



HAL
open science

Étude ergonomique des facteurs biomécaniques de troubles musculosquelettiques chez les endoscopistes digestifs : cohorte descriptive

Léa Leroy

► **To cite this version:**

Léa Leroy. Étude ergonomique des facteurs biomécaniques de troubles musculosquelettiques chez les endoscopistes digestifs : cohorte descriptive. Médecine humaine et pathologie. 2024. dumas-04603205

HAL Id: dumas-04603205

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04603205>

Submitted on 6 Jun 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



UNIVERSITE DE PICARDIE JULES VERNE – AMIENS

UFR DE MEDECINE

Année 2024

N° 2024-15

THESE POUR LE DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE
(Spécialité Médecine et Santé au Travail)

**Étude ergonomique des facteurs biomécaniques de troubles
musculosquelettiques chez les endoscopistes digestifs :
cohorte descriptive**

Présentée et soutenue publiquement le lundi 8 avril 2024

Par

Léa Leroy

Membres du Jury :

Madame le Professeur MANAOUIL Cécile, Présidente du Jury

Monsieur le Professeur TELLIEZ Frédéric

Madame le Docteur YZET Clara

Monsieur le Docteur CHAMOT Sylvain

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur CHAMOT Sylvain

Remerciements

Je remercie sincèrement et dédie cette thèse,

A mon juge et directeur de thèse,

Monsieur le Docteur Sylvain CHAMOT,

Praticien Hospitalier de Médecine du Travail

Chef de Clinique du service de consultation du Centre régional de Pathologie Professionnelle et Environnementale des Hauts-de-France, site de la Picardie (CHU Amiens-Picardie),

Je suis honorée que tu aies accepté d'être mon directeur de thèse et de faire partie de mon jury ; tes conseils, ton écoute et ta bienveillance m'ont été précieux pour son élaboration. Tu m'as fait découvrir cette très belle spécialité qu'est la médecine du travail (il y a trois ans, déjà !), et de surcroît la pathologie environnementale, et as grandement participé via tes enseignements et ta formation à ce que je devienne le médecin que je suis devenue aujourd'hui. Je te suis reconnaissante d'avoir cru en moi (et pourtant, on le sait, je pars de loin) et de m'avoir soutenue. C'est un véritable honneur d'avoir exercé avec une personne aussi passionnée que toi par son travail.

Pour tout cela, un immense merci.

A ma juge et présidente de jury,

Madame le Professeur Cécile MANAOUIL,

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier,

(Médecine légale et droit de la santé)

Chef du service de Médecine Légale et Sociale

Chevalier dans l'Ordre de la Légion d'Honneur,

Vous me faites l'honneur de juger et de présider le jury de ma thèse, pour lequel je vous en suis sincèrement reconnaissante. J'ai un profond respect pour la qualité de vos enseignements et votre bienveillance, que j'ai pu constater à de nombreuses reprises lors de mes stages au sein de votre service. Je vous suis également reconnaissante de votre soutien, lors de ma dernière candidature de poste au sein du CHU.

Un grand merci à vous pour tout cela.

A mon juge,
Monsieur le Professeur Frédéric TELLIEZ,
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier de Neurosciences
Directeur de l’Institut de l’Ingénierie de la Santé
UPJV Amiens,

Vous me faites l’honneur de juger cette thèse, et je vous en remercie grandement. Un très grand merci également pour vos enseignements de qualité lors de mon Master 2 au sein du 2IS, qui ont participé à ma formation et m’ont permis d’élargir mes compétences et mes connaissances en médecine du travail ; ainsi que pour vos précieux conseils pour l’élaboration de ce travail. Le tout, accompagné de bienveillance et de compréhension vis-à-vis de mes différents cursus universitaires, pour lesquelles je vous suis sincèrement reconnaissante.

A ma juge,
Madame le Docteur Clara YZET,
Maître de Conférence des Universités – Praticien Hospitalier,
Hépatologie – Gastroentérologie,

Je suis honorée que vous jugiez cette thèse, pour laquelle vous m’avez grandement aidée, par vos conseils et votre participation active dans cette étude, mais aussi en m’aidant à organiser mes venues au sein des CHU de Lille et de Lyon. Je retiens également beaucoup de bienveillance de votre part, et vous en suis sincèrement reconnaissante.

Aux Docteurs hépatogastroentérologues des CHU d’Amiens, de Lille et de Lyon, rencontrés lors de cette étude, un très grand merci pour votre accueil chaleureux, votre aide, votre compréhension et votre patience (!), ce fut un honneur et un immense plaisir de vous rencontrer et de travailler avec vous.

A Madame Tess DEFACQUES, Ingénieur Prévention des Risques Professionnels et Ergonome, tu es l'une des personnes à m'avoir fait découvrir l'ergonomie au travail, et, par tes enseignements de qualité, à me permettre de mieux appréhender et comprendre cette (vaste !) spécialité, et je te remercie grandement pour cela. Merci également pour ta bienveillance et ta compréhension à mon égard.

A Monsieur Léo REY et Monsieur Stéphane DELANAUD, exerçant à l'Institut de L'Ingénierie de la Santé, ainsi qu'à Monsieur Julien BALMONT, ingénieur de l'entreprise TEA ; un immense merci pour votre aide et votre grande patience quant à l'apprentissage et à la compréhension du dispositif CAPTIV, qui m'a permis d'élaborer ce travail.

Aux enseignants de Master 1 (Biologie et Santé) et de Master 2 (Management de la Santé, de la Sécurité et de l'Environnement au Travail), merci à vous pour votre formation et vos enseignements, qui me serviront dans ma pratique médicale future.

Au Docteur Céline LAMY-ZALUSKI, un grand merci pour votre accueil au sein de PRESOA à Saint-Quentin lors de l'un de mes stages d'internat, ainsi que pour votre accompagnement et vos enseignements tout au long de ce dernier, qui ont grandement participé à ce que je puisse devenir le médecin que je suis aujourd'hui. Ce fut un plaisir de vous rencontrer et de travailler avec vous, ainsi qu'avec toute l'équipe, que je remercie chaleureusement pour son accueil et sa bienveillance à mon égard.

Au Docteur Delphine GUERIN, un grand merci à vous de m'avoir accueillie et formée lors de mon stage au sein du Service de Santé Universitaire de l'UPJV. Vos conseils et enseignements m'ont été utiles et m'ont permis de progresser dans ma pratique médicale. Je retiens également votre grande bienveillance et votre gentillesse à mon égard, un immense merci pour cela. Merci également à toute l'équipe pour l'accueil sympathique et leur écoute.

Au Docteur Dorothée VINCENT, j'ai eu plaisir à travailler en service de Pathologie Professionnelle avec toi il y a (déjà !) trois ans, où tu as participé à ce que je devienne le médecin que je suis aujourd'hui par tes conseils avisés, tes enseignements et tes encouragements, le tout ponctué de bienveillance et d'écoute à toute épreuve, et c'est avec joie que je continue de travailler avec toi, cette fois pour des fonctions universitaires. Pour tout cela, un très grand merci.

Aux Docteurs Hadidja HAMADANI, Damien SEBTON, Fanny FONTAINE et Fabiola FLOREA, avec qui j'ai eu grand plaisir à travailler lors de mes stages au sein du service de Pathologie Professionnelle, toujours dans la bonne humeur. Vous m'avez permis d'en arriver là où j'en suis aujourd'hui par vos conseils et vos enseignements, un grand merci pour cela.

Aux Docteurs de Médecine Générale qui m'ont accompagnée et accueillie en stage, tout particulièrement au Professeur Catherine BOULNOIS, au Docteur Manuel VINCENT et au Docteur Edith ANCEY ; ainsi qu'aux services d'Urgences des CHU d'Amiens et d'Abbeville. Je n'ai pas poursuivi dans cette spécialité, néanmoins je retiens vos enseignements et votre aide précieuse lors de mon internat de médecine générale, qui ont participé à ce que je suis devenue. Merci pour tout cela.

A mes co-internes de stage de Médecine et Santé au Travail et amis, Clémence, Guillaume, Paul et Alain, merci pour tous ces bons moments passés ensemble, pour les rires et la bonne humeur, au travail comme en privé.

A mes co-internes de D.E.S. de Médecine et Santé au Travail, Isabelle, Andréa, Cécile, Thomas, Manon, Audrey, Alice et Bignon, et bientôt d'autres. Le groupe s'agrandit et se soude pour ma plus grande joie. Merci pour nos bons moments partagés et pour votre bienveillance.

A mes co-internes de Master 1, Alexandre, Antoine et Charles, merci pour votre soutien, j'ai sincèrement aimé travailler vous. On en aura clairement bavé, mais c'était pour la bonne cause !

A mes amis, Thibaud, Léo, Antoine, Maxime, Thomas, Thibault, Mathilde, Gwen, Anna, Seb. Merci d'être vous et d'être présents dans ma vie, pour votre soutien dans les événements difficiles, pour tous les délires partagés, et pour tous les superbes moments passés ensemble, et, je l'espère, nombreux à venir.

A Astrid, Thierry, Brigitte, François, Hélène, Bertrand, Marie-Chantal, on se connaît depuis peu pour certains, depuis des années pour d'autres, pour autant vous avez toujours été là pour moi. Un grand merci pour cela, et pour les joyeux moments passés ensemble.

A mes amies, Cassandre et Mathilde, malheureusement perdues de vue, mais je n'oublie pas nos après-midis et nos belles soirées passées ensemble. Merci pour cela.

Au Docteur Danièle MASSY, mon médecin traitant depuis des années (tellement que je ne les compte même plus !). Un énorme merci pour vos soins, votre soutien et votre bienveillance, et, pour avoir participé à me donner l'envie de devenir médecin.

A Corinne, Patrice, Jacky, Elena, merci pour m'avoir accueillie au sein de votre famille.

A ma marraine, Nath, à mon parrain, Pascal, à mes cousines Laura et Marilou, à Tilila et à Gégé, je suis tellement heureuse d'avoir des personnes telles que vous dans ma famille. Merci d'avoir toujours été là dans les bons et mauvais moments, pour votre soutien et vos encouragements.

A mes grands-parents, Nicole et Léo. Je sais que papi me regarde de là-haut, et j'espère pouvoir le rendre fier. Merci de m'avoir soutenue à d'avoir été présents pour les moments importants de ma vie, je vous aime.

A mes grands-parents, Eliane et Michel. Je suis si fière d'avoir un papi et une mamie comme vous, votre ténacité et votre gentillesse sont un modèle pour moi. Merci d'avoir été là et pour votre soutien de chaque instant. Je vous aime.

A ma maman, Marie, ces quelques lignes ne seront certainement pas suffisantes pour retranscrire toute la reconnaissance que j'ai envers toi, pour avoir cru en moi à chaque fois que je vacillais, et pour ton amour témoigné, dans les meilleurs comme dans les pires moments de ma vie. On me dit très souvent que je te ressemble, et c'est l'un des plus beaux compliments que l'on puisse me faire, tant je t'admire pour ta force et ton courage. Je sais pourquoi tu as tenu à me donner le prénom que je porte aujourd'hui, j'espère en être digne et de l'honorer tous les jours de ma vie.

Merci pour tout, je t'aime.

A mon papa, Pierre, sans qui également je n'en serai pas là aujourd'hui. Ce court paragraphe ne sera sûrement pas assez pour te dire à quel point je te suis reconnaissante de m'avoir aidée et soutenue tout au long de ma vie, dans les bons comme les mauvais moments, et pour ton amour.

Merci pour tout, je t'aime.

A mon frère jumeau, Maxime. Frérot, je pense qu'un manuscrit aurait été le minimum pour te dire à quel point je suis heureuse d'avoir un frère comme toi. Où en serais-je aujourd'hui sans toi ? Sans nul doute pas là où j'en suis actuellement. Tu es l'une des personnes qui me comprends le plus, même si nos caractères peuvent être parfois bien différents. Tu as toujours été là pour me soutenir dans les moments de doutes, me faire sourire même quand mon moral était au plus bas (et ça marche toujours !). Je suis tellement admirative de ta justesse, de ton courage et de ta détermination sans faille, qui ont fait que tu as su mener à bien tes objectifs et tes ambitions, dont tu peux être très, très fier.

Un immense merci (et encore, c'est peu), pour tout cela. Je t'aime.

A Maë. Ma belle-sœur, que je suis heureuse que tu aies rejoint notre famille ! Tu es un vrai rayon de soleil pour tous, et je t'admire pour ta force et ton courage (et ta magnifique voix), dont tu as su faire preuve à de maintes reprises. Merci pour ton soutien et pour les bons moments passés ensemble.

A Romain. Mon cœur, je ne saurais te dire à quel point tu comptes pour moi, et à quel point je te remercie pour tout ce que tu as pu faire pour moi. Depuis nos premiers cours de guitare lors desquels j'ai vu tes plus beaux Do majeur (il y a déjà quatre ans ! Merci à Max de m'avoir poussée à prendre ces cours !) jusqu'à aujourd'hui, tu as su faire preuve d'une écoute, d'une intelligence et d'une bienveillance rare (même encore aujourd'hui, chaque jour, malgré les moments difficiles et les joies des changements d'humeur de grossesse !). Je suis tellement heureuse de partager ma vie avec toi, tu la rends plus belle, plus joyeuse (et plus musicale aussi, pour mon plus grand bonheur).

Merci pour tout ce qui a été, ce qui est et ce qui est à venir. Je t'aime.

Tables des matières

<i>Remerciements</i>	2
<i>Liste des abréviations</i>	12
1. Introduction	13
1.1. <i>L'endoscopie digestive en France : historique</i>	13
1.1.1. <i>L'invention de l'endoscopie digestive</i>	13
1.1.2. <i>L'endoscopie digestive thérapeutique : une avancée majeure</i>	14
1.1.2.1. <i>La naissance de la dissection sous-muqueuse</i>	14
1.1.2.2. <i>Une « dérivée » de la dissection sous-muqueuse : la technique de</i>	16
<i>POEM</i>	16
1.2. <i>Les endoscopies digestives en France aujourd'hui</i>	17
1.2.1. <i>L'outil : le fibroscope</i>	17
1.2.2. <i>Les endoscopies digestives diagnostiques</i>	18
1.2.2.1. <i>La fibroscopie oeso-gastro-duodénale</i>	18
1.2.2.2. <i>La coloscopie</i>	18
1.2.2.3. <i>Évolution</i>	19
1.2.3. <i>Les endoscopies thérapeutiques</i>	20
1.2.3.1. <i>La dissection sous-muqueuse</i>	20
1.2.3.1.1. <i>Rappel des lésions du tube digestif</i>	20
1.2.3.1.2. <i>Technique</i>	21
1.2.3.1.3. <i>Recommandations de la HAS</i>	22
1.2.3.1.4. <i>Évolution de manière globale, en Europe et en France</i>	23
1.2.3.2. <i>La myotomie per-orale endoscopique</i>	24
1.2.3.2.1. <i>Rappel des pathologies pouvant être prises en charge par la technique</i>	24
1.2.3.2.2. <i>Technique</i>	24
1.2.3.2.3. <i>Évolution de manière globale en Europe et en France</i>	25
1.3. <i>Les troubles musculosquelettiques : un problème bien connu de la médecine du travail en France</i>	26
1.3.1. <i>Organisation et missions des services de santé au travail</i>	26
1.3.2. <i>TMS</i>	27
1.3.2.1. <i>Définition, causes professionnelles et épidémiologie</i>	27
1.3.2.2. <i>Reconnaissance par la Sécurité Sociale</i>	28

1.3.2.3.	<i>Impact socio-économique</i>	29
1.4.	<i>Ergonomie au travail</i>	31
1.4.1.	<i>Définition</i>	31
1.4.2.	<i>Déroulement d'une étude ergonomique d'un poste de travail</i>	31
1.5.	<i>Revue de la littérature</i>	34
1.5.1.	<i>Méthode utilisée pour la revue</i>	34
1.5.2.	<i>Résultats de la revue</i>	35
1.5.3.	<i>Discussion de la revue</i>	44
1.6.	<i>Objectifs</i>	46
2.	<i>Matériel et Méthode</i>	47
2.1.	<i>Population incluse</i>	47
2.2.	<i>Matériel et méthode</i>	47
2.2.1.	<i>Questionnaires</i>	48
2.2.2.	<i>Outils</i>	48
2.2.2.1.	<i>Échelle de BORG et analyse selon la grille d'évaluation RULA</i>	48
2.2.2.2.	<i>Analyse selon le dispositif CAPTIV</i>	50
3.	<i>Résultats</i>	54
3.1.	<i>Caractéristiques individuelles des sujets</i>	54
3.2.	<i>Situations de travail</i>	57
3.3.	<i>Ressenti de l'effort lors de l'intervention</i>	60
3.4.	<i>Scores selon la grille d'évaluation RULA</i>	61
3.5.	<i>Remarque concernant les regards au sol</i>	69
3.6.	<i>Analyses via le dispositif CAPTIV</i>	70
3.6.1.	<i>Angulations articulaires</i>	70
3.6.1.1.	<i>Nuque</i>	71
3.6.1.2.	<i>Dos</i>	73
3.6.1.3.	<i>Poignet droit</i>	74
3.6.1.4.	<i>Coude droit</i>	75
3.6.1.5.	<i>Épaule droite</i>	76
3.6.1.6.	<i>Poignet gauche</i>	77
3.6.1.7.	<i>Coude gauche</i>	78
3.6.1.8.	<i>Épaule gauche</i>	79
3.6.2.	<i>Contractions musculaires volontaires</i>	80
3.6.2.1.	<i>Deltoïde droit</i>	80

3.6.2.2.	<i>Deltoïde gauche.....</i>	81
3.6.2.3.	<i>Fléchisseur radial du carpe droit.....</i>	81
3.6.2.4.	<i>Extenseur radial du carpe droit</i>	82
3.6.2.5.	<i>Fléchisseur radial du carpe gauche</i>	82
3.6.2.6.	<i>Extenseur radial du carpe gauche</i>	83
4.	<i>Discussion</i>	84
4.1.	<i>Confrontation des différents résultats et hypothèses</i>	84
4.2.	<i>Les facteurs de risque psychosociaux : un facteur de risque de TMS à prendre en compte.....</i>	89
4.2.1.	<i>RPS chez les médecins de manière générale : résultats de la revue</i>	89
4.2.2.	<i>RPS spécifiques aux gastro-entérologues : résultats de la revue</i>	91
4.2.3.	<i>RPS : des solutions ?.....</i>	95
4.3.	<i>Points forts et points faibles de l'étude</i>	96
4.3.1.	<i>Points forts.....</i>	96
4.3.2.	<i>Points faibles.....</i>	96
5.	<i>Conclusion</i>	98
	<i>Annexes</i>	99
	<i>BIBLIOGRAPHIE.....</i>	113
	<i>Résumé</i>	126
	<i>Abstract.....</i>	126

Liste des abréviations

ASGE = American Society for Gastrointestinal Endoscopy

AT = Accident du Travail

BTP = Bâtiment Travaux Publics

CARSAT = Caisse d'Assurance Retraite et de Santé Au Travail

CCAM = Classification Commune des Actes Médicaux

CHU = Centre Hospitalier Universitaire

CMV = Contraction Maximale Volontaire

CO₂ = Dioxyde de carbone

CPRE = Cholangiopancréatographie rétrograde endoscopique

DSM = Dissection sous-muqueuse

EMG = Électromyogramme

ESGE = European Society of Gastrointestinal Endoscopy (Société Européenne d'Endoscopie Gastrointestinale)

FIT = Fecal Immunochemical Test (Test Immunologique Fécal)

FOGD = Fibroscopie oeso-gastro-duodénale

HAS = Haute Autorité de Santé

INRS = Institut National de Recherche et de Sécurité

IRSST = Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité au Travail

MP = Maladie Professionnelle

NCCH = National Cancer Center Hospital

POEM = Per-Oral Endoscopic Myotomy (myotomie per-orale endoscopique)

RA = Régime Agricole

RG = Régime Général

RGO = Reflux gastro-œsophagien

RULA = Rapid Upper Limb Assessment

SELF = Société d'Ergonomie de Langue Française

SFED = Société Française d'Endoscopie Digestive

SPST = Service de Prévention et de Santé au Travail

TEA = Tech Ergo Appliquées

TMS = Troubles musculosquelettiques

UPJV = Université de Picardie Jules Verne

1. Introduction

1.1. L'endoscopie digestive en France : historique

1.1.1. L'invention de l'endoscopie digestive

L'**endoscopie digestive** apparait en France au **XIXe siècle**. Le terme d'« endoscope » est utilisé pour la première fois par Jean-Antonin Desormeaux, chirurgien gynéco-urologue de l'hôpital Necker de Paris, qui présenta son dispositif (un urétroscope muni d'un système d'éclairage latéral fourni par une lampe à mèche, ainsi que d'un système de convergence de la lumière par lentille convergente dans un tube optique) à l'Académie des Sciences de Paris en **1857** (1).

Malheureusement, malgré plusieurs tentatives d'amélioration des dispositifs, les endoscopes furent grandement critiqués du fait de leur rigidité, jugée dangereuse pour l'exploration digestive des patients.

Les différentes mises au point d'une part en 1932 d'un endoscope semi-rigide par l'allemand Rudolph Schindler (qui a permis au français François Moutier d'effectuer la première observation in vivo de gastrites en France) (1), puis dans les années 1950 d'endoscopes flexibles ont permis une relancée de l'intérêt de la technique : ainsi, en **1957**, la **première fibroscopie** est effectuée sans anesthésie par Basil Hirschowitz aux États-Unis (1). Par la suite, d'autres inventions seront apportées aux endoscopes, toujours dans le but d'améliorer les performances diagnostiques comme thérapeutiques des dispositifs, tout en assurant une sécurité optimale pour les patients (citons par exemple la création par les japonais Oi et Takagi en 1970 d'un endoscope possédant un système de béquillage et d'érecteur, permettant une progression dans le système digestif plus aisée et sécuritaire, et ainsi la réalisation des premières **cholangiopancréatographies rétrograde endoscopiques (CPRE)**, technique à présent bien connue de nos jours par les gastro-entérologues, permettant à la fois le diagnostic et le traitement d'affections des voies biliopancréatiques) (1).

D'autres avancées ont pu permettre, au fil temps, par la création d'outils de plus en plus performants, l'invention de nouvelles techniques, pratiquées aujourd'hui en services d'endoscopie digestive. Citons brièvement l'**écho-endoscopie** (où l'extrémité de l'endoscope est munie d'une sonde d'échographie, permettant de compléter l'endoscopie en analysant

l'étendue en profondeur de la lésion)(2); la **sphinctérotomie digestive**, suite à l'avènement de la **CPRE**, qui permet, par la dilatation des voies biliaires (canaux cholédoque et pancréatique) de traiter les pathologies d'obstruction des voies biliaires pouvant être à l'origine de lithiases des voies biliaires ou encore des pancréatites biliaires, par incision du sphincter entourant ces voies (3,4).

Ce rapport se concentrera davantage sur les techniques récemment inventées que sont les dissections sous-muqueuses (DSM) et les myotomies per-orales endoscopiques (POEM).

1.1.2. L'endoscopie digestive thérapeutique : une avancée majeure

1.1.2.1. La naissance de la dissection sous-muqueuse

Suite à l'invention de l'endoscopie digestive, au départ uniquement diagnostique (donc principalement observationnelle), émergea l'idée de la **réalisation d'actes thérapeutiques par voie endoscopique** (5).

La **première résection endoscopique** est apparue pour la première fois en **1974**, au **Japon** : il s'agissait de la résection, via une anse branchée à un générateur de courant électrique, d'un polype pédiculé du côlon (5,6).

Puis, en **1988**, s'effectua la **première mucosectomie** : du sérum salé est alors injecté au niveau de la muqueuse, puis une incision circonférentielle est effectuée autour de la lésion, ainsi bien individualisée, via une anse spécifique (5–7). Malheureusement, la technique est rapidement abandonnée du fait d'un trop grand risque de perforation.

D'autres inventions viendront par la suite tenter de performer cette technique de mucosectomie, cependant un problème persiste : la résection complète de lésions (appelée résection en monobloc), et, *a fortiori*, supérieures à 2 cm en préservant une marge de tissu sain (cette résection est appelée en chirurgie « R0 ») n'est que peu atteinte.

Les **premières résections R0** de ce type de lésions ont pu être effectuées à la **fin des années 1990** suite à l'invention technologique japonaise du *National Cancer Center Hospital* (NCCH)

d'un bistouri à pointe isolé par une boule en céramique, nommé IT-Knife, qui permet d'empêcher le risque de perforation lors de l'application du courant électrique par le bistouri (5,6,8,9). Résultat : les incisions circonférentielles décrites précédemment se transforment peu à peu en tentatives de dissections sous-muqueuses. La technique reste néanmoins complexe et risquée.

La **première dissection sous-muqueuse rectale** est réalisée en **1999** au **Japon** (5,6,10), tandis que la **première dissection sous-muqueuse gastrique** est réalisée en **2001**, toujours au **Japon**, au NCCCH (5,6,11).

Des équipes japonaises mettront au point par la suite plusieurs avancées technologiques dans le but d'améliorer la technique : citons par exemple l'invention d'insufflation de CO₂ plutôt que d'air par l'endoscope qui permettra de réduire la gravité de perforation (5,6,12).

La technique se fait rapidement connaître en **Europe**, et une **première série de cas** est décrite en **Allemagne** en **2004** (5,13).

La **première série rétrospective française** est publiée en **2011**, dirigée la Société Française d'Endoscopie Digestive (SFED), comportant 188 cas, avec des taux de R0 de plus de 70%, des taux de résection dites « en bloc » (résection de la tumeur en entier, en une seule fois) de 77%... Mais avec un taux de perforations de 18%, loin des résultats des Japonais (5,14). Par ailleurs, une autre étude française, prospective, sur le versant colo-rectal, montrera là encore des résultats décevants sur le plan du taux de perforations (5,15).

Face à ces résultats, quelques français sont partis se former au Japon, afin de s'améliorer et de se perfectionner dans la réalisation de cette technique, pour qu'*in fine*, une **formation** (basée sur l'apprentissage européen) **à la pratique de la dissection sous-muqueuse** voie le jour et puisse être désormais **proposée aux gastro-entérologues français par la SFED** (5,16).

Si les japonais sont à l'origine **d'innovations technologiques**, il est à noter que les français ne sont pas en reste : citons par exemple l'élaboration d'un **système de traction par élastique** fixé à la paroi opposée du côlon (pour tracter la lésion et ainsi mieux la réséquer) (5,17) ; ou bien, d'un point de vue ergonomique, l'élaboration d'un **pédalier fixé au sol**, nommé IPEFIX, qui permet de réduire les regards au sol et les erreurs de manipulation des pédales par les pieds des opérateurs (5,18).

1.1.2.2. Une « dérivée » de la dissection sous-muqueuse : la technique de **POEM**

La technique de la dissection sous-muqueuse a inspiré plusieurs médecins pour le traitement d'autres pathologies digestives. Citons **l'achalasia de l'œsophage**, qui sera détaillée plus loin.

Jusqu'en 2010, le traitement de référence était la myotomie de Heller, qui s'effectue uniquement en chirurgie : l'opération consiste à couper des fibres musculaires de l'œsophage au-dessus du cardia. D'autres traitements existent, tels que la mise en place d'un ballonnet œsophagien ainsi que l'injection de toxine botulique au niveau du sphincter inférieur de l'œsophage afin de favoriser la relaxation de ce dernier ; cependant, ces deux techniques exposent, outre une invasion lourde pour la myotomie de Heller, à une récurrence non négligeable. (19)

En **2010**, une équipe **japonaise** met au point la technique de myotomie endoscopique, nommée sous l'acronyme anglais **POEM** (*Per-Oral Endoscopic Myotomy*) : la technique reprend les règles de la myotomie de Heller, cependant sous endoscopie et donc sans effraction cutanée ni pariétale (20).

La technique est par la suite **rapidement adoptée en France (2012)** (19), et, outre l'achalasia et la gastroparésie pour lesquelles des recommandations ont été émises, vise désormais à traiter d'autres pathologies, telles que les diverticules de Zenker (21).

1.2. Les endoscopies digestives en France aujourd'hui

1.2.1. L'outil : le fibroscope

Les endoscopies digestives sont réalisées à l'aide d'un **fibroscope**. L'Annexe 1 montre un fibroscope pouvant être utilisé en service de gastro-entérologie.

Il s'agit d'un instrument composé d'une part d'un **tube souple de petit diamètre** (environ 10 mm), muni de **fibres optiques** et d'une **lentille** située au bout de ce tube ainsi que d'un **système d'éclairage** (lumière froide) ; d'autre part d'une **poignée** permettant la mobilisation de la caméra via l'activation de **molettes**. Ces deux parties sont liées.

La lentille située à l'extrémité permet, par réflexion interne, d'obtenir des images de l'intérieur de l'organe inspecté, qui sont transmises en temps réel sur un écran via la connexion à un système informatique (22).

L'extrémité du tube où se situe le dispositif de système optique peut être dirigée dans diverses positions (haut, bas, droite, gauche) via l'utilisation de la **poignée** du fibroscope, qui est composé de plusieurs **molettes** : l'une permettant de diriger l'embout dans l'axe vertical (haut – bas) ; l'autre permettant de le diriger dans l'axe horizontal (droite – gauche). De plus, la direction du tube, et donc de son extrémité, peut être également modifiée par des **mouvements de rotation de l'ensemble de la poignée** à laquelle il est relié.

Par ailleurs, est annexé au tube souple un **canal opérateur**, par lequel l'endoscopiste peut insérer divers **instruments**, tels qu'une pince ou anse à biopsie, un bistouri spécifique à un type d'intervention ou un dispositif d'injection de produit.

Les progrès scientifiques ont permis l'élaboration d'outils de plus en plus perfectionnés et spécifiques d'organes : ainsi, on retrouve en endoscopie digestive de nos jours les gastroscopes (pour l'exploration de la partie haute du système digestif notamment) ; les coloscopes (concernant l'exploration du côlon et du rectum) ; les entérosopes ; les rectosigmoïdoscopes ; les duodénoscopes.

1.2.2. Les endoscopies digestives diagnostiques

De nos jours, les endoscopies digestives diagnostiques peuvent être classées deux grandes catégories, selon le segment du tube digestif exploré : la **coloscopie** (endoscopie basse) ; la **fibro-oeso-gastro-duodénoscopie (FOGD) ou gastroscopie** (endoscopie haute).

1.2.2.1. La fibroscopie oeso-gastro-duodénale

La **FOGD**, ou **gastroscopie**, ou **endoscopie digestive haute**, est une endoscopie digestive diagnostique, de **durée courte**, qui consiste à inspecter les **parois internes de l'œsophage, l'estomac et une partie du duodénum** (première partie de l'intestin grêle) (23). Elle peut s'effectuer sous anesthésie générale ou sous anesthésie locale, chez un patient qui doit être à jeun et ne pas fumer 6 heures avant l'examen (24,25).

L'extrémité du tube souple du fibroscope (appelé alors gastroscopie) est introduite par la bouche du patient le plus souvent, mais peut également être introduite par le nez. Des biopsies peuvent être réalisées lorsque le praticien visualise une lésion suspecte, via une anse ou une pince spécifique ; les prélèvements seront par la suite envoyés en service d'anatomopathologie pour examen approfondi et caractérisation de la nature bénigne ou maligne.

1.2.2.2. La coloscopie

La **coloscopie**, ou **endoscopie digestive basse**, est une endoscopie digestive diagnostique, de **durée courte**, qui consiste cette fois à inspecter les **parois internes du côlon et du rectum** (26). Elle s'effectue sous anesthésie générale dans la très grande majorité des cas, sur un patient ayant suivi un régime spécifique trois jours avant l'intervention et ayant ingéré une préparation colique afin d'éliminer tout résidu alimentaire et de digestion, la plupart du temps la veille de l'examen. Le patient doit également être à jeun et ne pas fumer 6 heures avant l'intervention

(27).

L'extrémité du tube souple du fibroscope (appelé alors coloscope) est introduite par le rectum du patient.

Là encore, en cas de visualisation de lésion suspecte, des prélèvements peuvent être effectués, puis envoyés en service d'anatomopathologie pour examen approfondi.

1.2.2.3. Évolution

Des enquêtes menées et publiées par la SFED (1), nommées « *2 jours d'endoscopie* » et « *La semaine d'endoscopie en France* » ont permis respectivement d'une part l'évaluation de l'évolution du nombre d'endoscopies réalisées en France entre 2001 et 2008 pour tout type d'endoscopie (28), d'autre part l'évaluation du nombre de coloscopies en France de 2015 à 2017 (29).

La **première enquête** montre une **croissance du nombre total d'endoscopies réalisées en France**, avec un nombre d'actes endoscopiques digestifs réalisés, tous confondus, de 2 083 166 en 2001 et de 2 413 544 en 2008. Si le nombre de FOGD et de coloscopies est resté stable au cours de cette décennie, le nombre de CPRE a quant à lui fortement augmenté. Aucune information dans ce rapport n'est donnée quant aux réalisations des DSM.

La **première et la seconde enquête**, combinées, montrent une **croissance du nombre d'endoscopies réalisées en France** : il était de 1 402 047 en 2017, versus 919 694 en 2001.

La SFED estime que cette augmentation du nombre de coloscopies réalisées en France serait en lien avec le changement de stratégie de dépistage des cancers colorectaux (1) : si elle se reposait anciennement sur la réalisation de tests par Hemocult (aussi appelé test au gaïac), elle se base désormais sur la technique du test immunologique FIT, dont les études ont montré de meilleures performances en terme de dépistage du cancer colorectal (30).

1.2.3. Les endoscopies thérapeutiques

Comme évoqué plus haut, ce rapport se concentrera sur les **DSM** ainsi que les **POEM**.

Concernant l’outil utilisé pour ces deux techniques, ils sont les mêmes que ceux utilisés pour les endoscopies digestives diagnostiques ; cependant, les instruments pouvant y être insérés sont spécifiques aux pratiques de ces interventions.

1.2.3.1. La dissection sous-muqueuse

1.2.3.1.1. Rappel des lésions du tube digestif

Le dernier rapport de Santé Publique France publié au Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire le 04 Juillet 2023 montre l’incidence et l’évolution des cancers, tous sites confondus, de 1990 à 2023. Nous retiendrons de ce rapport **chez l’homme une légère baisse de l’incidence des cancers de l’œsophage, de l’estomac et du côlon-rectum ; chez la femme une diminution de l’incidence des cancers gastriques mais une augmentation de celles des cancers de l’œsophage et du côlon-rectum.**

Le rapport a également évalué en 2023, hommes et femmes confondus, un nombre de **5499 nouveaux cas de cancers de l’œsophage ; 6515 nouveaux cas de cancers de l’estomac et 47582 nouveaux cas de cancers du côlon et du rectum** (plaçant ce dernier en **2^e cancer le plus fréquent chez la femme et 3^e cancer le plus fréquent chez l’homme**).

La paroi du tube digestif est composée de quatre couches, comprenant, de l’intérieur vers l’extérieur : la **muqueuse**, la **sous-muqueuse**, la **muscleuse** et la **séreuse**. L’épithélium définit la limite interne de la muqueuse, et délimite ainsi la lumière du tube digestif (31,32).

La classification des tumeurs se fait selon les critères **T** (envahissement de la paroi), **N** (envahissement ganglionnaire) et **M** (envahissement à distance par des métastases). Cette classification peut se faire par endoscopie ou échoendoscopie, cette dernière technique permettant de visualiser les parois du tube digestif en profondeur (2).

Plus de 80% des lésions sont des **adénocarcinomes**, issus d'adénomes (lésions épithéliales). Plus la tumeur est avancée, plus elle envahira les couches situées sous l'épithélium ; sont ainsi définies comme **tumeurs néoplasiques superficielles du tube digestif** les **tumeurs épithéliales (T0 ou Tis pour tumeur in situ N0 M0)**, les **tumeurs muqueuses (T1m N0 M0)** et les **tumeurs sous-muqueuses (T1sm N0 M0)**.

1.2.3.1.2. Technique

La **dissection sous-muqueuse**, de manière générale, est une technique d'intervention thérapeutique sous endoscopie réalisée sous anesthésie générale, pouvant être divisée en plusieurs phases. Elle est bien décrite par les différents rapports de la HAS concernant la pertinence de son utilité dans la prise en charge des lésions superficielles digestives, publiés en 2020 (33,34). L'Annexe 2 schématise le déroulé de l'intervention, permettant une meilleure visualisation des moments opératoires.

Elle se réalise à l'aide d'un fibroscope souple, avec des instruments qui lui sont spécifiquement dédiés.

La première étape consiste en un **marquage de la lésion**, durant laquelle le praticien marque le pourtour de la lésion par des points de coagulation.

La deuxième étape consiste en une **injection** de produit dans la couche sous-muqueuse, afin de surélever la muqueuse et de mieux individualiser la lésion. Cette étape permet d'épargner la couche musculuse.

La troisième étape consiste en une **incision** autour de la lésion ainsi « soulevée ». Cette coupe s'effectue en zone saine, et permet ainsi d'accéder à la couche sous-muqueuse.

La quatrième étape consiste en une **dissection** de la couche sous-muqueuse : à l'aide d'un bistouri spécifique, le praticien peut, par électrocoagulation, séparer progressivement les couches muqueuses et sous-muqueuses.

La cinquième étape, facultative, consiste en la **fermeture** l'espace créé, généralement par la pose de clips.

Suite à l'intervention, la tumeur réséquée en un seul bloc est étalée et fixée sur un support rigide, pour analyse anatomopathologique optimale.

1.2.3.1.3. Recommandations de la HAS

Des rapports ont été publiés par la HAS concernant l'évaluation de la pertinence de la dissection sous-muqueuse dans la prise en charge des tumeurs superficielles rectales, coliques et de l'œsophage, respectivement le 22 Octobre 2020 (34), en février 2019 (33) et en décembre 2018 (35).

Concernant les **tumeurs rectales**, la HAS estime une **balance bénéfique/risque de la DSM acceptable selon les experts du groupe de travail pour le traitement des lésions carcinoïdes superficielles (T0, Tis, T1m ou T1sm) de moins de 16 mm et des lésions planes à potentiel cancéreux**, selon des critères définis. En termes d'efficacité, comparativement à la mucoséctomie, la technique est considérée comme **supérieure** (car permettant de meilleures résections, en monobloc ou R0) ; comparativement à la chirurgie, elle est considérée comme équivalente (avec cependant une préservation de l'organe).

Suite à ce rapport, a été instaurée en 2021 la mise en place d'un **remboursement par l'Assurance Maladie**, sous le code CCAM HJFE429 (« Dissection sous-muqueuse de lésion du rectum, par endoscopie ») (36).

Pour les **tumeurs de l'œsophage**, la HAS estime, avec l'aide de l'expertise de l'ESGE, que la DSM peut être une **alternative de traitement des cancers superficiels de l'œsophage évalués à faible risque d'envahissement ganglionnaire**. La technique a été estimée comme **avantageuse pour ces types de lésions**, comparativement à la mucoséctomie (puisque permettant un taux de résection en monobloc ou en R0 plus élevé) et à la chirurgie (puisque permettant une épargne des séquelles liées à la fonctionnalité de l'œsophage).

De même que pour les DSM des lésions superficielles rectales, un **remboursement** a été mis en place suite à ce rapport en 2020 **par l'Assurance Maladie**, sous le code CCAM HEFE326 (« Dissection sous-muqueuse de l'œsophage et/ou de l'estomac, par oeso-gastro-duodéoscopie ») (37).

Enfin, le rapport de la HAS concernant les **tumeurs superficielles coliques ne statue pas sur le bénéfice apporté par la technique concernant la prise en charge de ces lésions**, comparativement à la chirurgie ou la mucoséctomie ; la décision du type de prise en charge doit se faire avec accord multidisciplinaire. Aucun remboursement de la technique n'a été mis en place par l'Assurance Maladie.

Dans tous les cas, quel que soit l'organe, la HAS préconise une réalisation de ce type d'intervention par des **équipes formées et spécialisées dans la technique**, et dans des **centres de référence ou experts**.

1.2.3.1.4. Évolution de manière globale, en Europe et en France

Un premier rapport publié par la SFED en 2010 a permis de tirer de premières conclusions quant à la réalisation des DSM en France (38). Les taux de morbidité retrouvés (proches de 30%, avec un taux de perforation de l'ordre de 18%) sont supérieurs à ceux tirés de la littérature japonaise, la société estime une faisabilité satisfaisante concernant l'exérèse en monobloc de la majorité des lésions de plus de 20mm de diamètre.

La société a publié un autre rapport en 2014, évaluant l'évolution de la technique en France entre 2008 et 2013. Les résultats montrent une **légère augmentation du nombre de DSM réalisées sur le territoire français**, et, sur le plan efficacité / sécurité, une **meilleure qualité des résections ainsi qu'une diminution de la mortalité comme du taux d'hémorragies au décours des interventions** (39).

En analysant plusieurs études sur le sujet, l'EGSE publie des recommandations quant à la bonne utilisation de la technique, avec une mise à jour effectuée en 2022 (40), qui laissent à penser que **ce type d'intervention**, si une formation adéquate et validée sur le plan européen et national a été suivie par les opérateurs, **visent à se réaliser davantage en France et en Europe**. La société suggère, sous couvert d'un diagnostic correct et précis de la tumeur, que la **DSM** tende à devenir le **traitement de référence pour la plupart des lésions superficielles œsophagiennes et gastriques**, et qu'elle soit **à envisager pour le traitement des lésions colorectales** (en particulier rectales avec une suspicion d'invasion sous-muqueuse limitée et ne pouvant être réséquées par d'autres techniques (notamment mucosectomie)).

1.2.3.2. La myotomie per-orale endoscopique

1.2.3.2.1. Rappel des pathologies pouvant être prises en charge par la technique

Les POEM peuvent représenter un traitement de choix dans des pathologies de motricité de l'œsophage.

L'**achalasia** se caractérise par des troubles de la contraction des fibres musculaires de l'œsophage (apéristaltisme) ainsi qu'une ouverture incomplète du sphincter œsophagien inférieur, empêchant l'avancée correcte des aliments vers l'estomac, pouvant aboutir à une dilatation de l'œsophage du fait d'une progression incomplète des aliments vers l'estomac (41).

La **gastroparésie** quant à elle se définit comme un trouble fonctionnel avec ralentissement de la vidange gastrique, sans qu'il existe d'obstacle mécanique ni organique à cette dernière (42).

1.2.3.2.2. Technique

Il s'agit d'une intervention sous endoscopie réalisée sous anesthésie générale, et qui peut être divisée, de manière générale, en plusieurs étapes (concernant le traitement de l'achalasia) (43). Ces étapes sont représentées schématiquement pour une meilleure compréhension de la technique en Annexe 3 (44).

La première étape consiste à réaliser une **incision** de la muqueuse de l'œsophage.

Ensuite, concernant la deuxième étape, l'opérateur crée un tunnel sous-muqueux, en réalisant une **dissection** progressive de la couche sous-muqueuse vers l'estomac.

La troisième étape consiste en la **section de fibres musculaires de l'œsophage** au-dessus du cardia (estomac), afin de « libérer » l'espace réduit par un sphincter œsophagien trop étroit.

La dernière étape consiste en la **fermeture** de l'incision muqueuse, par la pose de clips généralement.

1.2.3.2.3. Évolution de manière globale en Europe et en France

Il n'existe actuellement **pas de recommandations de la HAS concernant la pratique de la technique de POEM pour la prise en charge de pathologies de motricité de l'œsophage. Aucun remboursement** de l'intervention par l'Assurance Maladie n'a été retrouvé.

Néanmoins, concernant l'**achalasia**, plusieurs études ont démontré d'une part un meilleur taux de succès de traitement de l'achalasia en utilisant la technique de POEM comparativement à la dilatation pneumatique (45); d'autre part une efficacité similaire de la technique comparativement à la myotomie chirurgicale de Heller (43), bien qu'entraînant plus de RGO au décours, cependant facilement maîtrisables pour la majorité sous traitement médicamenteux (46).

La prise en charge de l'achalasia par POEM étant moins invasive que celle de la myotomie de Heller, représentant de ce fait un risque plus faible de séquelles fonctionnelles de l'œsophage au décours, l'ESGE publie des recommandations de prise en charge endoscopique des troubles de la motricité gastro-intestinale dans les années 2020 (47)(48). La société estime ainsi avec un niveau de preuve modéré que **la technique**, sous couvert qu'elle soit réalisée dans des centres experts avec des équipes formées, représente un **traitement efficace et relativement sûr de l'achalasia œsophagienne**.

Concernant la gastroparésie, ces mêmes recommandations suggèrent l'utilisation de la technique pour la prise en charge de la maladie uniquement lors d'essais cliniques et en centres experts, par manque de recul et d'études sur le sujet, bien qu'une étude multicentrique française ait démontré un rapport bénéfice/risque favorable (49).

1.3. Les troubles musculosquelettiques : un problème bien connu de la médecine du travail en France

1.3.1. Organisation et missions des services de santé au travail

Les **SPST** peuvent être de différente nature : **autonome**, où leurs services sont dans ce cas apportés à une seule entreprise dans laquelle ils sont embauchés ; ou **interentreprises**, où leurs missions s'effectuent au sein de plusieurs entreprises, appartenant à un même secteur de travail (par exemple, de BTP) ou non (50).

Quoi qu'il en soit, leur mission principale, selon l'article L4622-2 du Code du Travail, est **d'éviter toute altération de la santé des salariés des entreprises du fait de leur travail, en conseillant les employeurs, les salariés et leurs représentants** (51).

Afin de mener à bien cette mission, plusieurs actions sont menées par les **équipes pluridisciplinaires en santé au travail**, animées et coordonnées par le médecin du travail et comprenant, outre d'autres personnels médicaux (collaborateurs médecins, internes en médecine et santé au travail), des infirmiers de santé au travail, des assistants sociaux ainsi que des intervenants en prévention des risques professionnels pouvant répondre à des problématiques de prévention spécifiques en fonction de leurs formations (ergonomie, toxicologie, psychologie...) (52).

Parmi ces actions, figurent les examens (médicaux ou paramédicaux) des salariés, effectués lors de visites d'embauche, de suivi ou de fin de carrière (ces consultations représentent environ 2/3 de l'activité du médecin du travail) ; les visites d'entreprises, avec possibilité de réalisation d'étude de poste des salariés et analyse des risques professionnels inhérents à l'activité de travail (ces actions sur le milieu de travail représentant 1/3 des activités du médecin du travail) (53).

1.3.2. TMS

1.3.2.1. Définition, causes professionnelles et épidémiologie

Les **TMS** sont des **troubles touchant les muscles, les tendons, les articulations et les nerfs situés autour de ces structures, allant de la simple gêne à la douleur inflammatoire intense.**

Les **principaux sites des TMS déclarés en AT/MP**, selon le rapport annuel de **2017** de l'Assurance Maladie, sont, par ordre décroissant, les **mains, poignets et doigts** (38%, regroupant les affections telles que les ténosynovites, les tendinites, le syndrome de canal carpien et le syndrome de la loge de Guyon) ; les **épaules** (30%, regroupant les tendinopathies et les ruptures partielles ou complètes des tendons de la coiffe des rotateurs) ; les **coudes** (22%, regroupant les épicondylites, les épitrochléites, les hygromas aigus ou chroniques, l'arthrose et le syndrome de la gouttière épitrochléo-olécrânienne), le **bas du dos** (7%, regroupant les sciatiques et les cruralgies par hernie discale) et les **genoux** (2%, regroupant les hygromas aigus ou chroniques, les tendinites, le syndrome de la bandelette ilio-tibiale, le syndrome de compression du nerf sciatique poplité externe et les lésions chroniques méniscales) (54).

S'ils peuvent être de nature non traumatisante et sans que le travail ne soit mis en cause (notamment par les facteurs de susceptibilité individuels, les états physiologiques transitoires tels que la grossesse ou le vieillissement), **l'activité au travail reste néanmoins un facteur de risque prédominant dans leur apparition**, du fait d'une **exposition à des facteurs de risque divers** : de nature **physique** (liée à l'activité de travail, par exemple le port de charge lourde, la réalisation de gestes répétitifs ou à forte contrainte articulaire dans les tâches de travail, l'adoption de postures contraignantes pour mener à bien une action, l'utilisation d'outils vibrants, l'exposition au froid...) ou **psychosociale et organisationnelle** (liée à la charge émotionnelle et la demande psychologique d'une action de travail, à la pression temporelle pour la mener à bien, au soutien social des collègues et/ou de la hiérarchie...) (55).

L'apparition de TMS du fait de l'activité de travail ne dépend donc pas uniquement du fait de la tâche de travail réalisée, mais aussi d'autres facteurs inhérents au milieu de travail. Un article publié par Yves Roquelaure, du Centre de Consultation de Pathologie Professionnelle du CHU d'Angers, reprenant plusieurs études cliniques, ergonomiques et

épidémiologiques conduites en milieu de travail reprend ces facteurs de risque (56), dont un tableau récapitulatif consiste en l'Annexe 4.

Plus précisément, concernant les **facteurs de risque biomécaniques**, l'INRS estime qu'ils sont représentés par la **forte répétitivité des gestes**, les **efforts excessifs**, les **mouvements précis et fins**, ainsi que les **postures inconfortables et/ou maintenues durant de longues périodes** (57).

1.3.2.2. Reconnaissance par la Sécurité Sociale

Une étude publiée dans les Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement en 2018 retrouve un taux de 122975 TMS déclarés en AT avec arrêt maladie occasionné en 2008, sur un total de 710892 (58).

Si les parts de TMS dans les déclarations d'AT restent assez floues, en revanche ils sont considérés depuis plusieurs années comme la **première cause de déclaration en MP en France**, comme le démontre le dernier rapport de l'Assurance Maladie de 2022, révélant un taux de déclarations en MP liées aux TMS de 38286, sur les 44217 déclarations réalisées toutes causes médicales confondues (59).

Les reconnaissances en MP des TMS sont possibles grâce à l'existence de **tableaux de MP spécifiques** ; ainsi, si un lien est jugé comme direct et essentiel entre la pathologie (décrite dans la colonne 1 du tableau et dont son délai d'apparition est décrit dans la colonne 2) et les circonstances d'expositions au travail (limitatives ou indicatives, décrites dans la colonne 3), le TMS pourra être reconnu par l'Assurance Maladie comme MP à part entière, ce qui pourra déboucher sur une indemnisation de la victime en fonction de son taux d'incapacité permanente (évalué et fixé par la CPAM).

Les tableaux de MP concernant les TMS sont représentés d'une part dans la branche du Régime Général (RG) de la Sécurité Sociale par le **tableau 57 RG** (intitulé « Affections périarticulaires provoquées par certains gestes et postures de travail ») ; le **tableau 69 RG** (intitulé « Affections provoquées par les vibrations et chocs transmis par certaines machines-

outils, outils et objets et par les chocs itératifs du talon de la main sur des éléments fixes ») ; et le **tableau 79 RG** (intitulé « Lésions du ménisque à caractère dégénératif ») (60–63). Dans la branche du Régime Agricole (RA), des tableaux correspondants aux tableaux RG 57, RG 69 et RG 79 existent, définis respectivement par les **tableaux 39 RA, 29 RA et 53 RA** (60,64–66).

1.3.2.3. Impact socio-économique

Outre un impact sur la santé humaine, les TMS ont également un impact sur la « santé » des entreprises employant les salariés qui en sont victimes.

En effet, en cas d'AT ou de MP, le salarié perçoit des indemnités et bénéficie d'une prise en charge intégrale de sa pathologie par l'Assurance Maladie : il peut ainsi bénéficier, en fonction de la situation, d'indemnités journalières, de la prise en charge intégrale de soins médicaux et paramédicaux...

Ces indemnités peuvent être versées, car elles sont, de manière obligatoire, financées par des **cotisations AT/MP**, à la charge de l'employeur. Le montant de ces cotisations dépend de plusieurs facteurs (taille et activité de l'entreprise, nombre et gravité des sinistres), et est fixé par la CARSAT (67,68).

Ainsi, en cas d'occurrence d'AT ou de MP au sein de l'entreprise, le montant des cotisations que devra verser l'employeur peut être majoré.

Par ailleurs, les AT et MP peuvent être cause **d'absentéisme au travail**, ce qui peut poser problème par plusieurs points, notamment d'un point de vue organisationnel : l'employeur devra en effet soit retrouver un salarié pouvant remplacer la victime, soit demander à ses équipes de pallier à ce manque en demandant à d'autres salariés d'effectuer les tâches normalement réalisées par la victime, ce qui peut être à l'origine d'une occurrence de TMS chez ces salariés, d'une baisse de productivité et de performance de l'entreprise.

Enfin, en cas de persistance de TMS ou des séquelles engendrées, le retour au poste de travail peut être difficile... Et parfois même, impossible : la question du maintien en emploi se pose

alors, et peut être mise à mal par la problématique des TMS. Notamment en cas de retour au poste impossible pour raison médicale, une **inaptitude médicale au poste** peut être décidée par le médecin du travail, ce qui engendrera, en cas de reclassement impossible au sein de l'entreprise, le versement d'une indemnisation (qui peut être conséquente, en fonction de l'ancienneté du salarié au sein de l'entreprise) de la part de l'employeur au salarié lors de son départ de l'entreprise.

Par ces différents points, la prévention des TMS dans les entreprises semble primordiale d'un point de vue socio-économique.

1.4. Ergonomie au travail

1.4.1. Définition

Selon la SELF, l'**ergonomie**, définie par l'International Ergonomics Association en 2000, est une **science visant à étudier et comprendre les interactions entre l'Homme, l'environnement et le milieu de travail, en vue d'améliorer le bien-être des personnes, et la performance au travail** (69). Les ergonomes, par acquisition de compétences en lien avec ces objectifs, font ainsi partie prenante des intervenants en prévention en santé au travail.

1.4.2. Déroulement d'une étude ergonomique d'un poste de travail

Une étude ergonomique d'un poste de travail comprend plusieurs étapes. Nous détaillerons ici les étapes dans le cadre d'une étude ergonomique des TMS.

La première consiste en une **connaissance du risque** de manière globale, qui peut être précisée par un apport de la littérature scientifique sur la problématique, comprenant des articles récents et de qualité.

La deuxième étape consiste en une **analyse de l'activité**. Cette analyse peut se faire sur différents niveaux.

Des **questionnaires** peuvent être distribués aux salariés afin de repérer les risques au sein de la catégorie salariale concernée (ceux-ci concernant les différents facteurs de risque d'apparition et d'aggravation de TMS décrits plus hauts, par exemple un questionnaire spécifique des facteurs de risque psychosociaux, un autre spécifique de l'organisation de travail, un autre spécifique sur les localisations des TMS comme le questionnaire de type NORDIQUE...).

Une **analyse de la situation de travail** est ensuite effectuée de manière précise et minutieuse. Les questions se posant alors, auxquelles il faudra un maximum répondre, sont : « Quoi ? » (Quelles sont les tâches de travail effectuées durant la situation de travail), « Avec quoi ? » (Si

des outils sont utilisés pour mener à bien les tâches, quels sont-ils, quelles sont leur nature et leur fonction ?), « Comment ? » (Quelles sont les postures adoptées, les gestes effectués pour réaliser la tâche demandée ?), « Qui ? » (Quelles sont les caractéristiques individuelles de l'opérateur), « Avec qui ? » (L'opérateur travaille-t-il seul ou avec des collègues, et, si oui, quelles sont ses relations avec ces derniers, quelle est l'organisation du travail d'équipe ?), « Quand ? » (Quels sont les horaires de travail, l'opérateur peut-il aménager son temps de travail ou son autonomie est-elle faible ?), « Où ? » (Quel est l'environnement de travail, quelles sont les dimensions de la pièce où il exerce ses tâches, et quels sont les paramètres physiques ?). Le recueil de données, dans cette partie, est primordial.

Puis vient l'**identification des facteurs de risque de TMS**, notamment biomécaniques.

Pour cela, différents outils existent (70).

L'**échelle de BORG** permet une évaluation subjective (du point de vue de l'opérateur) de l'effort fourni, de manière globale, sur une tâche de travail. L'Annexe 5 illustre cette échelle (71).

L'**outil OREGÉ** consiste en une grille d'observation qui permet de diviser les situations de travail en temps opératoires, de détailler pour chacun de ces temps les actions effectuées, enfin de préciser pour chacune de ces actions le ressenti de l'opérateur en termes d'effort fourni et de répétitivité des gestes effectués, ainsi que l'angulation articulaire de chaque articulation sollicitée.

L'**outil RULA**, quant à lui, est un outil d'observation permettant d'identifier les postures et gestes à risque au niveau des membres supérieurs ; le principe consiste à mesurer (par l'observation directe, ou sur un enregistrement vidéo) les angulations adoptées lors des tâches de travail concernant les articulations au niveau des membres supérieurs et du rachis, qui donneront plusieurs scores, qui seront ensuite additionnés pour révéler un score final, dont la valeur définira un niveau de risque d'occurrence de TMS. Cet outil est reconnu internationalement depuis plusieurs années (72). L'Annexe 6 représente une grille d'évaluation RULA (73).

Enfin, de manière encore plus précise, une **métrologie** plus experte peut être réalisée pour l'identification de ces facteurs de risques. Elle s'appuie sur l'utilisation de **capteurs d'angulation**, par exemple **inertiels** utilisant les trois dimensions de l'espace, permettant une analyse précise des postures adoptées pour chaque articulation mesurée ; et/ou de **capteurs de force musculaire**, par exemple en utilisant **l'électromyographie de surface**, permettant de mesurer la contraction musculaire utilisée pour effectuer une tâche de travail (exprimée en pourcentage de contraction musculaire maximale). Ce domaine d'analyse est réservé à des expertises poussées, dans le cadre de la recherche par exemple.

1.5. Revue de la littérature

1.5.1. Méthode utilisée pour la revue

Une **revue de la littérature** a été effectuée afin d'établir une vue d'ensemble et de rechercher les facteurs de risque d'occurrence de troubles musculosquelettiques chez les endoscopistes digestifs.

La recherche a été effectuée sur **Pubmed**, en utilisant les mots-clés suivants :

((musculoskeletal injury) OR (musculoskeletal pain)) OR (musculoskeletal disorders)) AND ((endoscopist).

Les critères d'inclusion portaient sur des études de tout type, étudiant le sujet chez des médecins gastroentérologues effectuant des endoscopies de tout type chez l'adulte.

La **méthodologie scientifique PRISMA** a été utilisée pour la sélection finale des articles ; le diagramme de sélection d'articles en fonction de chaque étape de la méthodologie est décrit en Annexe 7.

Au final, onze articles ont été retenus.

1.5.2. Résultats de la revue

Le tableau ci-dessous résume les résultats décrits.

Auteur	Population	Résultats	<i>p</i>
Byun et al. (juin 2008)	<p>Endoscopistes du système digestif 4 hôpitaux et 2 centres de santé (Corée)</p> <p><u>Caractéristiques population :</u> 55 sujets Hommes > Femmes Âge moyen = 39 ans Durée moyenne d'exercice = 39 mois Temps de procédures par semaine = 19,5 +/- 7,7 heures par semaine</p>	<p><u>TMS :</u> Existante à au moins une localisation : 89,1% Existant à > 1 localisations : 72,7% - <u>Localisations les plus fréquents pendant endoscopie :</u> * Épaule droite (7,3%) * Épaule gauche (14,5%) * Doigts gauche (16,4%) * Nuque * Haut du dos</p> <p><u>Douleurs sévères : 47,3% ; 3 facteurs de risque pendant les procédures :</u> * Endoscopies hautes : rester debout * Postures spécifiques / habitudes prises durant les procédures * Localisations multiples</p> <p><u>FR chez les débutants :</u> Durée d'endoscopies par semaine Nombre d'endoscopies par mois</p>	<p>0,027 0,041 0,002 0,001 0,009</p>
Kuwabara et al. (mars 2011)	<p>Endoscopistes des hôpitaux de Hiroshima et affiliés ; groupe contrôle de non-endoscopistes (Japon)</p> <p><u>Caractéristiques population:</u> 190 endoscopistes et 120 non-endoscopistes Sensiblement identiques : * hommes > femmes * droitiers > gauchers * BMI environ de 23</p>	<p>Niveau de sport : plus bas chez les non-endoscopistes</p> <p><u>TMS chez les endoscopistes :</u> Lors de l'étude : 45%</p> <p>- <u>Sites les plus fréquents :</u> * Bas du dos (26%) * Nuque (18,9%) * Épaule droite (18,9%) * Pouce gauche (16,8%) * Mains et poignets (17%) (endoscopistes > non-endoscopistes)</p> <p><u>Facteur de risque :</u> Âge</p>	<p>0,046 0,004 0,011</p>

<p>Riditid et al. (avril 2014)</p>	<p>Endoscopistes membres de l'American Society for Gastrointestinal Endoscopy (AGSE) (USA)</p> <p><u>Caractéristiques population</u> 684 endoscopistes Hommes (88,1%) > Femmes</p> <p>Droitiers > gauchers</p> <p>Niveau d'activité moyen : * Modéré = 43,7% * Haut = 41,1%</p> <p>Niveau d'activité physique : * Léger = 14,3 % * Modéré = 47,1 % * Rigoureux = 24,6 %</p>	<p><u>TMS :</u></p> <p>- Centres de santé : * peut-être en lien avec endoscopies = 68 % (vs centres universitaires : 32%) * en lien avec endoscopies : 73 % (vs centres universitaires : 27%)</p> <p>- <u>Localisations des TMS :</u> * Pouce = 27,6 % * Épaule = 10,2 % * Main = 10,2 % * Haut du dos = 29,3 % * Bas du dos = 18,8 % * Coude = 10,5 %</p> <p><u>Facteurs de risque de TMS :</u> * Endoscopistes avec les plus gros volumes par semaine < 0,001 * Endoscopistes avec le plus d'heures par semaine < 0,001 * Endoscopistes avec le plus de % de temps passé en endoscopie < 0,001</p> <p>* Endoscopistes ayant pratiqué le plus longtemps < 0,004</p>	
<p>Morais et al. (mars 2020)</p>	<p>Endoscopistes (résidents et intérimaires) membres de la Portuguese Society of Gastroenterology (SPG) (Portugal)</p> <p><u>Caractéristiques population :</u> 171 endoscopistes Femmes = 55% Âge moyen = 36 ans Droitiers > Gauchers</p> <p>Activité physique : * Légère = 47,4 % * Sédentaire = 28,1 % * Modérée = 21,6 %</p> <p>Ancienneté moyenne = 9 ans</p>	<p><u>TMS :</u></p> <p>Endoscopistes ayant TMS = 75,4 % Au moins un TMS en lien avec endoscopie = 69,6 %</p> <p>- <u>Sites les plus fréquents TMS en lien avec endoscopies :</u> * Pouce = 29,2% * Poignets = 26,9 % (majorée chez les permanents vs temporaires) * Épaule = 27,5 % * Nuque = 30,4 % * Engourdissement des mains = 12,3% (majorés chez les permanents vs temporaires)</p> <p><u>FR prédictifs de TMS :</u> * Femme</p>	<p>0,048</p> <p>0,018</p>

	<p>Temps moyen par semaine = 50 heures par semaine (travail total)</p> <p>Temps moyen par semaine = 25 heures par semaine (endoscopies)</p>	<p>* Au moins 15 ans de pratique</p> <p>* Proportion du temps passé en EGD</p> <p>* Proportion du temps passé en coloscopie</p> <p><u>FR prédictifs de développement de douleur sévère :</u></p> <p>* Femme</p> <p>* Niveau d'activité physique modérée ou intense</p> <p>* Au moins 15 ans de pratique</p> <p><u>FR prédictifs d'augmentation du nombre de sites de TMS :</u></p> <p>* Nombre d'années de pratique</p> <p>* Nombre d'heures par semaine à effectuer des endoscopies</p> <p>* Femme</p> <p><u>Impact</u></p> <p>* AINS = 57,1% (majoré chez les permanents vs temporaires)</p> <p>* Physiothérapie = 30,3 % (majorée chez les permanents vs temporaires)</p> <p>* Absence de changement de pratique (majoré chez les temporaires vs permanents)</p>	<p>0,004</p> <p>0,02</p> <p>0,03</p> <p>0,026</p> <p>0,04</p> <p>0,009</p> <p>< 0,001</p> <p>0,005</p> <p>0,049</p> <p>0,001</p> <p>0,028</p> <p>0,001</p>
<p>Kamani et al. (décembre 2020)</p>	<p>Gastro-entérologues (endoscopistes vs non-endoscopistes) hospitaliers (Pakistan)</p> <p><u>Caractéristiques population :</u></p> <p>92 sujets</p> <p>* 61 endoscopistes</p> <p>* 31 non-endoscopistes</p> <p>Hommes > Femmes</p> <p>Âge moyen = 43 ans</p>	<p><u>TMS :</u></p> <p><u>Douleurs / TMS :</u> 95,08% chez les endoscopistes (vs 54,83% chez les non-endoscopistes)</p> <p>- <u>Sites les plus fréquents (endoscopistes vs non-endoscopistes) :</u></p> <p>* Dos = 40,90% vs 0%</p> <p>* Jambes = 24,50% vs 0%</p> <p>* Mains = 22,90% vs 9,60%</p> <p>* Poignets = 13,10% vs 0%</p>	<p>< 0,0005</p>

<p>Al-Rifaie et al. (octobre 2020)</p>	<p>Endoscopistes digestifs (International) Caractéristiques population : 368 endoscopistes Hommes > Femmes (ratio : 2,1 : 1) Âge moyen = 31-60 ans (89,5%) <u>Profession :</u> * Gastro-entérologue = 67,7% * Infirmier = 25,1% * Chirurgien = 7,2%</p>	<p>TMS : Taux d'endoscopistes ayant eu des TMS = 78,6% * lien possible avec l'endoscopie = 56,3% * lien certain avec l'endoscopie = 35,4% - <u>Sites les plus fréquents :</u> * Bas du dos = 36,5% * Nuque = 35,2% * Pouce gauche = 33,9% * Épaule droite = 27,0% * Poignet droit = 24,5% FR de TMS : * Sexe féminin --> Besoin de repos majoré chez cette catégorie de sujets * Chirurgien</p>	<p>0,008 0,0001 0,022</p>
<p>Sturm et al. (mai 2022)</p>	<p>Endoscopistes digestifs (Allemagne) Caractéristiques population : 151 endoscopistes Hommes (72,8%) > Femmes Âge moyen = 49,9 ans IMC moyen = 24,8 kg/m² Années moyennes d'expérience = 21 ans Temps moyen de travail par jour = 6,2 heures par jour (endoscopies) <u>Pauses :</u> * occasionnellement = 54,2% * absence = 22,5% * régulières = 20,0% <u>Activités de loisir :</u> * Sport 1-2 fois par semaine = 51,7% * Absence de sport = 19,2%</p>	<p>TMS : Présentes = 82,8% * Estimés liés à l'endoscopie = 76,8% - <u>Localisations :</u> * Nuque = 53,6% * Dos = 50,3% * Épaules = 39,1% * Pouce = 33,1% FR de TMS : * Âge * Temps d'endoscopie (heures par jour) * Expérience professionnelle (années)</p>	<p>0,05 ; OR 1,20 0,05 ; OR 1,20 0,06 ; OR 1,04</p>

<p>Miller et al. (mai 2022)</p>	<p>Gastro-entérologues de 3 hôpitaux et de plusieurs cliniques, avec pratique régulière depuis au moins 1 an (USA)</p> <p><u>Caractéristiques population :</u> 54 endoscopistes Âge moyen = 44,4 ans Années de pratique en moyenne = 18,9 ans Hommes < Femmes (28,1%)</p>	<p><u>TMS :</u></p> <p>Présence de TMS = 84,4%</p> <p>- <u>Sites les plus fréquents :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Mains / poignets / Doigts = 50% * Coudes / avant-bras = 18,8% * Épaules = 29,7% * Dos = 37,5% * Pieds / voûte plantaire = 26,6% <p><u>TMS impactant la vie quotidienne = 53,1% ; facteurs de risque :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Dû à des TMS du dos 0,01 * Dû à des TMS des épaules 0,03 * Dû au nombre de sites de TMS < 0,01 * Lien avec la proportion d'arrêt et la limitation des endoscopies du fait de la douleur 0,02 <p><u>TMS devant faire arrêter ou diminuer les endoscopies = 14,1% ; facteurs de risque :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Lien avec l'augmentation du nombre de TMS 0,06 * Majoration du nombre de douleurs de l'épaule dans ce groupe < 0,01 <p><u>Majoration des TMS des pieds / de la voûte plantaire : facteur de risque :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * sexe féminin 0,04 <p><u>Endoscopistes avec de plus petites mains : facteurs de risque de TMS :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Augmentation du temps d'insertion en coloscopie 0,04 * Diminution du nombre de coloscopies avec augmentation du nombre de localisations de TMS 0,03 * Augmentation du nombre de sites de TMS 0,09 <p><u>Endoscopistes utilisant un endoscope non adapté à la taille des mains : facteur de risque de TMS :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Majoration du temps d'insertion de l'endoscope 0,01 <p><u>Sévérité du ressenti personnel de la douleur :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Majoré si TMS du dos < 0,01 * Majoré si TMS du bras / du coude < 0,01 * Majoré si TMS des épaules 0,02 * Majoré chez les endoscopistes ayant dû stopper ou limiter les endoscopies à cause de la douleur < 0,01 * Majoré si augmentation du nombre de sites de TMS < 0,011 <p>* Majoré si augmentation de l'âge 0,09</p>	
-------------------------------------	---	---	--

<p>Shergill et al. (novembre 2020)</p>	<p>Endoscopistes de 3 centres médicaux (USA) Questionnaire : 12 endoscopistes</p> <p>Hommes > Femmes Âge moyen = 42,3 ans</p>	<p>Estimation de l'effort pendant la procédure = 2,8 (échelle de BORG)</p> <p>Force pouce pincement) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Forces de pincement des pouces droit et gauche > 10N pendant toutes phases de coloscopies - <u>Pouce droit :</u> <ul style="list-style-type: none"> * Temps passé où le plus de force = 30% - <u>Pouce gauche :</u> <ul style="list-style-type: none"> * Temps passé où le plus de force = 30% - <u>Femmes :</u> <ul style="list-style-type: none"> * 2-3 fois plus de force lors des insertions des colons droit et gauche * 10-25% de temps en plus où force appliquée comparativement aux hommes <p>Force musculaire avant-bras :</p> <p>Force de pincement >10% Fmax pendant les 4 phases de coloscopie</p> <p>Forces appliquées supérieures pendant les phases d'insertion que de retrait du coloscope</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Gauche :</u> <ul style="list-style-type: none"> * Forces > 30% Fmax pendant les 4 phases de coloscopie - <u>Droit :</u> <ul style="list-style-type: none"> * Forces inférieures au seuil pendant les 4 phases de coloscopie (sauf pour l'extenseur radial du carpe pendant l'insertion du côlon droit) 	<p>< 0,005</p>
--	---	--	-------------------

Tableau 1 : Résultats de la revue de littérature portant sur les TMS chez les endoscopistes digestifs

FR = Facteurs de risque

FMax = Force Maximale Volontaire

10N = Dix fois la normale

La plupart des articles sélectionnés relatent d'études ayant utilisé dans leur protocole des questionnaires destinés aux participants des études, portant de manière globale ou précise sur les caractéristiques individuelles de chacun et les TMS perçus (localisations, facteurs de risque).

Une étude publiée par **Byun et al. en 2008** a étudié les TMS et les facteurs de risque d'occurrence de ces derniers, sur un échantillon d'endoscopistes digestifs de Corée (74). 89,1% des participants ont déclaré souffrir de TMS à au moins une localisation corporelle, et 72,7% à plus d'une d'entre elles. Le nombre moyen de localisations de ces troubles était de 3,9 ; sur une échelle de quantification de la douleur (échelle de type VAS), la douleur était en moyenne évaluée à 5,4.

L'étude publiée par **Kuwabara et al. en 2011** a étudié ces mêmes problématiques, en comparant des endoscopistes digestifs avec des non-endoscopistes exerçant au Japon (75). Si le taux de participants de chaque groupe déclarant des TMS furent similaires dans les deux groupes (45% chez les endoscopistes versus 41%), les sites de ces troubles ont été légèrement différents dans chaque groupe.

Riditid et al. a étudié les TMS et leurs facteurs de risque chez des endoscopistes digestifs américains **en 2013** (76).

Morais et al. publie en 2020 une étude portant sur la problématique des TMS chez les endoscopistes digestifs, en comparant les praticiens exerçant de manière permanente et ceux exerçant de manière temporaire, dans différentes structures de santé au Portugal (77). 75,4% des participants ont déclaré souffrir de TMS, 19,5% ont décrit une douleur sévère.

L'étude de **Kamani et al. publiée en 2020** a étudié les TMS chez des gastroentérologues hospitaliers du Pakistan, en comparant des endoscopistes et des non-endoscopistes (78). On retrouve une proportion significativement plus grande du nombre de TMS chez les endoscopistes ($p < 0,005$).

L'étude menée par **Bessone et al. en 2021** investigate les TMS chez les endoscopistes digestifs, à échelle internationale (79).

L'étude de **Matsuzaki et al. publiée en 2020** étudie la problématique des TMS chez des endoscopistes digestifs de l'hôpital de Nagoya, au Japon (80). Il s'agit de la seule étude ayant recherché s'il existait un lien entre ces troubles et la pratique de DSM. On retrouve au moins une localisation de TMS en lien avec l'endoscopie durant l'année chez 79,1% des participants, durant la semaine chez 44,5% des participants.

Al-Rifaie et al. mène une étude internationale **en 2020** portant sur les TMS chez les endoscopistes digestifs (81). Bien que tous ne soient pas gastroentérologues, 67,7% des participants sont des médecins exerçant cette spécialité médicale.

Le taux d'endoscopistes souffrant de TMS est estimé à 78,6% au total, dont 35,4% avec un lien certain avec la pratique d'endoscopies.

L'étude de **Sturm et al. publiée en 2022** sur un échantillon de gastroentérologues endoscopistes allemands étudie les TMS chez cette population médicale (82). Plusieurs questionnaires ont été utilisés, globaux mais aussi plus spécifiques afin de caractériser de manière plus précise les douleurs ressenties au niveau des membres supérieurs, de la nuque, du dos, des hanches, et des genoux, via l'élaboration de scores spécifiques pour chacune de ces parties du corps.

82,8% des participants ont déclaré souffrir de TMS, dont 76,8% estimés liés à la pratique d'endoscopies.

Miller et al. a étudié les TMS chez des gastroentérologues américains pratiquant des endoscopies depuis au moins un an, **en 2018** (83). Un des questionnaires utilisés pour évaluer les troubles est de type Quick-DASH modifié, qui étudie la capacité à réaliser ou non certaines activités en fonction des douleurs ressenties, notamment au niveau des épaules, des bras et des mains.

84,4% des participants ont déclaré souffrir de TMS.

Une seule étude utilisant une méthodologie autre qu'uniquement l'utilisation de questionnaires a été retrouvée dans cette revue de la littérature. Il s'agit de celle menée par **Shergill et al., publiée en 2020** (84). Elle a en effet cherché à mesurer les forces musculaires appliquées lors de la réalisation de coloscopies, chez des endoscopistes exerçant dans trois centres médicaux américains. Les forces évaluées étaient celles des pouces (force de pincement) via l'utilisation de capteurs placés sur les phalanges distales ; ainsi que celles de l'extenseur radial du carpe et du fléchisseur superficiel des doigts via des capteurs EMG, où la contraction musculaire mesurée a été exprimée en pourcentage de contraction musculaire maximale. Le seuil de risque retenu pour le pouce était inférieur à dix fois la normale ; ceux pour les muscles de l'avant-bras inférieur à dix pourcents de la contraction musculaire maximale (devant engendrer la mise en place d'une action de prévention) et inférieur à trente pourcents de la contraction musculaire maximale (considérant qu'à partir de ce seuil il existe un risque d'occurrence de TMS). Par

ailleurs, un questionnaire a été distribué à chaque participant, afin de préciser leurs caractéristiques individuelles et l'effort ressenti durant leur intervention, via une échelle de BORG.

Au total, l'effort estimé en moyenne durant les procédures était de 2,8 sur l'échelle de BORG. Concernant les pouces, les forces de pincement des pouces droit et gauche étaient supérieures à dix fois la normale durant toutes les phases de coloscopie. Trente pourcents du temps passé lors des interventions a été effectué avec une force de pincement des pouces maximale. Concernant les avant-bras, les contractions musculaires appliquées étaient globalement supérieures à dix pourcents de la contraction musculaire maximale durant la totalité de l'intervention. Du côté gauche, les contractions musculaires appliquées étaient supérieures à trente pourcents de la contraction musculaire maximale durant la totalité de l'intervention, ce qui n'est pas le cas du côté droit où les contractions sont restées inférieures à ce seuil (hormis pour l'extenseur radial du carpe droit durant la phase d'insertion au niveau du côlon droit).

1.5.3. Discussion de la revue

La majorité des études (9/11) avaient des échantillons composés majoritairement d'**hommes** (74–76,78–82,84).

Le taux de participants ayant déclaré souffrir de **TMS à au moins une localisation** varie, allant de **53% à 95,08%**. **Sept études** ont cherché à estimer et ont affirmé que ces troubles étaient **directement en lien avec la pratique d'endoscopie** (74,76,77,79–82).

Sept études ont cherché à évaluer les **paramètres de travail des participants**, mais avec des caractéristiques différentes : ainsi, seules deux études ont estimé le nombre d'heures de travail totales hebdomadaires (50 heures par semaine dans l'étude de Morais et al (77); 54,8 heures par semaine dans celle de Matsuzaki et al. (80)) ; six études ont estimé les heures passées à la réalisation d'endoscopies par semaine, allant de 11,9 heures par semaine à 25 heures par semaine (74–77,79,80); une étude a estimé le nombre d'heures passées à la réalisation d'endoscopies par jour, sans préciser le nombre de jours par semaine passés à la réalisation de telles interventions (82).

Enfin, une seule étude a cherché à préciser l'existence et la durée des pauses prises au travail (82).

L'activité physique a été prise en compte dans l'évaluation des caractéristiques individuelles des participants dans **quatre études** (75–77,82).

Les **facteurs de risque identifiés** sont assez disparates.

Le fait d'être une **femme** a été révélé comme étant un facteur modérateur de développement de TMS de manière globale dans **cinq études** (77,80,81,83,84); notamment de TMS au niveau de la nuque, du bas du dos et des épaules (80) et de développement de douleurs liées aux TMS d'intensité sévère (77). Par ailleurs, l'étude de Shergill et al. révèle que les femmes passent, durant les procédures de coloscopie, dix à vingt-cinq pourcents de temps en plus que les hommes avec des forces de pincement des pouces majorées (84).

La **charge de travail** (notamment les **volumes horaires**) a été identifiée comme facteur de risque de développement de TMS dans **cinq études** (74,76,77,82,83). On note que la pratique de DSM a été estimée comme facteur de risque de développement de ce type de troubles dans l'étude de Matsuzaki et al. (80).

Les **gestes et postures adoptés durant les procédures d'endoscopie** ont été estimés comme facteur de risque de développement de TMS dans **une seule étude** (74).

L'âge a été affirmé comme facteur de risque d'occurrence de TMS dans **trois études** (75,82,83).

L'ancienneté au travail a été révélée comme facteur de risque d'apparition de ces troubles dans **trois études** (76,77,82).

Un IMC haut a été identifié comme facteur de risque de développement de TMS dans **deux études** (79,80).

Concernant **l'impact des TMS sur la vie quotidienne et professionnelle** des participants, il a été étudié dans **huit études** (74,76,77,79–83). Cinq d'entre elles ont identifié un recours aux thérapies, médicamenteuses ou non (exercice, stretching, consultation médicale...) (74,77,79,80,82) ; tandis que trois ont évalué si un arrêt de travail avait été engendré du fait de l'existence de TMS invalidants (79,81,82) et trois ont mis en évidence une modification ou limitation de la pratique d'endoscopie en réponse à ces troubles (81–83). Enfin, on note que, malgré la mise en évidence de l'existence de TMS dans la totalité des études, trois études ont révélé qu'il n'y avait pas eu de modification des pratiques d'endoscopies (76,77,79).

1.6. Objectifs

Le Dr Yzet, gastro-entérologue et MCU-PH du CHU d'Amiens nous a fait part de la mise en lumière récente de l'occurrence de TMS chez les gastroentérologues pratiquant les endoscopies (notamment thérapeutiques, à type de DSM ou de POEM), aussi bien dans son équipe que chez d'autres confrères sur le territoire français ; les articles scientifiques sur le sujet, bien que d'une part assez peu nombreux du fait de la précocité de l'émergence du problème, d'autre part portant très peu sur des populations européennes, tendent à être de plus en plus nombreux au fil du temps.

En association avec l'Institut de l'Ingénierie de la Santé de l'UFR de Médecine (UPJV Amiens), nous avons de ce fait organisé un travail portant sur l'étude de ce sujet.

Au vu de la complexité à mener une étude ergonomique complète par la multiplicité des thématiques à investiguer comme vu précédemment (cf. Annexe 4), nous avons choisi de nous concentrer principalement sur les facteurs de risques biomécaniques d'apparition de TMS chez cette population médicale.

L'objectif primaire a été d'identifier les facteurs de risque biomécaniques globaux d'apparition de TMS chez les gastroentérologues pratiquant les endoscopies digestives diagnostiques et thérapeutiques.

L'objectif secondaire a été d'identifier s'il existe des facteurs de risque biomécaniques d'apparition de TMS spécifiques lors de la pratique d'endoscopies digestives thérapeutiques, à type de DSM ou de POEM.

2. Matériel et Méthode

2.1. Population incluse

Les critères d'inclusion de la population de l'étude étaient d'être **médecin spécialiste gastro-entérologue réalisant des endoscopies à la fois diagnostiques et thérapeutiques, à type de DSM et/ou de POEM, en France.**

Étaient exclus les praticiens non médicaux (paramédicaux), ne pratiquant pas d'endoscopies thérapeutiques de ce type.

2.2. Matériel et méthode

Les analyses ont porté sur plusieurs interventions. Ainsi, pour chaque endoscopiste inclus dans l'étude, deux situations ont été évaluées : une endoscopie de type diagnostique (FOGD ou coloscopie) et une endoscopie de type thérapeutique (DSM ou POEM).

Plusieurs outils ont été utilisés pour la réalisation de cette étude : deux types de questionnaires, l'échelle de BORG, l'analyse selon la grille d'évaluation RULA et l'analyse par métrologie via le dispositif CAPTIV.

2.2.1. Questionnaires

Deux questionnaires ont été utilisés et distribués pour chaque endoscopiste inclus dans l'étude, après réalisation des endoscopies.

Le premier est le **questionnaire de type NORDIQUE** proposé par l'IRSST. Il comporte plusieurs parties, détaillant les caractéristiques individuelles du répondeur (âge, sexe, poids, taille) ; les caractéristiques organisationnelles de son travail de manière générale ; les localisations, intensités et dimensions temporelles des TMS dont il peut souffrir (85).

Le second questionnaire est un **questionnaire créé**, qui précise quant à lui l'organisation de travail sur l'activité d'endoscopies ; le ressenti ou non que les TMS évoqués dans le premier questionnaire soient liés à l'activité d'endoscopie ; l'activité physique de manière générale.

Ces deux questionnaires sont disponibles en Annexe 8 et Annexe 9 (a, b, c), respectivement.

2.2.2. Outils

2.2.2.1. Échelle de BORG et analyse selon la grille d'évaluation RULA

Les analyses ont porté sur plusieurs interventions. Ainsi, **pour chaque endoscopiste inclus dans l'étude, deux situations ont été évaluées : une endoscopie de type diagnostique (FOGD ou coloscopie) et une endoscopie de type thérapeutique (DSM ou POEM).**

Chaque intervention a été filmée dans son intégralité, sous un à trois angles de vue(s). La durée de chacune d'entre elle a été relevée.

Plusieurs temps opératoires ont été analysés dans chaque type d'intervention : ainsi, pour les **endoscopies diagnostiques**, ils consistent en la **progression de l'endoscope** (jusque l'estomac pour les FOGD, jusqu'au caecum pour les coloscopies) **et le retrait de l'endoscope** ; pour les **DSM**, de manière générale, en la **progression de l'endoscope** (jusqu'à la lésion), **l'injection, la coupe, la dissection et la fermeture** ; pour les **POEM**, en la **progression de**

l'endoscope (jusqu'au sphincter de l'œsophage), **la coupe, la dissection, la myotomie et la fermeture.**

Au décours de chaque intervention, le praticien a exprimé **l'effort global ressenti** au cours de celle-ci, via une **échelle de BORG** comme indiquée en Annexe 5.

Pour chaque intervention, plusieurs **caractéristiques de l'environnement de travail** ont été pris en compte.

Parmi elles, les **dimensions de la pièce** (mesurées via un mètre mesureur) et la **température à l'intérieur de cette dernière** (mesurée via un thermomètre classique) ; la **position et la hauteur de l'écran de contrôle** ainsi que la **hauteur du brancard et sa position par rapport au corps du praticien** (estimées approximativement par les enregistrements vidéo) ; le **type de fibroscope utilisé** (référence) et **quelle main était utilisée pour manier la poignée et le tube souple** (droite/gauche) ; le **type de pédalier utilisé** (nombre de pédales, fixation ou non au sol) et **quel pied était utilisé pour cet outil** (droit/gauche). Concernant le poids des fibroscopes de la marque OLYMPUS, l'information a pu être recueillie par l'infirmier technique rattaché au service d'endoscopie digestive du CHU de Lyon, qui a pesé chaque fibroscope référencé de la marque dans son intégralité de manière identique. Concernant le poids du fibroscope de la marque FUJIFILM, l'information a pu être obtenue par l'un des conseillers techniques de la marque, qui a pesé le fibroscope référencé. En effet, du fait de la stérilité des outils avant intervention, de la nature de cette dernière, et que l'endoscope devait suite à l'intervention partir le plus rapidement possible en stérilisation, la pesée sur place était particulièrement complexe.

Des **scores RULA** ont été estimés pour chaque intervention, en utilisant la grille indiquée en Annexe 6. Les positions analysées étaient d'une part celle adoptée à plus de cinquante pourcents du temps de l'intervention (appelée « **position de base** ») ; d'autre part celles semblant les plus contraignantes sur le plan postural (appelées « **postures extrêmes** »). Pour ces dernières, pour chaque intervention, leur nombre a été précisé ainsi que leur durée respective.

Rappelons que ces analyses (de situation de travail et RULA) sont subjectives, et que les données relevées restent quelque peu approximatives, bien qu'un souci de précision ait été présent au cours de l'étude.

2.2.2.2. Analyse selon le dispositif CAPTIV

Enfin, l'analyse des facteurs de risque biomécaniques de chaque intervention a été finalisée par **l'utilisation de capteurs**, fournis, avec leurs accords, par l'entreprise TEA et l'Institut de l'Ingénierie de la Santé de l'UPJV d'Amiens.

TEA (Tech Ergo Appliquée) est une entreprise créée dans les années 1990 et spécialisée dans les mesures et l'analyse du comportement humain (86). Un de leurs outils, se nommant CAPTIV (approuvé par l'INRS), permet, via l'utilisation de capteurs spécifiques, de mesurer les angulations articulaires pour chaque articulation analysée ; ainsi que la contraction musculaire (exprimée en pourcentage de contraction musculaire maximale volontaire) utilisée pour chaque muscle analysé (87).

Les capteurs utilisés sont d'une part des **capteurs inertiels (motions)** permettant l'analyse angulaire dans les trois plans de l'espace des articulations sollicitées, d'autre part des **capteurs EMG de surface** (non invasifs, par électromyographie de surface) pour l'analyse de l'activité musculaire des différents muscles sollicités.

Les mesures ont été effectuées, pour chaque intervention, du début à la fin de cette dernière.

Concernant les **capteurs inertiels d'angulation articulaire (motions)**, au nombre de onze, ils ont été placés, pour cette étude, via des sangles adaptées à la morphologie du sujet, au niveau :

- des mains droite et gauche ;
- des avant-bras droit et gauche ;
- des bras droit et gauche ;
- de la tête ;
- du tronc (dos, au niveau thoracique) ;
- de la ceinture lombaire (dos) ;
- des cuisses droite et gauche.

Ainsi, les articulations suivantes visées à être analysées étaient :

- les **poignets droit et gauche** ;
- les **coudes droit et gauche** ;
- les **épaules droite et gauche** ;
- la **nuque** ;
- le **dos** (au niveau lombaire).

Le logiciel de traitement de données relié à CAPTIV a ainsi permis de récupérer **l'angle articulaire moyen** adopté pour chaque temps opératoire d'endoscopie, ainsi que le **pourcentage de temps passé dans des zones d'angulations articulaires** dites **neutres** (ou de confort, non à risque de développement de TMS), **modérées** ou **extrêmes** (à risque de développement de TMS), pour chaque temps opératoire d'endoscopie également. *Il est à noter que les informations quant aux limites des zones articulaires de confort sont peu nombreuses, et différent dans la littérature. Ainsi, Les limites de ces zones d'angulation articulaire ont été élaborées via un croisement des normes élaborées par la méthode RULA, de celles établies par le logiciel de traitement de données de CAPTIV, de la norme ISO 11226 (88), de la norme NF EN 1005-4/INI (89), et de la norme ISO 11228 (90).*

En nous basant sur l'étude publiée par Malchaire (2001) (91), nous avons établi **qu'au-delà de 25% de temps passé en dehors de la zone articulaire de confort**, il existait un **risque d'occurrence de TMS** au niveau de l'articulation concernée.

Les Tableau 2a, 2b, 2c, 2d et 2e indiquent les zones articulaires citées, pour chaque articulation visée par l'analyse.

	Flexion / extension de la nuque (plan sagittal) (°)	Latéralisation de la nuque (plan frontal) (°)	Rotation de la nuque (plan transversal) (°)
Position neutre	0 à 10 ou -10 à 0	0 à 10 ou -10 à 0	0 à 10 ou -10 à 0
Position modérée	10 à 25 ou -10 à -25	> 10 ou < -10	> 10 ou < -10
Position extrême	> 25 ou < -25	> 20 ou < -20	> 20 ou < -20

Tableau 2a : Limites des zones articulaires concernant les différents mouvements de la nuque

	Flexion / extension du dos (plan sagittal) (°)	Latéralisation du dos (plan frontal) (°)	Rotation du dos (plan transversal) (°)
Position neutre	0 à 20 ou -10 à 0	0 à 10 ou -10 à 0	0 à 10 ou -10 à 0
Position modérée	20 à 60 ou -10 à -20	10 à 20 ou -10 à -20	10 à 20 ou -10 à -20
Position extrême	> 60 ou < -20	> 20 ou < -20	> 20 ou < -20

Tableau 2b : Limites des zones articulaires concernant les différents mouvements du dos

	Flexion du poignet (°)	Extension du poignet	Abduction / Adduction du poignet
Position neutre	0	0 à -30	0 à 10 ou -10 à 0
Position modérée	0 à 30	-30 à -45	10 à 20 ou -10 à -20
Position extrême	> 30	< -45	> 20 ou < -20

Tableau 2c : Limites des zones articulaires concernant les différents mouvements du poignet

	Flexion de l'épaule (°)	Extension de l'épaule (°)	Abduction de l'épaule (°)	Rotation de l'épaule (°)
Position neutre	0 à 20	0	0 à 20	0 à -40 ou 0 à 20
Position modérée	20 à 45	0 à -20	20 à 60	-40 à -60 ou 20 à 45
Position extrême	> 45	< -20	> 60	< -60 ou > 45

Tableau 2d : Limites des zones articulaires concernant les différents mouvements de l'épaule

	Flexion du coude (°)	Supination (°)	Pronation (°)
Position neutre	60 à 100	0 à 20	0 à -40
Position modérée	0 à 60 ou > 100	20 à 60	-40 à -90
Position extrême	-	> 60	< -90

Tableau 2e : Limites articulaires concernant les différents mouvements du coude

Concernant les **capteurs EMG**, une préparation de la peau fut nécessaire avant de les placer, via l'application en premier lieu d'un gel abrasif spécifique améliorant la conduction électrique des signaux électriques musculaire lors de leur contraction à travers la peau (NuPrep Abrasive Gel), puis d'un coton imbibé d'alcool désinfectant (alcool modifié à 70°) afin d'éliminer les peaux mortes qui pourraient interférer avec le signal électrique.

Les capteurs EMG, au nombre de six, ont été placés, après préparation adéquate, au niveau :

- des **muscles fléchisseurs des carpes droit et gauche** (avant-bras droit et gauche) ;
- des **muscles extenseurs des carpes droit et gauche** (avant-bras droit et gauche) ;
- des **deltoïdes droit et gauche** (face externe des épaules droite et gauche).

Des tests musculaires ont été réalisés, permettant l'analyse, pour chaque sujet, de la **contraction maximale volontaire (CMV)** de chaque muscle étudié.

Ainsi, les analyses ont permis d'estimer :

- la **contraction musculaire moyenne** lors de chaque temps opératoire de l'intervention, exprimé **en pourcentage de CMV** ;
- le **temps passé au-delà de 10% de la CMV** lors de chaque temps opératoire de l'intervention, exprimé en pourcentage de temps opératoire.

En nous inspirant des travaux de Malchaire (2001), nous avons établi qu'un **risque d'occurrence de TMS** au niveau de l'articulation concernée était possible **à partir de 25% de temps passé au-delà de 10% de la CMV**.

L'Annexe 10 montre un opérateur portant les différents capteurs cités.

Les Annexes 11a, 11b, 11c et 11d montrent des exemples de traitement par le logiciel CAPTIV.

Le consentement a été recueilli pour l'ensemble des participants.

Cette étude fait partie du projet de recherche du Dr Yzet, qui a été déclaré auprès de la DRCI.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques individuelles des sujets

Le Tableau 3 indique les résultats des différents questionnaires distribués pour chaque opérateur.

Données des questionnaires	Résultats (n = 6)
Informations générales	
Sexe	Homme (83,33% (5/6)) > Femme
Âge (années) (médiane)	40
Taille (cm) (médiane)	181
Poids (kg) (médiane)	72
IMC (médiane)	21,96
Main dominante	Droite (83,33%) (5/6)
Activité physique	
Présente	Oui (83,33%) (5/6)
Intensité	Soutenue (100%)
Nombre d'heures / semaine (moyenne)	3 heures et 20 minutes
Paramètres de travail (activité global)	
Emploi	
PH	100%
PH + activité universitaire	33,33% (2/6)
Ancienneté (années) (médiane)	11
Emploi occasionnel / permanent	Permanent (100%) (6/6)
Temps de travail complet / partiel	Complet (100%) (6/6)
Quart travaillé	Journée (100%) (6/6)
Horaire régulier / variable	Régulier (100%) (6/6)
Heures de travail / semaine (moyenne)	57,5
Jours de travail / semaine (moyenne)	5
Travail > 10h / semaine (au moins une fois par semaine) ?	Oui (100%) (6/6)
Paramètres de travail (activité d'endoscopie)	
Nombre de jours / semaine consacrés aux endoscopies (moyenne)	3
Horaires de travail lors d'une journée d'endoscopie (heures/jour) (moyenne)	
Demi-journées	4
Journée complète	8 heures et 15 minutes
Nombre d'endoscopies / jour lors d'une journée d'endoscopie (moyenne)	7
Nombre d'endoscopies thérapeutiques / jour lors d'une journée d'endoscopie (moyenne)	Entre 3 et 4
Pauses lors des journées d'endoscopie	Oui (100%) (7/7)
Durée entre chaque patient (minutes) (moyenne)	18
Durée repas midi (minutes) (moyenne)	23
Ressenti d'avoir la place nécessaire pour effectuer les endoscopies	Oui (83,33%) (5/6)
Ressenti d'une augmentation des demandes d'endoscopies thérapeutiques au fil des années ?	Oui (100%) (6/6)
TMS (global)	
Nuque	66,67% (4/6)
Épaule	50% (3/6)
Coudes	33,33% (2/6)
Mains / Poignet	50% (3/6)
Haut du dos	50% (3/6)
Bas du dos	50% (3/6)
Hanches / Cuisses	33,33% (2/6)
Genoux	33,33% (2/6)
Chevilles / pieds	16,67% (1/6)
TMS (en lien avec endoscopie)	
Nuque	50% (3/6) --> 75%
Épaule	16,67% (1/6) --> 33,33%
Coudes	33,33% (2/6) --> 100%
Mains / Poignet	50% (3/6) --> 100%
Haut du dos	50% (3/6) --> 100%
Bas du dos	50% (3/6) --> 100%
Hanches / Cuisses	33,33% (2/6) --> 100%
Genoux	16,67% (1/6) --> 50%
Chevilles / pieds	0% (0/6) --> 0%
Part de TMS déclarée au questionnaire NORDIQUE estimée en lien avec endoscopie	73,14%
TMS en lien avec l'endoscopie la plus douloureuse	Haut du dos (2/6) > Nuque / Épaules / Poignet (gauche) / Bas du dos (1/6)
Score de douleur (VAS) (moyenne)	5,5

Tableau 3 : Caractéristiques individuelles, paramètres de travail globaux et liés à l'activité d'endoscopie, caractéristiques des TMS (via les résultats des questionnaires de type NORDIQUE et créé)

Concernant les caractéristiques individuelles non modifiables, la majorité des sujets sont des **hommes** (5 sujets sur 6). Compte tenu du faible nombre de sujets et de la diversité des résultats obtenus concernant ces caractéristiques, nous avons choisi de calculer une médiane plutôt qu'une moyenne. Ainsi, la médiane d'âge est de **40 ans**, et l'IMC médian est de **21,96**.

Une activité sportive est observée chez une majorité de sujets (5 sujets sur 6), dont l'intensité a été jugée comme étant soutenue, et d'une durée moyenne de 3 heures et 20 minutes par semaine.

Concernant les paramètres de travail, l'ensemble des sujets a déclaré exercer un **travail sous contrat permanent et à temps complet, durant cinq journées par semaine, avec des horaires de journée et réguliers**. Ce dernier point pourrait être soulevé, car la notion de travail avec horaires d'astreintes (généralement de nuit, allant de 18h à 8h), n'est pas prise en compte, ce qui a pourtant été observé chez plusieurs sujets (déclaration orale). Le nombre d'heures de travail par semaine est de **57,5 heures** en moyenne. Enfin, tous ont déclaré pouvoir travailler plus de 10 heures par jour au moins une fois par semaine.

Plus précisément si l'on se penche sur **l'activité d'endoscopie**, le nombre de jours moyen consacré aux endoscopies est de **3 jours par semaine**.

Les horaires de travail concernant cette activité spécifique sont variables, puisque certains sujets effectuant cette activité sur des demi-journées et d'autres exclusivement sur des journées entières ; ainsi, lors d'une demi-journée consacrée à cette activité, le volume horaire moyen est d'environ 4 heures / jour, alors que si elle occupe la journée de travail dans son entièreté, elle se situe à 8 heures et 15 minutes/ jour en moyenne.

Les praticiens effectuent en moyenne **3 à 7 endoscopies par jour** de travail consacré, en fonction du travail en demi-journée ou en journée complète (endoscopies diagnostiques comme thérapeutiques à type de DSM ou de POEM) ; et en moyenne **3 à 4 endoscopies de type thérapeutique (à type de DSM ou de POEM) par jour**, lors d'une journée d'endoscopie complète. Il est à noter que ce nombre peut varier en fonction des services où elles sont réalisées : par exemple, au CHU de Lyon, elles représentent une majorité d'interventions pour certains praticiens, ce qui n'est pas le cas pour d'autres centres hospitaliers. L'existence de pauses lors de journées consacrées aux endoscopies a été déclarée pour l'ensemble des sujets. Ces pauses sont de deux types : soit consacrée aux repas du midi (d'une durée moyenne de 23 minutes), soit se déroulant entre chaque installation de patient. Ces dernières durent 18 minutes en moyenne ; si l'activité d'endoscopie n'y est certes plus réalisée,

en revanche il ne s'agit pas de pause complète à proprement parler, puisque la réalisation d'autres tâches de travail a été constatée pour l'ensemble des sujets durant cette période. La place pour effectuer les gestes d'endoscopie a été jugée insuffisante pour un seul sujet. Enfin, tous les sujets ont déclaré avoir ressenti une augmentation de la demande d'interventions thérapeutiques au cours des dernières années.

Concernant les TMS, les résultats semblent concordants à ceux trouvés dans les études de notre revue de littérature (notamment pour la nuque et le bas du dos), hormis pour les genoux, qui certes sont déclarées comme source de TMS dans le questionnaire NORDIQUE pour 2 sujets sur 6 ; cependant seul l'un d'entre eux les relie à l'activité d'endoscopie, contrairement aux **douleurs déclarées au niveau des coudes, des poignets et des mains et du dos qui sont quant à elles estimées comme en lien avec l'activité d'endoscopie pour tous les sujets ayant déclaré en être atteints**. Pour l'ensemble des TMS déclarés dans le questionnaire NORDIQUE, **73,14%** d'entre elles sont estimées comme en lien avec cette activité.

La localisation la plus douloureuse concerne le haut du dos, la nuque, les épaules, le bas du dos, le poignet (gauche). Il faut prendre en compte le faible nombre de sujets, qui peut expliquer cette diversité de résultats concernant ce paramètre.

Enfin, la douleur est estimée, lorsqu'elle est maximale, toutes localisations confondues, à une moyenne de 5/10.

3.2. Situations de travail

Au total, peu de POEM ont pu être analysées durant la période de cette étude. Ainsi, **par souci de comparabilité, nous avons préféré étudier les analyses des coloscopies et des DSM basses uniquement**. Ce qui explique en partie que les situations de travail de 6 sujets ont été analysées, sur les 7 sujets initialement inclus.

Le Tableau 4 résume les différentes caractéristiques des situations de travail, pour chaque sujet.

SITUATION DE TRAVAIL			AMIENS			LILLE		LYON	
			Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3	Sujet 4	Sujet 5	Sujet 6	
Situation 1 (= Endoscopie Diagnostique)	Intervention	Type d'endoscopie	Coloscopie	Coloscopie	Coloscopie	Coloscopie	Coloscopie	Coloscopie	
		Durée totale de l'endoscopie	7 minutes	10 minutes	8 minutes	7 minutes	19 minutes	1 heure et 4 minutes	
		Évènement indésirable durant l'endoscopie ?	Non	Non	Non	Non	Non	Non	
		Salle d'intervention	Taille de la pièce	54 m2	54 m2	29 m2	39 m2	24 m2	39 m2
			T° durant l'intervention	21°C	23°C	21°C	19,2°C	20,2°C	19,2°C
		Positionnement endoscopiste	Hauteur du brancard	Environ 84 cm	Environ 84 cm	Environ 80 cm	Environ 91 cm	Environ 90 cm	Environ 88 cm
			Distance coude de l'endoscopiste - face supérieure du brancard	Environ 21 cm	Environ 24 cm	Environ 17 cm	Environ 9 cm	Environ 15 cm	Environ 12 cm
			Distance endoscopiste / écran d'enregistrement				Environ 80 cm	Environ 80 cm	Environ 78 cm
			Distance endoscopiste / écran de contrôle	Environ 180 cm	Environ 143 cm	Environ 129 cm	Environ 180 cm	Environ 180 cm	Environ 170 cm
			Position écran de contrôle / endoscopiste	En face de l'opérateur, côté opposé par rapport au brancard ; hauteur environ 157cm	En face de l'opérateur, côté opposé par rapport au brancard ; hauteur environ 169 cm	En face de l'opérateur, côté opposé par rapport au brancard ; hauteur environ 155 cm	Légèrement décalé à droite par rapport à l'opérateur, côté opposé par rapport au brancard ; hauteur environ 180 cm	En face de l'opérateur, côté opposé par rapport au brancard ; hauteur environ 160 cm	Légèrement décalé à droite par rapport à l'opérateur, côté opposé par rapport au brancard ; hauteur environ 166 cm
	Pédalier	Position écran d'enregistrement / endoscopiste				Derrière l'opérateur ; hauteur environ 158 cm	Derrière l'opérateur ; hauteur environ 178 cm	Derrière l'opérateur ; hauteur environ 178 cm	
		Nombre de pédales	1	1	1	1	1	1	
		Fonction des pédales	Air ; eau	Air ; eau	Air ; eau	Air ; eau	Air ; eau	Air ; eau	
		Pédalier fixé au sol ?	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	
	Endoscope	Pied utilisé pour actionner la / les pédale(s)	Droit	Droit	Droit	Droit	Droit	Droit	
		Type (nom)	Coloscope Olympus 190	Fibroscope Fujifilm 700	Coloscope Olympus 190	Coloscope Olympus 190 Ti	Coloscope Olympus 1500	Coloscope Olympus 1500	
		Poids (kg)	1,585	1,630	1,585	1,475	1,270	1,270	
		Main utilisée pour actionner la poignée et la molette	Gauche	Gauche	Gauche	Gauche	Gauche	Gauche	
	Situation 2 (= Endoscopie Thérapeutique)	Intervention	Main utilisée pour actionner le tube	Droite	Droite	Droite	Droite	Droite	Droite
			Type d'endoscopie	DSM basse	DSM basse	DSM basse	DSM basse	DSM basse	DSM basse
			Durée totale de l'endoscopie	57 minutes	1 heure et 54 minutes	2 heures et 7 minutes	1 heure et 4 minutes	31 minutes	1 heure et 5 minutes
			Progression	24 minutes	19 minutes	15 minutes	8 minutes	10 minutes	17 minutes
			Injection	2 minutes	3 minutes	1 minute	3 minutes	3 minutes	2 minutes
			Coupe	41 minutes	21 minutes	21 minutes	21 minutes	5 minutes	17 minutes
Dissection			16 minutes	36 minutes	1 heure 17 minutes	28 minutes	9 minutes	20 minutes	
Fermeture				10 minutes	3 minutes	4 minutes	4 minutes	9 minutes	
Temps les plus longs			Progression - coupe - dissection	Coupe - dissection	Coupe - dissection	Coupe - dissection	Progression - coupe - dissection	Progression - coupe - dissection	
Temps les plus éprouvants pour le sujet (subjectif)			Progression	Coupe - dissection	Coupe - dissection	Coupe - dissection	Coupe - dissection	-	
Salle d'intervention		Évènement indésirable durant l'endoscopie ?	Non	Saignement x1	Saignement x1	Non	Non	Non	
		Taille de la pièce	54 m2	54 m2	29 m2	39 m2	24 m2	39 m2	
Positionnement endoscopiste		T° durant l'intervention	22°C	23°C	20,5°C	19,2°C	20,2°C	19,4°C	
		Hauteur du brancard	Environ 82 cm	Environ 93 cm	Environ 85 cm	Environ 90 cm	Environ 90 cm	Environ 90 cm	
		Distance coude de l'endoscopiste - face supérieure du brancard	Environ 20 cm	Environ 15 cm	Environ 12 cm	Environ 8 cm	Environ 15 cm	Environ 10 cm	
		Distance endoscopiste / écran d'enregistrement				Environ 80 cm	Environ 80 cm	Environ 78 cm	
		Distance endoscopiste / écran de contrôle	Environ 92 cm	Environ 143 cm	Environ 130 cm	Environ 180 cm	Environ 180 cm	Environ 170 cm	
		Position écran de contrôle / endoscopiste	En face de l'opérateur, côté identique par rapport au brancard ; hauteur environ 162 cm	En face de l'opérateur, côté identique par rapport au brancard ; hauteur environ 179 cm	En face de l'opérateur, côté opposé par rapport au brancard ; hauteur environ 155 cm	Légèrement décalé à droite par rapport à l'opérateur, côté opposé par rapport au brancard ; hauteur environ 180 cm	En face de l'opérateur, côté opposé par rapport au brancard ; hauteur environ 160 cm	Légèrement décalé à droite par rapport à l'opérateur, côté opposé par rapport au brancard ; hauteur environ 166 cm	
		Position écran d'enregistrement / endoscopiste				Derrière l'opérateur ; hauteur environ 158 cm	Derrière l'opérateur ; hauteur environ 178 cm	Derrière l'opérateur ; hauteur environ 178 cm	
Pédalier		Position écran d'enregistrement / endoscopiste				Derrière l'opérateur ; hauteur environ 158 cm	Derrière l'opérateur ; hauteur environ 178 cm	Derrière l'opérateur ; hauteur environ 178 cm	
		Nombre de pédales	4	4	4	4	4	4	
		Fonction des pédales	Coupe ; coagulation ; rinçage ; injection	Coupe ; coagulation ; rinçage ; injection	Coupe ; coagulation ; rinçage ; injection	Coupe ; coagulation ; rinçage ; injection	Coupe ; coagulation ; rinçage ; injection	Coupe ; coagulation ; rinçage ; injection	
		Pédalier fixé au sol ?	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	
Endoscope		Pied utilisé pour actionner la / les pédale(s)	Droit	Droit	Droit	Droit	Droit	Droit	
	Type (nom)	Coloscope Olympus pédiatrique (190)	Coloscope Olympus pédiatrique (190)	Fibroscope Olympus 1500	Coloscope Olympus 190 Ti	Coloscope pédiatrique long Olympus 190	Coloscope Olympus 190 Ti		
	Poids (kg)	1,475	1,475	1,270	1,475	1,575	1,475		
	Main utilisée pour actionner la poignée et la molette	Gauche	Gauche	Gauche	Gauche	Gauche	Gauche		
	Main utilisée pour manœuvrer le tube	Droite	Droite	Droite	Droite	Droite	Droite		

Tableau 4 : Caractéristiques des situations de travail

Douze interventions ont été analysées pour cette étude : **six coloscopies et six DSM basses**.

Les durées moyennes des interventions étaient de **19 minutes concernant les coloscopies** et de **76 minutes** (soit 1 heure et 16 minutes) concernant les **DSM basses**. **Pour ces dernières interventions, les temps les plus longs** étaient consacrés aux temps opératoires que sont la **coupe** et la **dissection** pour **3 sujets sur 6**. **Si leurs durées sont additionnées, ces temps opératoires représentent la majeure partie de l'intervention cette fois pour l'ensemble des sujets**. Par ailleurs, ces temps ont été considérés comme les plus éprouvants pour 4 sujets sur 6. Enfin, **deux évènements indésirables** (à type de saignement) ont eu lieu **lors de deux DSM basses**.

Concernant la disposition des différentes structures (brancard, écran de contrôle, écran d'enregistrement si existant) par rapport à l'opérateur, quelques différences ont pu être notées. Nous pouvons remarquer en effet que **l'écran de contrôle a été pour l'un des opérateurs (Sujet 1) du même côté du brancard par rapport à lui**, tandis que pour les autres sujets, il était situé du côté opposé. Par ailleurs, si pour la majorité des sujets, cet écran était situé bien en face, il a été **placé légèrement de côté par rapport à deux sujets (Sujet 4 et Sujet 6)**. Ces dispositions ne sont pas recommandées par l'ASGE dans ses dernières recommandations concernant l'ergonomie en endoscopie digestive de 2023 (92), qui préconise un positionnement de l'écran de contrôle en face de l'opérateur et du côté opposé au brancard. En revanche, nous pouvons noter une hauteur de l'écran de contrôle conforme aux recommandations de l'ASGE dans la totalité des interventions.

Le brancard a été estimé à une hauteur de moins de 85 cm dans quatre situations de travail. Par ailleurs, **la distance entre la face supérieure de ce dernier et le coude gauche de l'opérateur a été estimée à plus de 10 cm dans neuf situations**. Ces résultats ne sont pas conformes aux dernières recommandations publiées par l'ASGE en 2023 (92) et en 2021 (93) relatives à l'ergonomie en endoscopie digestive, qui préconise une hauteur de brancard à au moins 85 cm et une distance entre la face supérieure de ce dernier et le coude de l'opérateur à 10 cm au plus.

Il est à noter que l'ASGE précise dans son rapport que les hauteurs des différentes structures citées doivent être adaptées à chaque opérateur, et peuvent donc être légèrement différentes que celles préconisées.

Concernant le **pédalier**, si le nombre de pédales utilisées était identique pour tous les opérateurs en fonction du type d'intervention et que le **pied droit** a été utilisé par l'ensemble des sujets pour l'actionner, le **pédalier était fixé au sol** lors des interventions réalisées par les endoscopistes du **CHU de Lyon**.

Concernant les **ambiances thermiques de travail**, la **température** était sensiblement identique lors des différentes interventions, **aux alentours de 20°C**, ce qui correspond aux valeurs préconisées par la norme NF EN ISO 7730 (94).

Enfin, notons que les **fibroscopes** utilisés étaient en majorité de la marque Olympus (onze interventions). Le poids moyen des fibroscopes de la marque Olympus était de 1,490 kg ; celui de la marque Fujifilm était de 1,630 kg. **Tous les endoscopistes ont utilisé leur main gauche pour actionner les molettes au niveau de la poignée, et la main droite pour diriger le tube souple.**

3.3. Ressenti de l'effort lors de l'intervention

Les résultats concernant chaque participant, pour chaque type d'intervention dans sa globalité, lors de l'évaluation du ressenti personnel de l'effort fourni par l'échelle de BORG, est disponible via le Tableau 5.

		AMIENS		LILLE	LYON			MOYENNE
		Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3	Sujet 4	Sujet 5	Sujet 6	
Score Échelle de BORG	Situation 1 (Endoscopie diagnostique)	1	2	2	1	2	3	1,83
	Situation 2 (Endoscopie thérapeutique)	3	7	5	2	4	3	4

Tableau 5 : Résultats de l'évaluation personnelle du ressenti d'effort pour chaque intervention, via l'utilisation de l'échelle de BORG

Nous retiendrons une moyenne de **1,8 lors des coloscopies**, versus de **4 concernant les DSM basses**.

Par ailleurs, les temps opératoires où les efforts ressentis ont été les plus intenses sont, lors des DSM basses, les temps de **coupe** et de **dissection**, pour **4 sujets sur 6**.

De par les résultats des durées et des ressentis d'effort pour les différents temps opératoire vus dans les Tableaux 4 et 5, et compte tenu des temps d'intervention longs concernant les **DSM basses**, nous avons opté, **pour l'analyse des TMS lors de la réalisation de ce type d'endoscopie, via les outils RULA et par capteurs, de les centrer sur les temps opératoires de coupe et de dissection.**

Concernant les **coloscopies**, elles ont été analysées dans leur **totalité** via ces outils.

3.4. Scores selon la grille d'évaluation RULA

Les Tableaux 6a, 6b, 6c, 6d, 6e et 6f indiquent les scores RULA obtenus.

	Sujet 1			
	Intervention 1 = Coloscopie		Intervention 2 = DSM basse (coupe et dissection)	
	Côté droit	Côté gauche	Côté droit	Côté gauche
Score RULA Posture de base (> 50% temps de l'intervention)	2	2	2	2
Score RULA Posture extrême 1	3		3	
Nombre d'épisodes =	10		27	
Durée de la position =	5 à 15 secondes		5 à 15 secondes	
Articulation problématique =	Pronation /Supination de l'avant-bras droit ; abduction / adduction du poignet droit (torsion du poignet)		Pronation /Supination de l'avant-bras droit ; abduction / adduction du poignet droit (torsion du poignet)	
Score RULA Posture extrême 2		3		3
Nombre d'épisodes =		21		41
Durée de la position =		1 à 10 secondes		1 à 10 secondes
Articulation problématique =		Flexion / Extension du poignet gauche		Flexion / Extension du poignet gauche
Score RULA Posture extrême 3	2		2	
Nombre d'épisodes =	5		13	
(Durée de la position =	5 à 15 secondes		6 à 15 secondes	
Articulation problématique =	Mouvement du tronc (flexion sagittale ou flexion latérale ou rotation)		Flexion latérale ou rotation de la nuque + Mouvement du tronc (flexion sagittale ou flexion latérale ou rotation)	
Score RULA Posture extrême 4	2		4	
Nombre d'épisodes =	1		7	
Durée de la position =	5 secondes		5 à 10 secondes	
Articulation problématique =	Flexion latérale ou rotation de la nuque		Flexion sagittale du tronc et extension de la nuque	
Score RULA Posture extrême 5	3	2	4	
Nombre d'épisodes =	2		5	
Durée de la position =	10 secondes		5 secondes à plus d'une minute	
Articulation problématique =	Flexion de l'épaule droite + Torsion du poignet droit +/- flexion du tronc		Mouvement du poignet (torsion, flexion ou extension) + Flexion sagittale, latérale ou rotation du tronc + Flexion sagittale, latérale ou rotation de la nuque	

Tableau 6a : Scores RULA concernant le Sujet 1

	Sujet 2			
	Intervention 1 = Coloscopie		Intervention 2 = DSM basse (coupe et dissection)	
	Côté droit	Côté gauche	Côté droit	Côté gauche
Score RULA Posture de base (> 50% temps de l'intervention)	2	2	2	2
Score RULA Posture extrême 1	3		3	
Nombre d'épisodes =	11		25	
Durée de la position =	2 à 10 secondes		5 à 10 secondes	
Articulation problématique =	Pronation /Supination de l'avant-bras droit ; abduction / adduction du poignet droit (torsion du poignet)		Pronation /Supination de l'avant-bras droit ; abduction / adduction du poignet droit (torsion du poignet)	
Score RULA Posture extrême 2		3	3	
Nombre d'épisodes =		12	42	
Durée de la position =		1 à 10 secondes	1 à 10 secondes	
Articulation problématique =		Flexion / extension du poignet gauche	Flexion / extension du poignet gauche	
Score RULA Posture extrême 3		2	2	
Nombre d'épisodes =		2	10	
(Durée de la position =		5 à 10 secondes	2 à 7 secondes	
Articulation problématique =		Rotation de l'épaule gauche	Rotation de l'épaule gauche	
Score RULA Posture extrême 4	4		4	
Nombre d'épisodes =	1		1	
Durée de la position =	10 secondes		10 secondes	
Articulation problématique =	Flexion du tronc + extension de la nuque		Flexion du tronc + extension de la nuque	
Score RULA Posture extrême 5		4	4	
Nombre d'épisodes =		14	14	
Durée de la position =		8 secondes à plus d'1 minute	8 secondes à plus d'1 minute	
Articulation problématique =		Flexion sagittale et latérale du tronc + Rotation de la nuque + Élévation des épaules + Rotation interne des épaules + Torsion et abduction du poignet droit + Extension et abduction du poignet gauche + Flexion de l'épaule gauche	Flexion sagittale et latérale du tronc + Rotation de la nuque + Élévation des épaules + Rotation interne des épaules + Torsion et abduction du poignet droit + Extension et abduction du poignet gauche + Flexion de l'épaule gauche	
Score RULA Posture extrême 6		2	2	
Nombre d'épisodes =		7	7	
Durée de la position =		5 à 30 secondes	5 à 30 secondes	
Articulation problématique =		Flexion sagittale ou latérale du tronc + Rotation de l'épaule gauche	Flexion sagittale ou latérale du tronc + Rotation de l'épaule gauche	
Score RULA Posture extrême 7		2	2	
Nombre d'épisodes =		27	27	
Durée de la position =		5 à 10 secondes	5 à 10 secondes	
Articulation problématique =		Mouvement du tronc (flexion sagittale ou flexion latérale ou rotation)	Mouvement du tronc (flexion sagittale ou flexion latérale ou rotation)	
Score RULA Posture extrême 8		2	2	
Nombre d'épisodes =		15	15	
Durée de la position =		5 à 10 secondes	5 à 10 secondes	
Articulation problématique =		Flexion sagittale ou latérale du tronc + Flexion sagittale ou latérale de la nuque	Flexion sagittale ou latérale du tronc + Flexion sagittale ou latérale de la nuque	

Tableau 6b : Scores RULA concernant le Sujet 2

	Sujet 3			
	Intervention 1 = Coloscopie		Intervention 2 = DSM basse (coupe et dissection)	
	Côté droit	Côté gauche	Côté droit	Côté gauche
Score Position la plus fréquente (> 50% temps de l'intervention)	2	1	2	1
Score Position extrême 1	3		3	
Nombre d'épisodes =	4		29	
Durée de la position =	2 à 5 secondes		1 à 5 secondes	
Articulation problématique =	Pronation /Supination de l'avant-bras droit ; abduction / adduction du poignet droit (torsion du poignet)		Pronation /Supination de l'avant-bras droit ; abduction / adduction du poignet droit (torsion du poignet)	
Score Position extrême 2		2		2
Nombre d'épisodes =		15		72
Durée de la position =		1 à 5 secondes		1 à 10 secondes
Articulation problématique =		Flexion / Extension du poignet gauche		Flexion / Extension du poignet gauche
Score Position extrême 3		2		2
Nombre d'épisodes =		2		9
(Durée de la position =		5 à 7 secondes		5 secondes à 2 minutes
Articulation problématique =		Rotation de l'épaule gauche		Flexion du coude gauche
Score Position extrême 4	2	2		2
Nombre d'épisodes =	2	6		
Durée de la position =	10 à 15 secondes	5 à 15 secondes		
Articulation problématique =	Mouvement du tronc (flexion sagittale ou flexion latérale ou rotation)	Rotation de l'épaule gauche		
Score Position extrême 5	2	2		3
Nombre d'épisodes =	2	5		
Durée de la position =	5 à 10 secondes	5 à 20 secondes		
Articulation problématique =	Flexion latérale de la nuque	Rotation interne ou externe de l'épaule + Rotation du tronc		
Score Position extrême 6				2
Nombre d'épisodes =				32
Durée de la position =				5 à 20 secondes
Articulation problématique =				Mouvement du tronc (flexion sagittale ou flexion latérale ou rotation)
Score Position extrême 7				2
Nombre d'épisodes =				47
Durée de la position =				2 à 15 secondes
Articulation problématique =				Mouvement de la nuque (flexion sagittale ou flexion latérale ou rotation)
Score Position extrême 8				4
Nombre d'épisodes =				1
Durée de la position =	12 secondes			
Articulation problématique =	Flexion du tronc + Extension de la nuque			
Score Position extrême 9	2			
Nombre d'épisodes =	13			
(Durée de la position =)	5 à 20 secondes			
Articulation problématique =	Flexion sagittale ou latérale du tronc + Flexion (sagittale ou latérale) de la nuque			
Score Position extrême 10				2
Nombre d'épisodes =				12
Durée de la position =				5 à 20 secondes
Articulation problématique =		Flexion latérale du tronc + Flexion du coude gauche		

Tableau 6c : Scores RULA concernant le Sujet 3

	Sujet 4			
	Intervention 1 = Coloscopie		Intervention 2 = DSM basse (coupe et dissection)	
	Côté droit	Côté gauche	Côté droit	Côté gauche
Score Position la plus fréquente (> 50% temps de l'intervention)	2	1	2	1
Score Position extrême 1	3		3	
Nombre d'épisodes =	5		6	
Durée de la position =	5 à 10 secondes		5 à 10 secondes	
Articulation problématique =	Pronation /Supination de l'avant-bras droit ; abduction / adduction du poignet droit (torsion du poignet)		Pronation /Supination de l'avant-bras droit ; abduction / adduction du poignet droit (torsion du poignet)	
Score Position extrême 2		2	2	
Nombre d'épisodes =		7	29	
Durée de la position =		2 à 10 secondes	2 à 20 secondes	
Articulation problématique =		Flexion / Extension du poignet gauche	Flexion / Extension du poignet gauche	
Score Position extrême 3		2	2	
Nombre d'épisodes =		10	24	
(Durée de la position =		5 à 40 secondes	5 secondes à plus d'1 minute	
Articulation problématique =		Flexion du coude gauche	Flexion du coude gauche	
Score Position extrême 4	2		2	
Nombre d'épisodes =	1		18	
Durée de la position =	5 secondes		2 à 5 secondes	
Articulation problématique =	Flexion sagittale ou latérale du tronc		Flexion sagittale ou latérale du tronc	
Score Position extrême 5	2		2	
Nombre d'épisodes =	2		8	
Durée de la position =	5 à 15 secondes		5 à 15 secondes	
Articulation problématique =	Rotation de la nuque		Mouvement de la nuque (flexion sagittale ou flexion latérale ou rotation)	
Score Position extrême 6		3	3	
Nombre d'épisodes =		4	17	
Durée de la position =		5 à 40 secondes	5 à plus d'1 minute	
Articulation problématique =		Flexion du coude gauche + Extension du poignet gauche	Flexion du coude gauche + Extension du poignet gauche	
Score Position extrême 7		2	2	
Nombre d'épisodes =		1	19	
Durée de la position =		7 secondes	5 à 15 secondes	
Articulation problématique =		Flexion du coude gauche + Rotation interne de l'épaule gauche	Flexion du coude gauche + Rotation interne de l'épaule gauche	
Score Position extrême 8			2	
Nombre d'épisodes =			6	
Durée de la position =			5 à 40 secondes	
Articulation problématique =			Flexion du coude gauche + Flexion du tronc	
Score Position extrême 9			2	
Nombre d'épisodes =			10	
(Durée de la position =)			5 à 15 secondes	
Articulation problématique =			Flexion du coude gauche + Rotation interne de l'épaule gauche + Rotation, flexion sagittale ou flexion latérale du tronc	

Tableau 6d : Scores RULA concernant le Sujet 4

	Sujet 5			
	Intervention 1 = Coloscopie		Intervention 2 = DSM basse (coupe et dissection)	
	Côté droit	Côté gauche	Côté droit	Côté gauche
Score Position la plus fréquente (> 50% temps de l'intervention)	2	1	2	1
Score Position extrême 1	3		3	
Nombre d'épisodes =	16		8	
Durée de la position =	2 à 10 secondes		2 à 10 secondes	
Articulation problématique =	Pronation /Supination de l'avant-bras droit ; abduction / adduction du poignet droit (torsion du poignet)		Pronation /Supination de l'avant-bras droit ; abduction / adduction du poignet droit (torsion du poignet)	
Score Position extrême 2		2		2
Nombre d'épisodes =		19		20
Durée de la position =		2 à 20 secondes		2 à 30 secondes
Articulation problématique =		Flexion / Extension du poignet gauche		Flexion / Extension du poignet gauche
Score Position extrême 3		2		2
Nombre d'épisodes =		12		1
(Durée de la position =		5 à 20 secondes		14 secondes
Articulation problématique =		Flexion du coude gauche		Flexion du coude gauche
Score Position extrême 4		2		2
Nombre d'épisodes =		2		10
Durée de la position =		5 secondes		5 à 15 secondes
Articulation problématique =		Rotation de l'épaule gauche		Rotation de l'épaule gauche
Score Position extrême 5		2		2
Nombre d'épisodes =		2		11
Durée de la position =		5 à 15 secondes		5 à 15 secondes
Articulation problématique =		Flexion sagittale ou latérale du tronc		Mouvement du tronc (flexion sagittale ou flexion latérale ou rotation)
Score Position extrême 6		2		2
Nombre d'épisodes =		5		19
Durée de la position =		5 à 15 secondes		5 à 15 secondes
Articulation problématique =		Flexion sagittale ou latérale de la nuque		Flexion sagittale ou latérale de la nuque
Score Position extrême 7		4		4
Nombre d'épisodes =		1		7
Durée de la position =		30 secondes		5 à 15 secondes
Articulation problématique =		Flexion sagittale du tronc + Extension de la nuque		Extension de la nuque
Score Position extrême 8		2		2
Nombre d'épisodes =		4		9
Durée de la position =		5 à 40 secondes		5 secondes à 1 minute
Articulation problématique =		Flexion sagittale ou latérale du tronc + Flexion sagittale ou latérale de la nuque		Flexion sagittale ou latérale du tronc + Flexion sagittale ou latérale de la nuque
Score Position extrême 9		2		2
Nombre d'épisodes =		16		7
(Durée de la position =)		5 à 15 secondes		5 à 30 secondes
Articulation problématique =		Flexion du coude gauche + Rotation interne de l'épaule gauche		Flexion du coude gauche + rotation interne de l'épaule gauche
Score Position extrême 10		3		3
Nombre d'épisodes =		1		26
Durée de la position =		12 secondes		10 à 40 secondes
Articulation problématique =		Flexion du coude gauche + Extension du poignet gauche		Rotation interne de l'épaule gauche + Flexion de l'épaule gauche
Score Position extrême 11				3
Nombre d'épisodes =				20
Durée de la position =				10 à 40 secondes
Articulation problématique =				Rotation interne de l'épaule gauche + Flexion de l'épaule gauche + Flexion du poignet gauche

Tableau 6e : Scores RULA concernant le Sujet 5

		Sujet 6			
		Intervention 1 = Coloscopie		Intervention 2 = DSM basse (temps forts)	
		Côté droit	Côté gauche	Côté droit	Côté gauche
Score RULA	Score Position la plus fréquente (> 50% temps de l'intervention)	2	2	2	1
	Score Position extrême 1	3		3	
	Nombre d'épisodes =	14		5	
	Durée de la position =	2 à 15 secondes		2 à 10 secondes	
	Articulation problématique =	Pronation /Supination de l'avant-bras droit ; abduction / adduction du poignet droit (torsion du poignet)		Pronation /Supination de l'avant-bras droit ; abduction / adduction du poignet droit (torsion du poignet)	
	Score Position extrême 2		2		2
	Nombre d'épisodes =		14		33
	Durée de la position =		2 à 15 secondes		2 à 45 secondes
	Articulation problématique =		Flexion / Extension du poignet gauche		Flexion / Extension du poignet gauche
	Score Position extrême 3		2		2
	Nombre d'épisodes =		7		24
	(Durée de la position =		5 à 40 secondes		30 secondes à plus d'1 minute secondes
	Articulation problématique =		Flexion du coude gauche		Flexion du coude gauche
	Score Position extrême 4		2		3
	Nombre d'épisodes =		2		25
	Durée de la position =		20 secondes		30 secondes à plus d'1 minute
	Articulation problématique =		Abduction de l'épaule gauche		Flexion du coude gauche + Flexion / Extension du poignet gauche
	Score Position extrême 5		2		2
	Nombre d'épisodes =		9		20
Durée de la position =	5 secondes à plus d'1 minute		5 à 30 secondes		
Articulation problématique =		Flexion de l'épaule gauche		Mouvement du tronc (flexion sagittale ou flexion latérale ou rotation)	
Score Position extrême 6		3		2	
Nombre d'épisodes =		7		24	
Durée de la position =		5 à 30 secondes		2 à 10 secondes	
Articulation problématique =		Flexion + Rotation de l'épaule gauche		Mouvement de la nuque (flexion sagittale ou flexion latérale ou rotation)	
Score Position extrême 7		3		4	
Nombre d'épisodes =		20		3	
Durée de la position =		30 secondes à plus d'1 minute		5 à 10 secondes	
Articulation problématique =		Mouvement du tronc (flexion sagittale ou flexion latérale ou rotation)		Extension de la nuque	
Score Position extrême 8		3		4	
Nombre d'épisodes =		22		8	
Durée de la position =		2 à 10 secondes		5 à 30 secondes	
Articulation problématique =		Mouvement de la nuque (flexion sagittale ou flexion latérale ou rotation)		Flexion sagittale du tronc + Extension de la nuque	
Score Position extrême 9		4			
Nombre d'épisodes =		21			
(Durée de la position =)		30 secondes à plus d'1 minute secondes			
Articulation problématique =		Flexion sagittale du tronc + extension de la nuque			

Tableau 6f: Scores RULA concernant le Sujet 6

Rappelons que le score RULA varie en fonction des angulations articulaires obtenues par les différentes postures adoptées (cf. Annexe 6). Un **score compris entre 1 et 2 (Niveau 1)** est **acceptable** du moment qu'elle n'est pas maintenue ou répétée dans le temps ; un **score compris entre 3 et 4 (Niveau 2)** nécessite des **explorations plus poussées et peut entraîner des modifications ergonomiques**.

Nous pouvons remarquer que les **mouvements des poignets** (à type de flexion et surtout d'extension du côté gauche, et à type de torsion et d'abduction/adduction du côté droit) sont **fréquents**, quel que soit le type d'intervention, ce qui fait augmenter le score RULA entre 2 et 3. Par ailleurs, le **coude droit (par flexion entre 0° et 60°) et/ou l'épaule droite (par abduction)** se trouvent en dehors des zones de confort articulaires selon la grille de score RULA pour l'ensemble des sujets, à plus de 50% du temps des différentes intervention, ce qui explique un score de position de base du côté droit côté à 2.

Les **mouvements du coude gauche** (notamment la flexion, effectué à plus de 50% du temps pour certains sujets, ce qui explique le score de position de base à 2) **et de l'épaule gauche** (flexion, et rotation notamment pour le Sujet 5) sont également **fréquents**, ce qui fait majorer le score RULA de la position de base à un score de 2 s'il était de 1 (ou à un score de 3 alors qu'initialement à 2, lors de la coloscopie réalisée par le Sujet 6), notamment lors des DSM.

Les **mouvements du tronc** (flexion sagittale, flexion latérale ou rotation) **et de la nuque** (flexion sagittale, flexion latérale, extension ou rotation) semblent **plus nombreux lors des DSM**, sans que cela ne fasse passer le score RULA de la position de base au Niveau 2 (hormis pour la coloscopie du Sujet 6, qui s'est effectuée à plus de 50% du temps avec une légère flexion du tronc et qui a comporté de nombreux mouvements du tronc et de la nuque, faisant passer le score de base côté à 2 à un score de 3, et, de ce fait, d'un Niveau 1 à 2).

Il est à noter cependant, bien que cela ne soit pas indiqué dans le tableau par souci de lisibilité, que les opérateurs utilisent leur pied (droit, dans cette étude) pour actionner des pédales dans le but de rincer, injecter, couper ou coaguler lors des interventions. Une seule pédale est utilisée pour les interventions de type diagnostique telles que les coloscopies ; tandis que quatre sont nécessaires lors des DSM : cela entraîne inévitablement **plus d'appui sur le membre inférieur gauche lors de ce type d'intervention, notamment lorsque l'opérateur doit actionner une pédale, puis une autre, ce qui arrive fréquemment au cours des DSM**. Si l'on considère un **appui monopodal gauche** lors de ce changement d'actionnement de pédales, **cela fait passer**

les scores RULA initialement côtés à 1 et 2 à des scores de 2 et 3 (voire initialement côté à 3 à un score de 4 pour le Sujet 6 lors de la coloscopie), respectivement, lors des DSM.

Nous pouvons donc retenir, par ces observations, que les **mouvements des poignets droit et gauche, du coude gauche et de l'épaule gauche sont fréquents quel que soit le type d'intervention, et d'autant plus nombreux lors des DSM**, du fait de la **durée d'intervention plus longue**. Par ailleurs, le **coude droit (par flexion) et l'épaule droite (par abduction) se trouvent en dehors des zones de confort articulaires pour l'ensemble des sujets à plus de 50% du temps des interventions**, quel que soit le type.

Les **mouvements du tronc et de la nuque semblent plus marqués et nombreux lors des DSM**, sans que cela ne fasse passer le score RULA à un niveau supérieur, sauf si l'on considère l'appui monopodal gauche plus fréquent lors de ce type d'intervention, qui fait dans ce cas passer le score RULA d'un niveau 1 à un niveau 2.

3.5. Remarque concernant les regards au sol

Le Tableau 7 indique le nombre approximatif de regards portés au sol, au niveau du pédalier, lors de chaque intervention.

	Sujet 1		Sujet 2		Sujet 3		Sujet 4		Sujet 5		Sujet 6	
	Intervention 1 = Coloscopie	Intervention 2 = DSM basse (coupe et dissection)	Intervention 1 = Coloscopie	Intervention 2 = DSM basse (coupe et dissection)	Intervention 1 = Coloscopie	Intervention 2 = DSM basse (coupe et dissection)	Intervention 1 = Coloscopie	Intervention 2 = DSM basse (coupe et dissection)	Intervention 1 = Coloscopie	Intervention 2 = DSM basse (coupe et dissection)	Intervention 1 = Coloscopie	Intervention 2 = DSM basse (coupe et dissection)
Regards au sol	0	31	2	30	0	36	1	1	1	0	1	1

Tableau 7 : Nombre de regards au sol (pédalier) par intervention

Nous pouvons remarquer des **regards sensiblement plus nombreux lors des DSM basses pour les Sujets 1, 2 et 3**. Pour rappel, le **pédalier était fixé au sol pour les Sujets 4, 5 et 6**.

3.6. Analyses via le dispositif CAPTIV

3.6.1. Angulations articulaires

Les **données des 6 sujets** ont pu être analysées, hormis pour la rotation du tronc qui n'a pu être analysée que pour 5 sujets sur 6 (par un nombre d'interférences lors de l'acquisition des données trop nombreux, qui a faussé les résultats, concernant le Sujet 4).

Les **situations passées en zone neutre à un temps inférieur à 75% du temps total du temps opératoire (ce qui correspond à un temps passé en zone modérée et/ou extrême à au moins 25% du temps total opératoire)** sont **notifiées en rouge**. Les **situations passées en zone neutre à un temps inférieur à 50% du temps total opératoire (ce qui correspond à un temps passé en zone modérée et/ou extrême à au moins 50% du temps total opératoire)** sont **notifiées en rouge et soulignées**.

Il est à noter que des « upset » (modifications manuelles) ont été appliqués au niveau des angulations dans le plan sagittal de la nuque pour certains sujets : en effet, lors de la calibration des capteurs, ces derniers ont pu adopter une posture avec une légère hyperextension de la nuque, ce qui a faussé les résultats obtenus via le logiciel CAPTIV concernant cette angulation (absence de concordance avec les enregistrements vidéo).

3.6.1.1. Nuque

Les Tableaux 8a, 8b et 8c indiquent les résultats obtenus via les capteurs d'angulation articulaire et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	FLEXION / EXTENSION NUQUE			FLEXION / EXTENSION NUQUE			FLEXION / EXTENSION NUQUE			FLEXION / EXTENSION NUQUE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	-5,29	3,80	2,63	79,05%	86,61%	64,61%	19,52%	10,96%	28,54%	1,43%	2,44%	6,86%
Sujet 2	-3,5	-0,24	0,22	76,39%	74,52%	56,96%	23,18%	23,02%	38,03%	0,42%	2,46%	5,01%
Sujet 3	-7,44	-6,08	-3,46	69,77%	81,15%	75,83%	29,96%	18,28%	23,12%	0,37%	0,58%	2,04%
Sujet 4	4,81	8,4	8,94	67,09%	64,34%	61,23%	28,55%	33,28%	37,66%	4,36%	2,38%	1,11%
Sujet 5	-0,94	-2,52	-7,17	84,38%	84,41%	62,99%	13,59%	15,54%	36,06%	2,03%	0,05%	0,96%
Sujet 6	-21,22	-5,58	-11,09	13,66%	38,89%	27,05%	39,92%	48,20%	71,94%	53,42%	12,91%	1,02%

Tableau 8a : Angulations articulaires de la nuque (flexion / extension sagittale)

	FLEXION LATÉRALE NUQUE			FLEXION LATÉRALE NUQUE			FLEXION LATÉRALE NUQUE			FLEXION LATÉRALE NUQUE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	-7,31	7,52	6,77	77,16%	64,27%	47,68%	22,84%	33,20%	49,21%	0,00%	2,52%	3,12%
Sujet 2	4,11	-1,48	-2,34	89,06%	87,41%	78,75%	10,94%	12,05%	20,37%	0,00%	0,54%	0,89%
Sujet 3	1,57	6,88	7,33	94,11%	66,51%	69,16%	5,43%	30,28%	27,44%	0,46%	3,21%	3,40%
Sujet 4	6,21	10,49	11,06	84,95%	46,77%	34,82%	14,47%	53,14%	65,04%	0,58%	0,09%	0,14%
Sujet 5	-8,71	-7,01	-12,34	50,70%	61,24%	32,79%	46,73%	34,72%	62,28%	2,58%	4,04%	7,93%
Sujet 6	16,71	10,36	9,24	14,19%	44,77%	49,60%	53,47%	39,19%	45,42%	32,35%	16,07%	4,98%

Tableau 8b : Angulations articulaires de la nuque (flexion latérale)

	ROTATION NUQUE			ROTATION NUQUE			ROTATION NUQUE			ROTATION NUQUE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	-0,39	6,41	-0,35	84,85%	59,95%	46,39%	13,63%	33,77%	29,83%	1,53%	6,28%	23,78%
Sujet 2	-1,64	-3,34	7,23	75,60%	69,79%	40,08%	19,73%	24,02%	35,19%	4,67%	6,18%	24,74%
Sujet 3	6,78	4,11	6,53	68,69%	76,73%	60,09%	29,42%	21,34%	34,87%	1,89%	1,93%	5,05%
Sujet 4	10,57	4,54	11,82	40,54%	76,24%	28,95%	42,80%	19,81%	61,71%	16,66%	3,95%	9,35%
Sujet 5	-5,93	-0,2	-7,37	66,46%	78,83%	51,95%	25,73%	19,25%	32,30%	7,81%	1,93%	15,76%
Sujet 6	14,86	12,53	9,05	24,71%	33,13%	61,96%	47,71%	47,64%	29,22%	27,58%	19,24%	8,82%

Tableau 8c : Angulations articulaires de la nuque (rotation)

Nous pouvons remarquer que les **mouvements de flexion et d'extension sagittale et de flexion latérale de la nuque se situent en dehors des zones articulaires de confort à au moins 25% des temps opératoires analysés de manière plus fréquente lors des DSM (5 sujets sur 6, temps opératoires combinés) que lors des coloscopies (2 à 3 sujets sur 6).**

Concernant les mouvements de rotation de la nuque, ils sont en dehors de la zone de confort à au moins 25% du temps opératoire lors de la dissection réalisée en DSM pour l'ensemble des sujets, tandis que la coupe ne semble problématique que pour 2 sujets, et la coloscopie pour 3 sujets. **Temps opératoires combinés pour la DSM, la rotation de la nuque se situe en dehors de la zone de confort à au moins 25% du temps pour l'ensemble des sujets. Enfin, nous pouvons remarquer des mouvements de nuque particulièrement marqués lors de la réalisation de la coloscopie du Sujet 6.**

3.6.1.2. Dos

Les Tableaux 9a, 9b et 9c indiquent les résultats obtenus via les capteurs d'angulation articulaire et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	FLEXION / EXTENSION DOS			FLEXION / EXTENSION DOS			FLEXION / EXTENSION DOS			FLEXION / EXTENSION DOS		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	5,19	6,41	9,07	100,00%	99,80%	100,00%	0,00%	0,21%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 2	4,23	2,35	3,74	99,83%	98,90%	96,73%	0,17%	1,10%	3,27%	0%	0,00%	0,00%
Sujet 3	4,44	6,35	7,45	100,00%	100,00%	99,75%	0,00%	0,00%	0,24%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 4	11,22	14,46	16,89	94,79%	84,96%	75,15%	5,21%	15,05%	24,84%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 5	3,67	18,43	17,88	100,00%	74,23%	78,88%	0,00%	25,77%	21,12%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 6	19,27	3,29	1,48	51,18%	72,00%	87,79%	48,82%	26,06%	8,25%	0,00%	1,94%	3,96%

Tableau 9a : Angulations articulaires du dos (flexion/extension sagittale)

	FLEXION LATÉRALE DOS			FLEXION LATÉRALE DOS			FLEXION LATÉRALE DOS			FLEXION LATÉRALE DOS		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	0,78	-4,92	-4,96	99,40%	83,73%	86,16%	0,40%	16,27%	13,64%	0,19%	0%	0,20%
Sujet 2	0,41	7,17	2,78	97,19%	58,59%	77,24%	2,80%	36,93%	21,81%	0,00%	4,47%	0,95%
Sujet 3	-3,91	3,14	2,96	99,78%	98,59%	99,45%	0,22%	1,41%	0,55%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 4	-1,12	-2	-2,98	99,84%	92,74%	97,42%	0,17%	7,26%	2,58%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 5	-0,7	3,68	5,43	98,49%	94,58%	93,60%	1,51%	5,42%	6,40%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 6	1,47	-7,24	-5,09	88,84%	64,24%	92,07%	11,07%	35,76%	7,93%	0,09%	0,00%	0,00%

Tableau 9b : Angulations articulaires du dos (flexion latérale)

S	ROTATION DOS			ROTATION DOS			ROTATION DOS			ROTATION DOS		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	7,46	-7,71	-10,11	61,20%	63,30%	73,20%	37,45%	33,14%	22,88%	1,36%	3,56%	3,92%
Sujet 2	11,7	22,24	24,12	52,57%	0,54%	1,45%	30,64%	29,34%	15,44%	16,79%	70,13%	83,11%
Sujet 3	-15,19	-23,55	-20,89	21,35%	0,52%	2,75%	52,57%	19,02%	40,53%	26,09%	80,45%	56,72%
Sujet 4												
Sujet 5	4,22	-0,6	2,38	98,29%	97,63%	87,38%	1,68%	1,71%	12,63%	0,03%	0,67%	0,00%
Sujet 6	-7,64	12,98	8,91	66,08%	34,66%	67,15%	33,13%	52,63%	27,74%	0,80%	12,70%	5,10%

Tableau 9c : Angulations articulaires du dos (rotation)

Nous pouvons remarquer que si les flexions sagittales et latérales ne semblent pas problématiques (hormis pour le Sujet 6 lors de la coloscopie, et pour deux sujets qui ont passé au moins 25% du temps en dehors de la zone articulaire de confort en ce qui concerne la flexion latérale du tronc, lors de la coupe de la DSM), la **rotation du dos semble quant à elle à risque d'occurrence de TMS, puisque, sur 5 sujets analysés** (les données ont été manquantes pour le Sujet 4, du fait d'un très grand nombre d'interférences avec le dispositif lors de la prise de données), **4 ont effectué des mouvements se situant en dehors de la zone articulaire de confort à au moins 25% du temps opératoire, tout type de temps opératoire et d'intervention confondu.**

3.6.1.3. Poignet droit

Les Tableaux 10a et 10b indiquent les résultats obtenus via les capteurs d'angulation articulaire et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	FLEXION / EXTENSION POIGNET DROIT			FLEXION / EXTENSION POIGNET DROIT			FLEXION / EXTENSION POIGNET DROIT			FLEXION / EXTENSION POIGNET DROIT		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	-22,52	-40,73	-39,98	55,95%	21,74%	29,18%	27,16%	39,34%	27,82%	16,89%	38,91%	43,00%
Sujet 2	-13,81	-13,42	-6,87	72,22%	70,44%	67,11%	25,18%	28,32%	30,22%	2,61%	1,24%	2,67%
Sujet 3	-15,65	-29,61	-21,72	79,00%	34,39%	52,83%	20,10%	48,90%	37,90%	0,90%	16,71%	18,00%
Sujet 4	-3,17	-6,91	-8,87	61,18%	71,12%	82,57%	38,85%	28,88%	17,38%	0,00%	0,00%	0,05%
Sujet 5	-14,66	-15,04	-19,25	56,40%	75,94%	42,43%	39,01%	21,85%	44,14%	4,59%	2,21%	13,43%
Sujet 6	-31,41	-26,33	-26,38	43,86%	47,83%	48,13%	33,38%	45,92%	45,96%	22,76%	6,25%	5,92%

Tableau 10a : Angulations articulaires du poignet droit (flexion/extension)

	ABDUCTION / ADDUCTION POIGNET DROIT			ABDUCTION / ADDUCTION POIGNET DROIT			ABDUCTION / ADDUCTION POIGNET DROIT			ABDUCTION / ADDUCTION POIGNET DROIT		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	-3,26	10,84	11,48	48,67%	45,94%	51,43%	32,37%	47,04%	34,22%	18,96%	7,02%	14,34%
Sujet 2	30,89	31,88	28,9	4,17%	1,53%	2,37%	16,37%	12,31%	14,07%	79,46%	86,16%	83,56%
Sujet 3	12,22	-13,92	-10,86	46,94%	38,07%	43,74%	32,38%	36,39%	39,18%	20,69%	25,54%	17,07%
Sujet 4	-3,56	-4,63	-5,06	58,26%	63,33%	62,62%	30,29%	23,82%	25,15%	11,43%	12,88%	12,23%
Sujet 5	5,53	18,16	15,36	60,62%	21,49%	34,54%	34,66%	34,44%	31,24%	4,72%	44,07%	34,23%
Sujet 6	9,20	-12,2	-20,30	56,89%	30,02%	19,18%	28,46%	42,42%	33,05%	14,64%	27,56%	47,78%

Tableau 10b : Angulations articulaires du poignet droit (abduction/adduction)

Quasiment tous les sujets (5 sujets sur 6 pour le mouvement de flexion/extension du poignet, et la totalité des sujets pour le mouvement d'abduction/adduction du poignet) ont passé **au moins 25% du temps en dehors de la zone de confort articulaire, quels que soient le type de mouvement et le temps opératoire de chaque intervention, tout type d'intervention confondu**. Les mouvements semblent d'autant plus marqués lors de la réalisation de DSM.

3.6.1.4. Coude droit

Les Tableaux 11a et 11b indiquent les résultats obtenus via les capteurs d'angulation articulaire et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	FLEXION COUDE DROIT			FLEXION COUDE DROIT			FLEXION COUDE DROIT		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	53,86	79,95	65,38	11,63%	30,75%	33,63%	88,36%	69,24%	66,37%
Sujet 2	64,94	78,63	94,74	47,03%	87,63%	45,50%	52,96%	12,37%	54,50%
Sujet 3	46,79	47,05	54,16	10,24%	34,35%	31,02%	89,76%	65,65%	68,98%
Sujet 4	53,19	76,17	70,88	27,80%	32,33%	27,09%	72,20%	67,67%	72,91%
Sujet 5	51,16	52,65	71,16	13,28%	29,95%	31,20%	86,72%	70,05%	68,80%
Sujet 6	51,62	55,99	42,23	25,49%	37,41%	25,37%	74,52%	62,60%	74,63%

Tableau 11a : Angulations articulaires du coude droit (flexion)

	PRONATION / SUPINATION DROITE			PRONATION / SUPINATION DROITE			PRONATION / SUPINATION DROITE			PRONATION / SUPINATION DROITE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	-38,79	-23,78	-21,51	52,24%	96,11%	91,82%	47,76%	3,88%	8,19%	0,00%	0%	0%
Sujet 2	-31,31	-18,51	-30,34	67,31%	85,29%	65,21%	32,69%	14,72%	34,79%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 3	-11,01	-18,94	-24,29	91,58%	99,98%	95,95%	8,42%	0,02%	2,05%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 4	-19,63	-20,09	-15,36	94,34%	91,64%	98,62%	5,66%	8,31%	1,37%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 5	-0,04	6,13	5,36	89,38%	84,53%	83,64%	10,61%	15,47%	16,27%	0,00%	0,00%	0,10%
Sujet 6	3,17	-9,20	-2,69	95,48%	98,66%	98,24%	4,51%	1,34%	1,76%	0,00%	0,00%	0,00%

Tableau 11b : Angulations articulaires du coude droit (pronation/supination)

Les mouvements de flexion du coude droit ont été majoritairement en dehors de la zone de confort à au moins 25% du temps, tout temps opératoire et tout type d'intervention confondu, pour quasiment tous les sujets (5 à 6 sujets sur 6). En revanche, les mouvements de pronation/supination ne semblent problématiques que pour 2 sujets sur 6 lors des coloscopies, et pour 1 seul sujet lors des DSM (lors de la dissection).

3.6.1.5. Épaule droite

Les Tableaux 12a, 12b et 12c indiquent les résultats obtenus via les capteurs d'angulation articulaire et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	FLEXION / EXTENSION EPAULE DROITE			FLEXION / EXTENSION EPAULE DROITE			FLEXION / EXTENSION EPAULE DROITE			FLEXION EPAULE DROITE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	23,32	4,66	6,50	39,16%	55,93%	32,95%	58,90%	40,56%	60,97%	1,94%	3,51%	6,09%
Sujet 2	14,64	10,65	8,97	72,37%	85,89%	64,31%	27,21%	13,37%	34,95%	0,42%	0,74%	0,73%
Sujet 3	12,85	21,2	15,64	74,16%	35,80%	53,32%	25,84%	64,00%	46,51%	0,00%	0,21%	0,16%
Sujet 4	25,76	21,92	22,55	23,23%	33,26%	42,91%	76,23%	65,88%	57,04%	0,53%	0,87%	0,05%
Sujet 5	1,49	25,04	17,94	38,56%	16,43%	45,95%	60,27%	82,27%	50,11%	1,18%	1,30%	3,86%
Sujet 6	38,84	26,59	32,68	5,85%	26,36%	19,04%	65,57%	70,03%	76,63%	28,59%	3,61%	4,33%

Tableau 12a : Angulations articulaires de l'épaule droite (flexion/extension)

	ABDUCTION EPAULE DROITE			ABDUCTION EPAULE DROITE			ABDUCTION EPAULE DROITE			ABDUCTION EPAULE DROITE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	24,91	18,92	20,05	25,95%	56,08%	51,15%	74,05%	43,53%	47,68%	0%	0,08%	0,63%
Sujet 2	7,5	2,73	5,06	90,37%	97,77%	97,23%	9,45%	2,07%	2,43%	0,00%	0,00%	0,12%
Sujet 3	7,87	5,94	8,8	98,42%	99,87%	97,62%	1,58%	0,13%	2,35%	0,00%	0,00%	0,03%
Sujet 4	-11,51	-3,74	-8,43	100,00%	99,94%	100,00%	0,00%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 5	7,38	-6,57	-2,37	93,69%	99,87%	95,75%	5,92%	0,13%	2,20%	0,22%	0,00%	0,55%
Sujet 6	-4,23	-13,39	-15,29	93,48%	89,56%	83,19%	2,31%	0,06%	0,97%	0,33%	0,00%	0,00%

Tableau 12b : Angulations articulaires de l'épaule droite (abduction)

	ROTATION EPAULE DROITE			ROTATION EPAULE DROITE			ROTATION EPAULE DROITE			ROTATION EPAULE DROITE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	5,65	5,62	9,9	95,69%	64,24%	66,11%	4,31%	35,66%	33,54%	0%	0,11%	0,35%
Sujet 2	-20,57	-17,67	-5,14	97,53%	96,29%	98,26%	2,34%	3,56%	1,60%	0,13%	0,16%	0,15%
Sujet 3	17,53	3,76	6,27	62,83%	99,24%	96,53%	37,16%	0,76%	3,38%	0,00%	0,00%	0,08%
Sujet 4	-22,25	-17,93	-23,44	98,95%	99,06%	99,48%	1,05%	0,84%	0,52%	0,00%	0,11%	0,00%
Sujet 5	0,19	-14,42	-8,76	95,89%	100,00%	93,47%	3,84%	0,00%	5,38%	0,26%	0,00%	0,75%
Sujet 6	-15,57	-25,68	-31,20	96,67%	87,37%	70,64%	3,13%	12,62%	29,36%	0,19%	0,00%	0,00%

Tableau 12c : Angulations articulaires de l'épaule droite (rotation)

Nous pouvons remarquer que les mouvements de flexion et d'extension de l'épaule droite semblent problématiques pour quasiment l'ensemble des sujets (5 à 6 sujets sur 6), tout temps opératoire et tout type d'intervention confondus. Étonnamment, l'abduction de l'épaule droite n'a été analysée en dehors de la zone articulaire de confort à au moins plus de 25% du temps pour un seul sujet. La rotation de l'épaule droite l'a été quant à elle pour deux sujets.

3.6.1.6. Poignet gauche

Les Tableaux 13a et 13b indiquent les résultats obtenus via les capteurs d'angulation articulaire et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	FLEXION / EXTENSION POIGNET GAUCHE			FLEXION / EXTENSION POIGNET GAUCHE			FLEXION / EXTENSION POIGNET GAUCHE			FLEXION / EXTENSION POIGNET GAUCHE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	-43,81	0,97	-10,66	12,86%	42,84%	76,27%	40,46%	56,03%	22,95%	46,68%	1,13%	0,79%
Sujet 2	-24,28	-28,85	-41,01	63,87%	48,80%	19,27%	30,52%	38,47%	32,78%	5,62%	12,73%	47,94%
Sujet 3	-19,8	-39,17	-45,56	49,86%	20,55%	11,00%	42,02%	43,44%	31,09%	8,11%	36,02%	57,90%
Sujet 4	-12,72	-12,63	-12,99	90,30%	87,64%	94,02%	9,69%	12,36%	5,98%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 5	-16,37	-49,56	-28,99	70,60%	5,07%	43,75%	24,83%	28,91%	30,23%	4,58%	66,01%	26,02%
Sujet 6	-39,39	-9,86	-5,55	27,70%	52,00%	55,14%	35,71%	46,66%	44,48%	36,60%	1,34%	0,38%

Tableau 13a : Angulations articulaires du poignet gauche (flexion/extension)

	ABDUCTION / ADDUCTION POIGNET GAUCHE			ABDUCTION / ADDUCTION POIGNET GAUCHE			ABDUCTION / ADDUCTION POIGNET GAUCHE			ABDUCTION / ADDUCTION POIGNET GAUCHE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	4,74	24,84	21,6	92,57%	2,67%	5,43%	5,31%	32,64%	39,92%	0,02%	65%	54,66%
Sujet 2	-17,34	21,09	12,89	14,26%	13,65%	43,69%	49,35%	41,26%	39,37%	36,04%	45,10%	16,93%
Sujet 3	-10,43	-3,57	-7,28	48,07%	90,84%	72,81%	43,44%	8,89%	24,66%	8,49%	0,26%	2,53%
Sujet 4	-25,16	-24,83	-30,1	2,11%	2,74%	0,00%	22,53%	15,31%	2,52%	75,36%	81,95%	97,48%
Sujet 5	3,20	3,08	-3,77	83,37%	89,44%	65,47%	15,89%	10,51%	32,93%	0,73%	0,05%	1,60%
Sujet 6	-1,94	0,04	-0,70	73,88%	84,63%	86,92%	20,69%	14,65%	12,94%	5,44%	0,71%	0,13%

Tableau 13b : Angulations articulaires du poignet gauche (abduction/adduction)

Quasiment tous les sujets (4 à 5 sujets sur 6) ont effectué des mouvements de flexion et/ou d'extension durant au moins 25% du temps opératoire en dehors de la zone de confort, à fortiori lors des coloscopies et des coupes lors des DSM. De manière étonnante, nous notons des mouvements d'abduction et d'adduction du poignet gauche passés au moins 25% du temps en dehors de la zone de confort pour 4 (coloscopies) à 5 sujets (DSM) sur 6.

3.6.1.7. Coude gauche

Les Tableaux 14a et 14b indiquent les résultats obtenus via les capteurs d'angulation articulaire et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	FLEXION COUDE GAUCHE			FLEXION COUDE GAUCHE			FLEXION COUDE GAUCHE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	95,75	107,96	106,29	77,21%	7,82%	11,42%	22,79%	92,18%	88,58%
Sujet 2	86,29	90,8	100,6	84,17%	80,77%	42,78%	15,83%	19,24%	57,22%
Sujet 3	72,31	73,6	82,55	96,42%	99,21%	99,14%	3,58%	0,79%	0,86%
Sujet 4	96,88	103,74	107,08	51,15%	25,12%	4,06%	48,95%	74,88%	95,94%
Sujet 5	83,18	87,15	108,54	87,73%	98,58%	22,50%	12,27%	1,42%	77,50%
Sujet 6	58,05	111,48	114,23	30,99%	9,48%	9,44%	69,01%	90,52%	90,56%

Tableau 14a : Angulations articulaires du coude gauche (flexion)

	PRONATION / SUPINATION GAUCHE			PRONATION / SUPINATION GAUCHE			PRONATION / SUPINATION GAUCHE			PRONATION / SUPINATION GAUCHE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	10,62	8,22	8,21	93,05%	91,91%	96,21%	6,95%	8,10%	3,79%	0%	0%	0%
Sujet 2	37,27	28,24	37,64	0,20%	24,98%	3,09%	99,35%	74,04%	93,96%	0,46%	0,98%	2,95%
Sujet 3	4,5	3,7	-1,86	99,66%	100,00%	99,83%	0,35%	0,00%	0,17%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 4	14,34	6,95	4,11	78,20%	90,92%	100,00%	21,80%	9,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 5	18,14	32,13	-9,25	54,14%	8,90%	97,03%	45,64%	91,10%	2,97%	0,23%	0,00%	0,00%
Sujet 6	6,79	16,54	5,28	87,31%	63,32%	88,40%	12,69%	36,68%	11,60%	0,00%	0,00%	0,00%

Tableau 14b : Angulations articulaires du coude gauche (pronation/supination)

Nous pouvons remarquer que seuls deux sujets ont passé au moins 25% du temps opératoire en dehors de la zone de confort articulaire concernant le mouvement de flexion lors de la coloscopie, alors que, temps opératoires combinés, **une majorité (5 sujets sur 6) a passé au moins 25% des temps opératoires en dehors de cette zone de confort lors des DSM.**

De manière surprenante, 2 (coloscopies) à 3 sujets (DSM) sur 6 ont passé au moins 25% du temps opératoire en dehors de la zone articulaire de confort concernant les mouvements de pronation et/ou de supination gauche.

3.6.1.8. Épaule gauche

Les Tableaux 15a, 15b et 15c indiquent les résultats obtenus via les capteurs d'angulation articulaire et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	EXTENSION EPAULE GAUCHE			FLEXION / EXTENSION EPAULE GAUCHE			FLEXION / EXTENSION EPAULE GAUCHE			FLEXION / EXTENSION EPAULE GAUCHE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	5,44	3,63	8,74	87,63%	63,09%	54,19%	12,29%	36,82%	43,67%	0,08%	0,09%	2,13%
Sujet 2	7,76	15,67	8,46	83,33%	73,58%	83,19%	16,67%	25,53%	16,49%	0,00%	0,90%	0,32%
Sujet 3	4,81	13,51	2,92	43,68%	71,47%	55,38%	56,32%	28,42%	44,59%	0,00%	0,10%	0,02%
Sujet 4	19,57	18,4	9,42	80,65%	50,03%	85,76%	19,34%	49,85%	14,24%	0,00%	0,12%	0,00%
Sujet 5	5,00	15,14	35,33	57,17%	92,95%	12,39%	40,72%	6,74%	63,19%	2,11%	0,30%	24,42%
Sujet 6	39,20	8,44	9,03	10,00%	85,39%	83,87%	52,43%	14,58%	16,13%	37,58%	0,03%	0,00%

Tableau 15a : Angulations articulaires de l'épaule gauche (flexion/extension)

	ABDUCTION EPAULE GAUCHE			ABDUCTION EPAULE GAUCHE			ABDUCTION EPAULE GAUCHE			ABDUCTION EPAULE GAUCHE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	0,38	8,03	9,87	99,84%	99,94%	96,67%	0,16%	0,06%	3,25%	0%	0%	0,06%
Sujet 2	-7,03	-8,05	-8,55	100,00%	99,71%	99,72%	0,00%	0,29%	0,24%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 3	0,16	-4,51	1,42	100,00%	100,00%	99,95%	0,00%	0,00%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 4	-3,42	1,13	-5	99,75%	98,48%	100,00%	0,25%	1,52%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sujet 5	-0,85	-17,68	-6,65	97,09%	100,00%	96,01%	1,10%	0,00%	0,66%	0,05%	0,00%	0,00%
Sujet 6	2,15	-5,67	-6,36	93,42%	100,00%	100,00%	5,65%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tableau 15b : Angulations articulaires de l'épaule gauche (abduction)

	ROTATION EPAULE GAUCHE			ROTATION EPAULE GAUCHE			ROTATION EPAULE GAUCHE			ROTATION EPAULE GAUCHE		
	Angulation moyenne (°)			Temps passé en zone neutre			Temps passé en zone modérée			Temps passé en zone extrême		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	-19,12	-10,55	-13,64	99,60%	99,60%	97,62%	0,40%	0,40%	2,03%	0%	0,00%	0,35%
Sujet 2	-3,32	1,99	4,05	98,87%	94,21%	93,47%	1,12%	5,44%	6,36%	0,00%	0,35%	0,18%
Sujet 3	-2,76	15,55	13,83	97,87%	81,28%	82,53%	2,13%	18,72%	17,45%	0,00%	0,00%	0,03%
Sujet 4	2,00	8,72	-2,33	94,62%	81,96%	96,97%	5,38%	14,25%	2,29%	0,00%	3,79%	0,74%
Sujet 5	9,01	26,53	39,12	85,94%	14,51%	5,20%	11,57%	85,35%	61,14%	3,38%	0,15%	33,67%
Sujet 6	5,35	-8,04	-3,95	92,78%	99,94%	100,00%	5,97%	0,06%	0,00%	1,25%	0,00%	0,00%

Tableau 15c : Angulations articulaires de l'épaule gauche (rotation)

Nous pouvons constater que les mouvements de flexion et d'extension de l'épaule gauche semblent plus problématiques lors des DSM, tous temps opératoires confondus, car réalisés en dehors de la zone de confort à au moins 25% de ces temps opératoires pour 5 sujets sur 6. Ils ont néanmoins été particulièrement marqués lors de la coloscopie sur Sujet 6.

Les mouvements d'abduction de l'épaule gauche ne semblent pas problématiques.

Les mouvements de rotation de l'épaule gauche ont été réalisés en dehors de la zone de confort au moins 25% des temps opératoires de la DSM pour le Sujet 5.

3.6.2. Contractions musculaires volontaires

Les données des 5 sujets ont pu être analysées (les données du Sujet 4 n'ont pu être analysées, du fait d'un manque de batterie des capteurs lors de l'acquisition des données).

De la même manière que pour les angulations articulaires, les **situations passées au-delà de 10% de la CMV à un temps supérieur à 25% du temps total du temps opératoire sont notifiées en rouge**. Les situations passées au-delà de 10% de la CMV à un temps supérieur à 50% du temps total opératoire sont notifiées en rouge et soulignées.

3.6.2.1. Deltoïde droit

Le Tableau 16 indique les résultats obtenus via les capteurs EMG et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	DELTOÏDE DROIT			DELTOÏDE DROIT		
	Contraction musculaire moyenne (en % de la CMV totale)			Temps passé > 10% CMV		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	<i>Totalité</i>	<i>Coupe</i>	<i>Dissection</i>	<i>Totalité</i>	<i>Coupe</i>	<i>Dissection</i>
Sujet 1	1,59%	0,70%	1,17%	1,1% du temps	2,3% du temps	4,1% du temps
Sujet 2	5,57%	5,13%	5,27%	2,6% du temps	0,9% du temps	1,8% du temps
Sujet 3	5,29%	9,69%	7,46%	2,6% du temps	12,4% du temps	5,6% du temps
Sujet 5	2,63%	1,89%	2,63%	1,4% du temps	0,2% du temps	3,2% du temps
Sujet 6	2,34%	1,51%	1,40%	1,0% du temps	0,9% du temps	1,1% du temps

Tableau 16 : Contractions musculaires du deltoïde droit

Aucun sujet n'a passé au moins 25% du temps au-delà de 10% de la CMV, tous temps opératoires et tous types d'interventions confondus.

3.6.2.2. Deltoïde gauche

Le Tableau 17 indique les résultats obtenus via les capteurs EMG et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	DELTOÏDE GAUCHE			DELTOÏDE GAUCHE		
	Contraction musculaire moyenne (en % de la CMV totale)			Temps passé > 10% CMV		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	0,60%	0,86%	0,96%	0% du temps	0% du temps	0,5% du temps
Sujet 2	3,17%	2,72%	3,50%	0% du temps	0,3% du temps	0,1% du temps
Sujet 3	0,56%	3,29%	3,20%	0% du temps	0,1% du temps	0,2% du temps
Sujet 5	0,46%	0,15%	1,50%	0,4% du temps	0% du temps	0,6% du temps
Sujet 6	7,00%	3,00%	2,88%	21,1% du temps	0,2% du temps	0,0% du temps

Tableau 17 : Contractions musculaires du deltoïde gauche

Pareillement au deltoïde droit, aucun sujet n'a passé au moins 25% du temps au-delà de 10% de la CMV, tous temps opératoires et tous types d'interventions confondus.

3.6.2.3. Fléchisseur radial du carpe droit

Le Tableau 18 indique les résultats obtenus via les capteurs EMG et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	FLECHISSEUR RADIAL DU CARPE DROIT			FLECHISSEUR RADIAL DU CARPE DROIT		
	Contraction musculaire moyenne (en % de la CMV totale)			Temps passé > 10% CMV		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	6,90%	2,87%	3,59%	23,3% du temps	5,4% du temps	9,5% du temps
Sujet 2	3,37%	3,82%	3,68%	7,4% du temps total	9,3% du temps	8,7% du temps
Sujet 3	5,98%	11,96%	10,75%	18,8% du temps	37,6% du temps	39,1% du temps
Sujet 5	5,51%	16,08%	21,25%	17,7% du temps	64,2% du temps	66,2% du temps
Sujet 6	2,47%	3,27%	2,85%	3,3% du temps	9,0% du temps	7,7% du temps

Tableau 18 : Contractions musculaires du fléchisseur radial du carpe droit

Nous pouvons remarquer que **2 sujets sur 5 ont passé au moins 25% des temps opératoires des DSM en réalisant des mouvements qui ont entraîné une contraction musculaire du fléchisseur radial du carpe droit au-delà de 10% de la CMV.**

3.6.2.4. Extenseur radial du carpe droit

Le Tableau 19 indique les résultats obtenus via les capteurs EMG et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	EXTENSEUR RADIAL DU CARPE DROIT			EXTENSEUR RADIAL DU CARPE DROIT		
	Contraction musculaire moyenne (en % de la CMV totale)			Temps passé > 10% CMV		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	9,08%	9,98%	7,33%	33,4% du temps	36,5% du temps	25,5% du temps
Sujet 2	6,04%	5,76%	4,10%	20,2% du temps	23,1% du temps	14,0% du temps
Sujet 3	3,67%	7,36%	6,58%	1,5% du temps	14,0% du temps	16,0% du temps
Sujet 5	7,94%	13,05%	11,74%	31,8% du temps	55,5% du temps	47,8% du temps
Sujet 6	8,70%	12,73%	18,58%	37,5% du temps	52,5% du temps	73,7% du temps

Tableau 19 : Contractions musculaires de l'extenseur radial du carpe droit

Nous pouvons remarquer que **3 sujets sur 5 ont passé au moins 25% des temps opératoires des coloscopies comme des DSM en réalisant des mouvements qui ont entraîné une contraction musculaire de l'extenseur radial du carpe droit au-delà de 10% de la CMV.**

3.6.2.5. Fléchisseur radial du carpe gauche

Le Tableau 20 indique les résultats obtenus via les capteurs EMG et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	FLECHISSEUR RADIAL DU CARPE GAUCHE			FLECHISSEUR RADIAL DU CARPE GAUCHE		
	Contraction musculaire moyenne (en % de la CMV totale)			Temps passé > 10% CMV		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	11,80%	11,17%	10,29%	45,2% du temps	45,4% du temps	39,8% du temps
Sujet 2	4,79%	4,62%	4,43%	19,6% du temps	22,0% du temps	20,3% du temps
Sujet 3	9,73%	15,27%	13,49%	38,0% du temps	75,9% du temps	69,6% du temps
Sujet 5	8,91%	9,04%	17,52%	36,0% du temps	33,0% du temps	82,2% du temps
Sujet 6	7,06%	7,25%	7,10%	23,1% du temps	27,1% du temps	26,1% du temps

Tableau 20 : Contractions musculaires du fléchisseur radial du carpe gauche

Pour **3 sujets sur 5, la contraction musculaire du fléchisseur radial du carpe gauche a été supérieur à 10% de la CMV durant au moins 25% de la coloscopie, alors que cette problématique a concerné 4 sujets sur 5 concernant la DSM. Par ailleurs, les contractions semblent plus marquées lors de ces dernières.**

3.6.2.6. Extenseur radial du carpe gauche

Le Tableau 21 indique les résultats obtenus via les capteurs EMG et le logiciel de traitement adapté (CAPTIV).

	EXTENSEUR RADIAL DU CARPE GAUCHE			EXTENSEUR RADIAL DU CARPE GAUCHE		
	Contraction musculaire moyenne (en % de la CMV totale)			Temps passé > 10% CMV		
	Coloscopie	DSM		Coloscopie	DSM	
	Totalité	Coupe	Dissection	Totalité	Coupe	Dissection
Sujet 1	21,15%	7,50%	7,21%	<u>92,6% du temps</u>	25% du temps	23,9% du temps
Sujet 2	9,32%	10,87%	8,71%	<u>39,9% du temps</u>	58,5% du temps	45,0% du temps
Sujet 3	8,05%	20,82%	20,70%	<u>30,1% du temps</u>	<u>91,2% du temps</u>	<u>83,8% du temps</u>
Sujet 5	25,17%	39,50%	26,36%	<u>86,6% du temps</u>	<u>92,1% du temps</u>	<u>87,1% du temps</u>
Sujet 6	11,76%	19,56%	18,40%	<u>52,7% du temps</u>	<u>87,9% du temps</u>	<u>88,0% du temps</u>

Tableau 21 : Contractions musculaires de l'extenseur radial du carpe gauche

Quasiment tous les sujets (4 à 5 sujets sur 5) ont passé au moins 25% des différents temps opératoires analysés, tous types d'intervention confondus, en réalisant des mouvements du poignet gauche entraînant une contraction de l'extenseur radial du carpe gauche au-delà de 10% de la CMV. Ces contractions semblent d'autant plus marquées lors de la réalisation des DSM.

4. Discussion

4.1. Confrontation des différents résultats et hypothèses

Du point de vue des opérateurs, les DSM semblent plus coûteuses en termes d'efforts globaux, comme le montrent les scores obtenus par l'échelle de BORG.

Une majorité des résultats obtenus par l'analyse selon la méthode RULA ont pu être confirmés par l'analyse des données acquises par les capteurs d'angulation articulaire et EMG, réalisée via le logiciel CAPTIV, notamment concernant :

- Les mouvements en dehors de la zone de confort articulaire de la **nuque (flexion / extension sagittale, flexion latérale ou rotation), d'autant plus nombreux lors des DSM.** Les mouvements de rotation de la nuque pourraient être en lien pour certains sujets avec la position de l'écran de contrôle, situé de côté par rapport au sujet ;

- Les mouvements de **rotation du dos** en dehors de la zone de confort articulaire, **d'autant plus marquée lors des DSM.** Les mouvements de rotation du dos pourraient être en lien pour certains sujets avec la position de l'écran de contrôle, situé de côté par rapport au sujet ;

- Les mouvements de **poignet droit** en dehors des zones articulaires de confort, confirmés par les capteurs angulaires, **pour tout type d'intervention.** Les capteurs EMG ciblaient les muscles sollicités pour les mouvements de flexion et d'extension, qui sont certes présents au niveau du poignet droit, cependant moindre par rapport aux mouvements d'abduction et d'adduction, ce qui explique les résultats des contractions musculaires des fléchisseurs et extenseurs du carpe droit ;

- Les **mouvements du poignet gauche** en dehors des zones articulaires de confort, pour tout type d'intervention. Les capteurs EMG ont permis de mettre en évidence des **contractions musculaires au-delà de 10% de la CMV d'autant plus nombreuses au niveau de l'extenseur du carpe gauche** comparativement au fléchisseur du carpe gauche, ce qui a bien été observé lors de l'analyse par la méthode RULA (les extensions du poignet gauche étant plus nombreuses que les flexions), **pour tout type d'intervention ;**

- La **position du coude droit** en dehors des zones de confort articulaire concernant le mouvement de **flexion, pour tout type d'intervention**. Cette position peut être expliquée par la position du brancard, considérée comme trop basse au vu des recommandations de l'ASGE, pour plusieurs sujets ;
- Les mouvements de **rotation de l'épaule droite, puisque n'ayant pas été considérées comme problématiques lors de l'analyse RULA ;**
- Les mouvements de **flexion du coude gauche** en dehors des zones articulaires de confort, **d'autant plus nombreux lors des DSM ;**
- Les mouvements de **flexion et d'extension l'épaule gauche** en dehors des zones articulaires de confort, **d'autant plus nombreux lors des DSM (hormis pour le Sujet 6 lors de la réalisation de la coloscopie)**. Par ailleurs, les mouvements de **rotation de l'épaule gauche**, notifiées comme étant **particulièrement nombreux pour le Sujet 5 lors de la réalisation de DSM**, a été confirmé par l'analyse par le système CAPTIV.

Le logiciel de traitement de données CAPTIV a permis par ailleurs de mettre en évidence des mouvements situés en dehors des zones articulaires de confort, qui n'avaient pas été spécifiés lors de l'analyse par la méthode RULA, notamment concernant :

- Les mouvements de **flexion et d'extension de l'épaule droite, pour tout type d'intervention ;**
- Les mouvements **d'abduction et/ou d'adduction du poignet gauche, majorés lors des DSM ;**
- Les mouvements de **prono-supination du coude gauche, pour tout type d'intervention.**

Ces différents résultats sont susceptibles d'expliquer les TMS déclarés par les sujets au niveau de la nuque, du dos, des épaules, des coudes et des poignets.

Si l'on se réfère au tableau de maladie professionnelle RG N°57 (61), nous pouvons être amenés à penser, par cette étude, que les gastro-entérologues réalisant des coloscopies et des DSM basses sont à risque de développement :

- **d'épicondylite, à droite et majoritairement à gauche ;**
- **d'épitrôchléite, à droite et majoritairement à gauche ;**
- **de syndrome canalaire du nerf ulnaire dans la gouttière épitrôchléo-olécrânienne gauche ;**
- **de syndromes de canal carpien et de la loge de Guyon, à droite comme à gauche.**

Par ailleurs, les analyses (que cela soit par la méthode RULA ou par le logiciel CAPTIV) ne prennent pas en compte les **mouvements des doigts**, pourtant **très répétitifs au niveau de la main gauche** pour actionner les molettes situées au niveau de la poignée du fibroscope, notamment par des **mouvements d'extension des articulations métacarpo-phalangiennes et de flexion des articulations interphalangiennes proximales et distales (préhension constante)**.

Or, ces mouvements sont à risque de développement, selon le tableau de maladie professionnelle RG N°57, **en plus des syndromes de canal carpien et de la loge de Guyon, de tendinites et de ténosynovites au niveau de la main et des doigts.**

En revanche, certains mouvements considérés comme problématiques lors de l'analyse sous la méthode RULA n'ont pas été mis en évidence par l'analyse par le logiciel CAPTIV, notamment concernant :

- Les mouvements de **flexion sagittale comme latérale du dos** en dehors des zones articulaires de confort, **notamment lors des DSM (hormis pour le Sujet 6 lors de la coloscopie, durant laquelle les mouvements de flexion sagittale du tronc ont été particulièrement marqués)** ;
- Les mouvements de **prono-supination du coude droit** en dehors des zones de confort articulaire, **pour tout type d'intervention** ;
- La position en **abduction de l'épaule droite** en dehors des zones articulaires de confort à **plus de 50% du temps d'intervention pour certains sujets**, tout type d'intervention confondu.

Plusieurs hypothèses pourraient expliquer ces différences de résultats. **L'analyse par la méthode RULA** a pu **surestimer** ces mouvements problématiques ; ou **l'analyse par le logiciel CAPTIV** a pu, par problèmes d'interférences, **sous-estimer** ces mouvements problématiques.

Par ailleurs, les **zones articulaires de confort** possèdent des **limites différentes en fonction de la méthode choisie** : en effet, pour la méthode RULA, une flexion sagittale comme latérale du dos sera considérée comme problématique à partir de 0°, tandis que le logiciel CAPTIV la considèrera comme problématique à partir de 20° pour la flexion sagittale et de 10° (ou -10°) pour la flexion latérale. Pareillement, l'abduction de l'épaule est considérée comme étant problématique à partir de 0° dans la méthode RULA, alors que le logiciel CAPTIV la considère comme étant à risque à partir de 20°.

Les douleurs ressenties au niveau du dos peuvent néanmoins s'expliquer par deux points.

Citons premièrement la **station debout prolongée**, notamment lors des DSM basses, qui ont pour rappel une durée moyenne de plus d'une heure dans cette étude (76 minutes). Or, cette posture prolongée est à risque de développement de TMS au niveau du dos, comme l'a démontré une étude financée par l'IRSST et menée par Côté et al. en 2015 (95). Cette étude a en effet permis de mettre en évidence qu'en milieu de travail, la coactivation musculaire au

niveau lombaire était plus élevée lors de la position debout comparativement aux postures assises et assis-debout. Également en milieu de travail, la posture debout serait associée à une plus grande coactivation des muscles des hanches, ce qui a été démontré comme facteur de risque de développement de lombalgies par d'autres travaux menés par Nelson-Wong en 2010 (96,97).

Par ailleurs, les auteurs de l'étude ont notifié que lors de la réalisation d'une tâche manuelle répétitive, la posture debout provoquerait une moins grande charge musculaire au niveau du cou et des épaules, mais une plus grande accumulation de sang au niveau des membres inférieurs après 20 minutes de travail, comparativement aux tâches réalisées en posture assise ou assis-debout.

Citons ensuite **l'hypothèse des fibres de Cendrillon**, émise par Häag en 1991 (98). Ce modèle estime que lorsqu'il existe une sollicitation musculaire de faible intensité mais de durée importante (telle que lors d'un maintien d'une posture sans appui, même en zone de confort articulaire, ou lors de l'élaboration de mouvements de faible amplitude mais de manière répétée), certaines fibres musculaires dénommées fibres de Cendrillon (fibres musculaires lentes) seraient activées de manière quasi constante, ce qui expliquerait l'existence de douleurs musculaire pour des travaux en posture statique ou de faible amplitude articulaire. Ainsi, la durée de sollicitation de ce type de fibres musculaire expliquerait davantage les dommages causés que le niveau de contraction musculaire en lui-même.

4.2. Les facteurs de risque psychosociaux : un facteur de risque de TMS à prendre en compte

Les **risques psychosociaux (RPS)** constituent un **facteur à prendre en compte lors de l'étude des facteurs de risque d'occurrence de TMS**, comme le souligne l'Annexe 4 citée en introduction.

Une rapide revue de littérature a été menée pour cette étude, centrée sur les facteurs de risque psychosociaux chez les médecins en premier lieu, puis chez les endoscopistes digestifs.

4.2.1. RPS chez les médecins de manière générale : résultats de la revue

Le **taux de burn-out chez l'ensemble des médecins** a été énoncé dans plusieurs études. Une revue publiée en 2014 par Keswani et al. l'a estimé à 45% chez l'ensemble des médecins (dont une majorité d'urgentistes et de réanimateurs ; et 37% de gastroentérologues) (99) ; une étude anglo-saxonne publiée en 2018 par Gleeson et al. l'a estimé à 10-44% (100); enfin une étude publiée en 2022 par Adarkwah et al. l'estime à 45% (101).

Deux revues (Keswani et al. en 2014 (99); Dyrbye et al. en 2013 (102)) mettent en lumière **l'âge plus jeune**, donc le fait d'être en **début de carrière**, comme étant un facteur de risque de burn-out .

Le **déséquilibre entre vie professionnelle et vie personnelle** est souligné comme facteur de risque chez les chirurgiens, dans une étude publiée en 2009 par Shanafelt et al (103).

L'étude publiée par Shanafelt et al. en 2009 montre une corrélation positive entre l'existence d'un burn-out et le **nombre d'heures passées à travailler** (notamment plus de 60h par semaine) chez les chirurgiens.

L'étude publiée en 2013 par Dyrbye et al. montre également un plus fort taux d'épuisement émotionnel en milieu de carrière médicale ; et un plus fort ressenti de déséquilibre entre vie professionnelle et personnelle en début de carrière médicale (104).

Enfin, une autre étude publiée en 2010 par Shanafelt et al. a démontré un taux d'erreur médicale plus important chez les chirurgiens passant plus de temps à travailler, au téléphone ou dans une salle d'intervention ; or l'étude a également démontré un plus fort taux de symptômes de burn-out (épuiement émotionnel et dépersonnalisation) et de dépression chez les chirurgiens ayant commis une **erreur médicale** (105).

Le taux de burn-out chez les médecins ne semble pas s'améliorer avec le temps : une étude publiée par Shanafelt et al. en 2015 a en effet montré **une augmentation du nombre de médecins présentant au moins un symptôme de burn-out** selon le questionnaire MBI **entre 2011 et 2014** ($p < 0,001$) ainsi qu'une **diminution du taux de satisfaction des médecins concernant leur équilibre entre vie professionnelle et personnelle entre 2011 et 2014** (106).

Dans notre étude, nous avons mis en évidence un **nombre d'heure de travail hebdomadaire proche de celui énoncé dans l'étude de Shanafelt et al. de 2009**. Par ailleurs, les **interventions endoscopiques** peuvent présenter un **risque** de commission **d'erreur médicale** (par perforation, coupe), à notre sens **d'autant plus marqué lors de la réalisation d'endoscopies de type thérapeutiques**, puisqu'interventionnelles et non principalement observationnelles comme le sont les endoscopies de type diagnostique.

4.2.2. RPS spécifiques aux gastro-entérologues : résultats de la revue

Une étude anglo-saxonne publiée en 1996 dans *The Lancet* par Ramirez et al. a étudié le degré de satisfaction au travail ainsi que les symptômes de burn-out chez quatre spécialités médicales (gastroentérologues, radiologues, chirurgiens et oncologues) (107). Les résultats ont montré un **sentiment d'être dépassé par son travail** avec un **déséquilibre entre vie professionnelle et personnelle plus fort chez les gastroentérologues** comparativement aux radiologues ($p < 0,0001$), bien que des facteurs de protection y étaient plus présents, tels que de meilleures relations avec leurs patients et leurs collègues ($p < 0,0001$), une meilleure stimulation intellectuelle ($p < 0,05$) et un meilleur accès aux ressources disponibles ($p < 0,0001$). L'étude a également démontré une corrélation positive entre un plus haut score au General Health Questionnaire et un plus haut score de satisfaction au travail, ainsi qu'une corrélation positive entre un plus faible niveau de satisfaction au travail et des taux d'épuisement émotionnel comme de dépersonnalisation, tous deux faisant partie des critères de reconnaissance du syndrome d'épuisement professionnel.

La revue de Keswani et al. de 2014 met par ailleurs en évidence d'autres facteurs de risque de développement du syndrome, tels que les **risques encourus lors des procédures**, qui deviennent de plus en plus complexes ; et le **déséquilibre entre vie professionnelle et vie personnelle**.

Une étude menée par Gleeson et al. chez des gastroentérologues membres de la British Society of Gastroenterology et publiée en 2018 a montré des résultats significatifs concernant le niveau de stress chez ces spécialistes (100). Ils ont mesuré les niveaux de bonheur et de stress via des questionnaires chez l'ensemble des participants, en recherchant pour chaque catégorie des facteurs pouvant être en lien.

Un **haut niveau de stress** a été retrouvé chez **20% des participants**, tandis qu'un **faible niveau de bonheur** a été retrouvé chez **21% de l'échantillon**.

Une corrélation inverse a été démontrée entre le niveau de stress et le niveau de bonheur ($p < 0,001$), le nombre d'heures de sommeil par nuit ($p < 0,01$) et la capacité à faire face au stress ($p < 0,001$).

En revanche, une corrélation positive a été montrée entre le niveau de stress et le nombre d'heures à penser au travail lors de congés ($p < 0,001$), ainsi que le nombre de nuits avec insomnies ($p < 0,01$).

En réponse au stress, 67% des participants auraient une tendance à boire de l'alcool en excès plus de deux fois par mois ; 44% ont remarqué un changement de caractère au travail ; 23% ont ressenti une impression de diminution de performance au travail et 48% ont pensé à quitter définitivement leur lieu de travail.

Les praticiens ayant répondu avoir ces comportements en réponse face au stress avaient un plus haut niveau de stress ($p < 0,001$) ; un plus faible niveau de bonheur ($p < 0,001$) ; des nuits plus courtes et avec des insomnies ($p < 0,006 - 0,012$) et une tendance à penser davantage au travail lors de congés ($p = 0,002$).

Concernant les caractéristiques démographiques, il a été démontré que les **femmes** avaient un **niveau de stress plus élevé** ($p = 0,017$) ainsi qu'une **plus grande tendance à penser au travail lors de congés comparativement aux hommes** ($p = 0,03$). Par ailleurs, le niveau de bonheur est corrélé de manière positive avec le statut marié ou en cohabitation ($p = 0,03$) ainsi que de manière négative avec l'appartenance à une minorité ethnique ($p = 0,001$).

Les scores les plus haut de niveau de bonheur ont été corrélés avec l'existence d'une vie familiale, le soutien des collègues et le sentiment d'une progression dans son travail, tandis que les scores les plus faibles ont été corrélés avec la charge de travail et le manque de soutien lorsque les événements deviennent compliqués.

Concernant les facteurs de stress, les plus hauts niveaux de stress ont été corrélés avec la **charge de travail** (gestion de patients en ambulatoire, travail administratif, demande de soins croissante, pression managériale pour atteindre des objectifs), les **conditions de travail** (manque d'informations ou accès pauvre aux technologies, espace de travail inadéquat, mauvais soutien ou mauvaise communication avec le secrétariat), la **pression au travail** et les **conflits avec les pairs**. Par ailleurs, les conflits au travail ont été relevés chez 46% des participants, et 46% de ces derniers ont également rapporté la peur d'une **erreur médicale** comme source de stress.

Une revue de littérature a été publiée en 2021 par Ong et al. étudiant le burn-out chez les gastroentérologues (108). En utilisant la méthode scientifique PRISMA, 11 articles ont été finalement retenus.

54,6% des études rapportent un burn-out chez ces spécialistes, soit six études sur les onze retenues. On retient néanmoins une hétérogénéité des méthodes et des populations dans ces six études : la définition du burn-out ainsi les outils utilisés pour le repérer sont en effet différents dans chacune. Cependant, toutes montrent qu'il existe des symptômes inhérents au burn-out,

bien qu'à des degrés différents : un **épuisement émotionnel** a été retrouvé chez **25,7% des participants** ; une **dépersonnalisation** chez **25,6% des participants** et un sentiment de **réduction d'accomplissement personnel** chez **45,1% des participants**.

Différents facteurs de stress et modérateurs ont été relevés dans les onze études retenues : le **sex féminin** (cinq études) ; les facteurs liés aux **volumes de travail importants** comme la **charge de travail élevée, le déséquilibre entre vie professionnelle et vie personnelle, les heures de travail importantes** (huit études, avec une corrélation démontrée entre volume de travail, sévérité des symptômes de burn-out et niveau de stress) ; **l'âge plus jeune** (six études, cependant la définition de ce jeune âge est hétérogène) ; les **procédures d'endoscopie** (trois études) ; ainsi que le **manque de support des collègues** (trois études).

Enfin, une étude publiée en 2022 par Adarkwah et al. a démontré un lien entre un bon niveau de satisfaction au travail et un faible score d'épuisement émotionnel (101).

Si les facteurs de stress ont bien été démontrés chez les médecins de manière générale, et chez les gastroentérologues d'autre part, il est à noter que la pandémie de Covid-19 a été un élément ajouté de stress.

Une étude publiée par Moraveji et al. en 2020 étudiant les symptômes psychiques en lien avec la pandémie chez les endoscopistes a en effet retrouvé une **anxiété par rapport à la possibilité d'infecter les membres de la famille** chez **57,5% des participants** ; un **stress** chez **56% des participants** ; une **anxiété pour eux-mêmes** chez **47,4% des participants** ; ainsi qu'une **insomnie** chez **26,8% des participants** (109).

Ce dernier point est également retrouvé dans l'étude publiée par Shah et al. en 2020 qui a étudié les effets psychiques et comportementaux de la pandémie chez les gastroentérologues : une **insomnie** a été retrouvée chez **25,5% des participants**. Ce trouble du sommeil a été mis en lien avec l'âge supérieur à 60 ans ; les années de pratique ; l'isolement du foyer personnel ou en dehors de la famille ; et le sexe féminin (110).

Dans notre étude, les facteurs de risque psychosociaux et modérateurs retrouvés et communs à cette revue sont le **risque d'erreur médicale**, d'autant plus marqué à notre sens lors de la réalisation d'endoscopies thérapeutiques (cf. 4.2.1.) ; le **sex féminin** ; les **volumes horaires de travail importants**. Par ailleurs, nous noterons la **durée relativement courte des pauses entre chaque intervention** (18 minutes en moyenne) pouvant représenter un facteur majorant

le stress lors des interventions : en effet, ce court laps de temps peut rapidement être dépassé en cas d'évènement indésirable lors des interventions (ce qui a notamment été observé lors de la réalisation de deux DSM dans notre étude), avec pour risque la contrainte de devoir réduire le temps de réalisation de la prochaine intervention, voire de l'annuler. Le nombre d'interventions à la journée est décidé, dans l'un des CHU de l'étude, par des infirmiers coordinateurs de service d'endoscopie.

Dans le **modèle de Karasek** analysant le stress au travail, élaboré en 1979, l'activité d'endoscopie dans ce CHU pourrait se rapprocher d'un « *job strain* », puisqu'il existe une **faible latitude décisionnelle** (de par la gestion des plannings, modulés par les infirmiers coordinateurs, avec parfois des discordances entre les plannings élaborés par ces derniers et les préférences des endoscopistes en termes de volumes horaires et d'interventions) et un **travail à forte demande psychologique** (exigence de la tâche, contraintes de temps) (111).

4.2.3. RPS : des solutions ?

D'autres études pourraient être réalisées sur le sujet. Par exemple, en utilisant des **biomarqueurs de stress** ; une étude publiée par Boyanov et al. en 2021 a ainsi démontré que la chromogranine salivaire, suivi de l'alpha-amylase salivaire, étaient deux des quatre biomarqueurs salivaires étudiés ayant le lien le plus significatif avec la performance de jeunes internes en chirurgie lors d'endoscopie : un plus fort taux de ces deux biomarqueurs étaient ainsi corrélés avec une performance plus faible (112).

Plusieurs études ont émis l'idée de la **pratique de la pleine conscience** (qui s'exerce dans la méditation notamment) pour améliorer les niveaux de stress des praticiens, notamment chez les endoscopistes.

Une revue publiée par Dave et al. en 2020 reprend ainsi plusieurs études en lien avec ce sujet (113). Parmi elles, l'étude publiée par Kemper et al. en 2015 démontre qu'un faible niveau de pleine conscience (définie comme la capacité à prendre conscience de ses pensées, de ses émotions et de ses expériences sans jugement) est corrélé avec l'existence de troubles du sommeil, tandis qu'un haut niveau est corrélé avec un faible niveau de stress, un haut niveau de résilience et une meilleure santé mentale (114).

Une étude publiée par Lebares et al. en 2018 a quant à elle révélé une corrélation entre l'existence d'un burn-out et un haut niveau de stress, une dépression et l'existence d'idées suicidaires ($p < 0,0001$) ; ainsi qu'une corrélation entre un plus haut niveau de pleine conscience et une moindre tendance aux idées suicidaires, un moindre niveau de stress et d'anxiété ($p < 0,0001$) ainsi qu'un moindre niveau de dépression ($p = 0,0003$) (115).

La **musique** a été dans de nombreuses études soulignée comme facteur de réduction du stress. Une étude menée par Choi et al. en 2023 a étudié les effets de la musique sur la performance des endoscopistes durant leurs interventions. Ils ont non seulement démontré que la musique n'améliorait pas la performance des participants, mais aussi qu'elle pourrait distraire les stagiaires à détecter correctement des adénomes et des polypes lors des interventions (116).

4.3. Points forts et points faibles de l'étude

4.3.1. Points forts

Il s'agit d'une des rares études interventionnelles menées directement sur le terrain, et, à notre connaissance, une des seules réalisées en France.

Cette étude a permis d'explorer et de donner une indication concernant les facteurs de risque de TMS chez les endoscopistes digestifs dans différentes régions de France, en prenant en compte les points de vue subjectifs de la part des sujets (via les questionnaires et l'échelle de BORG), de notre part (via l'analyse des situations de travail et des postures adoptées lors des interventions par la méthode RULA), mais également une analyse objective par utilisation de capteurs d'angulation articulaire et de contraction musculaire.

4.3.2. Points faibles

Le faible nombre de sujets est un des principaux points faibles de l'étude, n'ayant pas permis la réalisation de tests statistiques paramétriques, et, de ce fait, de mettre en lumière des facteurs de risque de manière significative.

Ce faible nombre de sujets peut être expliqué par plusieurs éléments.

Premièrement, par l'apprentissage de l'acquisition et du traitement de données via le dispositif et logiciel de traitement CAPTIV. Ce dispositif sophistiqué donne des résultats précis, mais l'obtention de tels résultats se paie par une formation à son utilisation plutôt longue et complexe. Par ailleurs, l'installation des équipements (sangles, capteurs angulaires et EMG) est particulièrement longue (environ 45 minutes en comptant la calibration des capteurs), ce qui, en salle d'endoscopie, avec un temps limité entre chaque intervention, a pu poser problème. Enfin, plusieurs acquisitions n'ont pu être exploitées, du fait de problèmes d'interférences et d'absence d'exportation des données vers le disque dur de l'ordinateur servant au traitement de ces dernières.

Ensuite, du fait de la nécessité d'une formation spécifique pour la réalisation de ce type d'interventions, le **nombre d'endoscopistes digestifs réalisant en France des DSM et des POEM est relativement peu élevé** (pour rappel, ce type d'intervention ne s'effectue que dans des centres agréés, conformément aux recommandations de la HAS).

Par ailleurs, cette étude n'a que **peu exploré les risque psychosociaux associés au métier d'endoscopiste digestif**.

5. Conclusion

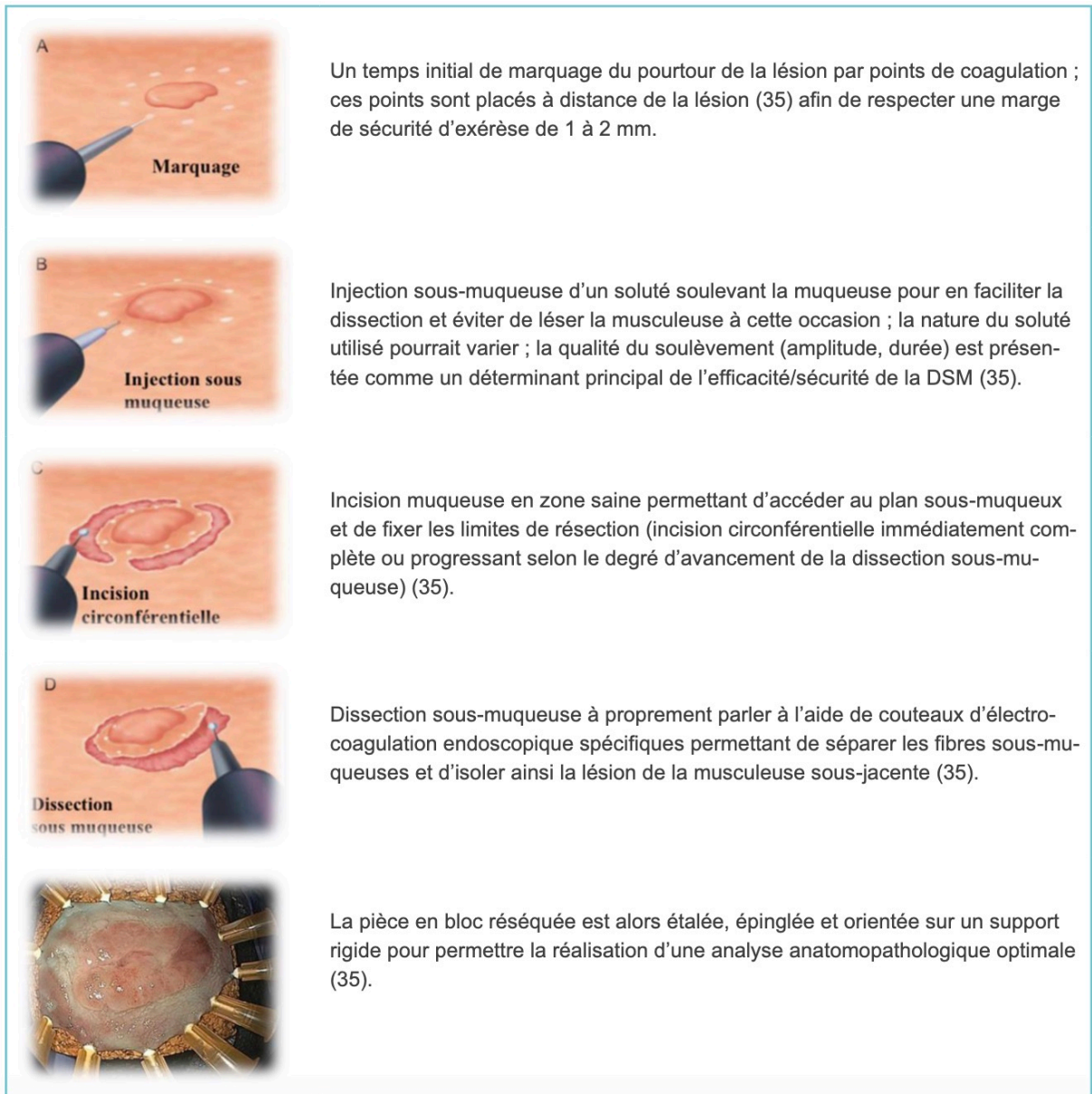
En conclusion, notre travail aura permis de mettre en lumière le risque d'occurrence de TMS lié à l'activité d'endoscopie digestive, au niveau de plusieurs articulations (telles que les poignets, les coudes, les épaules, la nuque et le dos) par une triple analyse : premièrement de manière subjective de la part des sujets, portant sur l'effort global ressenti lors des interventions ; puis de manière subjective de notre part en évaluant les angulations articulaires adoptées lors des postures et gestes effectués lors de ces interventions ; enfin de manière objective par métrologie, afin de confirmer ou d'infirmer les résultats précédents. Ce risque, au vu des résultats obtenus, semble être d'autant plus prédominant lors de la réalisation d'endoscopies thérapeutiques à type de DSM.

Néanmoins, du fait du faible nombre de sujets inclus et de la faible prise en compte des facteurs de risque psychosociaux, d'autres études seraient nécessaires : incluant plus de sujets d'une part, afin de mieux préciser les risques biomécaniques d'apparition de TMS chez ces spécialistes ; prenant en compte de manière plus détaillée les facteurs de risques psychosociaux d'autre part, puisque faisant partie des facteurs de risque professionnels d'émergence de TMS.

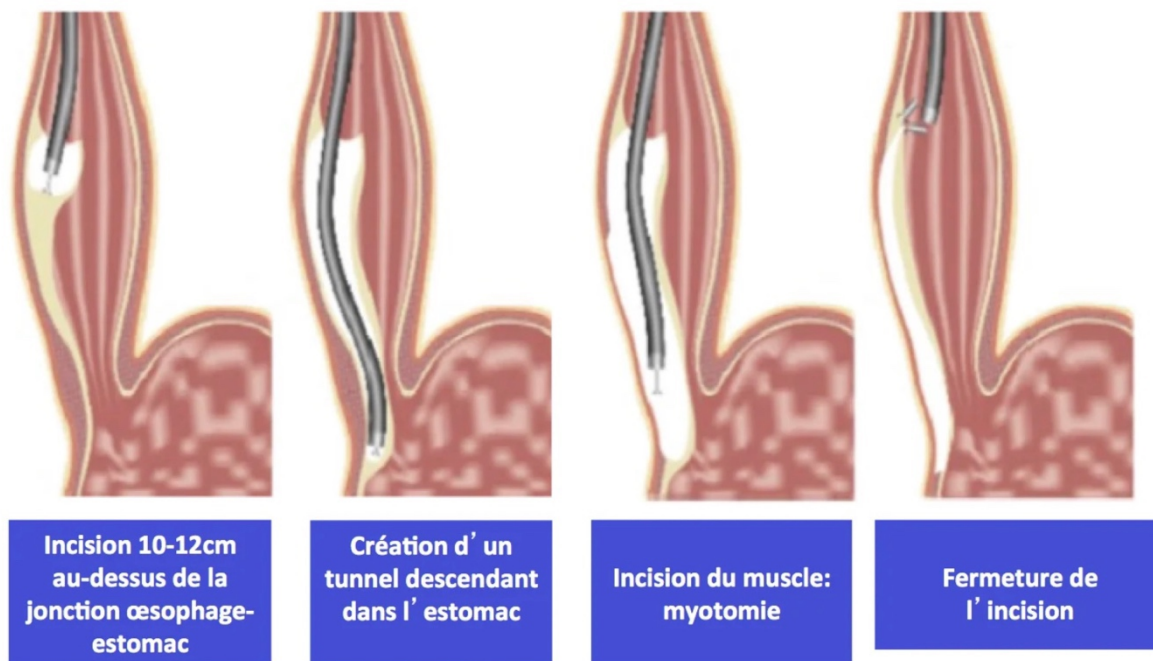
Annexes



Annexe 1 : Exemple de fibroscope digestif médical (117) ; Exemple de prise en main par un des sujets de l'étude.



Annexe 2 : Technique et déroulement de la DSM. Illustration tirée du site internet de la HAS (34)



Annexe 3 : Technique et déroulement de la POEM. Illustration tirée du site internet de l'hôpital Cochin, Paris (44)

PRINCIPAUX FACTEURS DE RISQUE DE TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES IDENTIFIÉS PAR LES ÉTUDES CLINIQUES, ÉPIDÉMIOLOGIQUES ET ERGONOMIQUES CONDUITES EN MILIEU DE TRAVAIL	
Facteurs extraprofessionnels	Facteurs professionnels
<p>Facteurs de susceptibilité individuelle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Âge • Genre féminin (syndrome du canal carpien) • Patrimoine génétique • Obésité • Grossesse (syndrome du canal carpien) <p>Antécédents médico-chirurgicaux</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antécédents de tendinopathies/syndromes canalaux • Diabète • Rhumatisme inflammatoire • Hypothyroïdie sévère (syndrome du canal carpien) <p>Hypersollicitation extraprofessionnelle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pratique intensive d'un sport sollicitant les membres • Pratique intensive du bricolage • Pratique intensive du jardinage 	<p>Biomécaniques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Répétition élevée des gestes (fréquence, vitesse) • Intensité élevée des efforts (forces exercées, masses transportées ou déplacées, pénibilité physique globale du poste de travail) • Maintien prolongé d'une posture défavorable (abduction de l'épaule, flexion/extension du coude ou du poignet, flexion/torsion du tronc) • Amplitude importante des mouvements • Appui ou pression localisée sur le talon de la main ou le coude • Exposition aux vibrations transmises à la main • Exposition aux vibrations transmises au corps entier • Travail au froid • Durée d'exposition prolongée aux contraintes physiques • Combinaison de facteurs biomécaniques (+++) <p>Organisationnels</p> <ul style="list-style-type: none"> • Travail sous contrainte de temps • Temps de cycle très court • Absence de temps de récupération • Rigidité des procédures et contrôles • Absence de marges de manœuvre individuelles/collectives • Absence des moyens de faire un travail de qualité • Monotonie de la tâche • Répartition des postes selon le genre <p>Psychosociaux</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stress professionnel • Forte demande psychologique • Faible latitude décisionnelle • Manque de soutien de la hiérarchie • Manque de soutien des collègues • Faible reconnaissance dans le travail

Annexe 4 : Tableau résumant les principaux facteurs de risque de développement de TMS. Tiré de l'article de Roquelaure et al. , Janvier 2018 (56)

Cotation	Perception
0	Rien du tout
0,5	Très très facile
1	Très facile
2	Facile
3	Moyen
4	Un peu difficile
5	Difficile
6	
7	Très difficile
8	
9	
10	Très très difficile (presque maximal)

Légende:

- Intensité faible
- Intensité modérée
- Intensité élevée

Annexe 5 : Échelle de Borg. Tirée de l'article de Kern et al., Mars 2020 (71)

Fiche de calcul – Méthode RULA

A. Scores de postures: Groupe A

A1: Bras droit

+1 si l'épaule est relevé
+1 si le bras est en abduction
-1 si le bras est en appui ou le sujet est penché

A2: Avant-Bras droit

+1

A3: Poignet droit

+1
+1

A4: Prono-supination

A5: Calcul Score A

A6: Score Muscles
+1 si la posture est principalement statique /si la posture est répétée plus de 4fois/min

A7: Score Force
0 si le poids est < 2 kg (intermittent)
+1 si le poids est > 2 kg et < 10 kg (intermittent)
+2 si le poids est > 2 kg et < 10 kg (statique ou répété)
+3 si le poids est > 10 kg ou répété ou chocs

A8: Calcul Score C

Tableau A

			1	2	A3	3	4
	A1	A2	A4	A4	A4	A4	A4
			1	2	2	1	2
	1	1	2	2	2	3	3
	2	2	2	2	2	3	3
	3	2	3	3	3	3	3
	4	3	3	3	3	3	3
	5	2	3	3	3	3	3
	6	2	3	3	3	3	3
	7	2	3	3	3	3	3
	8	2	3	3	3	3	3
	9	2	3	3	3	3	3
	10	2	3	3	3	3	3
	11	2	3	3	3	3	3
	12	2	3	3	3	3	3
	13	2	3	3	3	3	3
	14	2	3	3	3	3	3
	15	2	3	3	3	3	3
	16	2	3	3	3	3	3
	17	2	3	3	3	3	3
	18	2	3	3	3	3	3
	19	2	3	3	3	3	3
	20	2	3	3	3	3	3
	21	2	3	3	3	3	3
	22	2	3	3	3	3	3
	23	2	3	3	3	3	3
	24	2	3	3	3	3	3
	25	2	3	3	3	3	3
	26	2	3	3	3	3	3
	27	2	3	3	3	3	3
	28	2	3	3	3	3	3
	29	2	3	3	3	3	3
	30	2	3	3	3	3	3
	31	2	3	3	3	3	3
	32	2	3	3	3	3	3
	33	2	3	3	3	3	3
	34	2	3	3	3	3	3
	35	2	3	3	3	3	3
	36	2	3	3	3	3	3
	37	2	3	3	3	3	3
	38	2	3	3	3	3	3
	39	2	3	3	3	3	3
	40	2	3	3	3	3	3
	41	2	3	3	3	3	3
	42	2	3	3	3	3	3
	43	2	3	3	3	3	3
	44	2	3	3	3	3	3
	45	2	3	3	3	3	3
	46	2	3	3	3	3	3
	47	2	3	3	3	3	3
	48	2	3	3	3	3	3
	49	2	3	3	3	3	3
	50	2	3	3	3	3	3
	51	2	3	3	3	3	3
	52	2	3	3	3	3	3
	53	2	3	3	3	3	3
	54	2	3	3	3	3	3
	55	2	3	3	3	3	3
	56	2	3	3	3	3	3
	57	2	3	3	3	3	3
	58	2	3	3	3	3	3
	59	2	3	3	3	3	3
	60	2	3	3	3	3	3
	61	2	3	3	3	3	3
	62	2	3	3	3	3	3
	63	2	3	3	3	3	3
	64	2	3	3	3	3	3
	65	2	3	3	3	3	3
	66	2	3	3	3	3	3
	67	2	3	3	3	3	3
	68	2	3	3	3	3	3
	69	2	3	3	3	3	3
	70	2	3	3	3	3	3
	71	2	3	3	3	3	3
	72	2	3	3	3	3	3
	73	2	3	3	3	3	3
	74	2	3	3	3	3	3
	75	2	3	3	3	3	3
	76	2	3	3	3	3	3
	77	2	3	3	3	3	3
	78	2	3	3	3	3	3
	79	2	3	3	3	3	3
	80	2	3	3	3	3	3
	81	2	3	3	3	3	3
	82	2	3	3	3	3	3
	83	2	3	3	3	3	3
	84	2	3	3	3	3	3
	85	2	3	3	3	3	3
	86	2	3	3	3	3	3
	87	2	3	3	3	3	3
	88	2	3	3	3	3	3
	89	2	3	3	3	3	3
	90	2	3	3	3	3	3
	91	2	3	3	3	3	3
	92	2	3	3	3	3	3
	93	2	3	3	3	3	3
	94	2	3	3	3	3	3
	95	2	3	3	3	3	3
	96	2	3	3	3	3	3
	97	2	3	3	3	3	3
	98	2	3	3	3	3	3
	99	2	3	3	3	3	3
	100	2	3	3	3	3	3

Tableau C

		1	2	3	4	5	6	7+
	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8	5	5	6	7	7	7	7

Tableau B

				B2				
	1	2	3	B3	4	5	6	
	B3	B3	B3	B3	B3	B3	B3	
	1	2	1	2	1	2	1	
	1	1	3	2	3	3	4	
	2	2	3	2	3	4	5	
	3	3	3	3	4	4	5	
	4	5	5	5	6	6	7	
	5	7	7	7	7	8	8	
	6	8	8	8	8	8	9	

B. Scores de postures: Groupe B

B1: Nuque

B2: Tronc

+1 si le tronc est bien soutenu en position assise

B3: Jambes

Calcul Score Final

Niveaux d'intervention

1 et 2: Niveau 1 - Posture acceptable si elle n'est pas maintenue ou répétée sur de longues périodes;

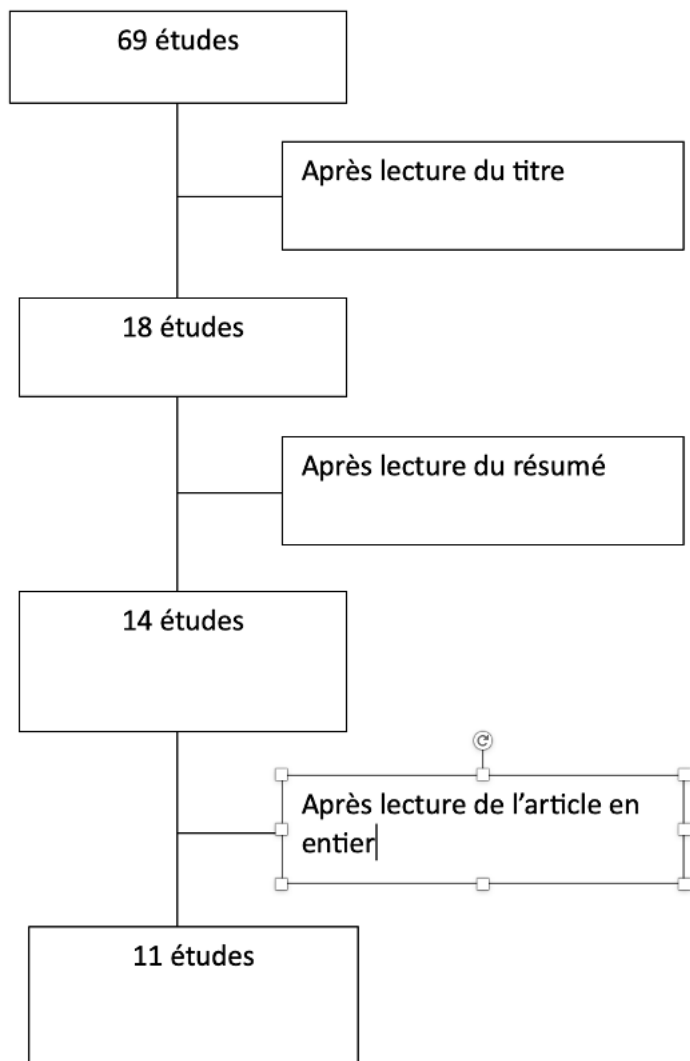
3 et 4: Niveau 2 - Une étude plus poussée est nécessaire et des modifications peuvent s'imposer;

5 et 6: Niveau 3 - Une étude et des modifications sont nécessaires sans tarder;

7 et 8: Niveau 4 - Une étude et des modifications sont nécessaires immédiatement;

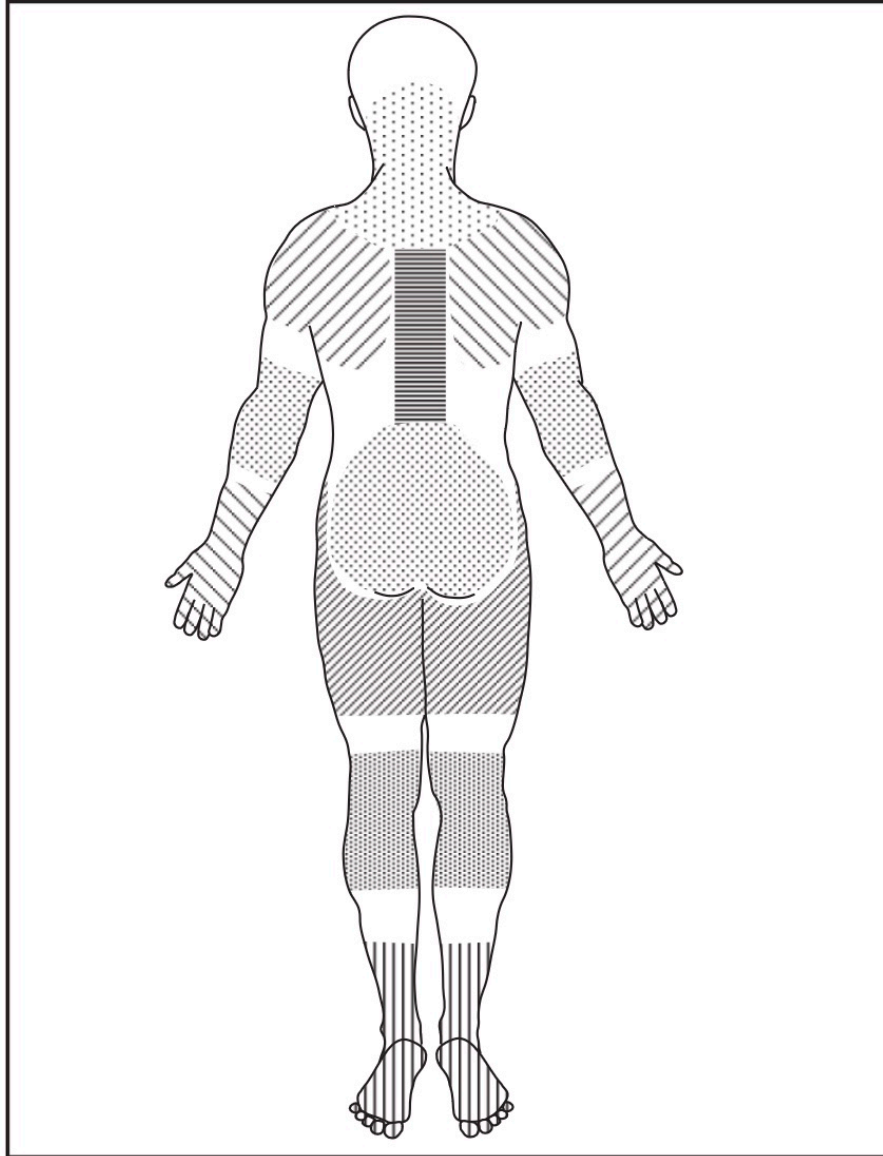
Annexe 6 : Grille de calcul de l'outil RULA. Tiré de la thèse doctorale de Jonathan Savin, Novembre 2019 (73)

104



Annexe 7 : Diagramme de flux de la revue de littérature concernant les TMS chez les endoscopistes digestifs (Pubmed)

QUESTIONNAIRE



Issu du questionnaire NORDIQUE développé par Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, Å., Vinterberg, H., Biering-Sorensen, F., Andersson, G., Jørgensen, K.

Adapté par Lina Forcier, UQAM, Claire Lapointe, IRSST, Sylvie Beaugrand, IRSST, Monique Lortie, UQAM, Ilkka Kuorinka, Peter Buckle, University of Surrey.

Pour en savoir plus sur l'utilisation du questionnaire, de la planification de la démarche à la diffusion des résultats obtenus, consultez le guide RG-270 publié par l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) www.irsst.qc.ca

Annexe 8 : Page de garde du questionnaire de type NORDIQUE de l'IRSST. L'entièreté du questionnaire (16 pages) est disponible sur le site internet de l'IRSST (85)

QUESTIONNAIRE COMPLEMENTAIRE

Dans le cadre de l'étude d'ergonomie chez les endoscopistes digestifs, vous avez rempli un questionnaire (questionnaire NORDIQUE de l'IRSST).

Suite à ce questionnaire, merci de bien vouloir remplir ce questionnaire complémentaire.

Il comporte 13 questions, relatives :

- Aux douleurs rapportées par le questionnaire NORDIQUE ;
- A vos paramètres d'activité de travail, notamment en endoscopie digestive ;
- A votre activité physique globale.

1) Les douleurs que vous avez rapportées suite au questionnaire NORDIQUE sont-elles pour vous liées à votre activité d'endoscopie ?

Exemple :

1) Si vous avez répondu dans le questionnaire NORDIQUE avoir eu des douleurs à l'épaule et qu'elles sont à votre sens liées à la réalisation d'endoscopies, veuillez inscrire la localisation « épaule » et cocher la case « Oui » comme suit :

Localisation	Oui	Non
Épaule	X	

2) Si vous avez répondu dans le questionnaire NORDIQUE avoir eu des douleurs aux chevilles et qu'elles sont à votre sens non liées à la réalisation d'endoscopies, veuillez inscrire la localisation « chevilles/pieds » et cocher la case « Non » comme suit :

Localisation	Oui	Non
Chevilles/pieds		X

Réponse :

Localisation	Oui	Non

2) Parmi les localisations de vos douleurs, laquelle vous semble la plus douloureuse ?

Réponse :

3) Sur une échelle de 1 (douleur minimale) à 10 (douleur maximale), à combien évalueriez-vous la douleur (au niveau de la localisation la plus douloureuse évoquée dans la question 2) ?

Réponse :

4) Combien de journées dans la semaine avez-vous de consacrées à la réalisation d'endoscopies ?

Réponse :

5) Lors des journées consacrées aux endoscopies, combien d'heures travaillez-vous par jour (durée totale) ?

Réponse :

6) Avez-vous des pauses durant ces journées consacrées aux endoscopies ? Si oui, indiquez leur nombre et leur durée.

Réponse :

7) Lors d'une journée consacrée aux endoscopies, combien d'endoscopies effectuez-vous par jour environ ?

Réponse :

8) Lors d'une journée consacrée aux endoscopies, combien d'endoscopies thérapeutiques effectuez-vous par jour environ ?

Réponse :

9) Avez-vous l'impression qu'il existe une augmentation des demandes d'endoscopies thérapeutiques avec le temps ?

Réponse :

10) Lors d'une journée consacrée aux endoscopies, estimez-vous avoir la place nécessaire pour effectuer correctement vos mouvements ?

Réponse :

11) Avez-vous une activité sportive ? Si oui, quelle est-elle ?

Réponse :

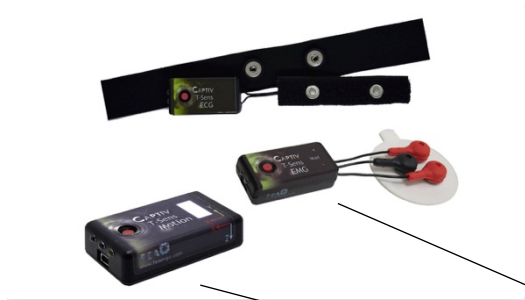
12) A quelle fréquence pratiquez-vous cette activité sportive (en séances/semaine) ?

Réponse :

13) Pendant combien de temps effectuez-vous cette activité sportive lors d'une séance ?

Réponse :

Merci d'avoir répondu à ce questionnaire.



(1)

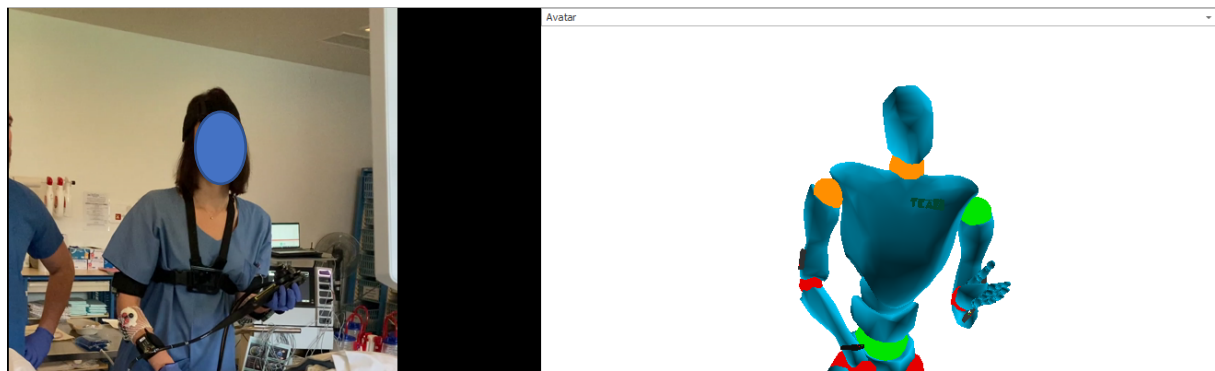
(2)



Annexe 10 : Positionnement des capteurs du dispositif CAPTIV sur l'un des sujets de l'étude.

(1) : capteur EMG

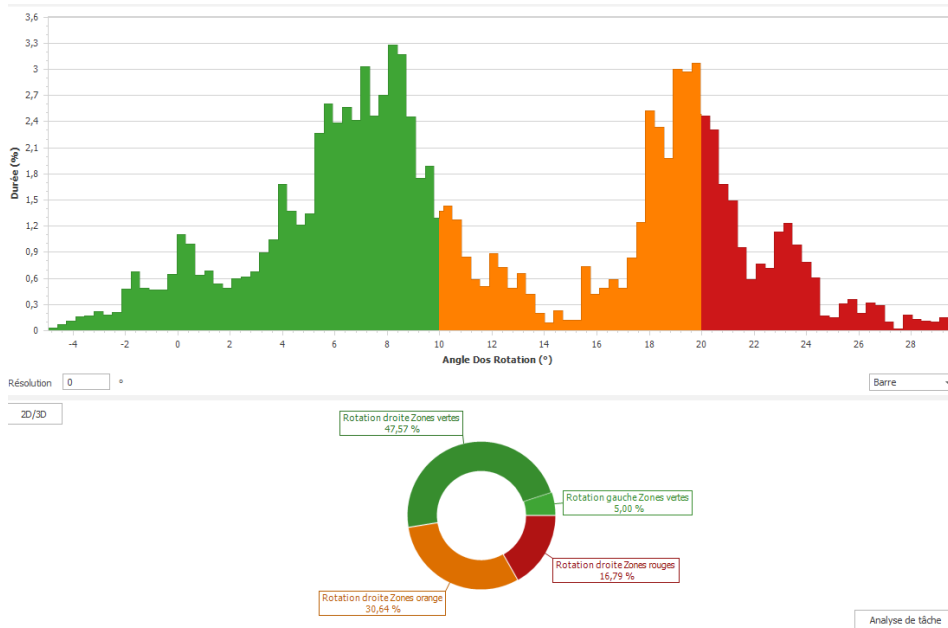
(2) : capteur d'angulation articulaire



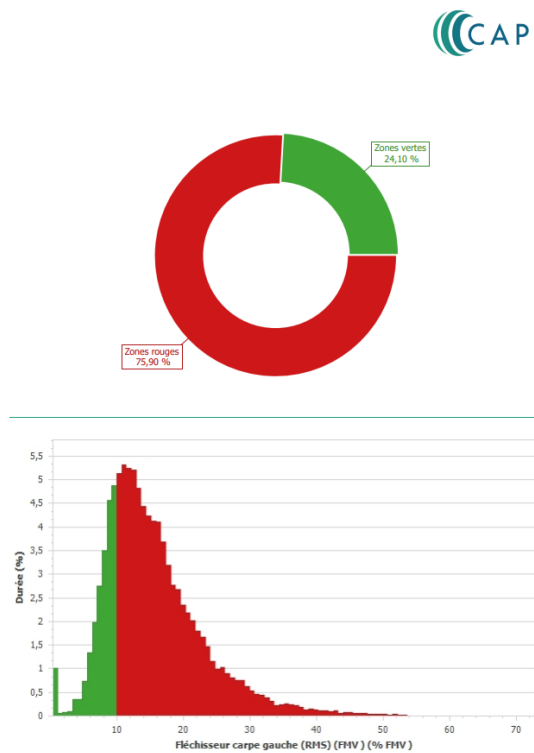
Annexe 11a : Exemple d'un avatar créé avec le logiciel CAPTIV, pour analyse des angulations articulaires



Annexe 11b : Exemple de tracés de données (angulation articulaire et EMG) obtenus par le logiciel CAPTIV



Annexe 11c : Exemple d'analyse d'angulation articulaire (rotation du dos) obtenue par le logiciel de traitement CAPTIV via les données obtenues



Annexe 11d : Exemple d'analyse de contraction musculaire (fléchisseur du carpe gauche) obtenue par le logiciel de traitement CAPTIV via les données obtenues

BIBLIOGRAPHIE

1. livre50anssfed-b99.pdf. Disponible sur : <https://www.sfed.org/wp-content/uploads/2021/11/livre50anssfed-b99.pdf>
2. Écho-endoscopie | Fondation contre le Cancer. Disponible sur : <https://www.cancer.be/le-cancer/examens-m-dicaux/cho-endoscopie>
3. Cholangio-Pancréatographie Rétrograde Endoscopique et sphinctérotomie biliopancréatique. Recommandations de la SFED, 2003.
4. FMC-HGE. Endoscopie bilio-pancréatique interventionnelle. Disponible sur : <https://www.fmcgastro.org/postu-main/archives/postu-2002-nantes/endoscopie-bilio-pancreatique-interventionnelle/>
5. Pioche M. Histoire de la dissection sous-muqueuse et de son épopée en France.
6. Fukuzawa M, Gotoda T. History of endoscopic submucosal dissection and role for colorectal endoscopic submucosal dissection: A Japanese perspective. *Gastrointest Interv.* 1 déc 2012;1(1):30-5.
7. Hirao M, Masuda K, Asanuma T, Naka H, Noda K, Matsuura K, et al. Endoscopic resection of early gastric cancer and other tumors with local injection of hypertonic saline-epinephrine. *Gastrointest Endosc.* 1 mai 1988;34(3):264-9.
8. Ono H, Kondo H, Gotoda T, Shirao K, Yamaguchi H, Saito D, et al. Endoscopic mucosal resection for treatment of early gastric cancer.
9. Hosokawa K, Yoshida S. [Recent advances in endoscopic mucosal resection for early gastric cancer]. *Gan To Kagaku Ryoho.* mars 1998;25(4):476-83.

10. Gotoda T, Kondo H, Ono H, Saito Y, Yamaguchi H, Saito D, et al. A new endoscopic mucosal resection procedure using an insulation-tipped electrosurgical knife for rectal flat lesions: report of two cases. *Gastrointest Endosc.* 1 oct 1999;50(4):560-3.
11. Ohkuwa M, Hosokawa K, Boku N, Ohtu A, Tajiri H, Yoshida S. New endoscopic treatment for intramucosal gastric tumors using an insulated-tip diathermic knife. *Endoscopy.* mars 2001;33(3):221-6.
12. Saito Y, Uraoka T, Matsuda T, Emura F, Ikehara H, Mashimo Y, et al. A pilot study to assess the safety and efficacy of carbon dioxide insufflation during colorectal endoscopic submucosal dissection with the patient under conscious sedation. *Gastrointest Endosc.* 1 mars 2007;65(3):537-42.
13. Rösch T, Sarbia M, Schumacher B, Deinert K, Frimberger E, Toermer T, et al. Attempted endoscopic en bloc resection of mucosal and submucosal tumors using insulated-tip knives: a pilot series. *Endoscopy.* sept 2004;36(9):788-801.
14. Farhat S, Chaussade S, Ponchon T, Coumaros D, Charachon A, Barrioz T, et al. Endoscopic submucosal dissection in a European setting. A multi-institutional report of a technique in development. *Endoscopy.* août 2011;43(8):664-70.
15. Rahmi G, Hotayt B, Chaussade S, Lepilliez V, Giovannini M, Coumaros D, et al. Endoscopic submucosal dissection for superficial rectal tumors: prospective evaluation in France. *Endoscopy.* août 2014;46(8):670-6.
16. Studio A. SFED. 2022. Formation Dissection sous-muqueuse. Disponible sur : <https://www.sfed.org/actualites/formation-dissection-muqueuse-0/>
17. Jacques J, Charissoux A, Legros R, Tailleur A, Rivory J, Albouis J, et al. Double-clip counter-traction using a rubber band is a useful and adaptive tool for colonic endoscopic submucosal dissection. *Endoscopy.* févr 2018;50(2):179-81.

18. Yzet C, Rivory J, Wallenhorst T, Grainville T, Legros R, Lepilliez V, et al. A 3D-printed pedal fixator for connecting different pedal-operated tools reduces the number of mistakes during endoscopic submucosal dissection. *Endosc Int Open*. juill 2023;11(07):E635-40.
19. Myotomie per-oral endoscopique (POEM) | Fiche santé HCL. Disponible sur : <https://www.chu-lyon.fr/myotomie-oral-endoscopique-poem>
20. Inoue H, Minami H, Kobayashi Y, Sato Y, Kaga M, Suzuki M, et al. Peroral endoscopic myotomy (POEM) for esophageal achalasia. *Endoscopy*. avr 2010;42(4):265-71.
21. Hernández Mondragón OV, Solórzano Pineda MO, Blancas Valencia JM. Zenker's diverticulum: Submucosal tunneling endoscopic septum division (Z-POEM). *Dig Endosc*. 2018;30(1):124-124.
22. Définition fibroscope. Disponible sur : <https://www.e-cancer.fr/Dictionnaire/F/fibroscope>
23. La gastroscopie ou endoscopie digestive haute - L'endoscopie. Disponible sur : <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Se-faire-soigner/Traitements/Examens/L-endoscopie/La-gastroscopie>
24. gastroscopieavecanesthesiegenerale-c3e.mp4. Disponible sur : <https://www.sfed.org/wp-content/uploads/2021/09/gastroscopieavecanesthesiegenerale-c3e.mp4>
25. gastroscopiesansanesthesiegenerale-61d.mp4. Disponible sur : <https://www.sfed.org/wp-content/uploads/2021/09/gastroscopiesansanesthesiegenerale-61d.mp4>
26. La coloscopie ou endoscopie digestive basse - L'endoscopie. Disponible sur : <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Se-faire-soigner/Traitements/Examens/L-endoscopie/La-coloscopie>

27. coloscopie-42d.mp4. Disponible sur :
<https://www.sfed.org/wp-content/uploads/2021/09/coloscopie-42d.mp4>
28. 2Jours_Endo_enFr_2008-c37.pdf. Disponible sur :
https://www.sfed.org/wp-content/uploads/2021/10/2Jours_Endo_enFr_2008-c37.pdf
29. Bernardini D, Bulois P, Barthet M, Chaussade S, Gronier O, Lecomte T, et al. « Une semaine de coloscopie en France » : résultats 2017 de l'enquête annuelle de la Société française d'endoscopie digestive. *Acta Endosc.* oct 2017;47(5):242-51.
30. Haute Autorité de Santé. Cancer colorectal : modalités de dépistage et de prévention chez les sujets à risque élevé et très élevé. Disponible sur :
https://www.has-sante.fr/jcms/c_2772744/fr/cancer-colorectal-modalites-de-depistage-et-de-prevention-chez-les-sujets-a-risque-eleve-et-tres-eleve
31. Pioche M. Optimisation de la technique de dissection sous muqueuse à l'aide d'un bistouri à jet d'eau haute-pression pulsée pour le traitement endoscopique des tumeurs superficielles du tube digestif.
32. Barret M, Terris B, Chaussade S. Recommandations concernant les cancers superficiels du tube digestif. Partie 1 : règles générales de la prise en charge des cancers superficiels du tube digestif. *Acta Endosc.* juill 2017;47(4):164-7.
33. Haute Autorité de Santé. Traitement endoscopique par dissection sous-muqueuse des lésions cancéreuses superficielles coliques. Disponible sur :
https://www.has-sante.fr/jcms/c_2853392/fr/traitement-endoscopique-par-dissection-sous-muqueuse-des-lesions-cancereuses-superficielles-coliques
34. Haute Autorité de Santé. Traitement endoscopique par dissection sous-muqueuse des lésions rectales superficielles à potentiel cancéreux. Disponible sur :
https://www.has-sante.fr/jcms/c_2853398/fr/traitement-endoscopique-par-dissection-sous-muqueuse-des-lesions-rectales-superficielles-a-potentiel-cancereux

35. Haute Autorité de Santé. Traitement endoscopique par dissection sous-muqueuse des cancers superficiels de l'œsophage. Disponible sur : https://www.has-sante.fr/jcms/c_2853386/fr/traitement-endoscopique-par-dissection-sous-muqueuse-des-cancers-superficiels-de-l-oesophage
36. HJFE429 Dissection sousmuqueuse de lésion du rectum, par... - Code CCAM. Disponible sur : <https://www.aideaucodage.fr/ccam-hjfe429>
37. HEFE326 Dissection sousmuqueuse de l'oesophage et/ou de... - Code CCAM. Disponible sur : <https://www.aideaucodage.fr/ccam-hefe326>
38. Farhat S, Chaussade S, Ponchon T, Barrioz T, Charachon A, Cellier C, et al. Dissection endoscopique sous-muqueuse en France: premiers résultats de l'observatoire de la SFED. *Endoscopy*. mars 2010;42(3):A3.
39. Prat F, Leblanc S, Esch A, Pioche M, Lépilliez V, Chaussade S, et al. La dissection endoscopique sous-muqueuse en France: analyse du registre de la Sfed 2011 – 2013 et comparaison avec la période 2008 – 2010. *Endoscopy*. mars 2014;46(3):A8661.
40. Pimentel-Nunes P, Libânio D, Bastiaansen BAJ, Bhandari P, Bisschops R, Bourke MJ, et al. Endoscopic submucosal dissection for superficial gastrointestinal lesions: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline – Update 2022. *Endoscopy*. juin 2022;54(06):591-622.
41. Achalasie ou méga œsophage | Fiche santé HCL. Disponible sur : <https://www.chu-lyon.fr/achalasie>
42. FMC-HGE. La gastroparésie : une situation clinique sans issue ? Disponible sur : <https://www.fmcgastro.org/texte-postu/postu-2020-paris/la-gastroparesie-une-situation-clinique-sans-issue/>
43. Werner YB, Hakanson B, Martinek J, Repici A, von Rahden BHA, Bredenoord AJ, et al. Endoscopic or Surgical Myotomy in Patients with Idiopathic Achalasia. *N Engl J Med*. 5 déc 2019;381(23):2219-29.

44. sitewebcochin. Myotomie per endoscopique (POEM). Disponible sur : <https://www.gastrocochin.com/myotomie-per-endoscopique-poem>
45. Ponds FA, Fockens P, Lei A, Neuhaus H, Beyna T, Kandler J, et al. Effect of Peroral Endoscopic Myotomy vs Pneumatic Dilation on Symptom Severity and Treatment Outcomes Among Treatment-Naive Patients With Achalasia. JAMA. 9 juill 2019;322(2):134-44.
46. Familiari P, Greco S, Gigante G, Calì A, Boškoski I, Onder G, et al. Gastroesophageal reflux disease after peroral endoscopic myotomy: Analysis of clinical, procedural and functional factors, associated with gastroesophageal reflux disease and esophagitis. Dig Endosc. 2016;28(1):33-41.
47. Gonzalez JM. Prise en charge endoscopique des troubles de la motricité gastro-intestinale : recommandations de l'ESGE.
48. recoesgefr_motricgastrintest.pdf. Disponible sur : https://www.sfed.org/wp-content/uploads/2021/11/recoesgefr_motricgastrintest.pdf
49. Ragi O, Jacques J, Branche J, Leblanc S, Vanbiervliet G, Legros R, et al. One-year results of gastric peroral endoscopic myotomy for refractory gastroparesis: a French multicenter study. Endoscopy. mai 2021;53(5):480-90.
50. Services de prévention et de santé au travail. Organisation des services de prévention et de santé au travail - Démarches de prévention - INRS. Disponible sur : <https://www.inrs.fr/demarche/services-sante-travail/organisation.html>
51. Article L4622-2 - Code du travail - Légifrance. Disponible sur : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043893828
52. Services de prévention et de santé au travail. Le médecin du travail - Démarches de prévention - INRS. Disponible sur : <https://www.inrs.fr/demarche/services-sante-travail/medecin-travail.html>

53. Services de prévention et de santé au travail. Actions des services de prévention et de santé au travail - Démarches de prévention - INRS. Disponible sur :
<https://www.inrs.fr/demarche/services-sante-travail/actions-services-sante-travail.html>
54. 2018-12_rapport-annuel-2017-risques-professionnels_assurance-maladie.pdf. Disponible sur : https://assurance-maladie.ameli.fr/sites/default/files/2018-12_rapport-annuel-2017-risques-professionnels_assurance-maladie.pdf
55. Troubles musculo-squelettiques. Disponible sur :
<https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-liees-au-travail/troubles-musculo-squelettiques>
56. RDP_2018_1_84.pdf. Disponible sur :
https://solr.gmsante.fr/RDP/2018/1/RDP_2018_1_84.pdf
57. Troubles musculosquelettiques (TMS). Facteurs de risque - Risques - INRS. Disponible sur : <https://www.inrs.fr/risques/tms-troubles-musculosquelettiques/facteurs-risque.html>
58. Chazelle E, Bah A, Brière J, Chérié-Challine L. Groupes de travailleurs à risque d'absence prolongée en cas de troubles musculosquelettiques reconnus comme accident du travail. Arch Mal Prof Environ. sept 2018;79(4):570-1.
59. rapport_annuel_2022_de_lassurance_maladie_-_risques_professionnels_décembre_2023.pdf. Disponible sur : https://assurance-maladie.ameli.fr/sites/default/files/rapport_annuel_2022_de_lassurance_maladie_-_risques_professionnels_d%C3%A9cembre_2023.pdf
60. Troubles musculosquelettiques (TMS). Statistiques - Risques - INRS. Disponible sur :
<https://www.inrs.fr/risques/tms-troubles-musculosquelettiques/statistiques.html>
61. RG 57. Tableau - Tableaux des maladies professionnelles - INRS. Disponible sur :
<https://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RG%2057>

62. RG 79. Tableau - Tableaux des maladies professionnelles - INRS. Disponible sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RG%2079>
63. RG 69. Tableau - Tableaux des maladies professionnelles - INRS. Disponible sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RG%2069>
64. RA 39. Tableau - Tableaux des maladies professionnelles - INRS. Disponible sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RA%2039>
65. RA 29. Tableau - Tableaux des maladies professionnelles - INRS. Disponible sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RA%2029>
66. RA 53. Tableau - Tableaux des maladies professionnelles - INRS. Disponible sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RA%2053>
67. Comprendre l'assurance AT/MP. Disponible sur : <https://www.ameli.fr/somme/entreprise/votre-entreprise/cotisation-atmp/atmp-definition>
68. Paragraphe 4 : Assurance accidents du travail et maladies professionnelles. (Articles L242-5 à L242-7-1) - Légifrance. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGISCTA000006194449>
69. Définitions [Internet]. Société d'ergonomie de langue française. Disponible sur : <https://ergonomie-self.org/lergonomie/definitions-tendances/>
70. Troubles musculosquelettiques (TMS). Outils d'analyse des risques - Risques - INRS. Disponible sur : <https://www.inrs.fr/risques/tms-troubles-musculosquelettiques/outils-analyse-risques.html>
71. Full Text PDF. Disponible sur : https://www.researchgate.net/profile/Laurence-Kern/publication/340254109_Pratique_d%27Activites_Physiques_Adaptees_a_la_Maison_Petit_manuel_d%27echauffement_et_d%27Activites_Physiques_a_faire_la_maison_Les_auteurs/links/5e806a1f92851caef4a8f94c/Pratique-dActivites-Physiques-Adaptees-a-la-Maison-Petit-manuel-dechauffement-et-dActivites-Physiques-a-faire-la-maison-Les-auteurs.pdf

72. McAtamney L, Nigel Corlett E. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Appl Ergon.* avr 1993;24(2):91-9.
73. Full Text PDF. Disponible sur : https://www.researchgate.net/profile/Jonathan-Savin/publication/337705170_Simulation_de_la_variabilite_du_mouvement_induite_par_la_fatigue_musculaire_pour_la_conception_ergonomique_de_postes_de_travail/links/5df753574585159aa480917e/Simulation-de-la-variabilite-du-mouvement-induite-par-la-fatigue-musculaire-pour-la-conception-ergonomique-de-postes-de-travail.pdf
74. Byun YH, Lee JH, Park MK, Song JH, Min BH, Chang DK, et al. Procedure-related musculoskeletal symptoms in gastrointestinal endoscopists in Korea. *World J Gastroenterol.* 2008;14(27):4359.
75. Kuwabara T. Prevalence and impact of musculoskeletal pain in Japanese gastrointestinal endoscopists: A controlled study. *World J Gastroenterol.* 2011;17(11):1488.
76. Riditid W, Coté GA, Leung W, Buschbacher R, Lynch S, Fogel EL, et al. Prevalence and risk factors for musculoskeletal injuries related to endoscopy. *Gastrointest Endosc.* févr 2015;81(2):294-302.e4.
77. Morais R, Vilas-Boas F, Pereira P, Lopes P, Simões C, Dantas E, et al. Prevalence, risk factors and global impact of musculoskeletal injuries among endoscopists: a nationwide European study. *Endosc Int Open.* avr 2020;08(04):E470-80.
78. Kamani L, Kalwar H. Ergonomic Injuries in Endoscopists and Their Risk Factors. *Clin Endosc.* 30 mai 2021;54(3):356-62.
79. Bessone V, Adamsen S. Gastrointestinal endoscopy and work-related injuries: an international survey. *Endosc Int Open.* mai 2022;10(05):E562-9.
80. Matsuzaki I, Ebara T, Tsunemi M, Hatta Y, Yamamoto K, Baba A, et al. Effects of endoscopy-related procedure time on musculoskeletal disorders in Japanese endoscopists: a cross-sectional study. *Endosc Int Open.* mai 2021;09(05):E674-83.

81. Al-Rifaie A, Gariballa M, Ghodeif A, Hodge S, Thoufееq M, Donnelly M. Colonoscopy-related injury among colonoscopists: an international survey. *Endosc Int Open*. janv 2021;09(01):E102-9.
82. Sturm N, Leukert J, Perkhofer L, Hann A, Wagner M, Mayer B, et al. The impact of endoscopic activity on musculoskeletal disorders of high-volume endoscopists in Germany. *Sci Rep*. 20 mai 2022;12(1):8538.
83. Miller AT, Herberts MB, Hansel SL, Fox JC, Hallbeck MS, League J, et al. Procedural and anthropometric factors associated with musculoskeletal injuries among gastroenterology endoscopists. *Appl Ergon*. oct 2022;104:103805.
84. Shergill AK, Rempel D, Barr A, Lee D, Pereira A, Hsieh CM, et al. Biomechanical risk factors associated with distal upper extremity musculoskeletal disorders in endoscopists performing colonoscopy. *Gastrointest Endosc*. mars 2021;93(3):704-711.e3.
85. Desjardins - QUESTIONNAIRE NORDIQUE.pdf. Disponible sur : <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/RG1-270.pdf>
86. TEA. TEA Expert de la mesure et l'analyse du comportement Humain. Disponible sur : <https://www.teaergo.com/fr/>
87. CAPTIV Plateforme de synchronisation - TEA. Disponible sur : <https://www.teaergo.com/fr/captiv-17000/>
88. c025573f.book. Disponible sur : <https://viewerbdc.afnor.org/pdf/viewer/43iKzuSgYnI1?proxy=true>
89. X35106-4feuille.book. Disponible sur : <https://viewerbdc.afnor.org/pdf/viewer/VK6FJxk9iH41?proxy=true>
90. X35110-3.book. Disponible sur : <https://viewerbdc.afnor.org/pdf/viewer/qrjdPp9vqdQ1?proxy=true>

91. Malchaire P, Cock N, Karnas P, Pirotte C, Bundervoet P, Dombrecht J. FACTEURS ORGANISATIONNELS ET PSYCHOSOCIAUX ET DEVELOPPEMENT DE TROUBLES MUSCULOSQUELETTIQUES DES MEMBRES SUPERIEURS TMSMS.
92. Pawa S, Kwon RS, Fishman DS, Thosani NC, Shergill A, Grover SC, et al. American Society for Gastrointestinal Endoscopy guideline on the role of ergonomics for prevention of endoscopy-related injury: summary and recommendations. *Gastrointest Endosc.* oct 2023;98(4):482-91.
93. Walsh CM, Qayed E, Aihara H, Anand GS, Byrne K, Chahal P, et al. Core curriculum for ergonomics in endoscopy. *Gastrointest Endosc.* juin 2021;93(6):1222-7.
94. X35203.book. Disponible sur :
<https://viewerbdc.afnor.org/pdf/viewer/11L2vqu9HEU1?proxy=true>
95. Côté J. Effets de la posture de travail sur les patrons musculaires de la région lombaire lors d'une tâche répétitive.
96. Nelson-Wong E, Callaghan JP. The impact of a sloped surface on low back pain during prolonged standing work: A biomechanical analysis. *Appl Ergon.* 1 oct 2010;41(6):787-95.
97. Nelson-Wong E, Callaghan JP. Is muscle co-activation a predisposing factor for low back pain development during standing? A multifactorial approach for early identification of at-risk individuals. *J Electromyogr Kinesiol.* 1 avr 2010;20(2):256-63.
98. Static-work-load-and-occupational-myalgia-A-new-explanation-model.pdf. Disponible sur : https://www.researchgate.net/profile/Goeran-Haegg/publication/310594494_Static_work_load_and_occupational_myalgia_-_A_new_explanation_model/links/5df2224192851c8364762658/Static-work-load-and-occupational-myalgia-A-new-explanation-model.pdf
99. Keswani RN, Keefer L, Surawicz CM. Burnout in Gastroenterologists and How to Prevent it. *Gastroenterology.* juill 2014;147(1):11-4.

100. Gleeson D, O'Shea C, Ellison H, Tham TC, Douds AC, Goddard AF. Stress and its causes in UK gastroenterologists: results of a national survey by the British Society of Gastroenterology. *Frontline Gastroenterol.* janv 2019;10(1):43-9.
101. Adarkwah CC, Labenz J, Hirsch O. Burnout and work satisfaction are differentially associated in gastroenterologists in Germany. *F1000Research.* 22 juin 2022;11:368.
102. Dyrbye LN, Varkey P, Boone SL, Satele DV, Sloan JA, Shanafelt TD. Physician Satisfaction and Burnout at Different Career Stages. *Mayo Clin Proc.* déc 2013;88(12):1358-67.
103. Shanafelt TD, Balch CM, Bechamps GJ, Russell T, Dyrbye L, Satele D, et al. Burnout and Career Satisfaction Among American Surgeons. *Ann Surg.* sept 2009;250(3):463-71.
104. Dyrbye LN, Varkey P, Boone SL, Satele DV, Sloan JA, Shanafelt TD. Physician Satisfaction and Burnout at Different Career Stages. *Mayo Clin Proc.* déc 2013;88(12):1358-67.
105. Shanafelt TD, Balch CM, Bechamps G, Russell T, Dyrbye L, Satele D, et al. Burnout and Medical Errors Among American Surgeons. *Ann Surg.* juin 2010;251(6):995-1000.
106. Shanafelt TD, Hasan O, Dyrbye LN, Sinsky C, Satele D, Sloan J, et al. Changes in Burnout and Satisfaction With Work-Life Balance in Physicians and the General US Working Population Between 2011 and 2014. *Mayo Clin Proc.* déc 2015;90(12):1600-13.
107. Ramirez AJ, Graham J, Richards MA, Gregory WM, Cull A. Mental health of hospital consultants: the effects of stress and satisfaction at work. *The Lancet.* mars 1996;347(9003):724-8.
108. Ong J, Swift C, Bath M, Ong S, Lim W, Al-Naeeb Y, et al. The prevalence of burnout, risk factors, and job-related stressors in gastroenterologists: A systematic review. *J Gastroenterol Hepatol.* sept 2021;36(9):2338-48.

109. Moraveji S, Thaker AM, Muthusamy VR, Banerjee S. Protocols, Personal Protective Equipment Use, and Psychological/Financial Stressors in Endoscopy Units During the COVID 19 Pandemic: A Large Survey of Hospital-Based and Ambulatory Endoscopy Centers in the United States. *Gastroenterology*. oct 2020;159(4):1568-1570.e5.
110. Shah ED, Pourmorteza M, Elmunzer BJ, Ballou SK, Papachristou GI, Lara LF, et al. Psychological Health Among Gastroenterologists During the COVID-19 Pandemic: A National Survey. *Clin Gastroenterol Hepatol*. avr 2021;19(4):836-838.e3.
111. Karasek RA. Job Demands, Job Decision Latitude, and Mental Strain: Implications for Job Redesign. *Adm Sci Q*. juin 1979;24(2):285.
112. Boyanov N, Georgiou K, Thanasis D, Deneva T, Oussi N, Marinov B, et al. Use of saliva stress biomarkers to estimate novice male endoscopist's stress during training in a high-end simulator. *Scand J Gastroenterol*. 2 nov 2021;56(11):1380-5.
113. Dave U, Dave A, Taylor-Robinson SD. Mindfulness in Gastroenterology Training and Practice: A Personal Perspective. *Clin Exp Gastroenterol*. nov 2020;Volume 13:497-502.
114. Kemper KJ, Mo X, Khayat R. Are Mindfulness and Self-Compassion Associated with Sleep and Resilience in Health Professionals? *J Altern Complement Med*. août 2015;21(8):496-503.
115. Lebares CC, Guvva EV, Oлару M, Sugrue LP, Staffaroni AM, Delucchi KL, et al. Efficacy of Mindfulness-Based Cognitive Training in Surgery: Additional Analysis of the Mindful Surgeon Pilot Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 24 mai 2019;2(5):e194108.
116. Choi EJ, Jee SR, Lee SH, Yoon JS, Yu SJ, Lee JH, et al. Effect of music on colonoscopy performance: A propensity score-matched analysis. *World J Gastrointest Endosc*. 16 mai 2023;15(5):397-406.
117. Systèmes médicaux. Disponible sur : <https://www.olympus.fr/medical/fr/Medical-FR-Landing-Page/Medical-FR-Start.html>

Étude ergonomique des facteurs biomécaniques de troubles musculosquelettiques chez les endoscopistes digestifs : cohorte descriptive

Résumé

Introduction : Les troubles musculosquelettiques (TMS) sont un enjeu majeur de prévention en santé au travail. Les endoscopistes digestifs sont nombreux à souffrir de TMS. Leurs interventions se diversifient depuis plusieurs années, avec l'émergence de procédures thérapeutiques, telles que les dissections sous-muqueuses (DSM) ou les myotomies per-orales endoscopiques (POEM). L'objectif principal est d'étudier les facteurs de risque biomécaniques d'occurrence de TMS chez ces spécialistes lors de la réalisation de tout type d'endoscopie ; puis lors de la réalisation d'endoscopies thérapeutiques.

Méthodes : Il s'agit d'une étude observationnelle, menée auprès d'endoscopistes digestifs exerçant dans les CHU d'Amiens, de Lille et de Lyon, entre le 12 octobre 2023 et le 13 décembre 2023. Une endoscopie diagnostique (FOGD ou coloscopie) et une endoscopie thérapeutique (DSM ou POEM) ont été évaluées pour chacun, en utilisant des outils pour analyses subjectives et objectives : deux questionnaires, l'échelle de BORG, la grille d'évaluation RULA et des capteurs spécifiques métrologiques.

Résultats : 6 sujets ont été inclus, avec analyse pour chacun d'une coloscopie et d'une DSM basse. Les résultats ont pu mettre en évidence des gestes et des postures à risque de développement de TMS, d'autant plus lors de la pratique de DSM pour certains d'entre eux, avec objectivation par métrologie.

Conclusion : L'endoscopie digestive thérapeutique présente des facteurs de risque biomécaniques de TMS majeurs. Nos observations ouvrent le champ à des démarches de prévention concernant cette activité.

Mots-clés : Médecine du travail, ergonomie, troubles musculosquelettiques, endoscopie digestive, endoscopistes

Ergonomic study of biomechanical factors of musculoskeletal disorders among digestive endoscopists: descriptive cohort

Abstract

Introduction: Musculoskeletal disorders (MSDs) are a major occupational health prevention issue. Many digestive endoscopists suffer from MSDs. Their interventions have been diversifying for several years, with the emergence of therapeutic procedures such as endoscopic submucosal dissections (ESD) or per-oral endoscopic myotomies (POEM). The main objective is to study the biomechanical risk factors for the occurrence of MSDs in these specialists when performing any type of endoscopy; then when performing therapeutic endoscopies.

Methods: This is an observational study, conducted among digestive endoscopists practicing in the university hospitals of Amiens, Lille and Lyon, between October 12, 2023 and December 13, 2023. Diagnostic endoscopy (FOGD or colonoscopy) and therapeutic endoscopy (DSM or POEM) were evaluated for each subject, using tools for subjective and objective analysis: two questionnaires, the BORG scale, the RULA evaluation grid and specific metrological sensors.

Results: 6 subjects were included, with analysis of a colonoscopy and a low DSM for each. The results highlighted gestures and postures at risk of developing MSDs, especially during ESD for some of them, with objectification by metrology.

Conclusion: Therapeutic digestive endoscopy presents major biomechanical risk factors for MSD. Our observations open the way to preventive approaches for this activity.

Key words: Occupational medicine, ergonomics, musculoskeletal disorders, digestive endoscopy, endoscopists