

# Évaluation de l'efficacité d'un tabouret ergonomique chez des instrumentistes à cordes

Analyse de la stabilité posturale  
et de l'activité de muscles  
posturaux du bassin et du tronc

Normand Teasdale  
Martin Simoneau  
Nathalie Leclerc  
Ursula Stuber  
Félix Berrigan



# ÉTUDES ET RECHERCHES

R-465

RAPPORT





**Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.**

## **NOS RECHERCHES** *travaillent pour vous !*

### **MISSION**

- ▶ Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.
- ▶ Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.
- ▶ Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

### **POUR EN SAVOIR PLUS...**

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour.  
De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement.  
**[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)**

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par l'Institut et la CSST.

**Abonnement : 1-877-221-7046**

Dépôt légal  
Bibliothèque et Archives nationales  
2006  
ISBN 13 : 978-2-89631-051-7 (version imprimée)  
ISBN 10 : 2-89631-051-7 (version imprimée)  
ISBN 13 : 978-2-89631-052-4 (PDF)  
ISBN 10 : 2-89631-052-5 (PDF)  
ISSN : 0820-8395

IRSST - Direction des communications  
505, boul. De Maisonneuve Ouest  
Montréal (Québec)  
H3A 3C2  
Téléphone : 514 288-1551  
Télécopieur : 514 288-7636  
[publications@irsst.qc.ca](mailto:publications@irsst.qc.ca)  
**[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)**  
Institut de recherche Robert-Sauvé  
en santé et en sécurité du travail,  
août 2006

# Évaluation de l'efficacité d'un tabouret ergonomique chez des instrumentistes à cordes

## Analyse de la stabilité posturale et de l'activité de muscles posturaux du bassin et du tronc

Normand Teasdale<sup>1</sup>, Martin Simoneau<sup>1</sup>, Nathalie Leclerc<sup>2</sup>,  
Ursula Stuber<sup>2</sup>, Félix Berrigan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculté de médecine, Département de médecine sociale  
et préventive, Division de kinésiologie, Université Laval

<sup>2</sup>Faculté de musique, Université Laval

ÉTUDES ET  
RECHERCHES

RAPPORT

### Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

Cliquez recherche  
[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)



Cette publication est disponible  
en version PDF  
sur le site Web de l'IRSST.

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

**CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST**

**Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document  
ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.**

## Sommaire

De nos jours, nombre de personnes travaillent en posture assise. L'adoption de cette posture peut être contraignante et n'est pas sans apporter de nombreux problèmes au système musculo-squelettique. D'ailleurs, dans un article récent, Van Dieen et al. (2001) mentionnent qu'une posture assise prolongée représente, pour le développement de douleurs lombaires, un facteur de risque important. Les musiciens professionnels ne font pas exception à cette problématique. Lors des sessions de pratique et surtout lorsque la fatigue s'installe, un certain nombre d'instrumentistes travaillent en posture assise.

Récemment, un banc assis-debout a été proposé afin de diminuer l'inconfort ressenti au niveau des membres inférieurs (en général) et au bas du dos chez les caissières de supermarchés (Laberge et Vézina 1998). C'est dans une optique de prévention similaire qu'un tabouret ergonomique destiné aux musiciens a été développé. Ce tabouret possède en son centre un pivot caoutchouté (diamètre de 2,5 cm) qui sert de point d'appui à l'utilisateur. Comme la base d'appui du banc est réduite dans cette situation, l'utilisateur doit diminuer l'amplitude des mouvements du tronc s'il veut conserver un certain équilibre postural. Les résultats d'une première étude montrent que l'utilisation du tabouret chez des musiciens professionnels amène une diminution importante de l'étendue et de la vitesse des oscillations posturales. Nous avons aussi observé une diminution importante du moment de force musculaire au niveau du tronc lors de l'utilisation du tabouret ergonomique. L'objectif d'une deuxième étude était d'examiner l'effet de l'utilisation du tabouret pendant 8 semaines chez une population de musiciens ayant des douleurs lombaires. Leurs symptômes de douleur devaient être associés au dos, que ce soit au niveau sacral, lombaire, thoracique et/ou cervical. De plus, les douleurs devaient être chroniques et associées au jeu instrumental. Les résultats montrent que l'utilisation du tabouret ergonomique a modifié le comportement postural de l'ensemble des participants. Après 8 semaines d'utilisation du tabouret ergonomique, les musiciens, lorsque testés sur un tabouret fixe (tabouret standard), montraient un comportement postural caractérisé par une diminution significative du moment de force musculaire au niveau du tronc. Une diminution des symptômes de douleurs a aussi été notée chez plusieurs musiciens. L'ensemble des résultats permet de suggérer que le tabouret ergonomique devrait être intégré aux pratiques régulières afin de développer l'adoption d'attitudes posturales minimisant le moment de force musculaire au niveau du tronc et de réduire la probabilité d'apparition de douleurs lombaires.

## **Remerciements**

Les auteurs de ce travail désirent adresser des remerciements particuliers à l'ensemble des musiciens qui ont participé à ce travail. Leur collaboration, générosité et intérêt ont rendu possible ce travail de recherche.

# TABLE DES MATIÈRES

Sommaire .....	i
Remerciements.....	ii
TABLE DES MATIÈRES .....	iii
LISTE DES FIGURES .....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	v
Introduction.....	1
Rappel de la problématique, de l'état des connaissances et des objectifs de la recherche.....	1
Étude 1: Évaluation de l'efficacité d'un tabouret ergonomique chez des instrumentistes à cordes.	
Analyse de la stabilité posturale et de l'activité de muscles posturaux du bassin et du tronc.....	5
Méthode .....	5
Sujets.....	5
Procédures.....	5
Analyse des données .....	6
Résultats .....	8
Oscillations posturales .....	8
Électromyographie.....	9
Cinématique .....	14
Discussion .....	16
Étude 2: Effets de l'utilisation du tabouret ergonomique chez une population de musiciens	
symptomatiques .....	18
Sujets.....	18
Méthode .....	18
Résultats.....	20
Oscillations posturales .....	20
Questionnaire sur la santé musculo-squelettique des travailleurs (IRSST).....	22
Questionnaire Oswestry modifié.....	23
Carnet de suivi .....	24
Discussion .....	26
Conclusion générale et applicabilité des résultats .....	27
Retombées éventuelles.....	27
Références.....	29
Productions scientifiques .....	31
Annexe 1: Utilisation du carnet de suivi.....	32
Annexe 2: Questionnaire Oswestry modifié.....	34

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Tabouret ergonomique.....	2
Figure 2. Oscillations posturales d'une violoniste lors du jeu avec un banc standard et avec le tabouret ergonomique. Les données sont pour 50 s de jeu (partition identique pour les deux essais).....	3
Figure 3. Position des musiciens lors de la contraction de référence globale.....	7
Figure 4. Oscillations posturales pour un musicien. Tous les essais pour chacune des conditions sont présentés.....	8
Figure 5: Activation cumulative (pourcentage de temps) en fonction du niveau d'activité pour les longissimus des lombes du côté gauche au niveau de L3. La ligne pointillée verticale indique le percentile 50.....	10
Figure 6: Activation cumulative (pourcentage de temps) en fonction du niveau d'activité pour les longissimus des lombes du côté droit au niveau de L3. La ligne pointillée verticale indique le percentile 50.....	11
Figure 7: Activation cumulative (pourcentage de temps) en fonction du niveau d'activité pour l'oblique externe de l'abdomen gauche. La ligne pointillée verticale indique le percentile 50.....	11
Figure 8: Activation cumulative (pourcentage de temps) en fonction du niveau d'activité pour le droit de la cuisse. La ligne pointillée verticale indique le percentile 50.....	12
Figure 9: Activation cumulative (pourcentage de temps) en fonction du niveau d'activité pour le biceps fémoral. La ligne pointillée verticale indique le percentile 50.....	12
Figure 10. Description du modèle utilisé pour calculer le moment de force dans le plan sagittal.....	14
Figure 11. Moment de force musculaire moyen au niveau du tronc dans le plan sagittal pour l'ensemble des sujets sur chacun des tabourets.....	15
Figure 12. Plan de phase entre la position angulaire du tronc et son accélération pour un musicien selon le plan sagittal. Un seul essai dans le plan sagittal est présenté pour chaque tabouret.....	16
Figure 13. Moyenne pour l'ensemble des sujets de la vitesse du centre de pression en fonction du tabouret utilisé et de la séance de jeu (i.e. avant et après l'utilisation du tabouret ergonomique pendant 8 semaines).....	21
Figure 14. Plans de phase entre le déplacement du centre de pression et sa vitesse pour un essai sur le tabouret fixe lors de la première visite (panneau de gauche) et de la deuxième visite (panneau de droite). Données pour un sujet selon l'axe antéro-postérieur.....	22
Figure 15. Intensité des douleurs ressenties par un musicien à la fin de chaque séance. La valeur cotée sur l'échelle visuelle analogue pouvait varier de 0 à 5. Chaque symbole représente une valeur pour une séance.....	24
Figure 16. Temps de jeu associé à chacune des séances. Les résultats sont pour le même musicien que la Figure 15.....	25
Figure 17. Évolution de la douleur avant et après une séance de jeu.....	26



## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Récapitulatif des résultats obtenus pour l'analyse des données posturales. Pour chacune des variables dépendantes et des conditions (tabouret ergonomique et fixe), la valeur moyenne, l'écart-type et le résultat de l'analyse de variance sont présentés. ....	9
Tableau 2. Valeur RMS normalisée moyenne (écart-type) pour le percentile 20 de la distribution de probabilité des amplitudes pour chacun des groupes musculaires. ....	13
Tableau 3. Valeur RMS normalisée moyenne (écart-type) pour le percentile 50 de la distribution de probabilité des amplitudes pour chacun des groupes musculaires. ....	13
Tableau 4. Valeur RMS normalisée moyenne (écart-type) pour le percentile 90 de la distribution de probabilité des amplitudes pour chacun des groupes musculaires. ....	13
Tableau 5. Récapitulatif des résultats des ANOVAs obtenus pour les données posturales. Pour chacune des variables dépendantes, les résultats furent soumis à une analyse avec mesures répétées sur les facteurs Session et Tabouret. Les valeurs F sont présentées. Le symbole * indique un effet significatif ( $p < 0.05$ ). ....	21
Tableau 6. Sommaire des réponses pour la présence de douleur au cours des 12 derniers mois pour chacun des 5 feuillets de l'IRSST. ....	22
Tableau 7. Interprétation du questionnaire Oswestry. ....	23
Tableau 8. Pourcentage d'incapacité fonctionnelle pour chacun des sujets au début de l'étude et après l'utilisation du tabouret ergonomique pendant 8 semaines. Ces valeurs ont été calculées à partir du questionnaire Oswestry modifié. ....	23

## Introduction

La présence de lésions attribuables au travail répétitif et de douleurs musculo-squelettiques est un fléau moderne qui touche plusieurs catégories socioprofessionnelles. Outre les coûts financiers importants reliés à ces problèmes de santé, les douleurs et les incapacités fonctionnelles provoquées trop souvent par ces lésions amènent également des conséquences non-négligeables sur le plan humain. Plusieurs catégories socioprofessionnelles sont affectées par un ou des problèmes musculo-squelettiques et les musiciens professionnels ne font pas exception à cette règle. Le travail répétitif et les efforts statiques, pour ne nommer que ceux-ci, sont des facteurs souvent associés aux troubles musculo-squelettiques (Malchaire et al. 2001) et les instrumentistes, de par la nature de leur tâche, sont exposés à plusieurs de ces facteurs. De fait, le travail hautement répétitif que ces artistes doivent produire afin de perfectionner minutieusement leurs partitions n'est qu'un exemple d'un facteur physique qui compose leur quotidien. D'ailleurs, les données issues de la littérature scientifique concernant le nombre de musiciens touchés par un ou des problèmes de santé sont inquiétantes (Fishbein et al. 1988; Middlestadt et Fishbein 1989; Yeung et al. 1999; Joubrel et al. 2001). De plus, ces problèmes de santé ne sont pas exclusifs aux musiciens professionnels puisque les artistes en formation en seraient aussi affectés. Par exemple, des statistiques obtenues dans une université canadienne indiquent que 43% des étudiants (âge moyen, 22 ans) affirment avoir cessés de jouer, pour une certaine période de temps, dû à la présence de problèmes de santé reliés au jeu instrumental (Zaza 1992). Malgré l'hétérogénéité des résultats provenant des études sur ce sujet, il semble qu'un grand nombre d'instrumentistes à cordes ait des douleurs au niveau du rachis (Joubrel et al. 2001). Pour le musicien, l'amorce ou la continuité d'une carrière professionnelle peuvent être mises en péril par l'apparition de ce type de problème puisqu'à court ou à long terme, il est possible que ce dernier ne soit plus en mesure de répondre aux critères de performance exigés. Lors des sessions de pratique et surtout lorsque la fatigue s'installe, de nombreux instrumentistes travaillent en posture assise afin de diminuer l'inconfort ressenti au niveau des membres inférieurs (en général) et du rachis.

L'objectif général de cette étude était donc de comparer le comportement postural et musculaire de musiciens professionnels lors de l'utilisation d'un tabouret fixe (standard) et d'un tabouret ergonomique en vue d'effectuer des recommandations quant à son usage lors des séances de pratique musicale.

## Rappel de la problématique, de l'état des connaissances et des objectifs de la recherche

De nos jours, de nombreuses personnes travaillent en posture assise statique. L'adoption d'une posture assise statique est contraignante et n'est pas sans apporter de nombreux problèmes au système musculo-squelettique. D'ailleurs, certains auteurs ont proposé qu'une posture assise prolongée représente, pour le développement de douleurs lombaires, un facteur de risque potentiel (van Dieen et al. 2001). Plusieurs musiciens utilisent également la posture assise lors des sessions de pratique et lors de l'exécution instrumentale (e.g. orchestre, ensemble, . . .).

Chong et al. (1989) rapportent qu'entre 60 et 65 % des musiciens devront faire face, au cours de leur carrière, à des blessures reliées à la pratique du jeu instrumental. Chez les musiciens, la présence de problèmes médicaux particuliers et leurs localisations sont caractéristiques du type d'instrument utilisé (Newmark et Hochberg 1987; Middlestadt et Fishbein 1989). Il semble qu'un grand nombre d'instrumentistes à cordes ait des douleurs au niveau du rachis. Par exemple, Joubrel et al. (2001) dénotent que, parmi les instrumentistes à cordes étudiés

(violonistes et altistes), 73.9% d'entre eux ont des douleurs au niveau du rachis (47.8% des cas au niveau du rachis dorsal et 26,1% au niveau du rachis lombaire). Malgré ces statistiques, il demeure difficile de dénombrer la prévalence exacte du problème. Par crainte d'une éventuelle perte d'emploi due au simple fait d'avouer être atteint d'un problème de santé relié à la pratique de l'instrument, plusieurs musiciens préfèrent taire leur mal (Hiner et al. 1987). De plus, une forte proportion de ces cas sont absents des statistiques d'indemnisations professionnelles étant donné le statut de travailleur autonome qu'endosse la majorité des musiciens professionnels. Il devient donc difficile de chiffrer les coûts associés au problème. Un dossier produit par la Commission de la Santé et de la Sécurité du Travail (Désorcy et Legault Faucher 1990) concernant la problématique des instrumentistes mentionne d'ailleurs que:

« De très nombreux musiciens sont tout entier absorbés par le problème de leur subsistance même. À quelques exceptions près, tous les musiciens sont des pigistes (ou travailleurs autonomes) qui ne bénéficient d'aucune sécurité d'emploi au sens courant du terme. »

Ceci étant dit, le problème des douleurs au rachis lors du jeu instrumental est bien présent. Depuis quelques temps, nous voyons apparaître sur le marché divers types de chaises ou de tabourets qui auraient la capacité de réduire la fatigue et les douleurs qui se développent au niveau du dos. Par exemple, un banc assis-debout a été proposé récemment afin de diminuer l'inconfort ressenti au niveau des membres inférieurs (en général) et au bas du dos chez les caissières de supermarchés (Laberge et Vézina 1998). Un tabouret ergonomique adoptant des principes similaires a été développé à la Faculté de musique de l'Université Laval, dans le but de réduire la fatigue musculaire accumulée par les heures de pratique musicale. Une étude pilote visant à évaluer l'efficacité d'un tel tabouret ergonomique a déjà été réalisée (Lamarche et al. 2003). Une illustration de ce tabouret est présentée à la Figure 1.

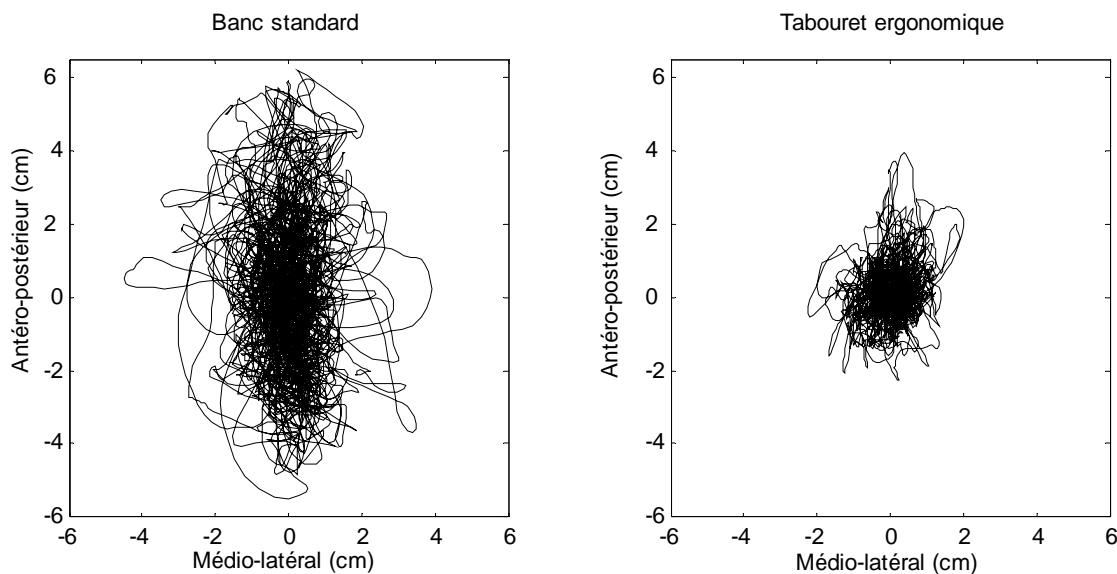


**Figure 1. Tabouret ergonomique**

L'objectif de la présente étude est de comparer la stabilité posturale ainsi que l'activité de certains muscles posturaux chez des violonistes et des altistes professionnels lors de l'utilisation

d'un tabouret fixe et d'un tabouret ergonomique similaire à celui présenté à la Figure 1. Plus précisément, cette recherche avait pour but de quantifier et valider l'efficacité de ce type de tabouret en vue d'en recommander l'usage. Les hypothèses qui justifient l'emploi de cet instrument de travail sont basées sur l'instabilité du tabouret (cf. Figure 1). Ce dernier possède en son centre un pivot caoutchouté (diamètre de 2.5 cm) qui sert de point d'appui. Comme la base de sustentation est réduite, l'utilisateur doit diminuer l'amplitude des mouvements du tronc s'il veut conserver son équilibre postural. Les résultats issus de notre projet pilote (Lamarche et al. 2003) montrent, pour les trois violonistes ayant participé à l'étude, un comportement postural modifié lors de l'utilisation du tabouret ergonomique. Plus spécifiquement, l'étendue des oscillations posturales (mesurées à l'aide d'une plateforme de force) a diminué selon les deux axes (antéro-postérieur et médio-latéral) lors de l'utilisation du tabouret ergonomique, en comparaison avec le tabouret standard. La figure 2 illustre ce résultat pour deux essais représentatifs d'une même violoniste. Une diminution de l'amplitude et de la vitesse des oscillations posturales représente un comportement plus stable.

Ce comportement postural modifié aurait comme conséquence une diminution de l'amplitude de l'activité des muscles posturaux situés au niveau du tronc et du bassin et une augmentation de l'activité des muscles des jambes. L'activation des muscles des jambes permet de stabiliser le tabouret ergonomique. Des muscles bi-articulaires tels que les semi-tendineux et semi-membraneux participent à la fois à la stabilisation du bassin et du tabouret. Les contractions dynamiques permettraient d'éliminer l'accumulation d'acide lactique et autres métabolites en plus de favoriser un apport d'oxygène aux muscles du bassin. Ceci pourrait retarder l'apparition de la fatigue et de la douleur. Des travaux récents de McGill et al. (2000) montrent que, pour de faibles contractions musculaires isométriques comprises entre 2% et 30% de la contraction maximale volontaire (CMV), l'apport en oxygène est significativement réduit. Des contractions isométriques aussi faibles que 10% de la CMV sont suffisantes pour induire une réduction dans l'apport en oxygène aux muscles (Kagaya et Homma 1997).



**Figure 2. Oscillations posturales d'une violoniste lors du jeu avec un banc standard et avec le tabouret ergonomique. Les données sont pour 50 s de jeu (partition identique pour les deux essais).**

Dans notre étude préliminaire, l'activité électromyographique (EMG) de muscles posturaux du bassin et du tronc (multifides, moyen fessier, tenseur du fascia lata, oblique externe et grand droit de l'abdomen, érecteurs du rachis) a été étudiée. Selon Bouisset et Maton (1995), la valeur RMS (racine carré de la valeur moyenne du signal EMG pendant un intervalle de temps donné) est une mesure de «valeur efficace» du niveau d'activation musculaire. Toutes les valeurs moyennes de RMS des muscles étudiés étaient atténuées lors du jeu sur tabouret ergonomique, hormis celle des érecteurs du rachis. Cette sollicitation musculaire moindre, combinée à l'utilisation des muscles des membres inférieurs, (contractions dynamiques permettant une meilleure oxygénation et élimination des métabolites) pourraient permettre de diminuer les symptômes de douleur associés au jeu instrumental en posture assise.

Les objectifs spécifiques de ce projet étaient donc :

Étude 1:

1. Accroître la population à l'étude et ainsi valider les effets observés lors de l'étude de Lamarche et al. (Lamarche et al. 2003) en vue d'effectuer des recommandations quant à l'usage du tabouret ergonomique lors des séances de pratique musicale et d'évaluer la pertinence de généraliser son utilisation pour d'autres catégories socioprofessionnelles.
2. Ajouter des mesures cinématiques au protocole existant afin de quantifier les changements posturaux qui surviennent avec l'utilisation du tabouret ergonomique. Ces analyses étaient essentielles pour permettre d'expliquer les modifications de l'activité des muscles étudiés.

Étude 2:

3. Évaluer l'efficacité d'un tel tabouret ergonomique dans la diminution des symptômes de douleurs chez une population symptomatique.
4. Évaluer les modifications posturales après une utilisation de huit semaines du tabouret ergonomique.

# **Étude 1: Évaluation de l'efficacité d'un tabouret ergonomique chez des instrumentistes à cordes. Analyse de la stabilité posturale et de l'activité de muscles posturaux du bassin et du tronc**

## ***Méthode***

### **Sujets**

Dans le but de standardiser les mesures, seuls des violonistes et des altistes ont participé à la première étude. Dans le cadre de la première étude de ce projet, nous désirions solliciter des musiciens pratiquant sur une base régulière (plus de 20 heures/semaine) mais qui n'étaient pas traités pour un trouble musculo-squelettique ou des douleurs au dos. À cet effet, plusieurs contacts furent établis avec des instrumentistes professionnels de la région de Québec (Faculté de musique de l'Université Laval, Orchestre Symphonique de Québec, Les Violons du Roy, Cégep de Ste-Foy). Une première rencontre servait à déterminer l'éligibilité de chacun des musiciens. Dans un premier temps, un formulaire de consentement éclairé approuvé par la Comité d'éthique de la recherche de l'Université Laval était présenté. Après une description des objectifs de l'étude, les participants étaient invités à compléter un questionnaire dans le but de dresser, pour chacun des instrumentistes, un bilan des symptômes ressentis. Le questionnaire consistait en cinq des feuillets spécifiques de la partie 3 du questionnaire sur la santé musculo-squelettique des travailleurs de l'IRSST, qui portent sur la région de la nuque/cou, des épaules, du haut du dos, du bas du dos et des hanches/cuisses. Un musicien qui mentionnait avoir eu, au cours des douze derniers mois, une douleur à l'une des régions mentionnées précédemment, était exclu automatiquement de la première étude. Au total, 16 instrumentistes ont satisfait les exigences initiales. Le groupe de musiciens retenu pour la première étude était composé de 13 femmes et 3 hommes âgés entre 24 et 42 ans. Le nombre d'années d'expériences de chacun des musiciens au violon ou à l'alto variait de 12 à 34, la plupart ayant débuté à un très jeune âge. En moyenne les musiciens de l'étude pratiquaient 3.9 heures par jour.

### **Procédures**

Avant la première séance expérimentale et dans le but de familiariser les sujets à l'utilisation du tabouret ergonomique, ces derniers devaient préalablement assister à deux sessions de formation supervisées. Il est à noter que chacun des sujets en était à sa première expérience sur le tabouret ergonomique et que la première séance se déroulait sans instrument. Chacune des séances était d'une durée d'environ 40 minutes. Par la suite, chaque instrumentiste devait se présenter pour une séance d'expérimentation qui totalisait un peu plus de 2 heures. Au cours de cette période, les musiciens réalisaient une pratique sur un tabouret fixe, avec leur instrument. Suite à cette première partie de l'expérimentation, un temps libre sans instrument était accordé. Enfin, les musiciens effectuaient une autre session de pratique, identique à la première, à la différence que la séance était réalisée sur le tabouret ergonomique plutôt que sur un tabouret de pratique fixe. La moitié des sujets a débuté l'expérience avec le tabouret ergonomique alors que l'autre moitié des sujets a débuté avec le tabouret fixe. L'assignation à une condition initiale de pratique était aléatoire. Pour chacun des sujets, la hauteur des deux tabourets était identique. Cette hauteur était fonction de l'angle au genou et correspondait à un angle d'environ 90 degrés.

Dans le but de normaliser les prises de données, une partition commune et connue de tous les instrumentistes a été sélectionnée (Partita #2 en ré-mineur de Bach). Cette partition devait être jouée à chaque prise de données en suivant un rythme imposé par un métronome (90 bpm). Durant les deux heures d'expérimentation (1 heure de jeu avec le tabouret fixe et 1 heure de jeu avec le tabouret ergonomique), nous avons acquis 10 séries de données pour chacune des situations. Ces séries de données duraient 35 secondes chacune. Il est à noter qu'entre deux prises de données, les sujets devaient continuer à jouer, toujours en position assise, mais ils étaient libres quant au choix de leurs partitions. Malgré le fait que le jeu instrumental en orchestre ne permette pas de jouer debout, plusieurs musiciens utilisent cette posture lors des sessions de pratique individuelle (par exemple, à la maison). Après l'acquisition des données avec les deux tabourets, deux musiciens ont accepté de jouer en position debout. Ces données, seront aussi présentées.

## Analyse des données

Oscillations posturales. Les forces et moments de force générés pendant les acquisitions de données ont été mesurés à l'aide d'une plateforme de force (AMTI-OR6). Les signaux provenant de la plate-forme étaient amplifiés (AMTI MSA-6) avant digitalisation (1 kHz, 12-bit A/D). Les données du centre de pression (CP) ont été calculées (axes antéro-postérieur et médio-latéral) avant d'être filtrées avec un filtre numérique passe-bas (Butterworth ordre 7 avec une fréquence de coupure de 10Hz). Pour chacun des essais, nous avons calculé des mesures posturales globales (étendues des oscillations, valeurs RMS des étendues (variabilité des oscillations), vitesse moyenne et aire de la surface) et des mesures dites structurales (distance moyenne entre les zones de stabilité et durée moyenne des épisodes de stabilité). Les mesures structurales sont calculées à partir de courbes de densité des oscillations. Cette technique, dont l'objectif principal est d'identifier les comportements posturaux anticipateurs (*feedforward*), a été développée par Morasso et ses collaborateurs (Baratto et al. 2002; Jacono et al. 2004). Ils ont montré que les valeurs de distance moyenne entre des zones où les moments de force sont relativement stables et la durée moyenne de ces épisodes permettent de décrire le comportement postural avec précision. Baratto et al. (2002) ont montré que ces variables, ainsi que la vitesse moyenne, sont ressorties parmi un groupe de 38 variables différentes utilisées, comme étant celles permettant de discriminer significativement les variations de comportements posturaux. Pour chacune des variables, les résultats obtenus furent soumis à une analyse de variance (ANOVA) à un niveau (tabouret fixe et ergonomique).

Électromyographie EMG. Pour chacun des musiciens, nous avons enregistré l'activité de huit muscles: la portion supérieure du trapèze (cervicale), le longissimus du thorax (à la hauteur de T12), le longissimus des lombes (au niveau de L3), l'oblique externe de l'abdomen, le droit de la cuisse et le biceps fémoral du côté droit ainsi que l'oblique externe et le longissimus des lombes (au niveau de L3) du côté gauche. La nomenclature utilisée est celle de Netter (1997) et le positionnement des électrodes était conforme aux recommandations de Cram (1998). Des électrodes différentielles de surface (Bortec Electronics, gain de 500X à la source et bande passante de 10Hz - 1000Hz, -3dB à 1000 Hz) espacées de 2.5 cm ont été utilisées. Les signaux furent enregistrés à une fréquence d'échantillonnage de 1000 Hz. L'amplitude RMS (root mean square) du signal a été calculée sur des fenêtres successives de 100 ms. Plus l'activité musculaire est importante plus la valeur RMS est élevée. La valeur RMS est une mesure de l'activité musculaire globale et un bon moyen d'estimer le niveau d'activation (Bouisset et Maton 1995; Hagg et al. 2000). Une contraction de référence globale a été utilisée pour normaliser les données EMG. Pour ce faire, les sujets adoptaient une position debout avec les bras en extension et

devaient maintenir une charge de 10 kg pour une période de 10 s. La Figure 3 illustre cette position de base. Pour chacun des groupes musculaires étudiés, l'activité maximale moyenne observée pendant une période de 1 s servait de référence.



**Figure 3. Position des musiciens lors de la contraction de référence globale.**

Afin de comparer si l'utilisation de chacun des groupes musculaires étudiés variait en fonction des deux conditions (tabourets fixe et ergonomique), la fonction de distribution de la probabilité d'amplitude du signal (*Amplitude Probability Distribution Function*) a été utilisée. Brièvement, cette fonction est estimée à partir des valeurs RMS normalisées. Elle permet de déterminer le temps pendant lequel l'amplitude d'un signal EMG a été comprise à l'intérieur d'un niveau d'amplitude (Bouisset et Maton 1995). Les niveaux d'activité correspondant au 20<sup>ième</sup>, 50<sup>ième</sup> et 90<sup>ième</sup> percentiles ont été extraits des fonctions de distribution de la probabilité d'amplitude. Ces valeurs indiquent les niveaux d'activité d'un muscle qui sont dépassés pour 80%, 50% et 10% du temps, respectivement. Les résultats obtenus pour chacun des muscles et chaque niveau d'activité ont été soumis à des ANOVAs à un niveau (tabouret fixe vs ergonomique).

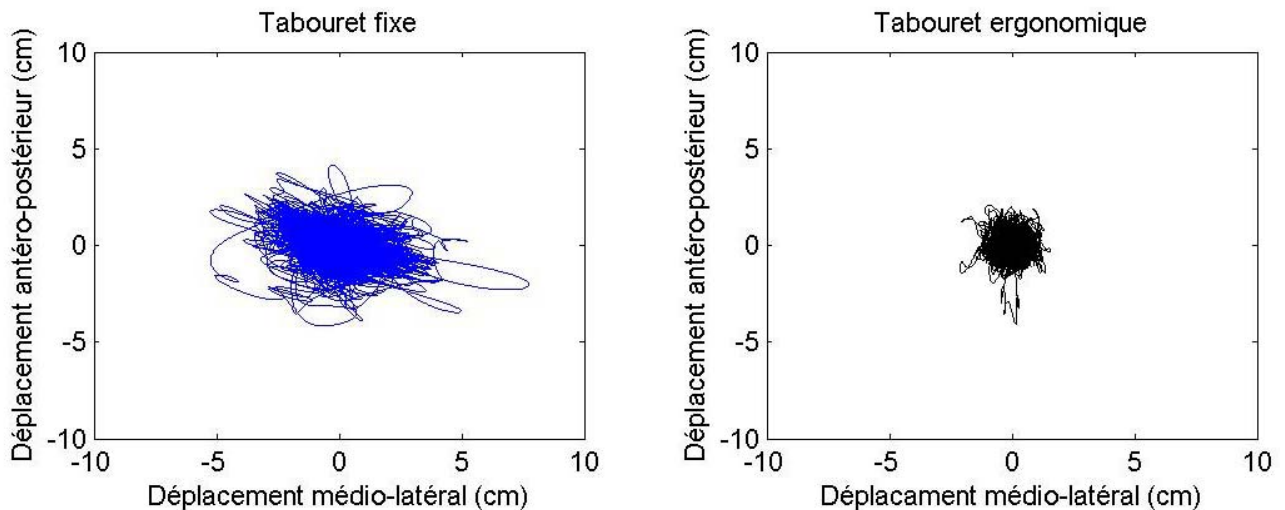
Cinématique. La cinématique des mouvements a été enregistrée par l'intermédiaire d'un système d'analyse du mouvement (Selspot II, 4 caméras, 200 Hz). Les marqueurs (ont été placés aux endroits suivants : fosse temporale gauche de la tête, acromion de l'épaule gauche, processus épineux de la 7<sup>ième</sup> vertèbre cervicale (C7), processus épineux de la 10<sup>ième</sup> vertèbre thoracique (T10), processus épineux de la 5<sup>ième</sup> vertèbre lombaire (L5) et sur l'épine iliaque antéro-supérieure gauche. De même, des marqueurs étaient fixés sur le tabouret. Le calcul de la vitesse angulaire du tronc, a été déterminé à partir de l'angle formé par les marqueurs anatomiques situés au niveau du processus épineux de la 7<sup>ième</sup> vertèbre cervicale (C7), du processus épineux de la 10<sup>ième</sup> vertèbre thoracique (T10) et du processus épineux de la 5<sup>ième</sup> vertèbre lombaire (L5).



## Résultats

### Oscillations posturales

La Figure 4 montre, pour un sujet, les oscillations posturales lors du jeu avec le tabouret fixe (panneau de gauche) et avec le tabouret ergonomique (panneau de droite). On peut clairement voir que, lors de l'utilisation du tabouret fixe, l'étendue des oscillations du CP sont plus importantes selon les deux axes. Pour l'ensemble des musiciens, toutes les variables globales ont montré des effets significatifs entre les deux tabourets. Les valeurs pour les étendues posturales, les vitesses maximales et moyennes, l'aire de la surface des oscillations, les valeurs RMS des oscillations étaient toutes plus importantes lors du jeu sur le tabouret fixe que lors du jeu sur le tabouret ergonomique. Les différences sont importantes. Par exemple, l'aire comprenant 85% des oscillations est près de deux fois plus importante lors du jeu sur tabouret fixe que lors du jeu sur tabouret ergonomique. Les données structurales (distance moyenne entre les zones de stabilité et durée moyenne des épisodes de stabilité) montrent qu'avec le tabouret ergonomique les zones de stabilité sont beaucoup plus près les unes des autres et le temps passé à l'intérieur de chacune d'elles est plus important.



**Figure 4. Oscillations posturales pour un musicien. Tous les essais pour chacune des conditions sont présentés.**

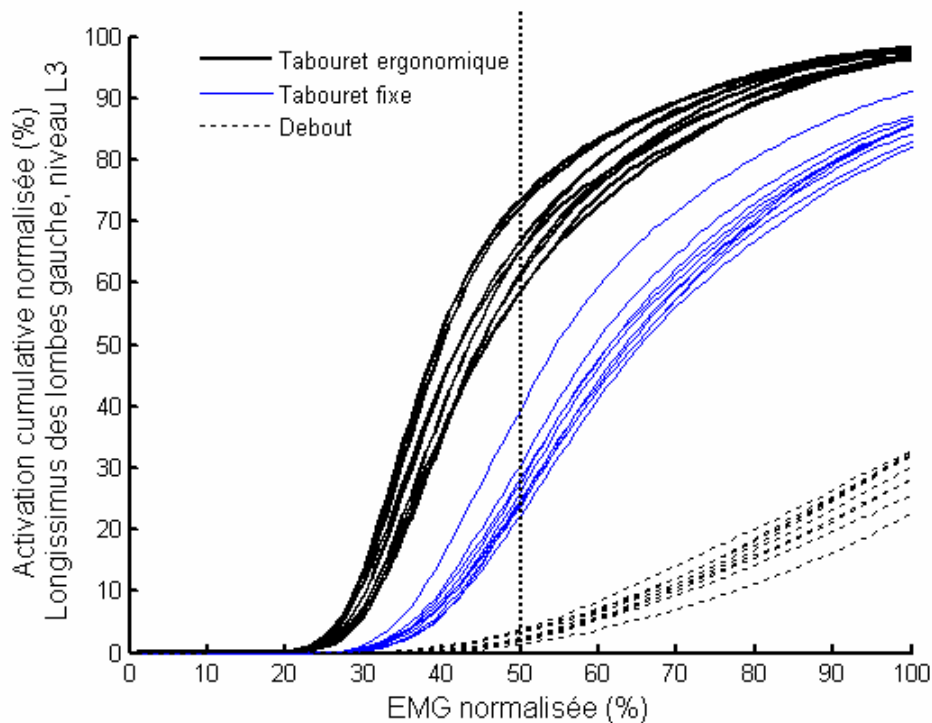
Les résultats moyens obtenus pour l'ensemble des variables sont présentés au Tableau 1. Ce tableau présente aussi les résultats des ANOVAs. Pour toutes les variables analysées, des différences significatives furent observées entre le tabouret ergonomique et le tabouret fixe.

	Tabouret ergonomique	Tabouret fixe	F
<b>Variables structurales</b>			
Distance moyenne (mm)	14.7 (2.20)	23.2 (3.4)	18.52, $p < 0.001$
Durée moyenne (s)	0.15 (0.01)	0.47 (0.05)	48.49, $p < 0.000$
<b>Variables globales</b>			
Étendue médio-latérale (cm)	4.47 (1.80)	7.62 (2.64)	30.70, $p < 0.000$
Étendue antéro-postérieure (cm)	6.51 (3.50)	9.10 (3.51)	22.39, $p < 0.000$
RMS des étendues médio-latérales (cm)	0.73 (0.26)	1.23 (0.55)	17.48, $p < 0.002$
RMS des étendues antéro-postérieures (cm)	1.04 (0.51)	1.48 (0.65)	13.42, $p < 0.004$
Vitesse (cm/s)	4.63 (1.91)	11.61 (3.15)	208.40, $p < 0.000$
Surface (cm <sup>2</sup> )	10.09 (8.84)	24.23 (20.60)	9.81, $p < 0.01$

**Tableau 1. Récapitulatif des résultats obtenus pour l'analyse des données posturales. Pour chacune des variables dépendantes et des conditions (tabouret ergonomique et fixe), la valeur moyenne, l'écart-type et le résultat de l'analyse de variance sont présentés.**

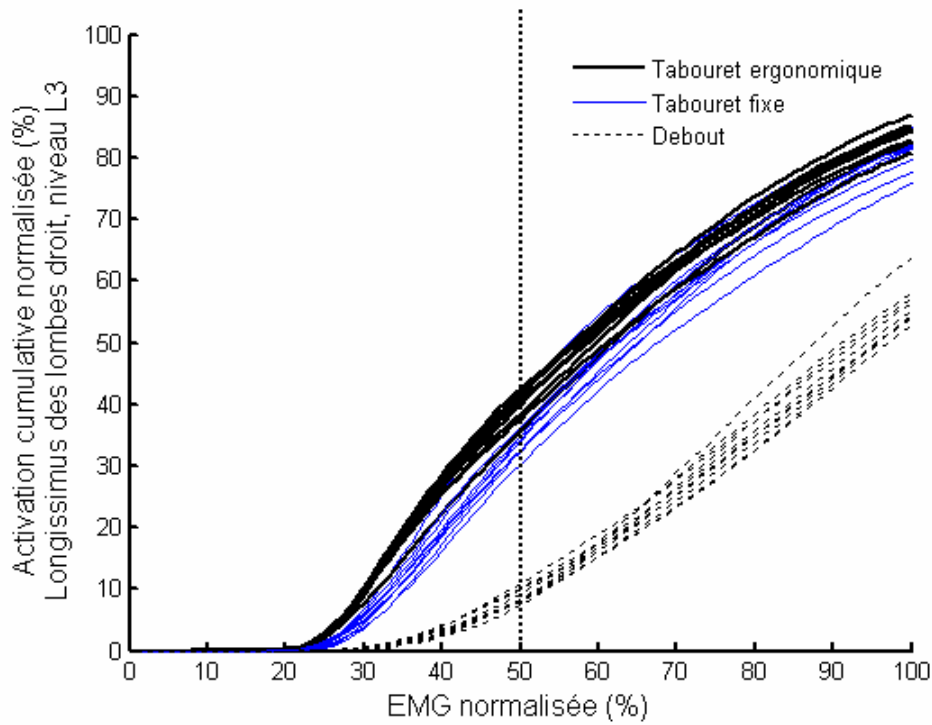
## Électromyographie

Les Figure 5 à 9 illustrent, pour un musicien ayant performé sur le tabouret fixe, le tabouret ergonomique et en posture debout, l'activité électromyographique cumulative pour divers muscles. Par exemple, la Figure 5 illustre l'activité cumulative des longissimus des lombes gauches (niveau L3) en fonction du niveau d'activité. La ligne verticale pointillée indique le percentile 50 du niveau d'activité. Chacune des courbes représente un essai et tous les essais réalisés par ce musicien sont présentés. Cette figure illustre que l'activité EMG est à des niveaux d'activités plus faible lors du jeu sur tabouret ergonomique que lors du jeu sur tabouret fixe ou en position debout. Ainsi, pour ce musicien, on peut voir que plus de 60% de l'activité cumulative est inférieure au percentile 50. Pour le tabouret fixe, ce pourcentage diminue jusqu'à près de 40%. En situation debout, on peut voir que moins de 5% de l'activité est sous cette valeur. Une activité moins importante lors du jeu sur tabouret ergonomique peut aussi être observée pour les longissimus des lombes droits (niveau L3, Figure 6) et d'une manière moins systématique pour l'oblique externe de l'abdomen gauche (Figure 7). Pour les deux muscles de la cuisse étudiés, les mêmes observations peuvent être faites (Figure 8 et Figure 9, pour le droit de la cuisse et le biceps fémoral, respectivement). On peut donc voir que, pour ce musicien, une tendance très nette émerge: 1) le jeu sur tabouret ergonomique amène une activité EMG moins importante que lors du jeu sur tabouret fixe, et 2) le jeu debout provoque une activité EMG nettement plus importante. Des résultats similaires ont été observés pour les deux musiciens ayant performé sur le tabouret fixe, le tabouret ergonomique et en station debout.

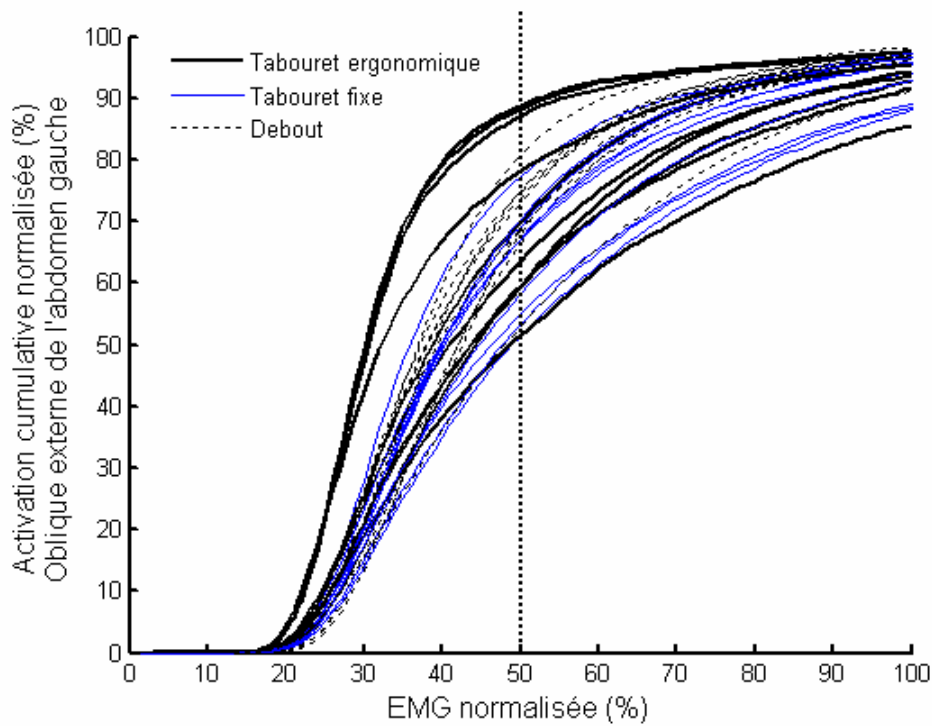


**Figure 5: Activation cumulative (pourcentage de temps) en fonction du niveau d'activité pour les longissimus des lombes du côté gauche au niveau de L3. La ligne pointillée verticale indique le percentile 50.**

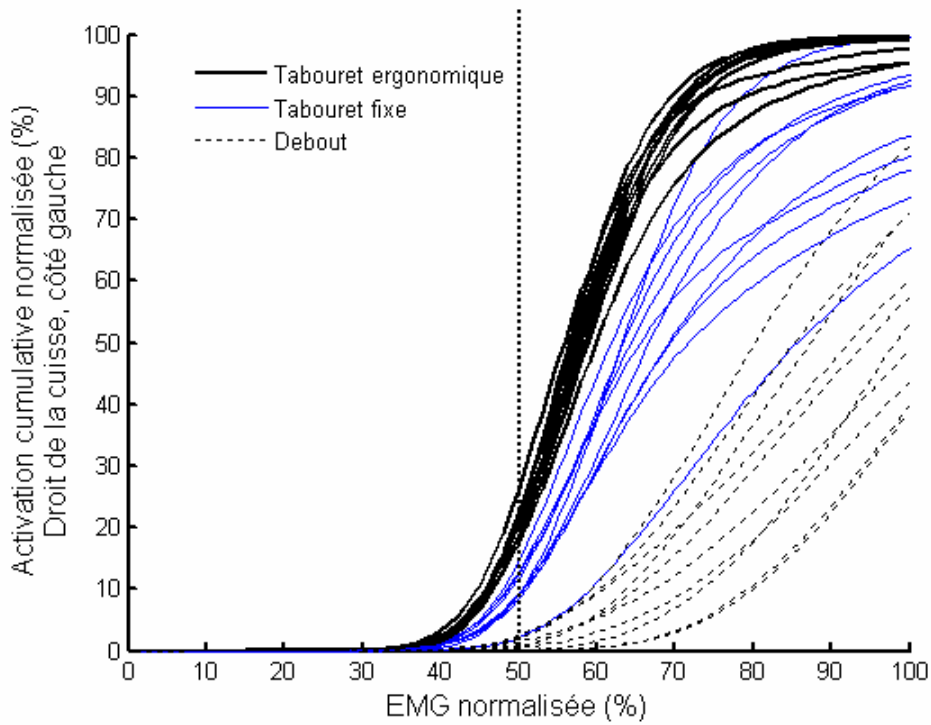
Pour l'ensemble des musiciens, les résultats des ANOVAs pour le percentile 20 n'ont montré aucune différence significative entre le jeu sur tabouret fixe et tabouret ergonomique. Les résultats de l'ANOVA et les valeurs moyennes pour le 20<sup>ième</sup> percentile de l'activité cumulative sont présentés au Tableau 2. Les résultats des ANOVAs pour le percentile 50 sont présentés au Tableau 3. Pour le jeu sur tabouret ergonomique, on constate une diminution significative de l'activité pour le droit de la cuisse et le longissimus des lombes droit (niveau L3). Finalement, pour le percentile 90, le jeu sur tabouret a montré une diminution significative de l'activité pour les longissimus des lombes du côté droit ainsi que pour les longissimus du thorax (niveau T12). Les résultats moyens sont présentés au Tableau 4. En somme, malgré des variations importantes, il est possible de conclure que le jeu sur tabouret ergonomique n'a pas amené d'augmentation de l'activité des muscles du tronc et que dans certains cas, une diminution de l'activité des muscles du tronc fût observée.



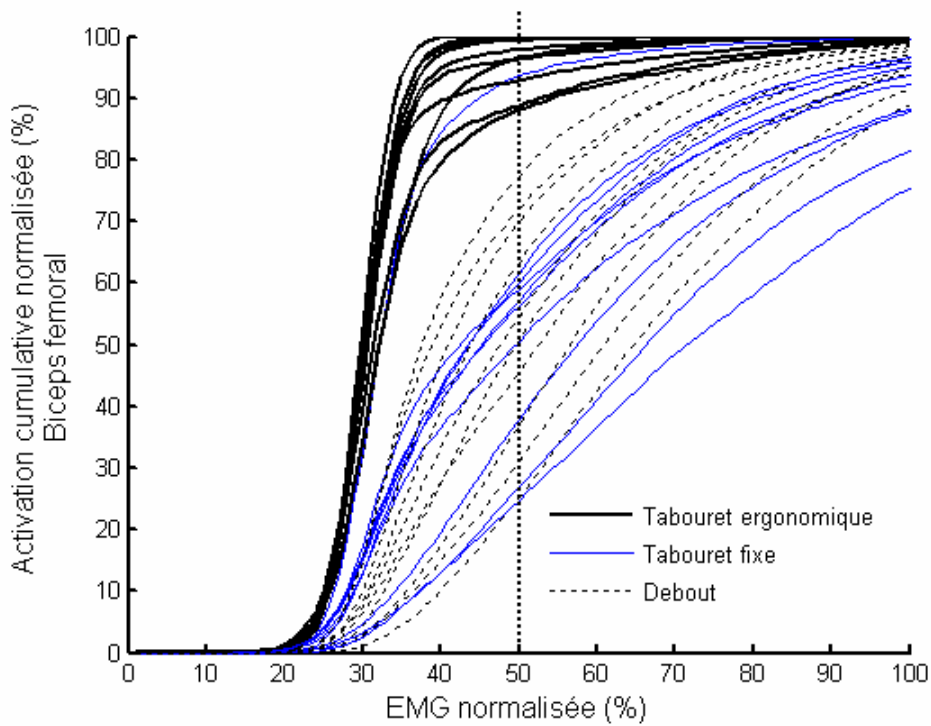
**Figure 6: Activation cumulative (pourcentage de temps) en fonction du niveau d'activité pour les longissimus des lombes du côté droit au niveau de L3. La ligne pointillée verticale indique le percentile 50.**



**Figure 7: Activation cumulative (pourcentage de temps) en fonction du niveau d'activité pour l'oblique externe de l'abdomen gauche. La ligne pointillée verticale indique le percentile 50.**



**Figure 8: Activation cumulative (pourcentage de temps) en fonction du niveau d'activité pour le droit de la cuisse. La ligne pointillée verticale indique le percentile 50.**



**Figure 9: Activation cumulative (pourcentage de temps) en fonction du niveau d'activité pour le biceps fémoral. La ligne pointillée verticale indique le percentile 50.**

<i>Muscle</i>	<i>Tabouret fixe</i>	<i>Tabouret ergonomique</i>	<i>F</i>
Droit de la cuisse	3.1 (5.8)	1.6 (3.6)	3.15, $p > 0.05$
Longissimus des lombes (L3 gauche)	11.0 (28.0)	12.8 (28.1)	0.93, $p > 0.05$
Longissimus des lombes (L3 droit)	11.9 (21.4)	9.5 (12.8)	3.20, $p > 0.05$
Biceps fémoral	0.1 (0.1)	0.1 (0.2)	0.79, $p > 0.05$
Oblique externe de l'abdomen gauche	1.6 (3.7)	1.6 (3.7)	0.00, $p > 0.05$
Oblique externe de l'abdomen droit	0.3 (0.6)	0.4 (0.2)	0.82, $p > 0.05$
Longissimus du thorax (T12)	10.5(10.9)	13.4 (15.8)	0.31, $p > 0.05$

**Tableau 2. Valeur RMS normalisée moyenne (écart-type) pour le percentile 20 de la distribution de probabilité des amplitudes pour chacun des groupes musculaires.**

<i>Muscle</i>	<i>Tabouret fixe</i>	<i>Tabouret ergonomique</i>	<i>F</i>
Droit de la cuisse	53.4 (32.7)	31.8 (29.3)	8.50, $p < 0.05$ *
Longissimus des lombes (L3 gauche)	52.4 (23.2)	58.4 (20.6)	0.90, $p > 0.05$
Longissimus des lombes (L3 droit)	49.0 (21.4)	40.6 (23.0)	7.40, $p < 0.05$ *
Biceps fémoral	21.3 (30.5)	20.2 (31.5)	0.04, $p > 0.05$
Oblique externe de l'abdomen gauche	28.5 (12.5)	30.6 (14.1)	1.10, $p > 0.05$
Oblique externe de l'abdomen droit	29.2 (25.4)	29.0 (27.0)	0.02, $p > 0.05$
Longissimus du thorax (T12)	45.8 (14.3)	42.3 (16.3)	1.30, $p > 0.05$

**Tableau 3. Valeur RMS normalisée moyenne (écart-type) pour le percentile 50 de la distribution de probabilité des amplitudes pour chacun des groupes musculaires.**

<i>Muscle</i>	<i>Tabouret fixe</i>	<i>Tabouret ergonomique</i>	<i>F</i>
Droit de la cuisse	78.5 (26.9)	68.7 (30.8)	0.92, $p > 0.05$
Longissimus des lombes (L3 gauche)	83.1 (9.1)	85.3 (9.1)	0.54, $p > 0.05$
Longissimus des lombes (L3 droit)	82.7 (8.9)	78.3 (9.1)	5.10, $p < 0.05$ *
Biceps fémoral	80.2 (18.1)	82.7 (18.4)	0.94, $p > 0.05$
Oblique externe de l'abdomen gauche	75.6 (14.9)	77.2 (12.8)	0.53, $p > 0.05$
Oblique externe de l'abdomen droit	80.9 (6.3)	82.5 (8.3)	1.01, $p > 0.05$
Longissimus du thorax (T12)	78.0 (9.8)	74.0 (8.1)	4.94, $p < 0.05$ *

**Tableau 4. Valeur RMS normalisée moyenne (écart-type) pour le percentile 90 de la distribution de probabilité des amplitudes pour chacun des groupes musculaires.**

## Cinématique

Pour quantifier les effets du tabouret ergonomique sur la cinématique du tronc, les moments de force musculaire au niveau du tronc ont été calculés à partir des variations d'angle et des accélérations du tronc pour les plans sagittal et frontal. Les moments de force donnent un aperçu de l'effort musculaire nécessaire lors du jeu instrumental. La Figure 10 illustre l'approche utilisée pour calculer les moments de force dans le plan sagittal. La même approche a été utilisée pour calculer les moments de force dans le plan frontal.

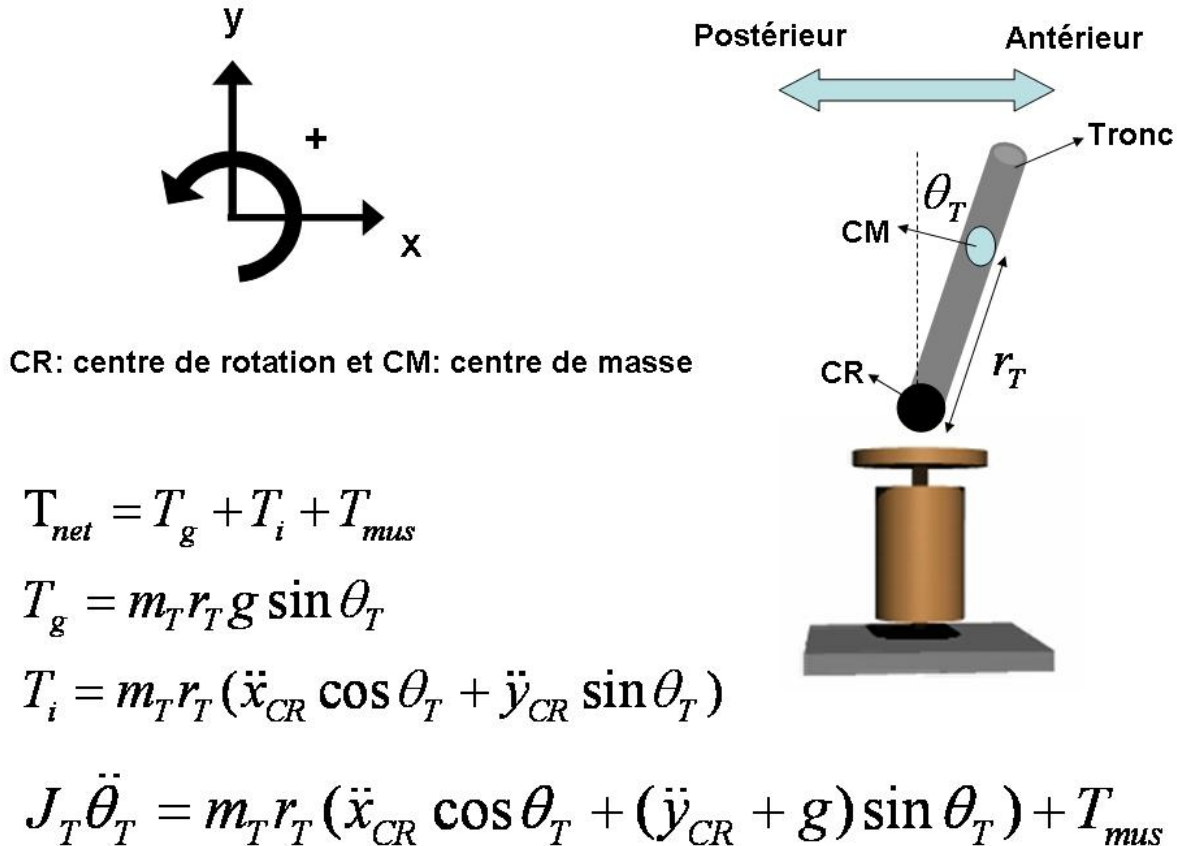
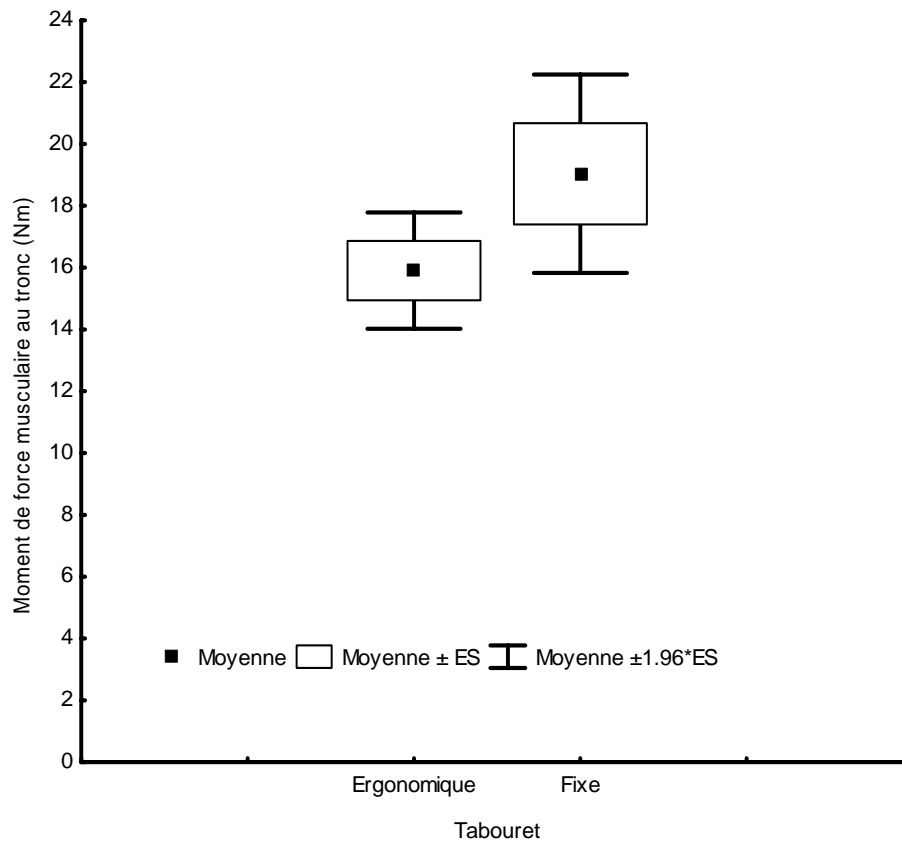


Figure 10. Description du modèle utilisé pour calculer le moment de force dans le plan sagittal.

La Figure 10 présente aussi les équations utilisées pour le calcul des moments de force. Le moment total  $T_{net}$  ( $J_t \ddot{\theta}_t$ ) est égal à la somme du moment de force résultant de la gravité,  $T_g$ , du moment de force d'interaction entre le tronc et la translation de l'assise,  $T_i$ , et du moment de force musculaire,  $T_{mus}$ . Le moment de force musculaire au tronc inclut aussi les forces passives causées par les tissus mous qui agissent au niveau du tronc. Pour cette expérience,  $T_{net}$ ,  $T_g$ , et  $T_i$  sont des quantités mesurées alors que  $T_{mus}$  est calculé en isolant cette variable dans l'équation générale. Les différentes variables mesurées sont  $\theta_t$  (angle du tronc),  $m_t$  (masse du tronc),  $J_t$  (moment d'inertie du tronc à partir du centre de rotation),  $r_t$  (distance entre le centre de masse et le centre de rotation),  $\ddot{\theta}_t$  (accélération angulaire du tronc) et  $\ddot{x}$  et  $\ddot{y}$  (accélération linéaire de l'assise). Pour chacun des musiciens, la masse du tronc a été calculée à partir d'équations de régression permettant d'estimer les propriétés inertielles des différents segments d'une personne

sur la base de la connaissance du poids total et de la grandeur de cette personne. Ces équations sont disponibles dans Zatsiorsky (2002).

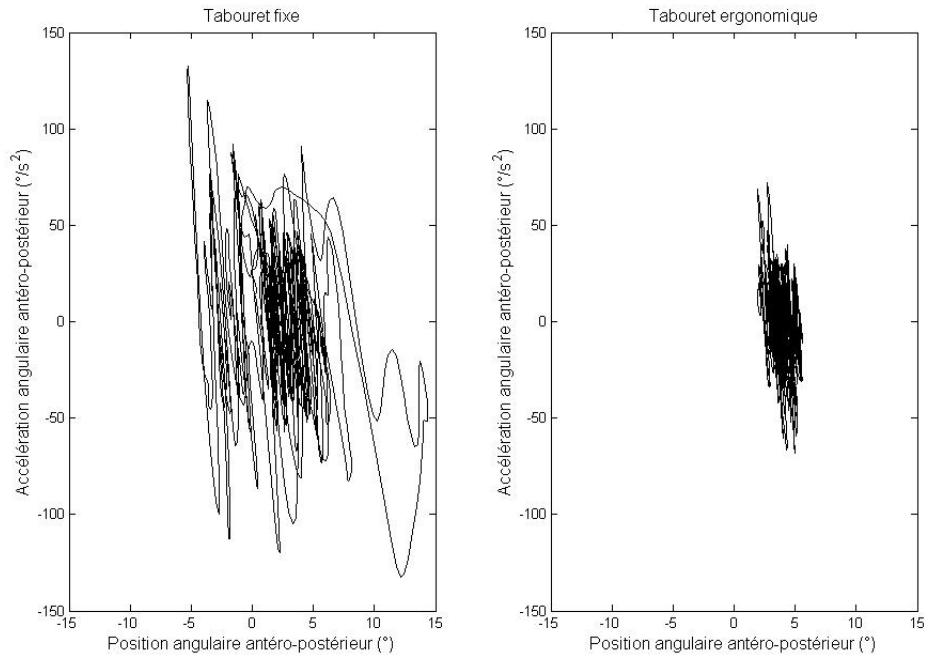
La Figure 11 montre le moment de force musculaire moyen au niveau du tronc (plan sagittal) pour l'ensemble des sujets lors du jeu sur tabouret ergonomique et sur tabouret fixe. En moyenne, le moment de force musculaire dans le plan sagittal lors de l'utilisation du tabouret ergonomique est moins important que lors du jeu sur tabouret fixe (15.9 Nm vs 19.0 Nm, respectivement). Les résultats obtenus pour l'ensemble des sujets furent soumis à une ANOVA à un niveau. Le résultat de l'ANOVA montre que cette différence est significative ( $F(1,9) = 5.30$ ,  $p < 0.05$ ). Le résultat de l'ANOVA pour le plan frontal ne montre pas de différence entre les deux conditions (12.3 Nm vs 11.5 Nm, respectivement;  $F(1,9) = 1.37$ ,  $p > 0.05$ ).



**Figure 11. Moment de force musculaire moyen au niveau du tronc dans le plan sagittal pour l'ensemble des sujets sur chacun des tabourets.**

Le moment de force plus important lors du jeu sur tabouret fixe s'explique principalement par une diminution des accélérations et des positions angulaires du tronc lors du jeu sur tabouret ergonomique. La Figure 12 présente les positions angulaires du tronc (axe des X) en fonction des accélérations angulaires du tronc (axe des Y) selon le plan sagittal.





**Figure 12. Plan de phase entre la position angulaire du tronc et son accélération pour un musicien selon le plan sagittal. Un seul essai dans le plan sagittal est présenté pour chaque tabouret.**

## ***Discussion***

Les résultats de cette première étude confirment nos résultats préliminaires. Ainsi, pour l'ensemble des musiciens ayant participé à l'étude et en comparaison avec le jeu sur tabouret fixe, nous avons observé une diminution marquée des oscillations posturales (mesurées à l'aide d'une plateforme de force) selon les deux axes (antéro-postérieur et médio-latéral) lors de l'utilisation du tabouret ergonomique. Par exemple, les données structurales montrent que la distance moyenne entre les zones de stabilité était plus petite lors du jeu sur tabouret ergonomique que lors du jeu sur tabouret fixe et que la durée moyenne de ces épisodes était aussi plus importante lors du jeu sur tabouret ergonomique que lors du jeu sur tabouret fixe. Dans l'ensemble, il est donc possible de conclure que l'utilisation du tabouret ergonomique a induit des comportements posturaux nettement plus stables que lors du jeu sur tabouret fixe.

Ces comportements posturaux plus stables étaient aussi associés à une diminution marquée des moments de force musculaire au tronc (principalement dans le plan sagittal). De même, l'utilisation du tabouret ergonomique a amené les sujets à diminuer les variations importantes d'amplitudes et d'accélération au niveau du tronc. On peut présumer que la diminution de ces événements pourrait permettre de moins solliciter le système musculo-squelettique. Les résultats observés pour les différents muscles enregistrés supportent cette suggestion. On note une sollicitation moindre de l'activité de certains muscles du tronc lors du jeu sur tabouret ergonomique (longissimus du thorax, longissimus des lombes). Collectivement, ces résultats montrent que le tabouret ergonomique amène le musicien à modifier son attitude posturale en diminuant les événements qui pourraient être des sources importantes de lésions musculo-squelettiques.

Ces résultats sont importants mais soulèvent aussi certaines questions. Ainsi, il est possible de se questionner sur l'effet d'un usage régulier du tabouret ergonomique. L'étude 2, en plus

d'aborder les effets d'une utilisation prolongée du tabouret sur les symptômes de douleurs, abordera cette question.

## **Étude 2: Effets de l'utilisation du tabouret ergonomique chez une population de musiciens symptomatiques**

Pour la deuxième étude, nous désirions vérifier si l'utilisation d'un tabouret ergonomique pendant une période de 8 semaines chez une population de musiciens symptomatiques pouvait mener à une diminution des douleurs ressenties dans la région du dos. De plus, nous voulions examiner si une utilisation régulière du tabouret ergonomique pouvait amener une modification des comportements posturaux lors des pratiques quotidiennes.

### **Sujets**

Au départ, 17 musiciens, huit hommes et neuf femmes, ont été recrutés et ont accepté de participer à cette étude. Étant donné la tâche plus complexe de trouver des sujets symptomatiques, nous ne nous sommes pas limités aux violonistes et aux altistes. Plus précisément, 1 violoncelliste, 2 violonistes, 3 flûtistes, 2 saxophonistes, 3 pianistes, 1 tromboniste, 1 tubiste, et 2 hautboïstes faisaient partie de l'étude au départ. Malgré des rappels et un suivi hebdomadaire, certains musiciens n'étaient pas aussi rigoureux que nous le désirions. Ainsi, les musiciens qui n'ont pas ou très peu utilisé le tabouret ergonomique, ou bien qui n'ont pas rempli adéquatement les carnets de suivi ont été retirés de l'étude. Sur les 17 sujets initialement recrutés, 11 sujets ont complété l'étude et ont fourni des données suffisantes pour les questionnaires et le carnet de suivi. L'ensemble des données qui suivent concerne seulement ces 11 sujets.

Lors de la première rencontre avec les musiciens, le déroulement de l'expérience était d'abord présenté. Par la suite, un formulaire de consentement expliquant en détail la nature et les procédés leur était remis. Avant de poursuivre, tous les participants devaient avoir compris clairement les buts et la nature de leur participation, et avoir signé le formulaire de consentement. Tous les participants ont donné leur consentement écrit en accord avec les règles du comité d'éthique de l'Université Laval. Les musiciens qui ont participé à cette étude étaient tous symptomatiques. Pour être inclus dans l'étude, les musiciens devaient avoir des symptômes de douleur au dos, que ce soient aux niveaux sacré, lombaire, thoracique et/ou cervical. De plus, les douleurs devaient être chroniques et associées au jeu instrumental et non pas causées par un accident antérieur.

L'âge des participants variait de 18 à 53 ans (moyenne 29.8 ans). Le nombre d'années d'expérience de chacun des musiciens variait de 4 à 40 ans (moyenne 18.4 années d'expérience). Le nombre d'années d'expérience était estimé à partir du moment où ils ont débuté à jouer de leur instrument. En moyenne, les participants jouaient de leur instrument 3.3 heures par jour  $\pm$  1.1 heures.

### **Méthode**

L'étude était échelonnée sur une durée minimum de dix semaines durant laquelle les participants devaient remplir un carnet de suivi (Annexe 1). Les dix semaines de l'étude étaient divisées en deux parties. Dans un premier temps, les musiciens devaient pratiquer sur leur chaise ou tabouret habituel pour une durée minimale de deux semaines. Cette période constituait les valeurs contrôles pour chacun des musiciens. Compte tenu du nombre restreint de tabourets ergonomiques disponibles, cette période a été plus longue pour certains musiciens. Par la suite, les musiciens recevaient une formation spécialisée (deux séances d'une durée d'environ 40 minutes) sur l'utilisation efficace du tabouret ergonomique. À la fin de cette période de formation, un tabouret

ergonomique était remis aux musiciens qui s'en servaient pour chacune de ses périodes de pratique quotidienne. La période avec le tabouret ergonomique était d'une durée de 8 semaines.

Au début et à la fin de l'étude, les forces de réaction au sol ont été enregistrées à l'aide d'une plate-forme de force à 3 capteurs (Caron et Quaine 2000). Les signaux de force étaient conditionnés et amplifiés à l'aide d'un amplificateur différentiel (Ectron 563-H) avant d'être échantillonnés à une fréquence de 200 Hz (conversion analogique-numérique 12-bit). Les données de centre de pression (CP) ont été calculées à partir des forces de réaction au sol pour les axes antéro-postérieur et médio-latéral avant d'être traités avec un filtre numérique passe-bas (Butterworth ordre 7 avec une fréquence de coupure de 10 Hz). L'amplitude et le RMS des oscillations pour les axes médio-latéral et antéro-postérieur ainsi que la vitesse moyenne et la surface couverte par 85% des oscillations ont été extraits des signaux du CP. Les résultats pour ces variables dépendantes furent analysés à l'aide d'une ANOVA à deux facteurs avec mesures répétées sur les deux facteurs (2 tabourets; fixe et ergonomique  $\times$  2 sessions: première session et deuxième session).

Pour chacune des sessions, les musiciens devaient jouer une partition de leur choix à huit reprises, assis sur l'un ou l'autre des tabourets installés sur la plate-forme de force. Contrairement à l'étude 1, le choix de la partition était laissé libre au musicien afin d'adapter ce choix à l'instrument utilisé par le musicien. Par contre, cette partition était identique pour les deux sessions (pré et post) et le rythme de jeu de la partition choisie devait être supérieur à 100 bpm sur un métronome. Deux minutes de repos étaient accordées entre chacun des essais si le musicien le désirait. Le temps de jeu demandé était de 40 secondes et l'enregistrement durait 35 secondes. Les musiciens ont joué à quatre reprises sur le tabouret fixe et à quatre reprises sur le tabouret ergonomique. Comme lors de l'étude 1, la moitié des sujets a débuté une session avec le tabouret ergonomique alors que l'autre moitié des sujets a débuté avec le tabouret fixe. L'assignation à une condition initiale de pratique était aléatoire. Pour chacun des sujets, la hauteur des deux tabourets était identique. Cette hauteur était fonction de l'angle au genou et correspondait à un angle d'environ 90 degrés.

Différents questionnaires ont été utilisés pour documenter les changements au niveau des douleurs lombaires ressenties par les musiciens et les incapacités fonctionnelles s'y rattachant. Plus précisément, le questionnaire d'évaluation des douleurs lombaires et de l'incapacité (Oswestry modifié) et cinq des feuillets spécifiques de la partie 3 du questionnaire sur la santé musculo-squelettique des travailleurs de l'IRSST, qui portent sur la région de la nuque/cou, des épaules, du haut du dos, du bas du dos et des hanches/cuisses ont été utilisés. Ces questionnaires ont été complétés, par chaque musicien, au début et à la fin de l'étude.

À la fin de la première session, chaque musicien recevait 10 carnets de suivi (Annexe 1) et 10 enveloppes pré affranchies avec l'adresse de retour. Chacun des carnets permettait de documenter 20 séances de jeu. Dans ces carnets, des échelles visuelles analogues étaient présentées afin de déterminer la localisation de la douleur et son intensité. L'échelle visuelle analogue utilisée était similaire à celle présentée par Marchand (1998). Pour chacune des pratiques musicales personnelles, le musicien devait coter sur une échelle visuelle la douleur musculaire ressentie ainsi que sa localisation exacte (sur une planche anatomique). Ces différentes échelles devaient être remplies au début et à la fin de chaque période de jeu. De même, le temps de jeu consécutif devait être noté par les musiciens et ce, à chaque fois qu'une pratique musicale était réalisée. Nous sommes conscients que l'utilisation d'un carnet de route peut induire des réponses aux sujets s'ils observent systématiquement leurs évaluations

précédentes. Afin de minimiser cet effet, chacune des pages du carnet était munie d'une bandelette autocollante permettant de coller les pages les unes aux autres pour que les sujets ne se réfèrent pas aux échelles visuelles analogues précédentes. Aussitôt un carnet complété, les musiciens devaient le transmettre par la poste. Dans le cadre de ce projet, nous avons demandé aux musiciens d'utiliser le plus souvent possible le tabouret ergonomique pour leurs séances de pratique. Par contre, lorsqu'il leur était impossible de pratiquer avec le tabouret ergonomique (par exemple, lors d'une générale) les musiciens devaient tout de même noter dans leur carnet de route la séance en question ainsi que sa durée. Afin de motiver les musiciens, un assistant de recherche assurait un suivi personnel à chaque semaine.

L'hypothèse du projet était que les musiciens pourraient accroître graduellement leur temps de jeu consécutif ainsi que leur temps de jeu hebdomadaire total si une diminution des symptômes de douleurs était observée suite à l'utilisation du tabouret ergonomique.

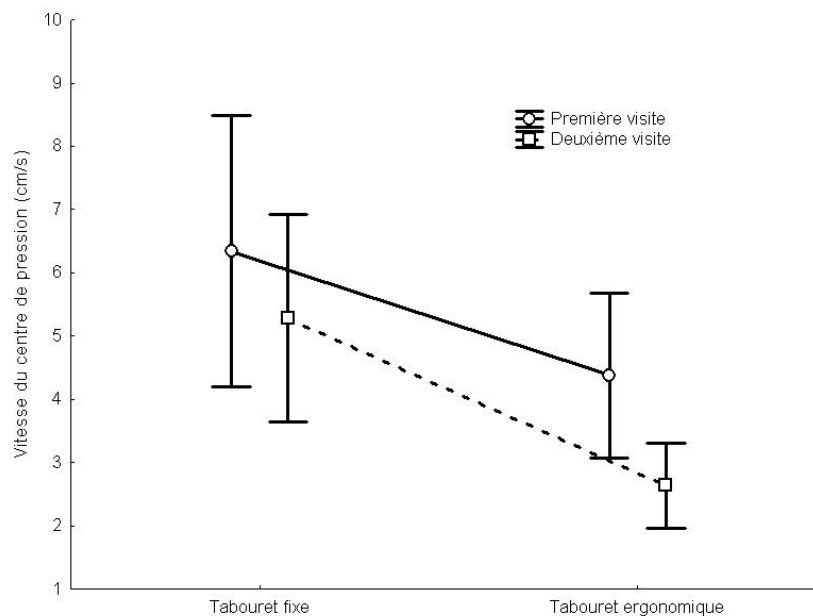
## **Résultats**

### **Oscillations posturales**

La Figure 13 illustre les résultats obtenus pour la vitesse des oscillations posturales. Les résultats montrent non seulement des vitesses moins importantes lors du jeu sur le tabouret ergonomique mais aussi un effet d'apprentissage (diminution des vitesses lors de la deuxième session après une utilisation quotidienne du tabouret ergonomique). De plus, l'utilisation du tabouret ergonomique pendant une durée de 8 semaines entraîne aussi une diminution de la vitesse du centre de pression entre la première et la deuxième visite lors du jeu sur le tabouret fixe. Cette observation, quoiqu'inattendue, est fort intéressante puisqu'elle suggère un transfert des comportements posturaux appris avec le jeu sur tabouret ergonomique au jeu sur tabouret fixe. Les résultats de l'ANOVA montrent des effets significatifs pour les facteurs Tabouret ( $p < 0.01$ ), Session ( $p < 0.05$ ), et l'interaction de ces deux facteurs ( $p < 0.05$ ). La décomposition de l'interaction montre que la diminution de la vitesse du centre de pression est plus importante sur le tabouret ergonomique que sur le tabouret fixe ( $p < 0.05$ ). Le Tableau 5 présente le sommaire des ANOVAs réalisées. En plus des effets sur la vitesse moyenne, des effets significatifs pour le facteur Session ont été observés pour les variables étendue antéro-postérieure (en moyenne, 3.4 cm vs. 2.5 cm pour la première et la deuxième session, respectivement) et RMS des étendues antéro-postérieures (en moyenne, 0.51 cm vs. 0.41 cm pour la première et la deuxième session, respectivement).

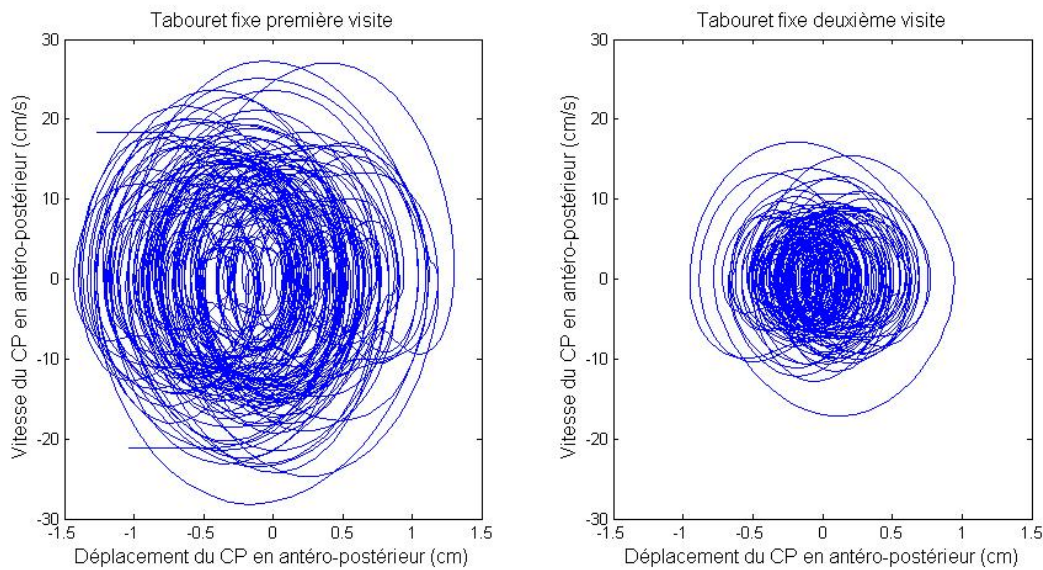
	Session	Tabouret	Interaction Tabouret x Session
Étendue médio- latérale	0.57	0.19	0.66
Étendue antéro- postérieure	7.08 *	0.66	0.28
RMS des étendues médio- latérales	0.27	0.02	0.98
RMS des étendues antéro- postérieures	6.48*	1.18	0.47
Vitesse	13.96*	10.97*	9.01*
Surface	0.62	0.64	1.28

**Tableau 5. Récapitulatif des résultats des ANOVAs obtenus pour les données posturales. Pour chacune des variables dépendantes, les résultats furent soumis à une analyse avec mesures répétées sur les facteurs Session et Tabouret. Les valeurs F sont présentées. Le symbole \* indique un effet significatif ( $p < 0.05$ ).**



**Figure 13. Moyenne pour l'ensemble des sujets de la vitesse du centre de pression en fonction du tabouret utilisé et de la séance de jeu (i.e. avant et après l'utilisation du tabouret ergonomique pendant 8 semaines).**

Les plans de phase présentés à la Figure 14 illustrent bien que la vitesse et les déplacements du centre de pression selon l'axe antéro-postérieur diminuent considérablement entre la première et la deuxième visite lors du jeu sur tabouret fixe.



**Figure 14. Plans de phase entre le déplacement du centre de pression et sa vitesse pour un essai sur le tabouret fixe lors de la première visite (panneau de gauche) et de la deuxième visite (panneau de droite). Données pour un sujet selon l'axe antéro-postérieur.**

### **Questionnaire sur la santé musculo-squelettique des travailleurs (IRSST)**

Pour être éligible à l'étude, les sujets devaient avoir une douleur au haut ou au bas du dos. Ces douleurs ne devaient pas être la conséquence d'un accident, mais plutôt dues à la pratique de leur instrument. Le Tableau 6 illustre pour chacun des sujets la localisation de la douleur causée par la pratique de leur instrument. Les résultats pour les cinq feuillets sont présentés.

<i>Sujets</i>	<i>Douleur Cou</i>	<i>Douleur Bas du dos</i>	<i>Douleur Haut du dos</i>	<i>Douleur Hanche/cuisse</i>	<i>Douleurs Épaules</i>
1	non	oui	non	non	oui
2	oui	oui	oui	non	oui
3	oui	oui	oui	oui	oui
4	oui	non	oui	non	oui
5	non	non	oui	non	non
6	oui	oui	oui	non	oui
7	oui	oui	oui	non	oui
8	oui	oui	oui	non	oui
9	oui	oui	oui	non	oui
10	oui	oui	oui	non	oui
11	oui	oui	oui	non	oui

**Tableau 6. Sommaire des réponses pour la présence de douleur au cours des 12 derniers mois pour chacun des 5 feuillets de l'IRSST.**

## Questionnaire Oswestry modifié

Ce questionnaire est utilisé pour évaluer les patients avec des douleurs lombaires. Il permet de déterminer l'impact des douleurs sur les activités de la vie quotidienne (Fairbank et Davies 1980). Dans ce questionnaire, il y a dix questions et chacune de ces questions est notée de 0 à 5 ou de 1 à 5. Le résultat total est la somme des réponses aux dix questions. À partir du résultat total, il est possible de calculer un pourcentage d'incapacité fonctionnelle associé à la douleur lombaire. Il suffit de diviser le résultat par 50 et de le multiplier par 100. En fonction du pourcentage d'atteinte fonctionnelle, un individu peut avoir une atteinte minimale, modérée, sévère ou être considéré comme infirme ou alité (Tableau 7).

<i>% d'incapacité fonctionnelle</i>	<i>Atteinte</i>
0 à 20 %	minimale
21 à 40 %	modérée
41 à 60 %	sévère
61 à 80 %	infirmes
81 à 100 %	alité

**Tableau 7. Interprétation du questionnaire Oswestry**

Les résultats obtenus sont présentés au Tableau 8. Au moment où les sujets ont été recrutés, 2 sujets étaient considérés comme ayant une atteinte fonctionnelle minimale, 7 comme ayant une atteinte modérée et 2 comme ayant une atteinte sévère. Après les huit semaines d'utilisation du tabouret ergonomique, 7 sujets étaient considérés comme ayant une atteinte fonctionnelle minimale et les 4 autres comme ayant une atteinte modérée. Tous les sujets, à l'exception d'un, ont montré une diminution de leur pourcentage d'incapacité fonctionnelle. Sur les dix sujets qui ont montré une amélioration de leur qualité de vie (i.e. une diminution de leur incapacité fonctionnelle), 8 ont montré une diminution supérieure à 5 %. Ces résultats ont été soumis à un test-t (comparaisons pour moyennes dépendantes). Les résultats du test montrent que l'incapacité est significativement diminuée ( $t = 4.10, p < 0.005$ ).

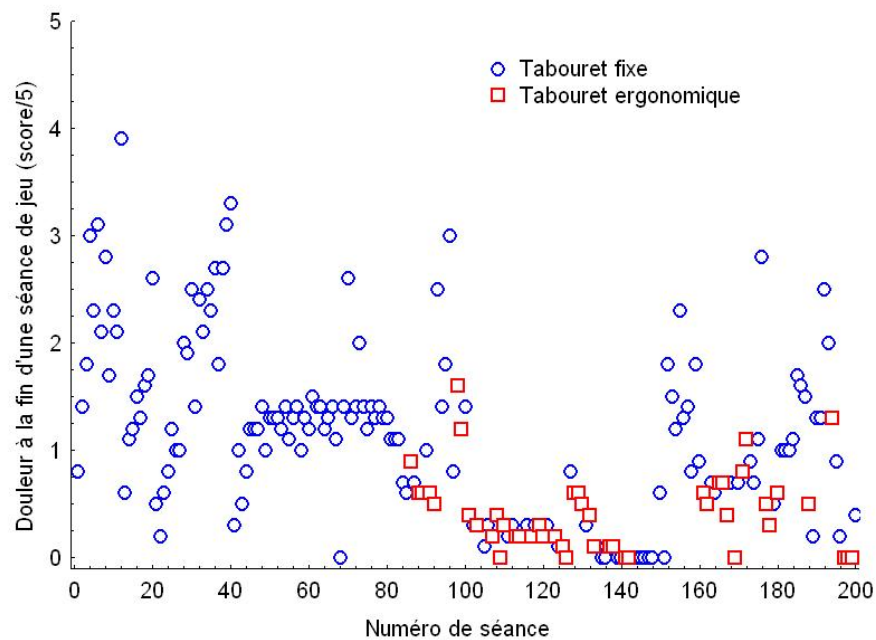
<i>Sujet</i>	<i>% d'incapacité visite 1</i>	<i>% d'incapacité visite 2</i>	<i>% différence</i>
1	34	28	Diminution de 6%
2	14	14	Aucune différence
3	10	6	Diminution de 4%
4	22	10	Diminution de 12%
5	21	20	Diminution de 1%
6	24	10	Diminution de 14%
7	42	28	Diminution de 14%
8	34	26	Diminution de 8 %
9	32	12	Diminution de 20%
10	52	40	Diminution de 12%
11	37	6	Diminution de 21%

**Tableau 8. Pourcentage d'incapacité fonctionnelle pour chacun des sujets au début de l'étude et après l'utilisation du tabouret ergonomique pendant 8 semaines. Ces valeurs ont été calculées à partir du questionnaire Oswestry modifié.**

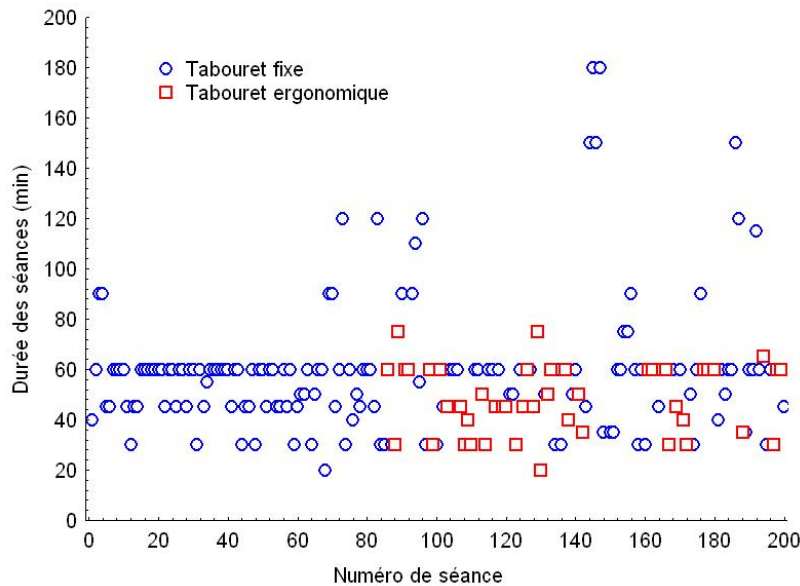


## Carnet de suivi

Comme mentionné précédemment, chaque musicien recevait des carnets de suivi afin d'obtenir des informations sur l'évolution des symptômes de sa douleur et sur le temps accordé à chacune des séances de pratique au cours des 10 semaines de l'étude. Étant donné certaines contraintes inévitables (déplacement du tabouret ergonomique, répétition avec l'orchestre), la consigne dictée aux musiciens n'était pas de l'utiliser à tout prix, mais bien de l'utiliser le plus souvent possible. Cela explique pourquoi des pratiques sur le tabouret fixe (par exemple, lors de répétitions avec l'orchestre) sont présentes dans la période de jeu sur tabouret ergonomique. La Figure 16 illustre les douleurs et la durée de jeu pour chacune des séances de pratique d'un musicien. Pour celui-ci, la période précédant l'utilisation du tabouret a été de 6 semaines. Par la suite, le tabouret ergonomique devait être utilisé le plus souvent possible. Lors des 80 premières séances (sur tabouret fixe), la cotation de la douleur à la fin d'une séance était régulièrement supérieure à 1 (échelle maximale de 5). À l'inverse, lorsque le musicien utilisa le tabouret ergonomique, les douleurs ont été en majorité inférieures à 1 sur l'échelle visuelle analogue. Ce musicien (Sujet 11, tableau 3) a également montré une diminution de son incapacité fonctionnelle. Par contre, le temps de jeu (Figure 16) ne semble pas avoir changé avec l'utilisation du tabouret ergonomique ou du tabouret fixe. Les séances les plus longues qui ont été observées étaient principalement sur le tabouret fixe. Souvent ces séances consistaient en des examens, des répétitions pour un ou des concerts. Pour ces sessions sur tabouret fixe, le stress et la durée de jeu plus longue pourraient expliquer en partie les douleurs plus élevées observées.



**Figure 15. Intensité des douleurs ressenties par un musicien à la fin de chaque séance. La valeur cotée sur l'échelle visuelle analogue pouvait varier de 0 à 5. Chaque symbole représente une valeur pour une séance.**



**Figure 16. Temps de jeu associé à chacune des séances. Les résultats sont pour le même musicien que la Figure 15.**

Pour connaître l'évolution de la douleur pour chacune des séances de jeu, nous avons soustrait la valeur finale à la valeur initiale de la douleur cotée sur l'échelle visuelle analogue. Ainsi, nous obtenons une mesure associée à la variation de la douleur pour chacune des séances. Une valeur positive signifie qu'il y a eu une augmentation de la douleur, une valeur négative une diminution et une valeur de zéro aucun changement de la douleur. Les résultats du même musicien sont présentés à la Figure 17. On peut constater que lors de l'utilisation du tabouret fixe il y a un accroissement des symptômes de douleur (valeurs positives) alors qu'avec l'utilisation du tabouret ergonomique les valeurs sont plus stables. Dans l'ensemble, les sujets qui ont complété l'étude montrent une diminution de leurs douleurs avec l'utilisation du tabouret ergonomique. Ces diminutions sont plus ou moins importantes en fonction des individus; toutefois aucun des musiciens n'a montré une augmentation des symptômes douloureux avec l'utilisation du tabouret ergonomique.

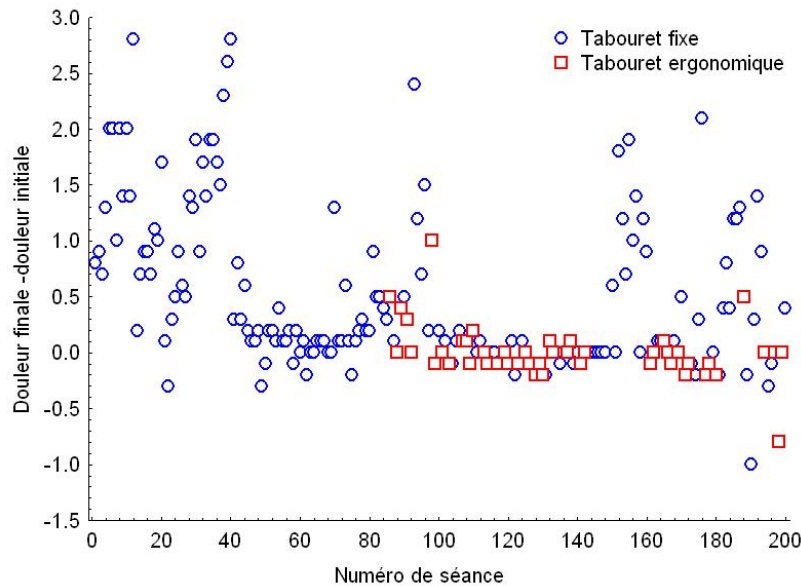


Figure 17. Évolution de la douleur avant et après une séance de jeu.

## Discussion

Malgré le fait que 6 musiciens aient été retirés de l'étude parce qu'ils n'avaient pas complété adéquatement le carnet de suivi ou très peu utilisé le tabouret ergonomique, plusieurs résultats intéressants émergent. Une diminution marquée de la vitesse des oscillations posturales lors de l'utilisation du tabouret ergonomique comparativement au tabouret fixe est observée pour l'ensemble des musiciens. Cette diminution est accentuée par l'utilisation du tabouret ergonomique sur une période de 8 semaines. De plus on observe qu'avec l'utilisation du tabouret ergonomique l'amplitude et la variabilité (RMS) des oscillations selon l'axe antéro-postérieur diminuent significativement. L'utilisation du tabouret ergonomique semble entraîner chez les musiciens une modification de leur attitude posturale qui demeure lorsqu'ils utilisent le tabouret fixe à nouveau (diminution de la vitesse du centre de pression entre la première et la deuxième visite pour le tabouret fixe).

On peut présumer que la diminution des amplitudes et des vitesses des oscillations posturales pourraient permettre de moins solliciter le système musculo-squelettique au niveau du dos. Les résultats de la première étude supportaient une telle hypothèse. L'hypothèse de la deuxième étude était que l'utilisation du tabouret ergonomique pourrait entraîner une diminution des douleurs au niveau du dos chez des musiciens symptomatiques. Les résultats du questionnaire Oswestry modifié ont clairement montré une diminution de l'incapacité fonctionnelle de dix musiciens sur onze. Également, les données recueillies à partir des échelles visuelles analogues montrent une douleur moins importante suite à l'utilisation du tabouret ergonomique. Contrairement à notre hypothèse, le temps de jeu est demeuré similaire, que ce soit avec l'utilisation du tabouret ergonomique ou du tabouret fixe. Ce résultat est probablement relié aux contraintes de jeu et de pratique des musiciens. Dans l'ensemble, les résultats montrent que le tabouret ergonomique amène le musicien à modifier son attitude posturale et que cette modification s'observe également sur le tabouret fixe après une utilisation de 8 semaines du tabouret ergonomique. Finalement, en plus du transfert de l'apprentissage, le changement d'attitude posturale causé par l'utilisation du tabouret ergonomique atténue les symptômes de douleurs ressentis par les musiciens lors des sessions de pratique.

## **Conclusion générale et applicabilité des résultats**

Dans l'ensemble, les résultats suggèrent que l'utilisation du tabouret ergonomique amène les musiciens à réduire l'amplitude des mouvements du bassin et du tronc. Dans la première étude, l'analyse cinématique montre une diminution de la position angulaire et de l'accélération angulaire du tronc (plan sagittal et frontal), ce qui se traduit par une diminution du moment de force musculaire au tronc selon le plan sagittal. En accord avec la cinématique, l'analyse des données électromyographique montre une diminution de l'activité de différents groupes musculaires au niveau du tronc. Les deux études montrent une diminution des oscillations du centre de pression, tant au niveau de l'étendue des oscillations que de la vitesse du centre de pression. Concrètement, les changements posturaux observés pour la cinématique du tronc et les oscillations du centre de pression ont eu des effets bénéfiques sur les douleurs des musiciens symptomatiques. Les résultats de la deuxième étude montrent bien des diminutions de douleur et dix des onze musiciens présentent une diminution de leur incapacité fonctionnelle (Oswestry modifié). Ainsi, l'ensemble des sujets montrait moins de douleur lors de l'utilisation du tabouret ergonomique. Par contre, le temps de jeu d'une séance à l'autre est demeuré le même.

L'étude 1 montre plusieurs effets positifs associés à l'utilisation du tabouret ergonomique. L'étude 2 montre d'une part que ces effets peuvent être transférés à l'utilisation du tabouret fixe et d'autre part, qu'une formation à l'utilisation du tabouret ergonomique permet de diminuer progressivement les douleurs lombaires tout en maintenant le temps de jeu. Ces résultats permettent d'entrevoir l'utilisation du tabouret ergonomique pour d'autres populations et environnements de travail. Plus spécifiquement, l'utilisation de ce tabouret dans les environnements de bureautique est envisageable où une formation posturale pourrait très bien s'intégrer dans un programme global de prévention des blessures au dos.

Les interactions que nous avons eues avec les participants suggèrent que l'utilisation du tabouret ergonomique doit être considérée comme un des éléments d'une stratégie plus globale d'intervention afin de prévenir ou minimiser les problèmes musculo-squelettiques auprès des musiciens. À cet effet, de nombreux musiciens nous ont mentionné qu'ils se voyaient mal utiliser le tabouret 4 à 5 heures/jour d'une manière quotidienne. Pour le moment, les utilisateurs n'ont pu en identifier précisément les raisons. Il est possible que l'utilisation du tabouret ergonomique, dû à sa base de sustentation réduite, requière une plus grande part des capacités attentionnelles disponibles. Une telle possibilité pourrait donc exiger plus de ressources et générer une fatigue "mentale". Par contre, tous ont mentionné qu'une utilisation régulière (e.g. 30-45 min/jour) pourrait leur permettre de se concentrer sur l'adoption d'une posture adéquate lorsqu'ils jouent sur un tabouret fixe. L'étude 2 nous a permis d'observer que l'utilisation du tabouret ergonomique amène un transfert des comportements posturaux et l'adoption de postures minimisant les moments de force musculaires importants lors de l'utilisation du tabouret fixe. En d'autres mots, l'utilisation du tabouret ergonomique a permis de modifier les attitudes posturales lors du jeu sur tabouret fixe. Nous croyons que ce résultat permet de fournir une réponse très importante d'un point de vue des applications pratiques.

## **Retombées éventuelles**

Ce projet de recherche a plusieurs retombées au niveau de travaux futurs. Il a permis d'obtenir des données cinématiques qui documentent les comportements observés et qui définissent les caractéristiques optimales d'un tabouret ergonomique. Ces analyses suggèrent également que le tabouret ergonomique devrait être intégré aux programmes de formation afin de réduire la probabilité d'apparition de douleurs lombaires. Les effets observés pour un échantillon

réduit de musiciens symptomatiques, nous laisse croire que des bénéfices similaires pourraient être observés dans d'autre milieu de travail (bureautique, poste de triage, etc...). Plusieurs perspectives émergent de ce présent projet. D'abord envisager une étude à plus grande échelle afin d'améliorer le design et l'efficacité du tabouret. Puis d'en évaluer le transfert et la rétention des apprentissages. Enfin de le proposer à une plus grande diversité de travailleurs pour en étudier les effets.

## Références

- Baratto L, Morasso PG, Re C, Spada G (2002) A new look at posturographic analysis in the clinical context: sway-density versus other parameterization techniques. *Motor Control* 6: 246-270
- Bouisset S, Maton B (1995) *Muscles, posture et mouvement. Base et applications de la méthode électromyographique*. Hermann, éditeurs des sciences et des arts, Paris
- Caron O, Quaine F (2000) Équilibre postural. In: Allard P, Blanchi J (eds) *Analyse du mouvement humain par la biomécanique*. Décarie, Montréal, pp 253-272
- Chong J, Lynden M, Harvey D, Peebles M (1989) Occupational Health Problems of Musicians. *Canadian family physician* 35: 2341-2348
- Cram J, Kasman G (1998) *Introduction to surface electromyography*. Aspen Publication, Gaithersburg (Maryland)
- Désorcy M-C, Legault Faucher M (1990) La vie d'artiste. *Prévention au travail* 3: 11-19
- Fairbank J, Davies J (1980) The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy* 66: 271-273
- Fishbein M, Middlestadt S, Ottati V, Straus S, Ellis A (1988) Medical problems among ICSOM musicians : overview of a national survey. *Medical problems of performing artists* 3: 1-8
- Hagg GM, Luttmann A, Jager M (2000) Methodologies for evaluating electromyographic field data in ergonomics. *Journal of electromyography and kinesiology* 10: 301-312
- Hiner S, Brandt K, Katz B, French R, Beczkiewicz T (1987) Performance-related medical problems among premier violonists. *Medical problems of performing artists* 2: 67-71
- Jacono M, Casadio M, Morasso PG, Sanguineti V (2004) The sway-density curve and the underlying postural stabilization process. *Motor Control* 8: 292-311
- Joubrel I, Robineau S, Petrilli S, Gallien P (2001) Pathologies de l'appareil locomoteur du musicien : étude épidémiologique. *Annales de réadaptation et de médecine physique* 44: 72-80
- Kagaya A, Homma S (1997) Brachial arterial blood flow during static handgrip exercise of short duration at varying intensities studied by a Doppler ultrasound method. *Acta Physiol Scand* 160: 257-265
- Laberge M, Vézina N (1998) Un banc assis-debout pour les caissières. Une solution pour réduire les contraintes de la position debout ? *Travail et santé* 14: 42-48
- Lamarche C, Stuber U, Simoneau M, Teasdale N (2003) Utilisation d'un tabouret ergonomique chez des instrumentistes à cordes. Évaluation de la stabilité posturale et de l'activité de muscles posturaux du bassin et du tronc. *Travail et Santé* 19: 33-37

- Malchaire J, Cock N, Vergracht S (2001) Review of the factors associated with musculoskeletal problems in epidemiological studies. *International archives of occupational and environmental health* 74: 79-90
- Marchand S (1998) *Le phénomène de la douleur*. Chenelière/McGraw-Hill, Montréal
- McGill SM, Hughson RL, Parks K (2000) Lumbar erector spinae oxygenation during prolonged contractions: implications for prolonged work. *Ergonomics* 43: 486-493
- Middlestadt S, Fishbein M (1989) The prevalence of severe musculoskeletal problems among male and female symphony orchestra string players. *Medical Problems of Performing Artists* 4: 41-48
- Netter F (1997) *Atlas d'anatomie humaine*. Novartis, East Hanover (NJ)
- Newmark J, Hochberg F (1987) "Doctor, It hurts when I play" : painful disorders among instrumental musicians. *Medical problems of performing artists* 2: 93-97
- van Dieen JH, de Looze MP, Hermans V (2001) Effects of dynamic office chairs on trunk kinematics, trunk extensor EMG and spinal shrinkage. *Ergonomics* 44: 739-750
- Yeung E, Chan W, Pan F, Sau P, Tsui M, Yu B, Zaza C (1999) A survey of playing-related musculoskeletal problems among professional orchestral musicians in Hong Kong. *Medical problems of performing artists* 14: 43-47
- Zatsiorsky V (2002) *Kinetics of human motion*. Human Kinetics, Champaign
- Zaza C (1992) Playing-related health problems at a Canadian music school. *Medical problems of performing artists* 7: 48-51

## Productions scientifiques

Berrigan F, Leclerc N, Stuber U, Simoneau M et Teasdale N. (2006). Use of an ergonomic stool by string musician: evaluation of postural stability and EMG activity. En préparation.

Berrigan F, Leclerc N, Stuber U, Simoneau M et Teasdale N (2006). The use of an ergonomic stool to enhance the functional capacity and decrease pain intensity of symptomatic musicians. En préparation.

Berrigan F, Leclerc N, Stuber U, Simoneau M et Teasdale N. (27 mars 2004). Évaluation de la stabilité posturale lors de l'utilisation d'un tabouret ergonomique chez des instrumentistes à cordes. 16<sup>ième</sup> rencontre annuelle de l'Association Québécoise des Sciences de l'Activité Physique. Québec, 27 mars 2004.

Berrigan F. (14 novembre 2005). Utilisation d'un tabouret ergonomique chez des instrumentistes. Présentation dans le cadre du cours MUS 63825 Séminaire I : Éducation somatique et musique, Université Laval, Faculté de musique.

Stuber U. (11 juillet 2005). Tuning the body to the music, conférence d'ouverture du Winter Teachers Festival et du Winter Dalcroze Workshop, Conservatoire de musique de Sydney.

Stuber U. (28 avril 2005). El music en forma : Eutonia Gerda Alexander. Conférence publique prononcée sur invitation du Dr J. Rosset i Llobet, Institut de Fisiologia i Medicina de l'Art, Terrassa, Espagne.

Stuber U. (10 mars 2005). La préparation corporelle qu'apporte l'eutonie aux musiciens et aux chanteurs. Conférence publique prononcée sur invitation du Dr Vincent Travers, BioAmadeus, Clinique du Parc, Lyon, France.

Leclerc N. (19 janvier 2005). Évaluation de l'efficacité d'un tabouret ergonomique chez des instrumentistes à cordes : analyse de la stabilité posturale et des muscles posturaux du bassin et du tronc. Séminaire en éducation musicale, Université Laval, Faculté de musique.

Stuber U. (3 décembre 2004). Eutony and Multidisciplinary Research, Table-Ronde, sur invitation du Prof. Gilles Comeau, Département de musique, Université d'Ottawa.

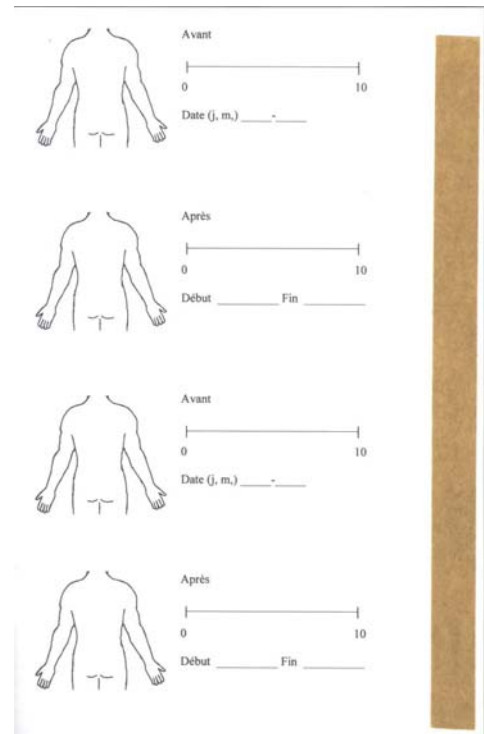


## Annexe 1: Utilisation du carnet de suivi

Le carnet de suivi est un outil de recueil d'informations tant sur votre temps de jeu quotidien que sur la localisation et l'intensité de votre ou vos douleurs.

### Description du carnet

Chaque page comprend quatre sections rabattables séparées par des lignes pointillées. Ces sections s'organisent par paires: **Avant** et **Après** une séance de jeu instrumental. Donc chaque page permet de renseigner deux séances de jeu. Toutes les sections représentent une vue de dos permettant d'identifier la localisation de votre ou de vos douleurs. S'y trouve également une ligne qui permet de coter l'intensité de ces dernières de manière subjective, où 0 ne signifie aucune douleur tandis que 10 symbolise la plus aiguë. En outre, la date de la séance de jeu ainsi que son horaire et sa durée sont demandés. Une bande adhésive, sous la bandelette brune, permet de rabattre sur la page précédente chacune des sections les unes à la suite des autres constituant le carnet de suivi.



### Procédures d'utilisation

#### 1<sup>ère</sup> étape

Avant de débuter une séance de jeu, remplissez la première section (**Avant**) en indiquant pour la date, le jour et le mois à l'endroit correspondant. Ensuite, tracez une ou plusieurs croix sur la représentation du dos selon la localisation précise de votre ou de vos douleurs (la taille d'une croix pouvant aussi varier pour indiquer si votre douleur est très localisée ou étendue sur une plus grande surface). Puis, estimez par un trait vertical sur la ligne l'intensité, la (es) douleur(s) (0 = aucune douleur ; 10 = douleur la plus aiguë). Avant de commencer à jouer de votre instrument, déchirez délicatement la bandelette brune vis-à-vis de la ligne pointillée située entre la section **Avant** et **Après**. Puis retirez le papier de la pellicule brune et collez cette section sur la

page précédente. Maintenant vous pouvez inscrire l'heure à laquelle vous allez débiter votre séance de jeu en face de la ligne **Début** sur la section **Après**. Vous pouvez jouer alors sans autre consigne et aussi longtemps que vous le désirez.

## 2<sup>ème</sup> étape

À la fin de votre séance de jeu, inscrivez en face de la ligne **Fin** l'heure à laquelle vous avez terminé. Indiquez à nouveau par une croix la localisation de la douleur sur la représentation ainsi que son intensité sur la ligne d'échelle de cotation. Vous pouvez maintenant rabattre cette section sur la page précédente.

The diagram shows a human back with two pain scales. The top scale is labeled 'Avant' and has a horizontal line from 0 to 10. Below it is a date field 'Date (j, m.) \_\_\_\_-\_\_\_\_'. The bottom scale is labeled 'Après' and also has a horizontal line from 0 to 10. Below it are two fields: 'Début \_\_\_\_' and 'Fin \_\_\_\_'. To the right of the scales is a vertical brown bar.

## IMPORTANT

★ Chacune des sections est rabattue sur la page précédente. Vous devez juger l'intensité et la localisation de vos douleurs sans vous référer à ce que vous avez inscrit avant de débiter la séance ou bien à une séance précédente.

★ Lors des journées où vous ne pratiquez pas de votre instrument, vous devez quand même remplir 2 fois dans la journée le carnet de suivi (une fois en AM et une fois en PM). Seuls la date et l'heure, ainsi que la localisation de la douleur et son intensité sont demandées. Ensuite rabattez les deux sections **Avant** et **Après** sur la page précédente.

## Annexe 2: Questionnaire Oswestry modifié

### QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION DES DOULEURS LOMBALES ET DE L'INCAPACITÉ (Oswestry modifié)

Nom du patient: \_\_\_\_\_ No. de dossier: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

#### PRIÈRE DE LIRE CES INSTRUCTIONS:

Ce questionnaire a été conçu en vue d'établir comment votre douleur lombale affecte les activités de votre vie de tous les jours. S.V.P répondre à chacune des sections en cochant la case qui s'applique le mieux à votre situation. Nous sommes conscients qu'il est possible que, dans certains cas, plus d'une réponse puisse s'appliquer, ne cochez toutefois qu'une seule réponse par section.

<p><b>SECTION 1- INTENSITÉ DE LA DOULEUR</b></p> <p><input type="checkbox"/> La douleur va et vient et est très faible.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur est faible et ne varie pratiquement pas.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur va et vient et est modérée</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur va et vient et est sévère</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur est sévère et varie peu</p> <p><b>SECTION 2- SOINS PERSONNELS (se laver, s'habiller, etc..)</b></p> <p><input type="checkbox"/> Je ne dois pas modifier ma façon de me laver ou de m'habiller afin d'éviter la douleur.</p> <p><input type="checkbox"/> Je ne change généralement pas ma façon de me laver ou de m'habiller même si cela occasionne de la douleur.</p> <p><input type="checkbox"/> Me laver et m'habiller augmentent la douleur mais je réussis à ne pas modifier mes habitudes.</p> <p><input type="checkbox"/> À cause de la douleur, j'ai de la difficulté à me laver ou à m'habiller sans aide.</p> <p><input type="checkbox"/> À cause de la douleur, je suis incapable de m'habiller ou de me laver sans aide.</p> <p><b>SECTION 3- LEVER</b></p> <p><input type="checkbox"/> Je peux soulever de lourdes charges sans douleur supplémentaire.</p> <p><input type="checkbox"/> Je peux soulever de lourdes charges mais cela augmente la douleur.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de soulever de lourdes charges du plancher.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de soulever de lourdes charges du plancher mais je peux les soulever si elles sont placées à une hauteur convenable (sur une table par exemple).</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de lever de lourdes charges mais je réussis à lever des charges légères si elles sont placées à une hauteur convenable.</p> <p><input type="checkbox"/> Je ne peux lever que des charges très légères tout au plus.</p> <p><b>SECTION 4- MARCHER</b></p> <p><input type="checkbox"/> Je ne ressens aucune douleur lors de la marche.</p> <p><input type="checkbox"/> Je ressens de la douleur lors de la marche.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de marcher une distance de plus d'un km.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de marcher une distance de plus d' 1/2 km.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de marcher une distance de plus d' 1/4 de km.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche complètement de marcher.</p> <p><b>SECTION 5- S'ASSEOIR</b></p> <p><input type="checkbox"/> Je peux demeurer assis sur n'importe quelle chaise aussi longtemps que je le veux.</p> <p><input type="checkbox"/> Je peux seulement m'asseoir sur ma chaise favorite aussi longtemps que je le veux.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de m'asseoir plus d'une heure.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de m'asseoir plus d'une demi-heure.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de m'asseoir plus de 10 minutes.</p> <p><input type="checkbox"/> J'évite de m'asseoir car cela provoque immédiatement une douleur supplémentaire.</p>	<p><b>SECTION 6- SE TENIR DEBOUT</b></p> <p><input type="checkbox"/> Je peux me tenir debout aussi longtemps que je le veux sans éprouver de douleur.</p> <p><input type="checkbox"/> Je ressens de la douleur lorsque je me tiens debout mais elle n'augmente pas avec le temps.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de me tenir debout plus d'une heure.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de me tenir debout plus d'une demi-heure.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de me tenir debout plus de 10 minutes.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de me tenir debout.</p> <p><b>SECTION 7- SOMMEIL</b></p> <p><input type="checkbox"/> Je ne ressens aucune douleur au lit.</p> <p><input type="checkbox"/> J'éprouve de la douleur au lit mais elle ne m'empêche pas de bien dormir.</p> <p><input type="checkbox"/> À cause de la douleur, mes heures de sommeil sont réduites du 1/4.</p> <p><input type="checkbox"/> À cause de la douleur, mes heures de sommeil sont réduites de 1/2.</p> <p><input type="checkbox"/> À cause de la douleur, mes heures de sommeil sont réduites du 3/4.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de dormir.</p> <p><b>SECTION 8- VIE SOCIALE</b></p> <p><input type="checkbox"/> Ma vie sociale est normale et je n'éprouve aucune douleur.</p> <p><input type="checkbox"/> Ma vie sociale est normale mais cela accentue le niveau de douleur.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur n'a pas d'effet significatif sur ma vie sociale si ce n'est que de limiter mes activités demandant le plus d'énergie (ex: danser, etc.)</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur a affecté ma vie sociale et je ne sors plus très souvent.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur a affecté ma vie sociale, je reste à la maison.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur m'empêche pratiquement d'avoir une vie sociale.</p> <p><b>SECTION 9- DÉPLACEMENTS (VOYAGES)</b></p> <p><input type="checkbox"/> Je peux voyager sans éprouver de douleur.</p> <p><input type="checkbox"/> Je ressens de la douleur lorsque je voyage mais cela ne m'empêche pas.</p> <p><input type="checkbox"/> Je ressens de la douleur supplémentaire lorsque je voyage mais cela ne m'a pas amené à modifier ma façon de voyager.</p> <p><input type="checkbox"/> Je ressens de la douleur supplémentaire lorsque je voyage et j'ai dû modifier ma façon de voyager.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur limite toutes formes de voyage.</p> <p><input type="checkbox"/> La douleur empêche tout type de voyage sauf ceux couchés.</p> <p><b>SECTION 10- ÉVOLUTION DU NIVEAU DE LA DOULEUR</b></p> <p><input type="checkbox"/> Ma douleur s'améliore rapidement.</p> <p><input type="checkbox"/> Ma douleur varie mais s'améliore en général.</p> <p><input type="checkbox"/> Ma douleur semble s'améliorer mais l'amélioration est lente en ce moment.</p> <p><input type="checkbox"/> Ma douleur ne s'améliore pas mais n'empire pas.</p> <p><input type="checkbox"/> Ma douleur s'aggrave graduellement.</p> <p><input type="checkbox"/> Ma douleur s'aggrave rapidement.</p>
--	--

#### ÉCHELLE DE SÉVÉRITÉ DE LA DOULEUR:

Évaluez la sévérité de votre douleur en cochant une des cases de l'échelle suivante.

Aucune douleur	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Douleur insupportable
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------------------