. (2017). *Introduction to Human Factors and Ergonomics* (4th ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351228442>
35. Bru, V., & Stoffel, J.-F. (2013). Plaidoyer pour une remise en cause du paradigme occidental de l'assis. *Kinésithérapie, La Revue*, 13(143), 12–15. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2013.05.004>
36. Brunet, C. (2005). *A propos de l'utilisation de mobilier ergonomique en école primaire: Intérêts et conditions de réussite d'un projet de prévention*.
37. Buchmann, W., Chassaing, K., Coutarel, F., Major, M. E., & Savescu, A. (2023). Prévenir les troubles musculosquelettiques ou concevoir le travail du futur ? Et si on tenait les deux ? *Références en santé au travail*, 178, 85–96.
38. Burton, Balagué, F., Cardon, G., Eriksen, H. R., Henrotin, Y., Lahad, A., & Beek, van der. (2006). *European guidelines for prevention in low back pain: November 2004. 15 (Suppl. 2)*, 136–168. <https://doi.org/DOI%252010.1007/s00586-006-1070-3>
39. Burton, K. A., Clarke, R. D., McClune, T. D., & Tillotson, M. K. (1996). The Natural History of Low Back Pain in Adolescents. *Spine*, 21(20), 2323–2328. <https://doi.org/10.1097/00007632-199610150-00004>

40. Cakmak, A., Yücel, B., Ozyalçın, S. N., Bayraktar, B., Ural, H. I., Duruöz, M. T., & Genç, A. (2004). The frequency and associated factors of low back pain among a younger population in Turkey. *Spine*, 29(14). <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000131432.72531.96>
41. Calderón-Garcidueñas, L., Torres-Jardón, R., Kulesza, R. J., Park, S.-B., & D'Angiulli, A. (2014). Air pollution and detrimental effects on children's brain. The need for a multidisciplinary approach to the issue complexity and challenges. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 613. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00613>
42. Calkins, S. D. (2015). *Handbook of Infant Biopsychosocial Development* (1st ed.). Guilford Press. <https://www.guilford.com/books/Handbook-of-Infant-Biopsychosocial-Development/Susan-Calkins/9781462522125>
43. Calvo-Muñoz, I., Gómez-Conesa, A., & Sánchez-Meca, J. (2013). Prevalence of low back pain in children and adolescents: A meta-analysis. *BMC Pediatrics*, 13(1), 14. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-13-14>
44. Calvo-Muñoz, I., Kovacs, F. M., Roqué, M., Gago Fernández, I., & Seco Calvo, J. (2018). Risk Factors for Low Back Pain in Childhood and Adolescence: A Systematic Review. *The Clinical Journal of Pain*, 34(5), 468. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000558>
45. Campbell, P., Wynne-Jones, G., & Dunn, K. M. (2011). The influence of informal social support on risk and prognosis in spinal pain: A systematic review. *European Journal of Pain*, 15(5), 444.e1-444.e14. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2010.09.011>
46. Caneiro, J. P., O'Sullivan, P., Burnett, A., Barach, A., O'Neil, D., Tveit, O., & Olafsdottir, K. (2010). The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity. *Manual Therapy*, 15(1), 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.math.2009.06.002>
47. Cardon, G., & Balagué, F. (2004). Low back pain prevention's effects in schoolchildren. What is the evidence? *European Spine Journal*, 13(8), 663–679. <https://doi.org/10.1007/s00586-004-0749-6>
48. Cardon GM, de Clercq DLR, Geldhof EJA, Verstraete S, & de Bourdeaudhuij IMM. (2007). Back education in elementary schoolchildren: The effects of adding a physical activity promotion program to a back care program. *Eur Spine J*, 16(1), 125–133. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-0095-y>

49. Caroly, S. (2011). Activité collective et réélaboration des règles comme ressources pour la santé psychique: Le cas de la police nationale. *Le travail humain*, 74(4), 365–389. <https://doi.org/10.3917/th.744.0365>
50. Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports (Washington, D.C.: 1974)*, 100(2), 126–131.
51. Castellucci, H. I., Arezes, P. M., Molenbroek, J. F. M., Bruin, R. de, & Viviani, C. (2017). The influence of school furniture on students' performance and physical responses: Results of a systematic review. *Ergonomics*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140139.2016.1170889>
52. Castellucci, H. I., Arezes, P. M., & Viviani, C. A. (2010). Mismatch between classroom furniture and anthropometric measures in Chilean schools. *Applied Ergonomics*, 41(4), 563–568. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2009.12.001>
53. Chambers, C. T., Dol, J., Tutelman, P. R., Langley, C. L., Parker, J. A., Cormier, B. T., Macfarlane, G. J., Jones, G. T., Chapman, D., Proudfoot, N., Grant, A., & Marianayagam, J. (2024). The prevalence of chronic pain in children and adolescents: A systematic review update and meta-analysis. *Pain*, 165(10), 2215–2234. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000003267>
54. Chawla, L. (2015). Benefits of Nature Contact for Children. *Journal of Planning Literature*, 30(4), 433–452. <https://doi.org/10.1177/0885412215595441>
55. Choi, J.-W., So, W.-Y., & Kim, K.-M. (2022). The Mediating Effects of Social Support on the Relationship between Uncertainty and Quality of Life among Patients with Chronic Low Back Pain: A Cross-Sectional Survey. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 10(9), 1805. <https://doi.org/10.3390/healthcare10091805>
56. Chou, R., & Huffman, L. H. (2007). Nonpharmacologic Therapies for Acute and Chronic Low Back Pain: A Review of the Evidence for an American Pain Society/American College of Physicians Clinical Practice Guideline. *Annals of Internal Medicine*, 147(7), 492–504. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-147-7-200710020-00007>
57. Chou, R., Qaseem, A., Owens, D. K., & Shekelle, P. (2011). Diagnostic Imaging for Low Back Pain: Advice for High-Value Health Care From the American College of Physicians.

- Annals of Internal Medicine*, 154(3), 181–189. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-154-3-201102010-00008>
58. Clot, Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. PUF.
59. CNOMK. (2019, September 2). *Le mal de dos chez l'enfant*. Ordre des masseurs-kinésithérapeutes. <https://www.ordremk.fr/actualites/patients/le-mal-de-dos-chez-lenfant/>
60. Cochran, W. G. (1963). *Sampling techniques. 2nd edition*. John Wiley & Sons.
61. Cooke, D. W., Divall, S. A., & Radovick, S. (2016). Chapter 24—Normal and Aberrant Growth in Children. In S. Melmed, K. S. Polonsky, P. R. Larsen, & H. M. Kronenberg (Eds.), *Williams Textbook of Endocrinology (Thirteenth Edition)* (pp. 964–1073). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-29738-7.00024-1>
62. Coutarel, F. (2004). *La prévention des troubles musculo-squelettiques en conception: Quelles marges de manœuvre pour le déploiement de l'activité ?* [Phdthesis, Université Victor Segalen - Bordeaux II]. <https://theses.hal.science/tel-00821248>
63. Coutarel, F., Aublet-Cuvelier, A., Caroly, S., Vézina, N., Roquelaure, Y., Cuny-Guerrier, A., Norval, M., & Compan, N. (2022). Marge de manœuvre et prévention des troubles musculo-squelettiques: Quelles perspectives ? *Le travail humain*, 85(1), 3–31. <https://doi.org/10.3917/th.851.0003>
64. Coutarel, F., & Daniellou, F. (2011). L'intervention ergonomique pour la prévention des troubles musculosquelettiques: Quels statuts pour l'expérience et la subjectivité des travailleurs ? *Travail et Apprentissages*, 7(1), 62–80. <https://doi.org/10.3917/ta.007.0062>
65. Coutarel, F., Daniellou, F., & Dugué, B. (2003). Interroger l'organisation du travail au regard des marges de manœuvre en conception et en fonctionnement. La rotation est-elle une solution aux TMS ? *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 5(2). <https://doi.org/10.4000/pistes.3328>
66. Daniellou, F. (2005). The French-speaking ergonomists' approach to work activity: Cross-influences of field intervention and conceptual models. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 6, 409–427. <https://doi.org/10.1080/14639220500078252>
67. Daniellou, F., & Béguin, P. (2004). Méthodologie de l'action ergonomique: Approches du travail réel. In *Ergonomie* (pp. 333–358). Presses Universitaires de France. <https://doi.org/10.3917/puf.falzo.2004.01.0333>

68. Daniellou, F., Dejours, C., Hubault, F., Schwartz, Y., & Wisner, A. (1996). *L'ergonomie en quête de ses principes. Débats épistémologiques* (Octarès Editions, p. 242 pages). <https://veille-travail.anact.fr/ark:/20179/KH3683014390917988678>
69. Das, B. (2021). Assessment of ergonomic exposure, work-related occupational injuries, and prevention: Child work in the brickfield industry in India. *Toxicology and Industrial Health*, 37(8), 481–495. <https://doi.org/10.1177/07482337211025366>
70. Davis, P. J. C., & Williams, H. J. (2008). The investigation and management of back pain in children. *Archives of Disease in Childhood. Education and Practice Edition*, 93(3), 73–83. <https://doi.org/10.1136/adc.2006.115535>
71. De Carvalho, D. E., Soave, D., Ross, K., & Callaghan, J. P. (2010). Lumbar spine and pelvic posture between standing and sitting: A radiologic investigation including reliability and repeatability of the lumbar lordosis measure. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 33(1), 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2009.11.008>
72. De Montmollin, M. (1997). *Vocabulaire de l'ergonomie*. Octares.
73. Deere, K., Sayers, A., Rittweger, J., & Tobias, J. H. (2012). Habitual levels of high, but not moderate or low, impact activity are positively related to hip BMD and geometry: Results from a population-based study of adolescents. *Journal of Bone and Mineral Research: The Official Journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, 27(9), 1887–1895. <https://doi.org/10.1002/jbmr.1631>
74. Dejours, C. (2007). 3. Psychanalyse et psychodynamique du travail: Ambiguïtés de la reconnaissance. In *La quête de reconnaissance* (pp. 58–70). La Découverte. <https://doi.org/10.3917/dec.caill.2007.01.0058>
75. Dejours, C. (2009). *Souffrance en France: La banalisation de l'injustice sociale*. Points.
76. Demoulin, C., Marty, M., Genevay, S., Vanderthommen, M., Mahieu, G., & Henrotin, Y. (2012). Effectiveness of preventive back educational interventions for low back pain: A critical review of randomized controlled clinical trials. *European Spine Journal : Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 21(12), 2520–2530. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2445-2>

77. Descatha., A., Roquelaure, Y., Aublet-Cuvelier, A., Ha, C., Touranchet, A., & Leclerc, A. (2007). *Le questionnaire de type "nordique". Intérêt dans la surveillance des pathologies d'hypersollicitation du membre supérieur—Article de revue—INRS. 112, 9.*
78. Devolvé, N. (2010). *Stop à l'échec scolaire* (1re Edition). De Boeck Université.
79. Devolvé, N. (2016). *L'ergonomie peut-elle être au service du monde scolaire ?* 249–258. <https://sciencesconf.org/self2016>
80. Devolvé, N., & Margot, A. (2001). Le travail de l'enseignant, du point de vue de l'ergonomie. *Psychologie & Éducation*, 44, 43–54.
81. Deyo, R. A., & Weinstein, J. N. (2001). Low Back Pain. *New England Journal of Medicine*, 344(5), 363–370. <https://doi.org/10.1056/NEJM200102013440508>
82. Dianat, I., Javadivala, Z., Asghari-Jafarabadi, M., Asl Hashemi, A., & Haslegrave, C. M. (2013). The use of schoolbags and musculoskeletal symptoms among primary school children: Are the recommended weight limits adequate? *Ergonomics*, 56(1), 79–89. <https://doi.org/10.1080/00140139.2012.729612>
83. Dianat, I., Karimi, M. A., Asl Hashemi, A., & Bahrapour, S. (2013). Classroom furniture and anthropometric characteristics of Iranian high school students: Proposed dimensions based on anthropometric data. *Applied Ergonomics*, 44(1), 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.05.004>
84. Dimeglio, A., & Canavese, F. (2020). The immature spine: Growth and idiopathic scoliosis. *Annals of Translational Medicine*, 8(2), 22. <https://doi.org/10.21037/atm.2019.11.134>
85. Documents ressources. (2019, August 27). *The Daily Mile France*. <https://www.thedailymile.fr/documents-ressources/>
86. Drzał-Grabiec, J., Snela, S., & Truszczyńska, A. (2016). The development of anterior-posterior spinal curvature in children aged 7–12 years. *Biomedical Human Kinetics*, 8(1), 72–82. <https://doi.org/10.1515/bhk-2016-0011>
87. Dul, J., & Weerdmeester, B. (2008). *Ergonomics for Beginners: A Quick Reference Guide, Third Edition* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420077520>
88. Edwards, R. R., Dworkin, R. H., Sullivan, M. D., Turk, D. C., & Wasan, A. D. (2016). The Role of Psychosocial Processes in the Development and Maintenance of Chronic Pain. *The Journal of Pain*, 17(9), T70–T92. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2016.01.001>

89. Endo, K., Suzuki, H., Nishimura, H., Tanaka, H., Shishido, T., & Yamamoto, K. (2012). Sagittal lumbar and pelvic alignment in the standing and sitting positions. *Journal of Orthopaedic Science: Official Journal of the Japanese Orthopaedic Association*, 17(6), 682–686. <https://doi.org/10.1007/s00776-012-0281-1>
90. Engel, G. L. (1977). The Need for a New Medical Model: A Challenge for Biomedicine. *Science*, 196(4286), 129–136. <https://doi.org/10.1126/science.847460>
91. EPDC. (2018). National education profile 2018 update: Lebanon. *Education Policy and Data Center* (EPDC). https://www.epdc.org/sites/default/files/documents/EPDC_NEP_2018_Lebanon.pdf
92. Esnault, M., & Viel, E. (1999). *Bois-Larris*. Editions Masson.
93. Etra, J., Sklarevich, V., Beilina, L., Anoufrieu, G., Kalnin, I., Sko, S., & Kotovs, V. (2015). *The influence of body and head position on the extreme changes in the muscular strength in extremities*.
94. Evans, A. M., & Scutter, S. D. (2004). Prevalence of “growing pains” in young children. *The Journal of Pediatrics*, 145(2), 255–258. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2004.04.045>
95. Evans, G. W. (2004). The Environment of Childhood Poverty. *American Psychologist*, 59(2), 77–92. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.2.77>
96. Evans, G. W., & Kantrowitz, E. (2002). Socioeconomic Status and Health: The Potential Role of Environmental Risk Exposure. *Annual Review of Public Health*, 23(Volume 23, 2002), 303–331. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.23.112001.112349>
97. Falzon, P. (Ed.). (2013a). *Ergonomie constructive*. Presses Universitaires de France (PUF). <https://shs.cairn.info/ergonomie-constructive--9782130607489>
98. Falzon, P. (2013b). Introduction à la discipline. In *Ergonomie* (pp. 15–35). Presses Universitaires de France. <https://doi.org/10.3917/puf.falzo.2004.01.0015>
99. Fardy, P. S., Azzollini, A., Magel, J. R., White, R. E., Schmitz, M. K., Agin, D., Clark, L. T., Bayne-Smith, M., Kohn, S., & Tekverk, L. (2000). Gender and ethnic differences in health behaviors and risk factors for coronary disease among urban teenagers: The PATH program. *The Journal of Gender-Specific Medicine: JGSM: The Official Journal of the Partnership for Women's Health at Columbia*, 3(2), 59–68.

100. Farin, E. (2015). The reciprocal effect of pain catastrophizing and satisfaction with participation in the multidisciplinary treatment of patients with chronic back pain. *Health and Quality of Life Outcomes*, 13, 163. <https://doi.org/10.1186/s12955-015-0359-5>
101. Fassa, A. G., Facchini, L. A., Dall'Agnol, M. M., & Christiani, D. C. (2005). Child labor and musculoskeletal disorders: The Pelotas (Brazil) epidemiological survey. *Public Health Reports (Washington, D.C.: 1974)*, 120(6), 665–673. <https://doi.org/10.1177/003335490512000615>
102. Feldman, D. S., Straight, J. J., Badra, M. I., Mohaideen, A., & Madan, S. S. (2006). Evaluation of an algorithmic approach to pediatric back pain. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 26(3), 353–357. <https://doi.org/10.1097/01.bpo.0000214928.25809.f9>
103. Fidelis, O. P., & Ogunlade, B. (2022). Anthropometric perspective to classroom furniture ergonomics and the need for standards in Nigerian schools. *Work (Reading, Mass.)*, 72(1), 279–289. <https://doi.org/10.3233/WOR-205317>
104. Finley, G. A., Kristjánsdóttir, O., & Forgeron, P. A. (2009). Cultural influences on the assessment of children's pain. *Pain Research & Management*, 14(1), 33–37. <https://doi.org/10.1155/2009/763031>
105. Foltran, F. A., Moreira, R. F. C., Komatsu, M. O., Falconi, M. F., & Sato, T. O. (2012). Effects of an educational back care program on Brazilian schoolchildren's knowledge regarding back pain prevention. *Revista Brasileira De Fisioterapia (Sao Carlos (Sao Paulo, Brazil))*, 16(2), 128–133. <https://doi.org/10.1590/s1413-35552012005000023>
106. Forjuoh, S. N., Lane, B. L., & Schuchmann, J. A. (2003). Percentage of body weight carried by students in their school backpacks. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 82(4), 261–266. <https://doi.org/10.1097/01.PHM.0000057227.35210.50>
107. Fouad, A. M., Amer, S. A. A. M., Abdellatif, Y. O., & Elotla, S. F. (2022). Work-related injuries among 5 – 17 years-old working children in Egypt: Findings from a national child labor survey. *BMC Public Health*, 22(1), 1303. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13689-6>
108. França, E. F., Macedo, M. M., Mafra, F. F. P., Miyake, G. M., da Silva, R. T., de França, T. R., Dos Santos, T. R., Junior, J. P. da S., Matsudo, V. K. R., Junior, N. M., Valentina, E. N. D., Nascimento, F. D., & Martins, R. Á. B. L. (2020). Back pain in

- elementary schoolchildren is related to screen habits. *AIMS Public Health*, 7(3), 562–573. <https://doi.org/10.3934/publichealth.2020045>
109. Fritz, J. M., & Clifford, S. N. (2010). Low Back Pain in Adolescents: A Comparison of Clinical Outcomes in Sports Participants and Nonparticipants. *Journal of Athletic Training*, 45(1), 61–66. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.1.61>
 110. Frosch, M., Mauritz, M. D., Bielack, S., Blödt, S., Dirksen, U., Dobe, M., Geiger, F., Häfner, R., Höfel, L., Hübner-Möhler, B., von Kalle, T., Lawrenz, B., Leutner, A., Mecher, F., Mladenov, K., Norda, H., Stahlschmidt, L., Steinborn, M., Stücker, R., ... Zernikow, B. (2022). Etiology, Risk Factors, and Diagnosis of Back Pain in Children and Adolescents: Evidence- and Consensus-Based Interdisciplinary Recommendations. *Children*, 9(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/children9020192>
 111. Gaillard, I. (2009). Analyse de l'activité. In L. Seuil (Ed.), *Dictionnaire des risques psychosociaux* (pp. 43–45). <https://hal.science/hal-01576759>
 112. García-Hermoso, A., Ramírez-Campillo, R., & Izquierdo, M. (2019). Is Muscular Fitness Associated with Future Health Benefits in Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal Studies. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(7), 1079–1094. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01098-6>
 113. Garrick, T., Ostrov, E., & Offer, D. (1988). Physical Symptoms and Self-Image in a Group of Normal Adolescents. *Psychosomatics*, 29(1), 73–80. [https://doi.org/10.1016/S0033-3182\(88\)72424-X](https://doi.org/10.1016/S0033-3182(88)72424-X)
 114. Geldhof, E., Cardon, G., De Bourdeaudhuij, I., Danneels, L., Coorevits, P., Vanderstraeten, G., & De Clercq, D. (2007). Effects of back posture education on elementary schoolchildren's back function. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 16(6), 829–839. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-0199-4>
 115. Geldhof, E., Cardon, G., De Bourdeaudhuij, I., & De Clercq, D. (2007). Back posture education in elementary schoolchildren: A 2-year follow-up study. *European Spine Journal*, 16(6), 841–850. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-0227-4>
 116. Gerber, A. J., Peterson, B. S., Giedd, J. N., Lalonde, F. M., Celano, M. J., White, S. L., Wallace, G. L., Lee, N. R., & Lenroot, R. K. (2009). Anatomical Brain Magnetic

- Resonance Imaging of Typically Developing Children and Adolescents. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 48(5), 465–470. <https://doi.org/10.1097/CHI.0b013e31819f2715>
117. Gesell, A., & Ilg, F. L. (1961). *Le jeune enfant dans la civilisation moderne* (Presses Universitaires de France Bibliothèque scientifique internationale Broché). broché. <https://www.puf.com/le-jeune-enfant-dans-la-civilisation-moderne>
118. Gollac, M., Volkoff, S., & Wolff, L. (2000). *Les conditions de travail* (3rd ed.). La Découverte.
119. Golriz, S., Hebert, J., Foreman, K., & Walker, B. (2017). The effect of shoulder strap width and load placement on shoulder-backpack interface pressure. *Work*, 58, 455–461. <https://doi.org/10.3233/WOR-172651>
120. Goodrich, A. (2024, September 5). Strategies to Prevent and Treat Lower Back Pain. *CORA Physical Therapy*. <https://coraphysicaltherapy.com/strategies-to-prevent-and-treat-lower-back-pain/>
121. Goulard, L. (2023). *La mise en place du programme d'échauffement spécifique FIFA 11+ permet-elle l'amélioration des performances fonctionnelles chez le jeune footballeur amateur ?* [Mémoire UE28]. Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation.
122. Graber, E. G. (2023, March). Développement de l'adolescent. *Édition professionnelle du Manuel MSD*. <https://www.msdmanuals.com/fr/professional/p%C3%A9diatrie/croissance-et-d%C3%A9veloppement/d%C3%A9veloppement-de-adolescent>
123. Grandjean, P., & Landrigan, P. J. (2014). Neurobehavioural effects of developmental toxicity. *The Lancet Neurology*, 13(3), 330–338. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(13\)70278-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70278-3)
124. Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., & Kerguelen, A. (2007). *Comprendre le travail pour le transformer: La pratique de l'ergonomie*. Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail.
125. Guerin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., & Kerguelen, A. (2007). *Comprendre le travail pour le transformer. La pratique de l'ergonomie (3e éd.)* (3rd ed.,

- p. 233 pages). Éditions de l'Anact. <https://veille-travail.anact.fr/osiros/result/notice.php?queryosiros=id:42703&referer=home>
126. Gunzburg, R., Balagué, F., Nordin, M., Szpalski, M., Duyck, D., Bull, D., & Mélot, C. (1999). Low back pain in a population of school children. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 8(6), 439–443. <https://doi.org/10.1007/s005860050202>
 127. Gustafsson, M.-L., Laaksonen, C., Aromaa, M., Löyttyniemi, E., & Salanterä, S. (2018). The prevalence of neck-shoulder pain, back pain and psychological symptoms in association with daytime sleepiness – a prospective follow-up study of school children aged 10 to 15. *Scandinavian Journal of Pain*, 18(3), 389–397. <https://doi.org/10.1515/sjpain-2017-0166>
 128. Habib, R. R., Ziadee, M., Younes, E. A., Harastani, H., Hamdar, L., Jawad, M., & Asmar, K. E. (2019). Displacement, deprivation and hard work among Syrian refugee children in Lebanon. *BMJ Global Health*, 4(1). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2018-001122>
 129. Hafezi, R., Mirmohammadi, S., Mehrparvar, A., Akbari, H., & Akbari, H. (2010). An Analysis of Anthropometric Data on Iranian Primary School Children. *Iranian Journal of Public Health*, 39(4), 78–86.
 130. Hagberg, M., Silverstein, B., Wells, R., Smith, M. J., Hendrick, H. W., Carayon, P., & Perusse, M. (1997). *Work Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs): A Reference Book for Prevention* (I. Kuorinka & L. Forcier, Eds.). Taylor & Francis.
 131. Hakala, P. T., Rimpelä, A. H., Saarni, L. A., & Salminen, J. J. (2006). Frequent computer-related activities increase the risk of neck-shoulder and low back pain in adolescents. *European Journal of Public Health*, 16(5), 536–541. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckl025>
 132. Halfon, N., & Forrest, C. B. (2018). The Emerging Theoretical Framework of Life Course Health Development. In N. Halfon, C. B. Forrest, R. M. Lerner, & E. M. Faustman (Eds.), *Handbook of Life Course Health Development*. Springer. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK543722/>

133. Hamimi, R. (2008). Inadaptation du mobilier scolaire et port du cartable. *Kinésithérapie, La Revue*, 8(77), 12–15. [https://doi.org/10.1016/S1779-0123\(08\)70561-8](https://doi.org/10.1016/S1779-0123(08)70561-8)
134. Harreby, M., Hesselsoe, G., Kjer, J., & Neergaard, K. (1997). Low back pain and physical exercise in leisure time in 38-year-old men and women: A 25-year prospective cohort study of 640 school children. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 6(3), 181–186. <https://doi.org/10.1007/BF01301433>
135. HAS. (2019). *Fiche mémo—Prise en charge du patient présentant une lombalgie commune* (p. 8). Has.
136. Hasler, C. C. (2013). Back pain during growth. *Swiss Medical Weekly*, 143(0102), w13714--w13714.
137. Haus, B. M., & Micheli, L. J. (2012). Back Pain in the Pediatric and Adolescent Athlete. *Clinics in Sports Medicine*, 31(3), 423–440. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2012.03.011>
138. Helander, M. (2005). *A Guide to Human Factors and Ergonomics* (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b12385>
139. Helsinki. (1964). Déclaration d'Helsinki de l'AMM – Principes éthiques applicables à la recherche médicale impliquant des êtres humains. *World Medical Journal*. <https://www.wma.net/fr/policies-post/declaration-dhelsinki-de-lamm-principes-ethiques-applicables-a-la-recherche-medicale-impliquant-des-etres-humains/>
140. Heneweer, H., Staes, F., Aufdemkampe, G., van Rijn, M., & Vanhees, L. (2011). Physical activity and low back pain: A systematic review of recent literature. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 20(6), 826–845. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1680-7>
141. Heneweer, H., Vanhees, L., & Picavet, H. S. J. (2009). Physical activity and low back pain: A U-shaped relation? *Pain*, 143(1–2), 21–25. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.12.033>
142. Henschke, N., Maher, C. G., Ostelo, R. W. J. G., de Vet, H. C. W., Macaskill, P., & Irwig, L. (2013). Red flags to screen for malignancy in patients with low-back pain. *The*

- Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2, CD008686.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD008686.pub2>
143. Hestbaek, L., & Stochkendahl, M. J. (2010). The evidence base for chiropractic treatment of musculoskeletal conditions in children and adolescents: The emperor's new suit? *Chiropractic and Osteopathy*, 18. <https://doi.org/10.1186/1746-1340-18-15>
 144. Hong, Y., Fong, D. T.-P., & Li, J. X. (2011). The effect of school bag design and load on spinal posture during stair use by children. *Ergonomics*, 54(12), 1207–1213. <https://doi.org/10.1080/00140139.2011.615415>
 145. Houghton, K. M. (2010). Review for the generalist: Evaluation of low back pain in children and adolescents. *Pediatric Rheumatology Online Journal*, 8, 28. <https://doi.org/10.1186/1546-0096-8-28>
 146. Hubaut, R. (2020). *Les outils d'évaluation du risque de TMS: Caractéristiques, cas d'usage et perspectives de développement* [Phdthesis, Université Grenoble Alpes [2020-....]]. <https://theses.hal.science/tel-03193924>
 147. IEA. (2000). *Definition of ergonomics/human factors*. <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>
 148. Illeez, O. G., Akpinar, P., Bahadir Ulger, F. E., Ozkan, F. U., & Aktas, I. (2020). Low back pain in children and adolescents: Real life experience of 106 patients. *Northern Clinics of Istanbul*, 7(6), 603–608. <https://doi.org/10.14744/nci.2020.93824>
 149. INRS. (2021). *Troubles musculosquelettiques (TMS)*. <https://www.inrs.fr/risques/tms-troubles-musculosquelettiques/ce-qu-il-faut-retenir.html>
 150. ITMP. (2017, August 30). *Prévention en milieu scolaire par les kinés: Mtondos | Institut de Thérapie Manuelle et de Physiothérapie*. <https://www.itmp.fr/formations/mtondos-ecole/>
 151. Izzo, R., Popolizio, T., D'Aprile, P., & Muto, M. (2015). Spinal pain. *European Journal of Radiology*, 84(5), 746–756. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.01.018>
 152. Jayaratne, K. (2012). Ergonomic considerations in school environments—The need for widening the scope. *Work (Reading, Mass.)*, 41 Suppl 1, 5543–5546. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0877-5543>

153. Jeffries, L. J., Milanese, S. F., & Grimmer-Somers, K. A. (2007). Epidemiology of adolescent spinal pain: A systematic overview of the research literature. *Spine*, 32(23), 2630–2637. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318158d70b>
154. Jones, G. T., & Macfarlane, G. J. (2005). Epidemiology of low back pain in children and adolescents. *Archives of Disease in Childhood*, 90(3), 312–316. <https://doi.org/10.1136/adc.2004.056812>
155. Jones, G. T., Watson, K. D., Silman, A. J., Symmons, D. P. M., & Macfarlane, G. J. (2003). Predictors of Low Back Pain in British Schoolchildren: A Population-Based Prospective Cohort Study. *Pediatrics*, 111(4), 822–828. <https://doi.org/10.1542/peds.111.4.822>
156. Jordá Llona, M., Pérez Bocanegra, E., García-Mifsud, M., Jimeno Bernad, R., Ortiz Hernández, R., & Castells Ayuso, P. (2014). Back school: A simple way to improve pain and postural behaviour. *Anales de Pediatría (English Edition)*, 81(2), 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.anpede.2013.11.001>
157. Karwowski, W. (2006). The International Ergonomics Association (IEA). In *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors-3 Volume Set* (pp. 170–173). CRC Press.
158. Kędra, A., Plandowska, M., Kędra, P., & Czaprowski, D. (2021). Physical activity and low back pain in children and adolescents: A systematic review. *European Spine Journal*, 30(4), 946–956. <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06575-5>
159. Khadikar, V., Khadilkar, A. V., Lohiya, N. N., & Karguppikar, M. B. (2021). Extended growth charts for Indian children. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 34(3), 357–362. <https://doi.org/10.1515/jpem-2020-0573>
160. Koes, B. W., van Tulder, M. W., & Thomas, S. (2006). Diagnosis and treatment of low back pain. *BMJ : British Medical Journal*, 332(7555), 1430–1434.
161. Kordi, R., & Rostami, M. (2011). Low Back Pain in Children and Adolescents: An Algorithmic Clinical Approach. *Iranian Journal of Pediatrics*, 21(3), 259–270.
162. Kordi, R., Rostami, M., Noormohammadpour, P., & Mansournia, M. A. (2011). The effect of food consumption on the thickness of abdominal muscles, employing ultrasound measurements. *European Spine Journal*, 20(8), 1312–1317. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1708-7>

163. Koroivessis, P., Koureas, G., & Papazisis, Z. (2004). Correlation Between Backpack Weight and Way of Carrying, Sagittal and Frontal Spinal Curvatures, Athletic Activity, and Dorsal and Low Back Pain in Schoolchildren and Adolescents. *Clinical Spine Surgery*, 17(1), 33.
164. Kovacs, F. M., Gestoso, M., Gil del Real, M. T., López, J., Mufraggi, N., & Ignacio Méndez, J. (2003). Risk factors for non-specific low back pain in schoolchildren and their parents: A population based study. *Pain*, 103(3), 259–268. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(02\)00454-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(02)00454-2)
165. Kristjansdottir, G., & Rhee, H. (2002). Risk factors of back pain frequency in schoolchildren: A search for explanations to a public health problem. *Acta Paediatrica*, 91(7), 849–854. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2002.tb03339.x>
166. Kujala, U. M., Salminen, J. J., Taimela, S., Oksanen, A., & Jaakkola, L. (1992). Subject characteristics and low back pain in young athletes and nonathletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(6), 627–632.
167. Kujala, U. M., Taimela, S., Erkintalo, M., Salminen, J. J., & Kaprio, J. (1996). Low-back pain in adolescent athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(2), 165–170. <https://doi.org/10.1097/00005768-199602000-00002>
168. Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., & Vinterberg, H. (1994). Analyse des problèmes de l'appareil locomoteur: Questionnaire scandinave. In G. Abadia, F. Haas, M. Le Guay, & A. Leprince, *Spécial manutentions manuelles et mécaniques. Astreinte physique et manutention manuelle. Dossier médico-technique TC 49*. (Abadia G, Haas F, Le Guay M, Leprince A; Vol. 58, pp. 167–170, 105–214). Docmédtrav.
169. Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), 233–237. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-X](https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-X)
170. Lamb, M., & Brenner, J. S. (2020). Back Pain in Children and Adolescents. *Pediatrics In Review*, 41(11), 557–569. <https://doi.org/10.1542/pir.2019-0051>
171. Lambert, G., Pascal, R., & UNESCO (Eds.). (1983). *Ergonomie scolaire et éducative: Bibliographie annotée = Ergonomics in school and within the educational*

- system: annotated bibliography*. Unesco, Division des structures, contenus, méthodes et techniques d'éducation. <https://digitallibrary.un.org/record/710>
172. Lancry, A. (2016). Chapitre V - L'ergonomie là ou l'on ne l'attendait pas. In *L'ergonomie* (Vol. 2e, pp. 84–96). Presses Universitaires de France. <https://www.cairn.info/l-ergonomie--9782130749882-p-84.htm>
173. Lancry-Hoestlandt, A. (1994). Ergonomie scolaire. *EM-Consulte*. <https://www.em-consulte.com/es/article/12095/ergonomie-scolaire>
174. Lancry-Hoestlandt, A. (2013). À propos d'ergonomie scolaire. In A. Drouin (Ed.), *Travail, conception, santé* (pp. 381–389). Octarès.
175. Lanphear, B. P., Hornung, R., Khoury, J., Yolton, K., Baghurst, P., Bellinger, D. C., Canfield, R. L., Dietrich, K. N., Bornschein, R., Greene, T., Rothenberg, S. J., Needleman, H. L., Schnaas, L., Wasserman, G., Graziano, J., & Roberts, R. (2005). Low-Level Environmental Lead Exposure and Children's Intellectual Function: An International Pooled Analysis. *Environmental Health Perspectives*, 113(7), 894–899. <https://doi.org/10.1289/ehp.7688>
176. Laville, A., & Hoc, J.-M. (1998). [Review of *L'ergonomie en quête de ses principes*, by F. Daniellou]. *Le Travail Humain*, 61(1), 95–96.
177. Lazary A, Szövérfi Z, Szita J, Somhegyi A, Kümin M, & Varga PP. (2014). Primary prevention of disc degeneration-related symptoms. *Eur Spine J*, 23(3), 385–393. <https://doi.org/10.1007/s00586-013-3069-x>
178. Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail: Contribution à la psychologie ergonomique*. Presses Universitaires de France - PUF.
179. Leplat, J. (2002). De l'étude de cas à l'analyse de l'activité. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 4–2, Article 4–2. <https://doi.org/10.4000/pistes.3658>
180. Leplat, J. (2004). L'analyse psychologique du travail. *European Review of Applied Psychology*, 54(2), 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2003.12.006>
181. Leplat, J. (2006). La notion de régulation dans l'analyse de l'activité. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 8(1), Article 8–1. <https://doi.org/10.4000/pistes.3101>

182. Leplat, J., & Hoc, J.-M. (1983). *Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations*. 3(1), 49–63.
183. Leung, G. C. N., Cheung, P. W. H., Lau, G., Lau, S. T., Luk, K. D. K., Wong, Y. W., Cheung, K. M. C., Koljonen, P. A., & Cheung, J. P. Y. (2021). Multidisciplinary programme for rehabilitation of chronic low back pain – factors predicting successful return to work. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22(1), 251. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04122-x>
184. Limon, S., Valinsky, L. J., & Ben-Shalom, Y. (2004). Children at risk: Risk factors for low back pain in the elementary school environment. *Spine*, 29(6), 697–702. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000116695.09697.22>
185. Lin, I., Wiles, L., Waller, R., Goucke, R., Nagree, Y., Gibberd, M., Straker, L., Maher, C. G., & O'Sullivan, P. P. B. (2020). What does best practice care for musculoskeletal pain look like? Eleven consistent recommendations from high-quality clinical practice guidelines: systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 54(2), 79–86. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099878>
186. Lo Cascio, A., Cascino, M., Dabbene, M., Paladini, A., Viswanath, O., Varrassi, G., & Latina, R. (2025). Epidemiology of Pediatric Chronic Pain: An Overview of Systematic Reviews. *Current Pain and Headache Reports*, 29(1), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s11916-025-01380-5>
187. MacCabe, A., Berg-Poppe, P., & Arnott, M. (2017). Adolescent Back Pain and Associated Backpack Loading, Locker Use, and Online Textbook Alternatives. *International Journal of School Health*, 4(4), 1–7. <https://doi.org/10.5812/intjsh.12612>
188. Maher, C., Underwood, M., & Buchbinder, R. (2017). Non-specific low back pain. *The Lancet*, 389(10070), 736–747. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30970-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30970-9)
189. Manchikanti, L., Singh, V., Datta, S., Cohen, S. P., Hirsch, J. A., & American Society of Interventional Pain Physicians. (2009). Comprehensive review of epidemiology, scope, and impact of spinal pain. *Pain Physician*, 12(4), E35-70.
190. Mandal, A. C. (1982). The Correct Height of School Furniture. *Human Factors*, 24(3), 257–269. <https://doi.org/10.1177/001872088202400301>
191. McGill, S. (2017). *Ultimate back fitness and performance* (6th ed.). Backfitpro Inc. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000796078667648>

192. McKillop, A. B., Carroll, L. J., Jones, C. A., & Battié, M. C. (2017). The relation of social support and depression in patients with chronic low back pain. *Disability and Rehabilitation*, 39(15), 1482–1488. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1202335>
193. MENESR. (2025). *Bonnes postures et poids du cartable*. Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. <https://www.education.gouv.fr/bonnes-postures-et-poids-du-cartable-450154>
194. Michaleff, Z. A., Kamper, S. J., Maher, C. G., Evans, R., Broderick, C., & Henschke, N. (2014). Low back pain in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis evaluating the effectiveness of conservative interventions. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 23(10), 2046–2058. <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3461-1>
195. Milanese, S., & Grimmer, K. (2004). School furniture and the user population: An anthropometric perspective. *Ergonomics*, 47(4), 416–426. <https://doi.org/10.1080/0014013032000157841>
196. Miñana-Signes, V., Monfort-Pañego, M., & Valiente, J. (2021). Teaching Back Health in the School Setting: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 979. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030979>
197. Minghelli, B., Nunes, C., & Oliveira, R. (2021). Back School Postural Education Program: Comparison of Two Types of Interventions in Improving Ergonomic Knowledge about Postures and Reducing Low Back Pain in Adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4434. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094434>
198. Minghelli, B., Oliveira, R., & Nunes, C. (2016). Postural habits and weight of backpacks of Portuguese adolescents: Are they associated with scoliosis and low back pain? *Work (Reading, Mass.)*, 54(1), 197–208. <https://doi.org/10.3233/WOR-162284>
199. Mollo, V., & Nascimento, A. (2013, January 1). *Pratique réflexive et construction de pratiques sûres*.
200. MOPH. (2023). *Algorithmes cliniques de base*.

201. Motmans, R. R., Tomlow, S., & Vissers, D. (2006). Trunk muscle activity in different modes of carrying schoolbags. *Ergonomics*, 49(2), 127–138. <https://doi.org/10.1080/00140130500435066>
202. Murphy, S., Buckle, P., & Stubbs, D. (2004). Classroom posture and self-reported back and neck pain in schoolchildren. *Applied Ergonomics*, 35(2), 113–120. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.01.001>
203. Murphy, S., Buckle, P., & Stubbs, D. (2007). A cross-sectional study of self-reported back and neck pain among English schoolchildren and associated physical and psychological risk factors. *Applied Ergonomics*, 38(6), 797–804. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2006.09.003>
204. Mwaka, E. S., Munabi, I. G., Buwembo, W., Kukkiriza, J., & Ochieng, J. (2014). Musculoskeletal pain and school bag use: A cross-sectional study among Ugandan pupils. *BMC Research Notes*, 7, 222. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-7-222>
205. Nachemson, A., & Elfström, G. (1970). Intravital dynamic pressure measurements in lumbar discs. A study of common movements, maneuvers and exercises. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine. Supplement*, 1, 1–40.
206. Navuluri, N., & Navuluri, R. (2006). Study on the relationship between backpack use and back and neck pain among adolescents. *Nursing and Health Sciences*, 8(4), 208–215. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2018.2006.00284.x>
207. Nazari, J., Pope, M. H., & Graveling, R. A. (2012). Reality about migration of the nucleus pulposus within the intervertebral disc with changing postures. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 27(3), 213–217. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.09.011>
208. Negrini, S., & Carabalona, R. (2002a). Backpacks on! Schoolchildren's Perceptions of Load, Associations With Back Pain and Factors Determining the Load. *Spine*, 27(2), 187–195.
209. Negrini, S., & Carabalona, R. (2002b). Backpacks on! Schoolchildren's perceptions of load, associations with back pain and factors determining the load. *Spine*, 27(2), 187–195. <https://doi.org/10.1097/00007632-200201150-00014>
210. NeJhaddadgar, N., Tavafian, S. S., Ziapour, A., Mehedi, N., Jamshidi, A. R., & Gahvareh, R. (2022). Effects of School-Based Educational Program on Backpack Carrying

- Behavior in Teenage Students. *Journal of Primary Care & Community Health*, 13, 21501319221086251. <https://doi.org/10.1177/21501319221086251>
211. Newman, A., Donohue, R., & Eva, N. (2017). Psychological safety: A systematic review of the literature. *Human Resource Management Review*, 27(3), 521–535. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2017.01.001>
212. Nicard, Q. (2022, April 28). Colonne vertébrale: Comment est-elle composée ? *passeportsante*. <https://www.passeportsante.net/fr/parties-corps/Fiche.aspx?doc=colonne-vertebrale>
213. Noll, M., Candotti, C., Rosa, B. da, & Loss JF. (2016). Back pain prevalence and associated factors in children and adolescents: An epidemiological population study. *Revista de Saúde Pública*, 50, 31.
214. Noormohammadpour, P., Kordi, R., Dehghani, S., & Rostami, M. (2012). The effect of abdominal resistance training and energy restricted diet on lateral abdominal muscles thickness of overweight and obese women. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16(3), 344–350. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2011.12.001>
215. Odell, S., & Logan, D. E. (2013). Pediatric pain management: The multidisciplinary approach. *Journal of Pain Research*, 6, 785–790. <https://doi.org/10.2147/JPR.S37434>
216. O’Keeffe, M., Kamper, S. J., Montgomery, L., Williams, A., Martiniuk, A., Lucas, B., Dario, A. B., Rathleff, M. S., Hestbaek, L., & Williams, C. M. (2022). Defining Growing Pains: A Scoping Review. *Pediatrics*, 150(2), e2021052578. <https://doi.org/10.1542/peds.2021-052578>
217. Ombredane, A., & Faverge, J.-M. (1955). *L’analyse du travail*. PUF.
218. Onofrio, A. C., da Silva, M. C., Domingues, M. R., & Rombaldi, A. J. (2012). Acute low back pain in high school adolescents in Southern Brazil: Prevalence and associated factors. *European Spine Journal*, 21(7), 1234–1240. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-2056-3>
219. Orben, A., Tomova, L., & Blakemore, S.-J. (2020). The effects of social deprivation on adolescent development and mental health. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(8), 634–640. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(20\)30186-3](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(20)30186-3)
220. Organisation mondiale de la santé (OMS). (2021). *Child development*. <https://www.who.int/health-topics>

221. Oxland, T. R., Lin, R.-M., & Panjabi, M. M. (1992). Three-Dimensional mechanical properties of the thoracolumbar junction. *Journal of Orthopaedic Research*, 10(4), 573–580. <https://doi.org/10.1002/jor.1100100412>
222. Parcells, C., Stommel, M., & Hubbard, R. P. (1999a). Mismatch of classroom furniture and student body dimensions: Empirical findings and health implications. *Journal of Adolescent Health*, 24(4), 265–273. [https://doi.org/10.1016/S1054-139X\(98\)00113-X](https://doi.org/10.1016/S1054-139X(98)00113-X)
223. Parcells, C., Stommel, M., & Hubbard, R. P. (1999b). Mismatch of classroom furniture and student body dimensions: Empirical findings and health implications. *Journal of Adolescent Health*, 24(4), 265–273. [https://doi.org/10.1016/S1054-139X\(98\)00113-X](https://doi.org/10.1016/S1054-139X(98)00113-X)
224. Pavone, V., Lionetti, E., Gargano, V., Evola, F. R., Costarella, L., & Sessa, G. (2011). Growing Pains: A Study of 30 Cases and a Review of the Literature. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 31(5), 606. <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e318220ba5e>
225. Peer, K. S., & Fascione, J. M. (2007). Spondylolysis: A review and treatment approach. *Orthopedic Nursing*, 26(2), 104–111; quiz 112–113. <https://doi.org/10.1097/01.NOR.0000265867.70479.cb>
226. Podrekar, N., Kastelic, K., Burnard, M., & Šarabon, N. (2021). Suitability of School Furniture and Correlation with Pain Prevalence Among Slovenian 6th to 9th Graders. In D. Sumpor, K. Jambrošić, T. Jurčević Lulić, D. Milčič, I. Salopek Čubrić, & I. Šabarić (Eds.), *Proceedings of the 8th International Ergonomics Conference* (pp. 171–178). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66937-9_19
227. Potthoff, T., de Bruin, E. D., Rosser, S., Humphreys, B. K., & Wirth, B. (2018). A systematic review on quantifiable physical risk factors for non-specific adolescent low back pain. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine*, 11(2), 79–94. <https://doi.org/10.3233/PRM-170526>
228. Prieto-Lage, I., Ayán, C., Alonso-Fernández, D., Paramés-González, A., Carlos Argibay-González, J., Toboada-Solla, E. M., & Gutiérrez-Santiago, A. (2021). Degree of mismatch between anthropometric characteristics and school furniture in a sample of Spanish students aged 6-12 years old: A pilot study. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 119(6), 386–393. <https://doi.org/10.5546/aap.2021.eng.386>
229. Punnett, L., & Wegman, D. H. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate. *Journal of Electromyography and*

- Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 14(1), 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.015>
230. Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin. <https://hal.science/hal-01017462>
231. Rabardel, P., & Pastré, P. (2005). *Modèles du sujet pour la conception: Dialectiques activités développement*. Octarès.
232. Rached, E. (2022). Le système scolaire libanais, une singularité à toute épreuve. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, 90, Article 90. <https://doi.org/10.4000/ries.12670>
233. Rajan, P., & Koti, A. (2013). Ergonomic assessment and musculoskeletal health of the underprivileged school children in pune, India. *Health Promotion Perspectives*, 3(1), 36–44. <https://doi.org/10.5681/hpp.2013.005>
234. Reis, F., Guimarães, F., Nogueira, L. C., Meziat-Filho, N., Sanchez, T. A., & Wideman, T. (2019). Association between pain drawing and psychological factors in musculoskeletal chronic pain: A systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice*, 35(6), 533–542. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1455122>
235. Rezapur-Shahkolai, F., Gheysvandi, E., Tapak, L., Dianat, I., Karimi-Shahanjarini, A., & Heidarimoghadam, R. (2020). Risk factors for low back pain among elementary school students in western Iran using penalized logistic regression. *Epidemiology and Health*, 42, e2020039. <https://doi.org/10.4178/epih.e2020039>
236. Rosenfeld, R. G., & Hwa, V. (2009). The Growth Hormone Cascade and Its Role in Mammalian Growth. *Hormone Research*, 71(Suppl. 2), 36–40. <https://doi.org/10.1159/000192434>
237. Rubin, D. I. (2007). Epidemiology and Risk Factors for Spine Pain. *Neurologic Clinics*, 25(2), 353–371. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2007.01.004>
238. Rubin, K., Bukowski, W., Parker, J., & Bowker, J. (2008). Peer Interactions, Relationships, and Groups. In *Handbook of child psychology: Vol. 3 Social, emotional, and personality development* (Vol. 3, pp. 141–180).
239. Saarni, L., Nygård, C.-H., Kaukiainen, A., & Rimpelä, A. (2007). Are the desks and chairs at school appropriate? *Ergonomics*, 50(10), 1561–1570. <https://doi.org/10.1080/00140130701587368>

240. Santos, E. D. S., Bernardes, J. M., Noll, M., Gómez-Salgado, J., Ruiz-Frutos, C., & Dias, A. (2021). Prevalence of Low Back Pain and Associated Risks in School-Age Children. *Pain Management Nursing: Official Journal of the American Society of Pain Management Nurses*, 22(4), 459–464. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2021.01.017>
241. Savanur, C. S., Altekar, C. R., & De, A. (2007). Lack of conformity between Indian classroom furniture and student dimensions: Proposed future seat/table dimensions. *Ergonomics*, 50(10), 1612–1625. <https://doi.org/10.1080/00140130701587350>
242. SELF. (1969). Le Travail Humain. *Le Travail Humain*, 32(3/4), 297–357.
243. Shamsoddini, A., Hollisaz, M., & Hafezi, R. (2010). Backpack Weight and Musculoskeletal Symptoms in Secondary School Students, Tehran, Iran. *Iranian J Publ Health*, 39(4), 120–125.
244. Shehab, D. K., & Al-Jarallah, K. F. (2005). Nonspecific low-back pain in Kuwaiti children and adolescents: Associated factors. *The Journal of Adolescent Health: Official Publication of the Society for Adolescent Medicine*, 36(1), 32–35. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2003.12.011>
245. Sheir-Neiss, G. I., Kruse, R. W., Rahman, T., Jacobson, L. P., & Pelli, J. A. (2003). The Association of Backpack Use and Back Pain in Adolescents. *Spine*, 28(9), 922. <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000058725.18067.F7>
246. Shiri, R., Karppinen, J., Leino-Arjas, P., Solovieva, S., & Viikari-Juntura, E. (2010). The association between obesity and low back pain: A meta-analysis. *American Journal of Epidemiology*, 171(2), 135–154. <https://doi.org/10.1093/aje/kwp356>
247. Shonkoff, J. P., Boyce, W. T., & McEwen, B. S. (2009). Neuroscience, Molecular Biology, and the Childhood Roots of Health Disparities: Building a New Framework for Health Promotion and Disease Prevention. *JAMA*, 301(21), 2252–2259. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.754>
248. Shonkoff, J. P., Garner, A. S., Committee on Psychosocial Aspects of Child and Family Health, Committee on Early Childhood, Adoption, and Dependent Care, & Section on Developmental and Behavioral Pediatrics. (2012). The lifelong effects of early childhood adversity and toxic stress. *Pediatrics*, 129(1), e232–246. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-2663>

249. Shonkoff, J. P., & Meisels, S. J. (2000). *Handbook of Early Childhood Intervention*. Cambridge University Press.
250. Siambanes, D., Martinez, J. W., Butler, E. W., & Haider, T. (2004). Influence of school backpacks on adolescent back pain. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 24(2), 211–217. <https://doi.org/10.1097/00004694-200403000-00015>
251. Simoneau, S., St-Vincent, M., & Chicoine, D. (2013). *Les TMS des membres supérieurs. Mieux les comprendre pour mieux les prévenir*. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST). Montréal (Canada). <https://portaildocumentaire.inrs.fr/Default/doc/SYRACUSE/168888/les-tms-des-membres-superieurs-mieux-les-comprendre-pour-mieux-les-prevenir>
252. Six, F. (2003). Entretien avec Michel Pottier [Interview]. In *L'ergonomie par ceux qui l'ont faite* (SELF). SELF.
253. Sjolie, A. N. (2004). Associations between activities and low back pain in adolescents. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14(6), 352–359. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.377.x>
254. Skaggs, D. L., Early, S. D., D'Ambra, P., Tolo, V. T., & Kay, R. M. (2006). Back Pain and Backpacks in School Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 26(3), 358–363. <https://doi.org/10.1097/01.bpo.0000217723.14631.6e>
255. Skoffer, B. (2007). Low Back Pain in 15- to 16-Year-Old Children in Relation to School Furniture and Carrying of the School Bag. *Spine*, 32, E713-7. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31815a5a44>
256. Skoffer, B., & Foldspang, A. (2008). Physical activity and low-back pain in schoolchildren. *European Spine Journal*, 17(3), 373–379. <https://doi.org/10.1007/s00586-007-0583-8>
257. Sollerhed, A.-C., Andersson, I., & Ejlertsson, G. (2013). Recurrent pain and discomfort in relation to fitness and physical activity among young school children. *European Journal of Sport Science*, 13(5), 591–598. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.767946>
258. Somerville, L. H. (2013). The Teenage Brain. *Current Directions in Psychological Science*. <https://doi.org/10.1177/0963721413476512>

259. Standring, S. (2005). *Gray's Anatomy, 39th Edition: The Anatomical Basis of Clinical Practice* (39th edition). Churchill Livingstone. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7976199/>
260. Steinberg, L., & Monahan, K. C. (2007). Age differences in resistance to peer influence. *Developmental Psychology*, 43(6), 1531–1543. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1531>
261. Suchman, L. A. (1987). *Plans and Situated Actions: The Problem of Human-Machine Communication*. Cambridge University Press.
262. Taveras, E. M., Rifas-Shiman, S. L., Oken, E., Gunderson, E. P., & Gillman, M. W. (2008). Short Sleep Duration in Infancy and Risk of Childhood Overweight. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 162(4), 305–311. <https://doi.org/10.1001/archpedi.162.4.305>
263. Testu, F. (2001). Aménager le temps scolaire. Pour qui ? *Enfances & Psy*, 13(1), 67–72. <https://doi.org/10.3917/ep.013.0067>
264. Tobias, J. H., Steer, C. D., Mattocks, C. G., Riddoch, C., & Ness, A. R. (2007). Habitual Levels of Physical Activity Influence Bone Mass in 11-Year-Old Children From the United Kingdom: Findings From a Large Population-Based Cohort. *Journal of Bone and Mineral Research*, 22(1), 101–109. <https://doi.org/10.1359/jbmr.060913>
265. Torsheim, T., Eriksson, L., Schnohr, C. W., Hansen, F., Bjarnason, T., & Välimaa, R. (2010). *RSecseraercheanrtic-lbe ased activities and physical complaints among adolescents from the Nordic countries*. 8.
266. Tourangeau, R., Rips, L. J., & Rasinski, K. (2000). *The Psychology of Survey Response*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511819322>
267. Troussier, B., Tesniere, C., Fauconnier, J., Grison, J., Juvin, R., & Phelip, X. (1999). Comparative study of two different kinds of school furniture among children. *Ergonomics*, 42. <https://doi.org/10.1080/001401399185612>
268. Uziel, Y., & Hashkes, P. J. (2007). Growing pains in children. *Pediatric Rheumatology Online Journal*, 5, 5. <https://doi.org/10.1186/1546-0096-5-5>
269. Van Gent, C., Dols, J. J. C. M., de Rover, C. M., Hira Sing, R. A., & de Vet, H. C. W. (2003). The Weight of Schoolbags and the Occurrence of Neck, Shoulder, and Back

- Pain in Young Adolescents. *Spine*, 28(9), 916.
<https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000058721.69053.EC>
270. Vézina, M. (2007). Stress au travail et santé psychique: Rappel des différentes approches. In *Stress au travail et santé psychique* (3rd ed., pp. 47–77). Octarès.
271. Vézina, N., Ouellet, S., & Major, M.-E. (2009). Quel schéma corporel pour la prévention des troubles musculo-squelettiques? *Corps*, 6(1), 61–68.
<https://doi.org/10.3917/corp.006.0061>
272. Victora, C. G., Adair, L., & Fall, C. (2008). Maternal and child undernutrition: Consequences for adult health and human capital. *The Lancet*, 371(9609), 340–357.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61692-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61692-4)
273. Victora, C. G., Christian, P., Vidaletti, L. P., Gatica-Domínguez, G., Menon, P., & Black, R. E. (2021). Revisiting maternal and child undernutrition in low-income and middle-income countries: Variable progress towards an unfinished agenda. *Lancet (London, England)*, 397(10282), 1388–1399. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00394-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00394-9)
274. Vidal, J., Borràs, P. A., Ponseti, F. J., Cantallops, J., Ortega, F. B., & Palou, P. (2013). Effects of a postural education program on school backpack habits related to low back pain in children. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 22(4), 782–787. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2558-7>
275. Vidal, J., Borràs, P.A., Ortega, F.B., Cantallops, J., Ponseti, X., & Palou, P. (2011). Effects of postural education on daily habits in children. *Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York.*, 32(4), 303–308. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1270469>
276. Vidal-Conti, J., Borràs, P. A., Palou, P., & Muntaner-Mas, A. (2021). Prevalence of Low Back Pain among School-Aged Children between 10 and 12 Years. *Sustainability*, 13(21), Article 21. <https://doi.org/10.3390/su132112254>
277. Vikat, A., Rimpelä, M., Salminen, J. J., Rimpelä, A., Savolainen, A., & Virtanen, S. M. (2000). Neck or shoulder pain and low back pain in Finnish adolescents. *Scandinavian Journal of Public Health*, 28(3), 164–173.
<https://doi.org/10.1177/14034948000280030401>

278. Vilhjalmsson, R. (1994). Effects of Social Support on Self-Assessed Health in Adolescence. *Journal of Youth and Adolescence*, 23(4), 437–452. <https://doi.org/10.1007/BF01538038>
279. Volkoff, S., & Molinié, A.-F. (2011). L'Écheveau Des Liens Santé-Travail Et Le Fil De L'Âge. In A. Degenne, *Les catégories sociales et leurs frontières* (pp. 323–344). Presses de l'Université Laval. https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/9782763710884-016/html?srsId=AfmBOoqbfbh3xJkqbHCIs-8xDgNm1JcrSxli0mq0nGJOy_fg59bjsjw5D
280. Ward Thompson, C., Aspinall, P., & Montarzino, A. (2008). The childhood factor: Adult visits to green places and the significance of childhood experience. *Environment and Behavior*, 40(1), 111–143. <https://doi.org/10.1177/0013916507300119>
281. Watson, K. D., Papageorgiou, A. C., Jones, G. T., Taylor, S., Symmons, D. P. M., Silman, A. J., & Macfarlane, G. J. (2002). Low back pain in schoolchildren: Occurrence and characteristics. *Pain*, 97(1–2), 87–92. [https://doi.org/10.1016/s0304-3959\(02\)00008-8](https://doi.org/10.1016/s0304-3959(02)00008-8)
282. Watson, K. D., Papageorgiou, A. C., Jones, G. T., Taylor, S., Symmons, D. P. M., Silman, A. J., & Macfarlane, G. J. (2003). Low back pain in schoolchildren: The role of mechanical and psychosocial factors. *Archives of Disease in Childhood*, 88(1), 12–17. <https://doi.org/10.1136/adc.88.1.12>
283. Wedderkopp, N., Kjaer, P., Hestbaek, L., Korsholm, L., & Leboeuf-Yde, C. (2009). High-level physical activity in childhood seems to protect against low back pain in early adolescence. *The Spine Journal*, 9(2), 134–141. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2008.02.003>
284. WENR. (2017, May 2). Education in Lebanon. *World Education News & Reviews (WENR)*. <https://wenr.wes.org/2017/05/education-in-lebanon>
285. WHO Consultation on Obesity. (1998). *Obesity: Preventing and managing the global epidemic : report of a WHO Consultation on Obesity, Geneva, 3-5 June 1997* (No. WHO/NUT/NCD/98.1). World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/63854>
286. Wilson, J. R. (2000). Fundamentals of ergonomics in theory and practice. *Applied Ergonomics*, 31(6), 557–567. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(00\)00034-X](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(00)00034-X)

287. Wirth, B., Knecht, C., & Humphreys, K. (2013). Spine Day 2012: Spinal pain in Swiss school children- epidemiology and risk factors. *BMC Pediatrics*, 13, 159. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-13-159>
288. Woods, V., & Buckle, P. (2006). Musculoskeletal ill health amongst cleaners and recommendations for work organisational change. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36(1), 61–72. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2005.08.001>
289. Yanto, null, Lu, C.-W., & Lu, J.-M. (2017). Evaluation of the Indonesian National Standard for elementary school furniture based on children's anthropometry. *Applied Ergonomics*, 62, 168–181. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.03.004>
290. Yeats, B. (1997). Factors that may influence the postural health of schoolchildren (K-12). *Work (Reading, Mass.)*, 9(1), 45–55. <https://doi.org/10.3233/WOR-1997-9106>
291. Yu, H., Southerst, D., Wong, J. J., Verville, L., Connell, G., Ead, L., Mior, S., Hestbaek, L., Swain, M., Brunton, G., Shearer, H. M., Papaconstantinou, E., To, D., Germann, D., Pohlman, K., Cedraschi, C., & Cancelliere, C. (2024). Rehabilitation of back pain in the pediatric population: A mixed studies systematic review. *Chiropractic & Manual Therapies*, 32(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s12998-024-00538-z>