

Titre: Développement et évaluation d'un nouveau concept de dossier
Title: flexible pour usagers de fauteuils roulants

Auteur: Frédéric Parent
Author:

Date: 1997

Type: Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

Référence: Parent, F. (1997). Développement et évaluation d'un nouveau concept de dossier
Citation: flexible pour usagers de fauteuils roulants [Master's thesis, École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie. <https://publications.polymtl.ca/6730/>

 **Document en libre accès dans PolyPublie**
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/6730/>
PolyPublie URL:

**Directeurs de
recherche:** Jean Dansereau
Advisors:

Programme: Unspecified
Program:

NOTE TO USERS

The original manuscript received by UMI contains pages with indistinct and/or slanted print. Pages were microfilmed as received.

This reproduction is the best copy available

UMI



UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

**DÉVELOPPEMENT ET ÉVALUATION D'UN NOUVEAU
CONCEPT DE DOSSIER FLEXIBLE POUR
USAGERS DE FAUTEUILS ROULANTS**

**FRÉDÉRIC PARENT
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL**

**MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES
(GÉNIE MÉCANIQUE)
NOVEMBRE 1997**

© Frédéric Parent, 1997.



**National Library
of Canada**

**Acquisitions and
Bibliographic Services**

**395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada**

**Bibliothèque nationale
du Canada**

**Acquisitions et
services bibliographiques**

**395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada**

Your file Votre référence

Our file Notre référence

The author has granted a non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.

The author retains ownership of the copyright in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

0-612-33172-5

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé:

**DÉVELOPPEMENT ET ÉVALUATION D'UN NOUVEAU
CONCEPT DE DOSSIER FLEXIBLE POUR
USAGERS DE FAUTEUILS ROULANTS**

présenté par: PARENT Frédéric

en vue de l'obtention du diplôme de: Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de:

M. YELLE Henri, Ph.D., président

M. DANSEREAU Jean, Ph.D., membre et directeur de recherche

M. CORBEIL Jacques, M.A.P., membre

REMERCIEMENTS

Je tiens premièrement à remercier mon directeur de recherche, le professeur Jean Dansereau, titulaire de la Chaire industrielle CRSNG sur les aides techniques à la posture, pour son dévouement, sa supervision et ses judicieux conseils tout au long de ce projet. J'aimerais aussi remercier M. Claude Valiquette, consultant en recherche et développement chez Les Distributions Promed Inc., pour sa précieuse collaboration et ses nombreux conseils.

J'aimerais aussi exprimer ma reconnaissance à tout le personnel de la Chaire industrielle CRSNG sur les aides techniques à la posture, soit Michèle Lacoste, Rachid Aissaoui et Manon Fournier pour leur grande collaboration. Également, j'aimerais remercier toutes les personnes qui ont participé aux évaluations du nouveau dossier flexible et tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet, c'est-à-dire le personnel de Les distributions Promed Inc. et d'Orthofab Inc. ainsi que les techniciens de l'atelier de génie mécanique de l'École Polytechnique. Finalement, il me faut remercier les entreprises Les distributions Promed Inc. et Orthofab Inc. en plus du CRSNG pour m'avoir financièrement permis de réaliser ce projet de recherche.

RÉSUMÉ

La plupart des fauteuils roulants manuels sont généralement munis d'un dossier flexible conventionnel (dossier de type hamac). Cependant, son utilisation peut compromettre la posture et la santé des usagers. De ce fait, ils sont souvent remplacés par des coussins de dossiers en mousse sur plaques rigides. Bien que ces derniers améliorent la posture et le confort, ils privent la plupart des usagers de fauteuils roulants d'une grande partie des avantages qu'offrent les dossiers flexibles conventionnels, soit d'être facilement pliables, légers, peu dispendieux, discrets, simples en plus de permettre la dissipation de chaleur et d'humidité. Depuis quelques temps, les dossiers à tensions « ajustables » ont fait leur apparition sur le marché. Ces derniers ont été conçus de manière à préserver les avantages des dossiers flexibles conventionnels tout en permettant d'offrir une posture et un confort plus adéquats. Cependant, il a été observé cliniquement que ce type de dossier pourrait être amélioré au niveau de la posture.

Ce mémoire a donc comme objectif principal de développer un nouveau dossier pour fauteuil roulant qui offrirait une meilleure posture et un meilleur confort par rapport à ce qu'offrent les dossiers flexibles actuels, mais tout en préservant le plus possible leurs avantages. Ainsi, par l'utilisation d'une méthodologie spécifique, plusieurs critères de design ont été établis et pondérés. Suite à une séance de brainstorming, plusieurs solutions ont été proposées parmi lesquelles un concept optimisant l'ensemble des critères de design a été retenu et fabriqué. Le nouveau *dossier contour flexible* peut accommoder les contours du tronc d'une personne à l'aide de tiges d'aluminium et de courroies « ajustables ». Le maintien latéral du tronc est offert par l'utilisation de montants de dossier courbés pouvant être ajustés en rotation.

Basée sur ces mêmes critères de design, une première évaluation réalisée par estimations de ces critères par des experts du domaine a permis de comparer le nouveau dossier à

trois dossiers actuellement sur le marché : un ensemble plaque/coussin (Les distributions Promed Inc.), un dossier flexible conventionnel et un dossier à tensions « ajustables » (Orthofab Inc.). Les résultats de ces comparaisons montrent que le dossier contour flexible conserve la plupart des avantages de ces dossiers dans un seul concept. En effet, il offre plusieurs ajustements permettant d'offrir une posture adéquate tout en préservant la plupart des avantages des dossiers flexibles conventionnels et des dossiers à tensions « ajustables » (facilement pliable, léger, discret et permettant l'aération).

Le deuxième objectif de ce projet de maîtrise consistait à réaliser une évaluation quantitative des effets posturaux et du confort sur un groupe de 15 sujets sains. Des mesures de distributions de pression au niveau du siège et du dossier ont été prélevées ainsi que le profil du dos dans le plan sagittal. Un questionnaire a été établi pour évaluer le confort. Outre le dossier contour flexible, les tests ont aussi été réalisés avec l'ensemble plaque/coussin (Les distributions Promed Inc.) et le dossier à tensions « ajustables » (Orthofab Inc.). Les résultats de ces évaluations montrent que, pour notre groupe de sujets, le dossier contour flexible offre une distribution de pression et un confort similaires à l'ensemble plaque/coussin. Il offre aussi une distribution de pression plus uniforme et un meilleur confort que le dossier à tensions « ajustables ».

Les résultats reliés au profil du dos dans le plan sagittal montrent que 66% des sujets avaient des profils similaires dans le dossier contour flexible et dans l'ensemble plaque/coussin alors que seulement 27% dans le dossier à tensions « ajustables » et dans l'ensemble plaque/coussin. Finalement, le calcul de la variation de surface de contact d'un sujet à un autre a permis de démontrer que le dossier contour flexible offre une meilleure accommodation des différentes géométries dorsales (variation de $\pm 65 \text{ cm}^2$) comparativement aux autres dossiers qui présentent une variation beaucoup plus élevée ($\pm 124 \text{ cm}^2$ pour l'ensemble plaque/coussin et $\pm 151 \text{ cm}^2$ pour le dossier à tensions « ajustables »). Ainsi, un seul prototype du dossier contour flexible permet une meilleure accommodation des différentes formes de dos pour plusieurs personnes et ce

grâce à ses différents éléments (baleines, courroies et montants de dossier courbés) qui permettent de faire une multitude d'ajustements. Le dossier contour flexible offre donc une posture et un confort similaires à ce qu'offre l'ensemble plaque/coussin, mais en ayant l'avantage de préserver la plupart des caractéristiques importantes des dossiers flexibles conventionnels. Le nouveau dossier pourrait ainsi représenter une solution appropriée pour les usagers en fauteuils roulants désirant plus de soutien et de maintien au niveau du tronc tout en voulant un dossier léger, pliable, confortable et discret.

ABSTRACT

Conventional manual wheelchairs are generally equipped of sling backrest. However, the use of this kind of backrest may compromise the users' posture and health. Consequently, they are often replaced by back cushions on rigid interfaces in order to improve user's posture and comfort. But the use of back cushions deprives many wheelchairs' users of the advantages of the sling backrests which are easily foldable, light, not expensive, discreet, simple and airing. Recently, adjustable-tension backrest are available on the market. These kind of backrests were designed in order to keep the advantages of sling backrests while offering better posture and comfort. However, it has been clinically recognized that the posture offered by this kind of backrest should be improved.

The purpose of this study is to design a new backrest for wheelchair which would offer more comfort and better back and lateral trunk support than actual flexible backrests do. Also, the new backrest had to keep as much as possible the advantages of the sling backrests. Using a specific methodology, many design criteria were established and pondered. Following a brainstorming session, many solutions were proposed and the concept which optimised the whole design criteria was made. The new flexible contour backrest accommodates a person's back contours (from normal geometry to mild kyphosis) by using vertical aluminium stays and horizontal straps. Lateral trunk support is offered by using curved back posts which can be rotated.

In relation with the design criteria, some preliminary comparisons were done between the new backrest and commercially available backrests: a back cushion on a rigid interface (Les distributions Promed Inc.), a sling backrest and an adjustable-tension backrest (Orthofab Inc.). Results show that the flexible contour backrest gathers in a same design the most of the advantages of other backrests. It offers many adjustments

allowing to offer adequate posture to many users while keeping most of the advantages of sling backrests (easily foldable, light, discreet and airing).

The second objective of this project consisted to evaluate the new backrest on posture and comfort. Using 15 healthy subjects, seat and back pressure distribution and back profile in the sagittal plane were recorded. Comfort was evaluated by mean of a questionnaire. In addition to the flexible contour backrest, the tests were also realised with the back cushion on a rigid interface (Les distributions Promed Inc.) and the adjustable-tension backrest (Orthofab Inc.).

Results of these evaluations show that the flexible contour backrest offers a pressure distribution and a comfort similar to the back cushion on a rigid interface. It also offers a more uniform pressure distribution and a better comfort than the adjustable-tension backrest. Results from the back profile in the sagittal plane show that 66% of the subjects' back curves were similar for the flexible contour backrest and the back cushion while only 27% for the adjustable-tension backrest and the back cushion. Finally, the surface contact variability is lower for the new backrest ($\pm 65 \text{ cm}^2$) than the back cushion on a rigid interface ($\pm 124 \text{ cm}^2$) and the adjustable-tension backrest ($\pm 151 \text{ cm}^2$). In this way, one prototype of the new backrest allows a better accommodation of the back shapes of different users thanks to its many adjustable components (straps, stays and curved back posts). The flexible contour backrest offers similar posture and comfort than the back cushion on a rigid interface while keeping the most of the sling backrests advantages. The new concept could represent a better backrest than the conventional sling backrest to people who need more back and lateral trunk and want to use a light, foldable, airing, comfortable and discreet backrest.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	IV
RÉSUMÉ.....	V
ABSTRACT	VIII
TABLE DES MATIÈRES	X
LISTE DES TABLEAUX.....	XII
LISTE DES FIGURES	XIII
LISTE DES ANNEXES.....	XVI
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I – REVUE DE LA LITTÉRATURE	5
1.1 Définitions associées au positionnement en fauteuil roulant	5
1.2 Intervention en positionnement	6
1.3 Caractéristiques associées à l’attribution d’un dossier de fauteuil roulant	7
1.3.1 Posture optimale au niveau du tronc	8
1.3.1.1 Ajout d’un support lombaire	8
1.3.1.2 Angle siège-dossier.....	9
1.3.1.3 Ajout d’appuis latéraux (maintien latéral)	10
1.3.2 Autres caractéristiques recherchées	11
1.4 Utilisation actuelle des dossiers pour fauteuils roulants	12
1.4.1 Problèmes et avantages reliés à l’utilisation des dossiers flexibles	

conventionnels	12
1.4.2 Remplacement du dossier flexible conventionnel.....	14
1.4.2.1 Ensemble plaque/coussin	15
1.4.2.2 Dossier à tensions « ajustables »	17
1.4.3 Autres types de dossiers pour fauteuils roulants disponibles commerciallement	19
CHAPITRE II - APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE ET RÉSULTATS	30
2.1 Situation du projet.....	30
2.2 Objectifs du projet de maîtrise.....	33
2.3 Méthodologie et résultats de conception du dossier	34
2.3.1 Article # 1 : Design of a new concept of backrest for wheelchairs : the flexible contour backrest.....	36
2.3.2 Compléments à la méthodologie de conception du nouveau dossier.....	56
2.3.2.1 Critères de design et barème	56
2.3.2.2 Recherche de solutions et étude de praticabilité	63
2.3.2.3 Étude préliminaire et prise de décision.....	70
2.4 Méthodologie et résultats des comparaisons de dossiers	71
2.4.1 Article # 2: Evaluation of the new flexible contour backrest for wheelchairs.....	73
2.4.2 Comparaison des évaluations des critères de design entre la solution conceptuelle retenue et le prototype actuel.....	98
CHAPITRE III: DISCUSSION GÉNÉRALE	101
CHAPITRE IV: CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	110
4.1 Conclusion	110
4.2 Recommandations.....	112
BIBLIOGRAPHIE	115

LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau 1.1</u> : Caractéristiques de quelques dossiers sur le marché	24
<u>Tableau 1.2</u> : Brevets américains de dossiers pour fauteuils roulants	25
<u>Tableau 2.1</u> : Lacunes de la situation actuelle.....	31
<u>Table 1 Article 1</u> : Design criteria established from the needs.....	50
<u>Table 2 Article 1</u> : Summary of the evaluation of design criteria for four types of wheelchair backrests.....	51
<u>Tableau 2.2</u> : Barème utilisé pour l'évaluation des critères de design.....	56
<u>Tableau 2.3</u> : Étude de praticabilité pour les huit solutions.....	69
<u>Tableau 2.4</u> : Application du barème aux différentes solutions.....	70
<u>Table 1 Article 2</u> : Characteristics of the fifteen able-bodied group of subjects	89
<u>Table 2 Article 2</u> : Mean and standard deviation of mean pressure measurements for the seat and the three types of backrests for the fifteen evaluated subjects	90
<u>Table 3 Article 2</u> : Summary of the pressure variability between regions for the fifteen evaluated subjects and surface contact area variability calculated for the three types of wheelchair backrests...	91
<u>Tableau 2.5:</u> Différences relatives entre l'évaluation des critères de design pour la solution conceptuelle et le prototype du dossier contour flexible.	98

LISTE DES FIGURES

Figure I-1 – Dossier flexible conventionnel (tirée d'Everest & Jennings Ltd.).....	1
Figure 1.1 – Utilisation d'un support lombaire pour les usagers en fauteuils roulants (tirée de Zacharkow, 1984).....	9
Figure 1.2 – Angles siège-dossier recommandés selon la géométrie du tronc : a) géométrie normale (95°); b) lordose effacée (100°); c) cyphose en C allongée (105°) (adaptée de Lacoste et Valiquette, 1995).....	10
Figure 1.3 – Ajout d'appuis latéraux sur un fauteuil roulant (tirée d'Otto Bock REHA).....	11
Figure 1.4 – Similarité entre une posture assise non supportée et la posture généralement retrouvée dans un dossier flexible conventionnel (tirée de Zacharkow, 1984).....	13
Figure 1.5 – Ensemble plaque/coussin (tirée de Jay Medical Ltd.)	16
Figure 1.6 – Dossier à tensions « ajustables » (tirée d'Everest & Jennings Ltd.).....	18
Figure 1.7 – Avanti personal back (tirée d'Invacare Inc.).....	20
Figure 1.8 – J2 Back (tirée de JAY Medical Ltd.)	20
Figure 1.9 – Ulti-mate Air (tirée d'Invacare Inc.).....	21
Figure 1.10 – Z-FLO Comfort Back (tirée d'Otto Bock REHA).....	21
Figure 1.11 – Adjustaback (tirée de ROHO Inc.).....	22
Figure 1.12 – PAXBAC (tirée de Pindot).....	23
Figure 1.13 – JAY Combi lumbar support (tirée de JAY Ltd.)	23
Figure 1.14 – Lower back support (tirée de U.S Patent #5 573 302).....	26
Figure 1.15 – Back support adjusting apparatus for chair with backrest flexible upholstery (tirée de U.S Patent #5 547 251)	26
Figure 1.16 – Backrest assembly for a wheelchair (tirée de U.S. Patent #5 364 162)	27
Figure 1.17 – Wheelchair back system (tirée de U.S. Patent #5 211 446).....	28

Figure 1.18 – Adjustable lumbar back support system for a wheelchair (tirée de U.S. Patent #4 925 242)	29
Figure 2.1 – Étapes du projet de maîtrise en fonction de la problématique.....	32
Figure 2.2 – Méthodologie de design utilisée (tirée de Vinet et coll., 1996).....	35
Figure 1 Article 1 – Two types of wheelchair backrests often used: a conventional sling backrest (up) and a back cushion on a rigid interface (down).....	52
Figure 2 Article 1 – An other type of wheelchair backrest: an adjustable-tension backrest	53
Figure 3 Article 1 – The flexible contour backrest : a) actual prototype installed on a manual wheelchair; b) main characteristics of the new backrest. ..	54
Figure 4 Article 1 – Various shapes of aluminum stays used in the flexible contour backrest.....	55
Figure 5 Article 1 – Difference between a traditional back post and the curved back post used in the flexible contour backrest.....	55
Figure 2.3 – Description du sous-critère « Ajustements » pour l'ensemble plaque/coussin.....	63
Figure 2.4 – a) Dossier à tubulures profilées; b) Dossier flexible avec éléments de forme; c) Dossier flexible avec plaques intégrées; d) Dossier contour flexible.....	65
Figure 2.4 (suite) – e) Nouveau dossier à tensions « ajustables »; f) Dossier en mousses de différentes densités; g) Dossier avec courroies croisées; h) Dossier flexible gonflable.....	66
Figure 2.5 – Étapes de la méthodologie d'évaluation des dossiers.....	72
Figure 1 Article 2 – Schematic representation of the new flexible contour backrest.....	92
Figure 2 Article 2 – Schematic representation of the two other backrests evaluated in this study: a) back cushion on a rigid interface; b) adjustable-tension backrest.	93

Figure 3 Article 2 – Typical example of pressure distribution (flexible contour backrest) a) pressure regions defined on the backrest b) pressure regions defined on the seat	94
Figure 4 Article 2 – Representation of back curve shapes obtained by projection of the digitized points in the sagittal plane.....	95
Figure 5 Article 2 – Typical pattern of subjects' back profile measured in the three types of backrests.....	96
Figure 6 Article 2 – Results of comfort evaluation for the flexible contour backrest, the back cushion on a rigid interface and the adjustable-tension backrest.....	97
Figure 2.6 – Effet de la rotation des montants de dossier vers l'intérieur sur le contact au niveau du tronc.....	99
Figure 3.1 – Effet de la rotation des montants de dossier du dossier contour flexible sur la profondeur du maintien latéral.....	103
Figure 3.2 – Contact au niveau de la zone sacrée pour le dossier contour flexible (à gauche) et l'ensemble plaque/coussin (à droite)	104
Figure 3.3 – Contact au niveau de la zone sacrée pour le dossier contour flexible avec un angle siège-dossier de 95° (à gauche) et de 105° (à droite).....	107
Figure B-1 – Dossier flexible à tubulures profilées.....	125
Figure B-2 – Dossier flexible avec éléments de formes	126
Figure B-3 – Dossier flexible avec plaques intégrées	127
Figure B-4 – Nouveau dossier à tensions "ajustables"	128
Figure B-5 – Dossier contour flexible	129
Figure B-6 – Dossier flexible en mousses de différentes densités	130
Figure B-7 – Dossier avec courroies croisées	131
Figure B-8 – Dossier flexible gonflable	132
Figure C-1 – Nouveau dossier à tensions "ajustables"	135
Figure C-2 – Dossier flexible avec éléments de forme.....	142
Figure C-3 – Dossier contour flexible	149

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A : Liste des idées proposées lors de la séance de recherche de solutions	119
ANNEXE B : Concepts développés à partir de la séance de recherche de solutions.....	124
ANNEXE C : Évaluations des critères de design pour chacune des solutions provenant de l'étude de praticabilité	133
ANNEXE D : Plans du dossier contour flexible	155
ANNEXE E : Évaluations des critères de design pour les dossiers évalués : le dossier flexible conventionnel, le dossier à tensions «ajustables» et l'ensemble plaque/coussin	171
ANNEXE F : Résultats complets pour chacun des sujets des mesures de posture et de confort pour chacun des dossiers évalués	184

INTRODUCTION

Au Québec, environ 25 000 personnes utilisent un fauteuil roulant. Les équipements incorporés dans ces fauteuils, telles les aides techniques à la posture, représentent un marché de plusieurs millions de dollars par année. Bien que ces éléments de posture aient été introduits pour permettre un meilleur soutien, maintien et confort des usagers, la plupart des fauteuils roulants conventionnels comportent souvent peu de ces éléments car ils ont été conçus de manière à favoriser davantage la mobilité, la simplicité, la facilité d'utilisation sans oublier l'aspect économique. Dans ce contexte, les fauteuils roulants conventionnels sont généralement munis d'un dossier flexible fait de vinyle ou d'une toile de nylon plus communément appelée canevas de dossier (figure I-1).



Figure I-1 – Dossier flexible conventionnel (tirée d'Everest & Jennings Ltd.)

Initialement, ce type de dossier a été introduit pour permettre aux fauteuils de se plier (Harms, 1990). De plus, les coûts de fabrication étaient (et le sont encore) minimes. Cependant, la plupart des dossiers flexibles conventionnels offrent un soutien et un maintien inadéquats et sont peu confortables. Au début des années quatre-vingts,

plusieurs intervenants cliniques ont pris soin d'analyser la situation et ont démontré les nombreux désavantages des dossiers flexibles conventionnels sur la posture, le confort et la santé. En fait, un des seuls avantages qu'ils ont perçu consistait dans le fait que le fauteuil pouvait se plier facilitant ainsi le transport de celui-ci. Au fil des années, quelques études ont été effectuées de manière à comparer les effets des dossiers flexibles sur la posture et le confort des usagers (Zollars, 1993, Harms, 1990 et Zacharkow, 1984). Ces travaux ont mis en évidence que, dans bien des cas, l'utilisation du dossier flexible conventionnel pour fauteuil roulant peut compromettre la posture et la santé des usagers. En fait, celui-ci encourage l'arrondissement du tronc vers l'avant et la bascule postérieure du bassin, lesquels peuvent mener à des douleurs au niveau du dos et du cou et, à long terme, à des déformations de la colonne vertébrale et du bassin (Zollars, 1993). De plus, le dossier flexible conventionnel n'offre pas le maintien latéral nécessaire pour prévenir ou corriger les problèmes d'alignement du tronc dans le plan frontal ni d'en ralentir la progression. Avec tous ces problèmes reliés à l'utilisation du dossier flexible conventionnel, le développement de nouveaux dossiers pour fauteuils roulants était devenu primordial. La technologie associée au domaine du positionnement assis s'est alors orientée, avec de très bons résultats cliniques au niveau de la posture (Harms, 1990; Valiquette, 1992), vers les coussins de dossiers en mousse sur plaques rigides.

Malgré les améliorations apportées à la posture du tronc, les coussins de dossier privent la plupart des usagers en fauteuil roulant d'une grande partie des avantages qu'offre le dossier flexible conventionnel, soit d'être pliable, léger, discret et simple (Valiquette, 1992). De plus, ce type de dossier permet l'aération pour la dissipation de chaleur et d'humidité. Pour ces raisons, une grande proportion d'usagers préfèrent utiliser un dossier flexible conventionnel. Cependant, tel que mentionné ci-dessus, il est fréquent, après quelques années, que certains usagers soient affectés par des douleurs au niveau du dos, du bassin et du cou, de même que par des problèmes beaucoup plus graves tels que le développement de scoliose, de cyphose, d'escarres, etc. Dans ce contexte, la conception d'un nouveau dossier pour fauteuil roulant qui offrirait une posture et un

confort adéquats tout en préservant les avantages des dossiers flexibles conventionnels devient une nécessité. Depuis quelques années, un nouveau type de dossier flexible est apparu, soit le dossier à tensions « ajustables ». Ce dernier a été conçu de manière à améliorer la posture des usagers par rapport au dossier flexible conventionnel tout en conservant la plupart de ses caractéristiques. Ce genre de dossier permet donc d'accommoder des lordoses et des cyphoses à l'aide de courroies « ajustables » tout en restant pliable, léger, discret et simple. Toutefois, ce type de dossier ne permet pas d'offrir un maintien latéral adéquat et certains ajustements sont manquants pour maintenir le bassin en bascule antérieure. De plus, ce type de dossier ne semble pas offrir une distribution uniforme de la pression car celle-ci est localisée surtout au niveau des courroies.

Les entreprises Les distributions Promed Inc. et Orthofab Inc., dans un souci d'offrir à leur clientèle des aides techniques mieux adaptées à leurs besoins, ont donc exprimé le désir de concevoir un nouveau dossier, ce qui a mené au présent projet de maîtrise. Le nouveau dossier devait donc permettre de combler les lacunes de la situation actuelle. Une fois un premier prototype conçu et fabriqué, une évaluation au niveau de la posture et du confort a été entreprise pour comparer et situer le nouveau dossier par rapport à des dossiers actuellement sur le marché. Ce mémoire de maîtrise présente donc les étapes qui ont été entreprises pour concevoir et évaluer un premier prototype d'un nouveau concept de dossier flexible pour fauteuil roulant. Le chapitre I (Revue de la littérature) englobe les éléments nécessaires à la réalisation de ce projet. La situation actuelle en fonction des différents types de dossiers disponibles sur le marché y est présentée de manière à cerner la problématique du projet. Quelques brevets de dossiers pour fauteuils roulants sont aussi brièvement présentés. Enfin, les différents besoins exprimés envers la conception d'un nouveau dossier pour fauteuils roulants sont présentés.

Le chapitre II (Approche méthodologique et résultats) présente dans un premier temps les objectifs du projet ainsi qu'une description de la méthodologie utilisée pour atteindre

ceux-ci. Ce chapitre présente aussi deux articles scientifiques qui ont été soumis dans le cadre de la réalisation de ce mémoire. Le premier article s'intitule « Design of a new concept of backrest for wheelchairs : the flexible contour backrest ». Cet article présente une partie de la méthodologie utilisée pour concevoir et fabriquer un premier prototype du nouveau dossier flexible. Les différentes caractéristiques du prototype y sont expliquées et le nouveau dossier est comparé à trois dossiers actuellement sur le marché, soit un dossier flexible conventionnel, un dossier à tensions « ajustables » et un ensemble plaque/coussin. Le deuxième article s'intitule « Evaluation of the new flexible contour backrest for wheelchairs ». Celui-ci présente la méthodologie et les résultats se rapportant à l'évaluation du nouveau concept au niveau de la posture et du confort où des comparaisons ont été réalisées avec un ensemble plaque/coussin et un dossier à tensions « ajustables ». Le chapitre II présente aussi quelques compléments au niveau de la méthodologie qui a été utilisée pour concevoir le nouveau dossier. Le chapitre III présente une discussion générale sur l'ensemble de ce projet de maîtrise. Les points importants du projet, tant au niveau de la méthodologie que des résultats, y sont discutés de manière à mettre en évidence les facettes positives et les limites de ce projet. Enfin, le chapitre IV présente une conclusion et des recommandations pour la poursuite du projet.

CHAPITRE I – REVUE DE LA LITTÉRATURE

Le chapitre I a pour but de présenter les principales connaissances actuelles reliées à l'utilisation des dossiers pour fauteuils roulants. Ce chapitre amène donc peu à peu le lecteur à se familiariser avec la situation actuelle et les besoins reliés à la conception d'un nouveau dossier. Quelques notions reliées au positionnement en fauteuil roulant et l'intervention en positionnement sont premièrement exposées de manière à situer les aspects cliniques associés à ce projet, puis les différentes caractéristiques qui sont à considérer lors de l'attribution de dossiers sont présentées. Enfin, en fonction de ces caractéristiques, différents dossiers pour fauteuils roulants actuellement disponibles sur le marché ainsi qu'une vue d'ensemble des brevets sont présentés de manière à bien cerner la situation actuelle.

1.1 Définitions associées au positionnement en fauteuil roulant

Quelques définitions cliniques doivent préalablement être présentées afin de situer les termes reliés au positionnement en fauteuil roulant qui seront utilisés tout au long de ce mémoire. Voici, selon le Conseil Consultatif sur les Aides Technologiques (1992) et Les distributions Promed Inc. (1996), la définition de ces termes:

Posture :

Position particulière du corps ou d'une partie du corps (C.C.A.T., 1992);

Positionnement :

Opération visant à placer et à maintenir une personne dans une position donnée au moyen d'une aide technique à la posture (C.C.A.T., 1992);

Aide technique à la posture (ATP) :

Tout appareil permettant à une personne d'adopter une posture appropriée (C.C.A.T., 1992);

Aide technique à la mobilité (ATM) :

Tout appareil visant à faciliter ou à permettre les déplacements individuels de l'utilisateur (C.C.A.T., 1992);

Composant de soutien :

Composant de contact qui sert à supporter la masse corporelle, répartir la charge du corps et reproduire la forme des segments corporels concernés. Les structures supportant les composants de contact sont également des composantes de soutien (Les distributions Promed Inc., 1996). Elles permettent de modifier:

- l'angle d'inclinaison du dossier,
- l'angle d'inclinaison de l'assise,
- l'angle de bascule,
- la hauteur sol-siège,
- la position antéro-postérieure du système de posture;

Composant de maintien :

Composant qui sert à empêcher les mouvements indésirables et à encourager les mouvements désirables quand une instabilité persiste après un ajustement optimal des composants de soutien (Les distributions Promed Inc., 1996).

1.2 Intervention en positionnement

L'intervention en positionnement fait partie du processus de réadaptation visant à améliorer la qualité de vie des usagers en fauteuils roulants. Les objectifs principaux du

positionnement sont de maximiser la stabilité, l'alignement, le confort, la distribution de pression et la fonction (Stone, 1996; Trefler et coll., 1993). Toute personne présentant une incapacité posturale qui entrave son fonctionnement quotidien peut donc en bénéficier. Le fauteuil roulant répond principalement à deux grandes catégories de besoins: les besoins reliés à la mobilité (aide technique à la mobilité) et les besoins reliés à la posture assise fonctionnelle (aide technique à la posture). Les fauteuils roulants doivent donc offrir les fonctions suivantes : le transport, le soutien et le maintien (Les distributions Promed Inc., 1996).

Au Québec, ce sont majoritairement les ergothérapeutes, via le service d'aides techniques (SAT) d'un des treize centres de réadaptation ou hôpitaux conventionnés par la Régie de l'assurance-maladie du Québec, qui interviennent auprès des bénéficiaires pour les aider à choisir le type de fauteuil roulant et/ou les composants de posture nécessaires pour améliorer leur autonomie. Dans la plupart des cas, l'ergothérapeute et/ou le technicien en orthèses/prothèses doit compléter le devis technique nécessaire au choix du fauteuil et/ou des aides techniques à la posture. Ces dernières sont généralement fabriquées par les mécaniciens des SAT ou par des entreprises spécialisées dans le domaine du positionnement. Quant aux fauteuils roulants, ils ne sont fabriqués que par des entreprises spécialisées. Au Québec, on retrouve, entre autres, Les distributions Promed Inc. qui se spécialise dans le domaine des aides techniques à la posture et Orthofab Inc. qui se spécialise dans la fabrication de fauteuils roulants manuels et motorisés.

1.3 Caractéristiques associées à l'attribution d'un dossier de fauteuil roulant

Cette section a pour but de présenter les différents besoins qu'un dossier pour fauteuil roulant devrait combler. Ainsi, les besoins reliés à la posture et les autres

caractéristiques importantes qu'un dossier doit posséder y sont clairement identifiés et expliqués.

1.3.1 Posture optimale au niveau du tronc

Pour ce projet, il est nécessaire de présenter en détail ce qui est recommandé cliniquement pour obtenir une posture adéquate au niveau du tronc pour les usagers en fauteuils roulants. Les composants de soutien et de maintien suivants sont souvent utilisés en clinique afin de permettre à un dossier de rencontrer les objectifs posturaux présentés à la section 1.2.

1.3.1.1 Ajout d'un support lombaire

Le maintien de la lordose lombaire en position assise a plusieurs avantages tels que la diminution de pression d'environ 30% au niveau des disques intervertébraux (Harms, 1990; Andersson et coll., 1975) et la relaxation des muscles lombaires paraspinaux (Harms, 1990), ce qui mène à une augmentation du confort et à une diminution de la fatigue. De plus, le maintien de la lordose lombaire peut aider à prévenir les déformations scoliotiques et cyphotiques de la colonne vertébrale (Shields, 1988). Pour toutes ces raisons, la nécessité d'utiliser un support lombaire pour les usagers en fauteuils roulants (figure 1.1) est donc acceptée par la plupart des experts dans le domaine du positionnement en fauteuil roulant. Il est évident que pour les cas où il n'est pas possible de reproduire ou de maintenir la lordose (ex : cyphose dorsale fixe), aucun support lombaire ne doit être prescrit.

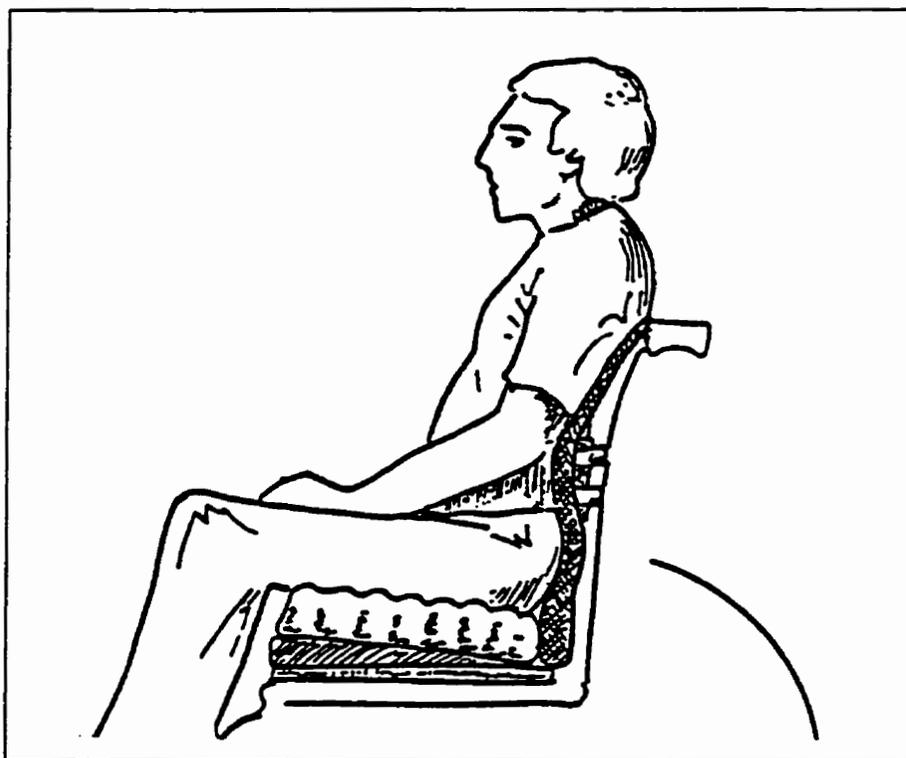


Figure 1.1 – Utilisation d'un support lombaire pour les usagers en fauteuils roulants (tirée de Zacharkow, 1984)

1.3.1.2 Angle siège-dossier

Anderson et coll. (1974) ont démontré que la pression au niveau des disques intervertébraux peut être réduite en inclinant le dossier, ce qui augmente le confort et diminue la fatigue. Toutefois, un angle trop grand peut impliquer une perte des fonctions et un glissement vers l'avant qui provoque du cisaillement entre la peau et les tissus (Zacharkow, 1984). Zacharkow recommande donc un angle siège-dossier de 95° car cet angle est un bon compromis pour les activités fonctionnelles et la relaxation. Selon Lacoste et Valiquette (1995), l'angle siège-dossier est relié à la géométrie de la

colonne vertébrale dans le plan sagittal. Ainsi, pour une géométrie normale du tronc (figure 1.2 a), l'angle devrait être de 95° et plus. Pour les cas de lordose effacée (figure 1.2 b), cet angle devrait être augmenté à 100° et plus. Enfin, pour les cas de cyphose en C allongée (figure 1.2 c), cet angle devrait se situer au-delà de 105° et plus.

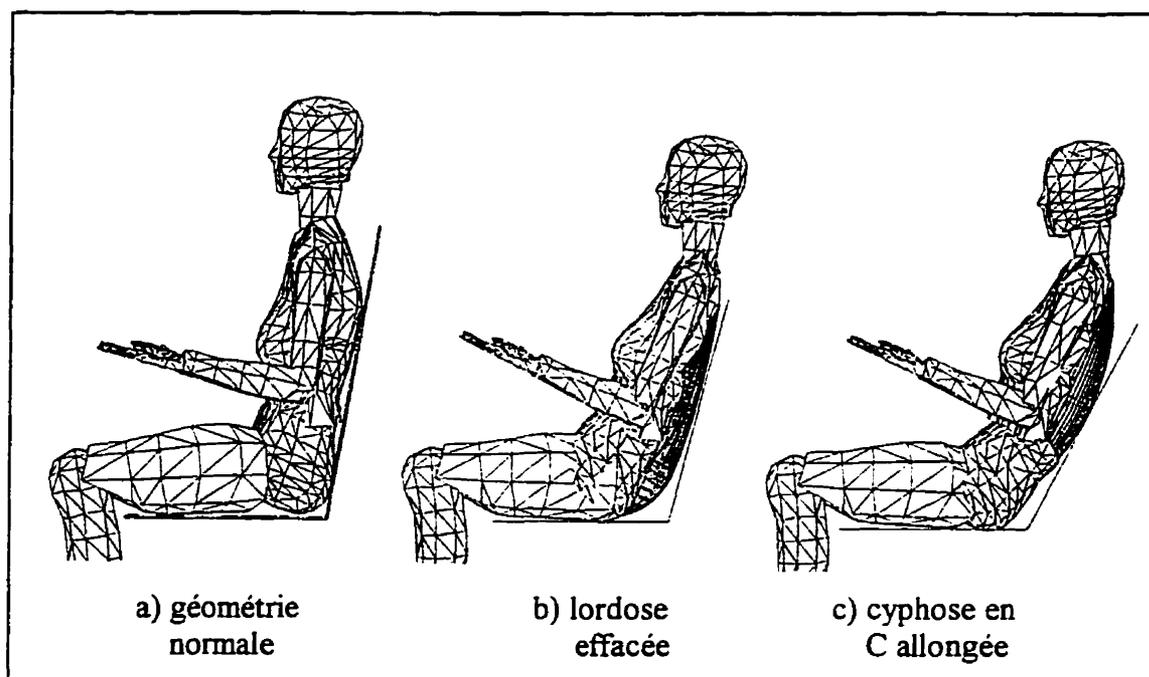


Figure 1.2 – Angles siège-dossier recommandés selon la géométrie du tronc :

a) géométrie normale (95°); b) lordose effacée (100°); c) cyphose en C

allongée (105°) (adaptée de Lacoste et Valiquette, 1995)

1.3.1.3 Ajout d'appuis latéraux (maintien latéral)

Selon la nature des incapacités d'une personne, il est possible qu'une instabilité tronculaire vienne limiter sa capacité de maintenir une position assise fonctionnelle et confortable. Cette instabilité tronculaire peut entraîner des difformités du rachis telles

que les scolioses, les lordoses et les cyphoses (Les distributions Promed Inc., 1996; Medhat, 1985), difformités qui, avec le temps, peuvent provoquer de la douleur et/ou d'autres problèmes physiologiques tels que la diminution de la capacité cardio-pulmonaire, un mauvais drainage de la vessie et des intestins et des problèmes d'intégrité de la peau. L'addition d'appuis latéraux à un fauteuil roulant (figure 1.3) peut donc diminuer l'instabilité tronculaire dans le plan frontal en prévenant, accommodant ou corrigeant les problèmes d'alignement du tronc (Stout, 1993; Sickney, 1993).

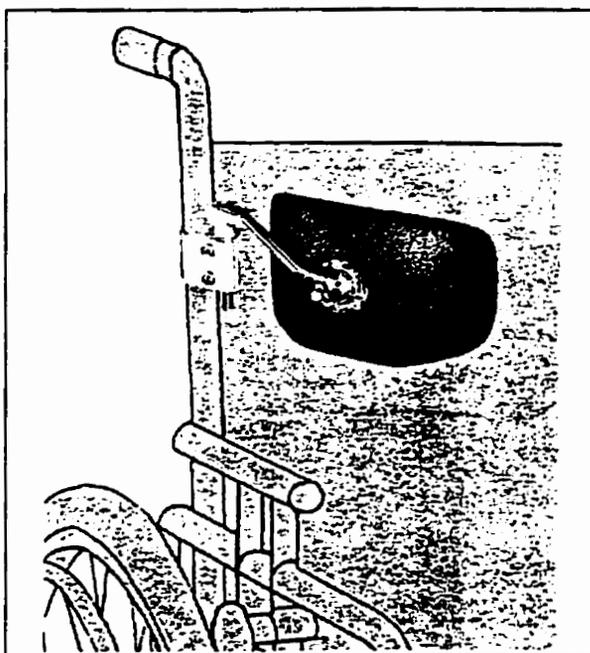


Figure 1.3 – Ajout d'appuis latéraux sur un fauteuil roulant (tirée d'Otto Bock REHA)

1.3.2 Autres caractéristiques recherchées

Il n'est pas suffisant de tenir compte seulement de la posture et du confort lors de l'attribution d'un dossier de fauteuil roulant. En effet, un dossier pour fauteuil roulant se doit aussi d'offrir les caractéristiques suivantes (Stone, 1996; Zollars et Axelson, 1993; Valiquette et Audet, 1992) :

- possibilité de faire des ajustements (support lombaire, appuis latéraux, angle siège-dossier, profondeur, hauteur, etc.);
- légèreté;
- facilité d'utilisation;
- simplicité;
- coût peu élevé;
- discrétion et esthétisme;
- durabilité et facilité d'entretien;
- matériaux de recouvrement permettant l'aération.

1.4 Utilisation actuelle des dossiers pour fauteuils roulants

Cette section a pour but d'introduire la problématique, c'est-à-dire expliquer pourquoi il est nécessaire de concevoir un nouveau dossier pour fauteuil roulant. Ainsi, en fonction des besoins que doit combler un dossier pour fauteuil roulant (voir section 1.3), les dossiers actuels seront présentés de manière à bien cerner les lacunes de la situation actuelle. Ces dernières permettront ainsi d'identifier clairement les besoins de ce projet.

1.4.1 Problèmes et avantages liés à l'utilisation des dossiers flexibles conventionnels

Les fauteuils roulants ont été conçus de manière à favoriser la mobilité des personnes handicapées. Pour des facilités de transport et de rangement, les fauteuils roulants à propulsion manuelle sont généralement pliables (Harms, 1990). Pour conserver cet avantage, la plupart des sièges et des dossiers des fauteuils roulants sont flexibles et faits de

vinyle ou de nylon. Selon Zacharkow (1984), la posture assise en fauteuil roulant avec un dossier flexible conventionnel est similaire à la posture assise non supportée (figure 1.4). Tel que le présente la figure 1.4, le dossier flexible conventionnel encourage l'arrondissement de la colonne vertébrale (Zollars et Axelson, 1993; Bergen et Presperin, 1990) et la bascule postérieure du bassin. De même, la lordose lombaire s'aplanit et une posture cyphotique est encouragée au niveau lombaire.

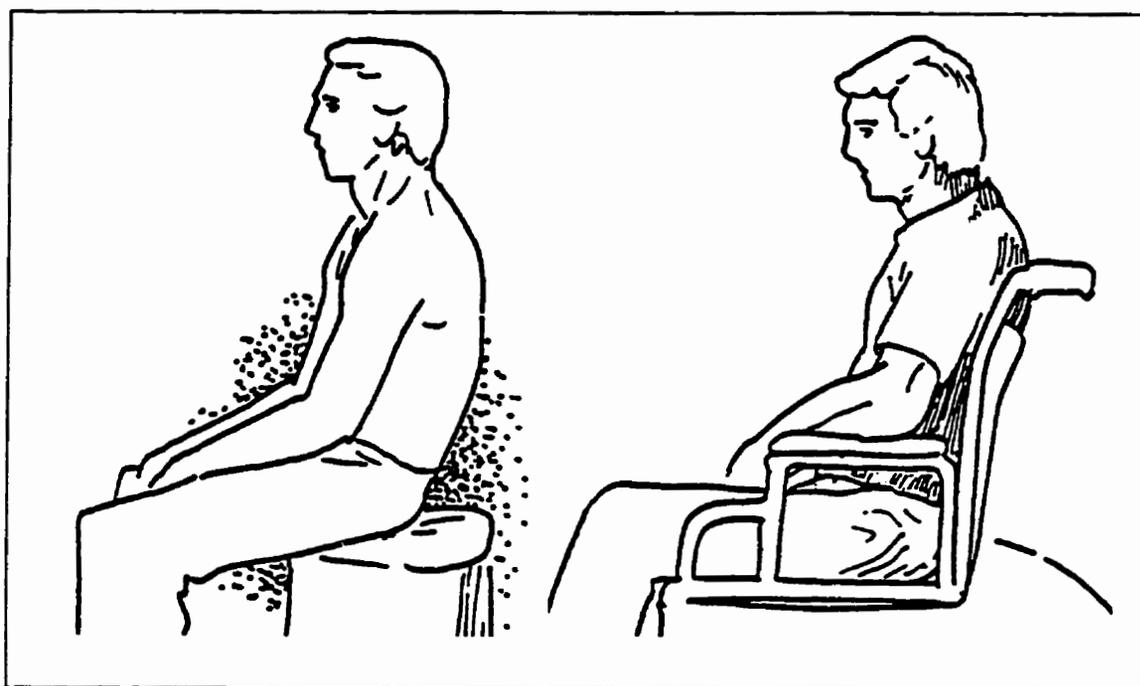


Figure 1.4 – Similarité entre une posture assise non supportée et la posture généralement retrouvée dans un dossier flexible conventionnel (tirée de Zacharkow, 1984)

Cette posture inadéquate peut aussi, à long terme :

- promouvoir les déformations de la colonne vertébrale et du bassin (Zollars et Axelson, 1993; Medhat, 1985);
- limiter la fonction (Engström, 1990, Medhat, 1985);

- causer des douleurs au niveau du dos et du cou (Medhat, 1985);
- causer du cisaillement entre la peau et le dossier (O'Neill, 1988);
- causer des escarres (Medhat, 1985).

De plus, les dossiers flexibles conventionnels offrent peu de maintien latéral du tronc. Malgré les problèmes qu'occasionne l'utilisation des dossiers flexibles, il n'en reste pas moins que ceux-ci possèdent certains avantages. Voici une liste partielle des avantages des dossiers flexibles conventionnels (Stone, 1996; Zollars et Chesney, 1994; Valiquette et Audet, 1992; Zacharkow, 1984) :

- facilement pliables pour faciliter le transport et le rangement du fauteuil roulant;
- légers et peu encombrants (ne nuisent pas à la propulsion du fauteuil);
- discrets et harmonisés avec la structure du fauteuil roulant;
- coût de fabrication et d'achat peu élevés;
- permettent l'aération si le dossier est fait de toile (dissipation de chaleur et d'humidité);
- simples.

1.4.2 Remplacement du dossier flexible conventionnel

Afin de prévenir ou de minimiser les inconvénients associés au manque de soutien/maintien du dossier flexible conventionnel, de nombreux modèles d'aides techniques à la posture (ATP) ont été développés. Ceux-ci offrent un soutien et un maintien plus adéquats (tels que remarqués cliniquement) pour les utilisateurs de fauteuils roulants qui nécessitent un soutien ainsi qu'un maintien latéral du tronc supérieur à ce qu'offrent les dossiers flexibles conventionnels actuellement disponibles

sur le marché. Ainsi, les principales interventions en terme de design ont porté sur l'amélioration du soutien et du maintien du bassin et du tronc afin d'optimiser la stabilité, le confort et l'autonomie de la personne, par un alignement, une reproduction de formes et une répartition de charge adéquats.

Il existe différents types de dossiers pour fauteuils roulants disponibles sur le marché canadien et américain pour remplacer les dossiers flexibles conventionnels. Parmi ceux-ci, il y a le coussin de mousse fixé sur une plaque rigide; ce type de dossier est reconnu cliniquement comme étant un des meilleurs dossiers au niveau de la posture et du confort (Valiquette et Audet, 1992; Harms, 1990; Medhat, 1985). Un autre type de dossier est le dossier à tensions « ajustables » qui est reconnu cliniquement (Engström, 1995) comme offrant une posture et un confort plus adéquats que le dossier flexible conventionnel. Ces deux types de dossiers pour fauteuils roulants sont présentés en détails dans cette section.

1.4.2.1 Ensemble plaque/coussin

La figure 1.5 illustre un ensemble plaque/coussin de la compagnie Jay Medical Ltd.. La plaque est fixée sur les montants du dossier du fauteuil à l'aide de structures d'appoint. Celles-ci permettent d'incliner la plaque par rapport aux montants du dossier. Le coussin est maintenu sur la plaque à l'aide de velcro ou de vis. Le processus de fabrication du coussin repose sur le devis technique complété par l'ergothérapeute (voir section 1.2). Ainsi, en fonction de la géométrie du dos du bénéficiaire et de ses besoins particuliers, le technicien construit le coussin à l'aide des éléments de forme spécifiés dans le devis. Les éléments sont collés sur la plaque et recouverts d'une couche de polyuréthane et le tout est par la suite inséré à l'intérieur d'une housse de nylon.

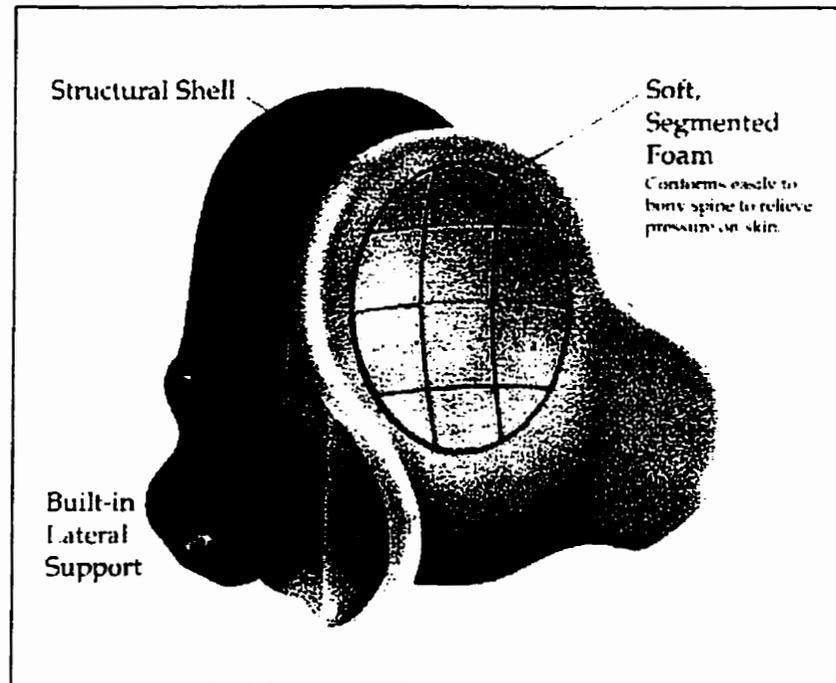


Figure 1.5 – Ensemble plaque/coussin (tirée de Jay Medical Ltd.)

Au niveau de la posture et du confort, il est reconnu cliniquement (Valiquette et Audet, 1992; Harms, 1990; Medhat, 1985) que l'ensemble plaque/coussin est un des types de dossiers qui permet d'obtenir les meilleurs résultats au niveau posture et confort car il offre les caractéristiques suivantes :

- possibilité d'incliner le dossier par rapport au siège;
- permet de distribuer la pression sur l'ensemble du dossier;
- maintien latéral du tronc adéquat;
- possibilité d'ajouter un support lombaire.

Il est donc compréhensible que la plupart des intervenants en positionnement conseillent à plusieurs bénéficiaires de changer leur dossier flexible pour un ensemble plaque/coussin, ceci afin d'éviter les problèmes reliés à une posture inadéquate (section

1.2.1). Cependant, l'ensemble plaque/coussin ne conserve pas la plupart des avantages des dossiers flexibles. En fait, l'utilisation de l'ensemble plaque/coussin entraîne les problèmes suivants (Les distributions Promed Inc., 1996) :

- Difficulté ou impossibilité de plier le fauteuil roulant, empêchant ou limitant l'utilisateur actif ou l'utilisateur secondaire de transférer le fauteuil dans une automobile. Ceci peut également entraîner des problèmes de rangement dans des espaces restreints.
- Alourdissement du fauteuil roulant pouvant limiter l'utilisateur à se propulser (l'augmentation de poids entraîne des difficultés à gravir des surfaces inclinées, des chaînes de trottoir, etc.).
- Modification de la position de l'utilisateur dans son fauteuil roulant pouvant affecter la stabilité du fauteuil roulant (variation de la localisation du centre de masse car il y a éloignement de l'épaule par rapport à l'axe de roue).
- Refus du client face à la solution proposée, pour des considérations d'esthétisme, de non acceptation de sa condition ou pour toute autre considération.

Ainsi, plusieurs usagers en fauteuils roulants préfèrent conserver leur dossier flexible plutôt que d'utiliser un ensemble plaque/coussin.

1.4.2.2 Dossier à tensions « ajustables »

Depuis quelques années, certaines entreprises offrent aux usagers un nouveau type de dossier flexible : le dossier à tensions « ajustables » (figure 1.6). Celui-ci est

généralement composé de trois ou quatre courroies horizontales intégrées à l'intérieur du dossier. La tension de chacune des courroies peut être modifiée de manière à accommoder la forme du dos dans le plan sagittal. Ce type de dossier améliore la posture des usagers (Engström, 1995) par rapport au dossier flexible conventionnel car il est possible d'accommoder les cyphoses légères ou de recréer la lordose lombaire tout en inclinant légèrement le dossier (par relâchement de la courroie supérieure). Ce dossier offre aussi un léger maintien latéral au niveau haut thoracique (Engström, 1995), mais seulement lorsque la courroie supérieure n'est pas trop tendue.

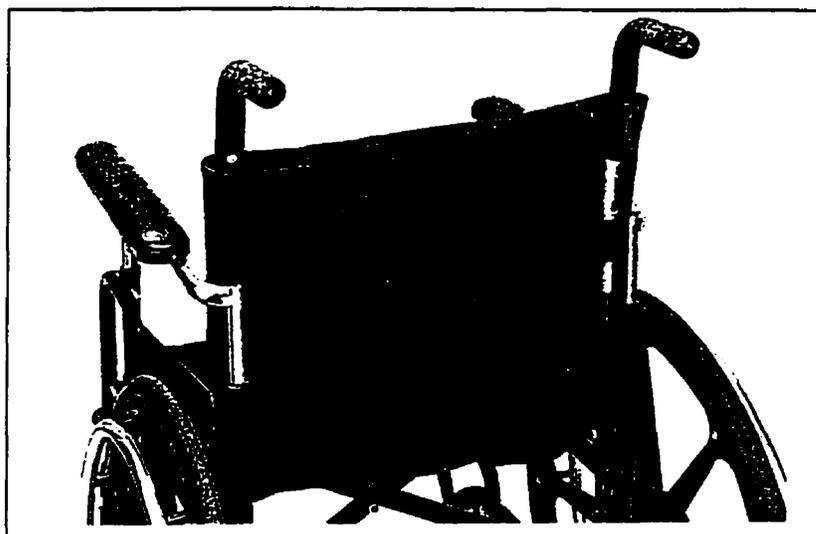


Figure 1.6 – Dossier à tensions « ajustables » (tirée d'Everest & Jennings Ltd.)

Bien que le dossier à tensions « ajustables » améliore la posture par rapport au dossier flexible conventionnel, il possède toutefois les désavantages suivants (tels que remarqués cliniquement) :

- maintien latéral limité, surtout pour les cas de lordose lombaire pour lesquels la courroie lombaire est tendue, ce qui diminue la profondeur;
- impossibilité, dans la plupart des cas, d'ajuster en hauteur la courroie lombaire (la hauteur de cette courroie dépend de la hauteur du dossier) et

d'accommoder les lordoses lombaires « normales » ainsi que les hyperlordoses légères;

- présence de vides entre les courroies, ce qui peut impliquer une distribution peu uniforme de la pression;
- peu de contact dans la région sacrée-coccygienne, surtout pour les cas en cyphose;
- méconnaissance des effets sur la posture des usagers à court et long terme (il n'y a pas d'étude clinique ou scientifique mettant en relation les effets des dossiers à tensions « ajustables » à la posture et au confort des usagers).

1.4.3 Autres types de dossiers pour fauteuils roulants disponibles commercialement

L'ensemble plaque/coussin et le dossier à tensions « ajustables » (section 1.3.2) ne représentent que quelques-uns des différents types de dossiers actuellement vendus sur le marché nord-américain (y compris au Québec). En effet, différents types de dossiers pour fauteuils roulants ont été développés pour pallier au manque de soutien/maintien des dossiers flexibles conventionnels. L'« Avanti personal back » (figure 1.7) est un dossier se fixant entre les montants de dossiers des fauteuils roulants. Le dossier peut être placé à différentes inclinaisons et différentes hauteurs. Il est aussi possible d'ajouter un support lombaire. Le « J2 Back » (figure 1.8) est un dossier qui se fixe également sur différents types de fauteuils roulants. Il possède des appuis latéraux et un support lombaire peut être ajouté en option. Ce type de dossier peut aussi être incliné par rapport à l'assise.

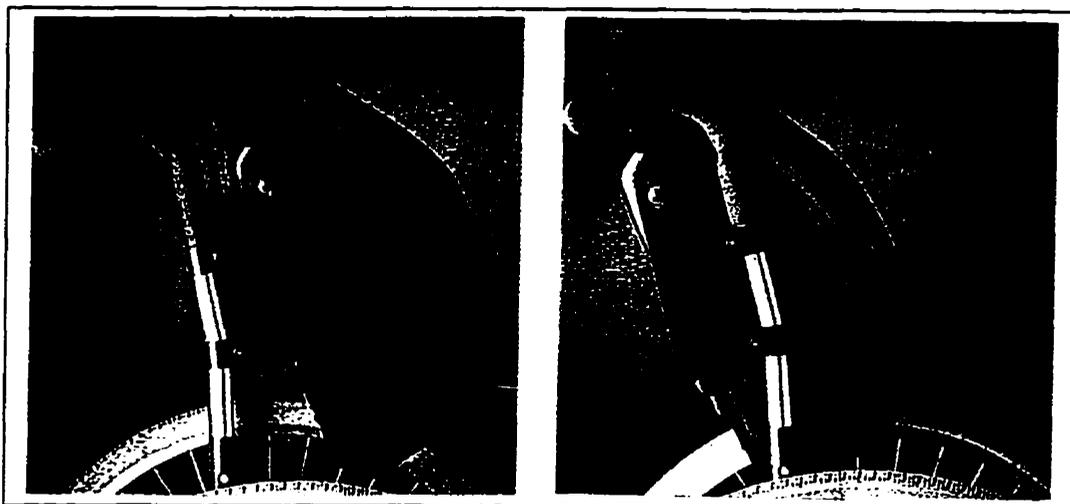


Figure 1.7 – Avanti personal back (tirée d’Invacare Inc.)

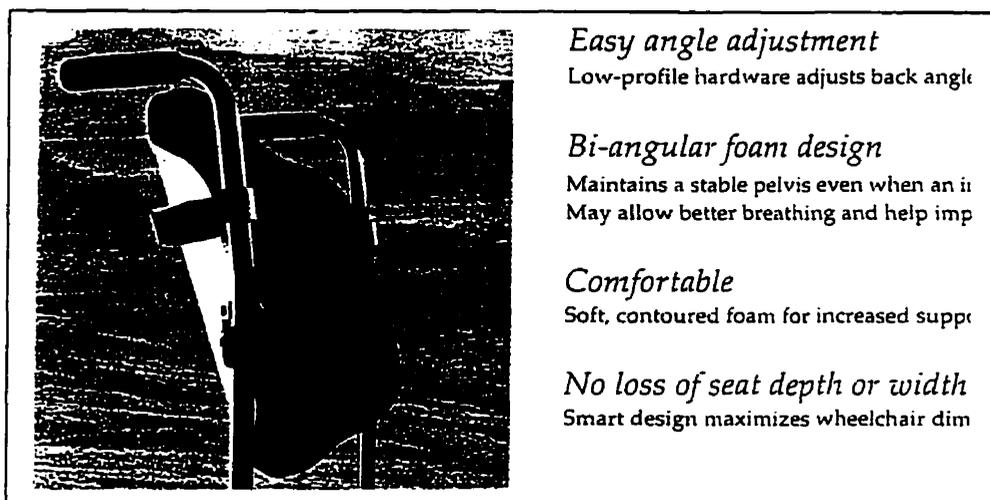


Figure 1.8 – J2 Back (tirée de JAY Medical Ltd.)

Quant au « Ulti-mate Air » (figure 1.9), ce dossier se distingue par la présence d'appuis latéraux faits de pochettes gonflables. Ainsi, la largeur entre les appuis latéraux peut être modifiée par augmentation du volume d'air à l'intérieur des pochettes. Le dossier peut être placé sur différents types de dossiers de fauteuils roulants et il est ajustable en

hauteur et en inclinaison. De son côté, le « Z-FLO Comfort back » (figure 1.10) représente un dossier composé d'un matériau visco-élastique nommé « floam ». Le Z-FLO s'installe et peut être facilement ajusté à différents types de dossiers flexibles conventionnels et il est possible d'intégrer un support lombaire. Il ne possède toutefois pas d'appuis latéraux.

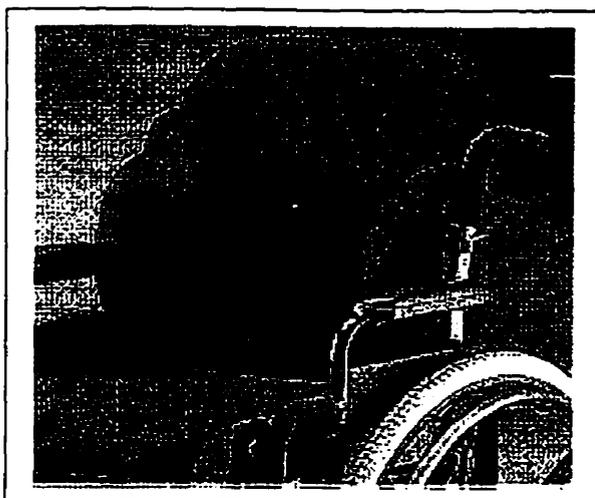


Figure 1.9 – Ulti-mate Air (tirée d'Invacare Inc.)

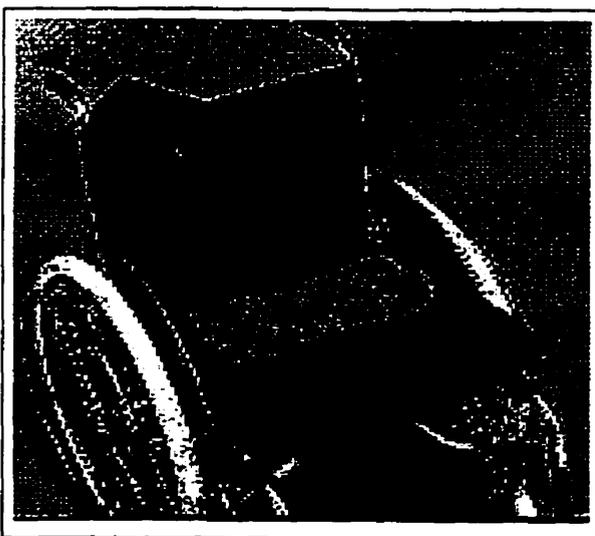


Figure 1.10 – Z-FLO Comfort Back (tirée d'Otto Bock REHA)

Le dossier « Adjustaback » (figure 1.11) est composé de cellules d'air (même principe que le coussin de siège ROHO). Il s'installe entre les montants des dossiers de fauteuils roulants. Il est possible d'y ajouter un support lombaire et le dossier est ajustable en hauteur et en inclinaison.

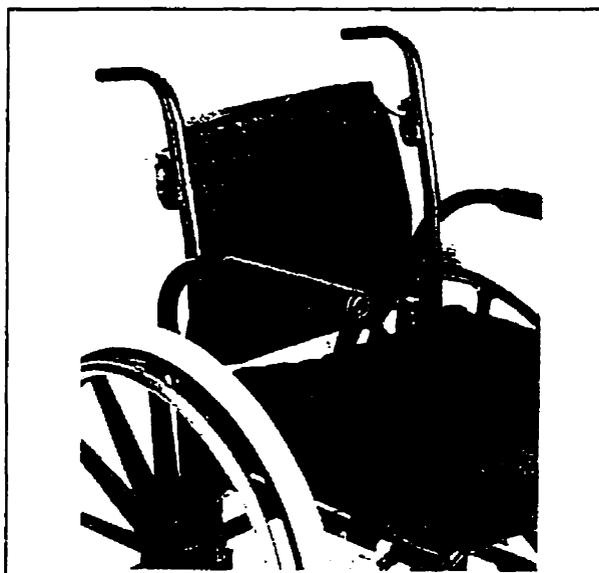


Figure 1.11 – Adjustaback (tirée de ROHO Inc.)

Enfin, le « PAXBAC » et le « JAY Combi lumbar support » (figures 1.12 et 1.13) représentent tous les deux des supports lombaires que l'on peut ajouter à un dossier flexible conventionnel. Le « PAXBAC » est placé à l'arrière du dossier et vient, à l'aide d'une courroie, tendre le dossier de manière à accommoder la lordose lombaire. De son côté, le « JAY Combi lumbar support » accommode aussi les lordoses mais se place à l'avant du dossier. Les deux types de supports peuvent être ajustés en hauteur.

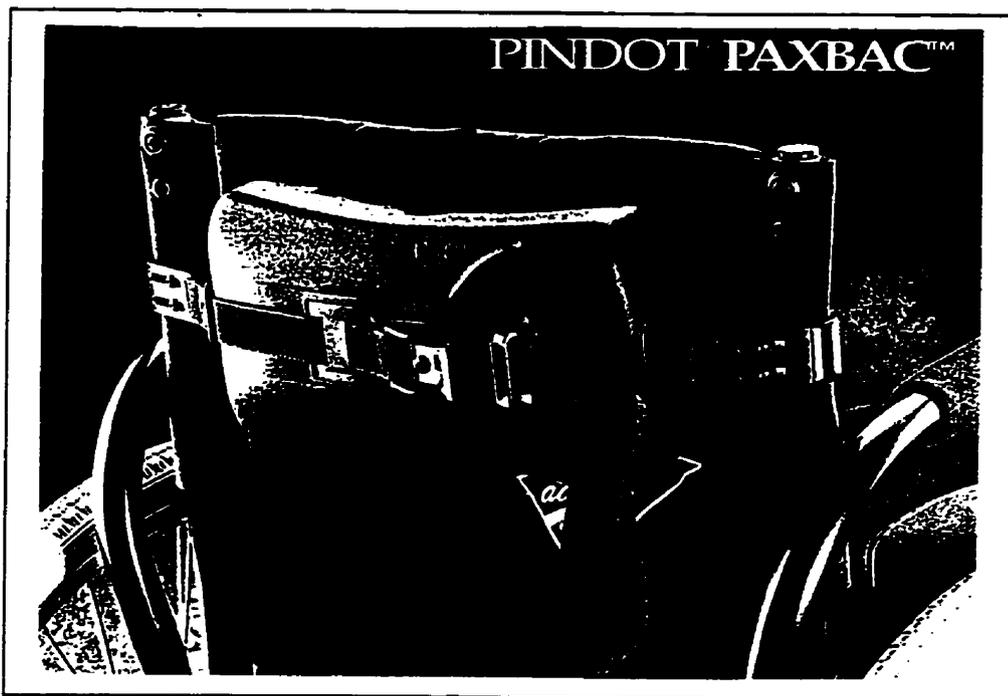


Figure 1.12 – PAXBAC (tirée de Pindot)

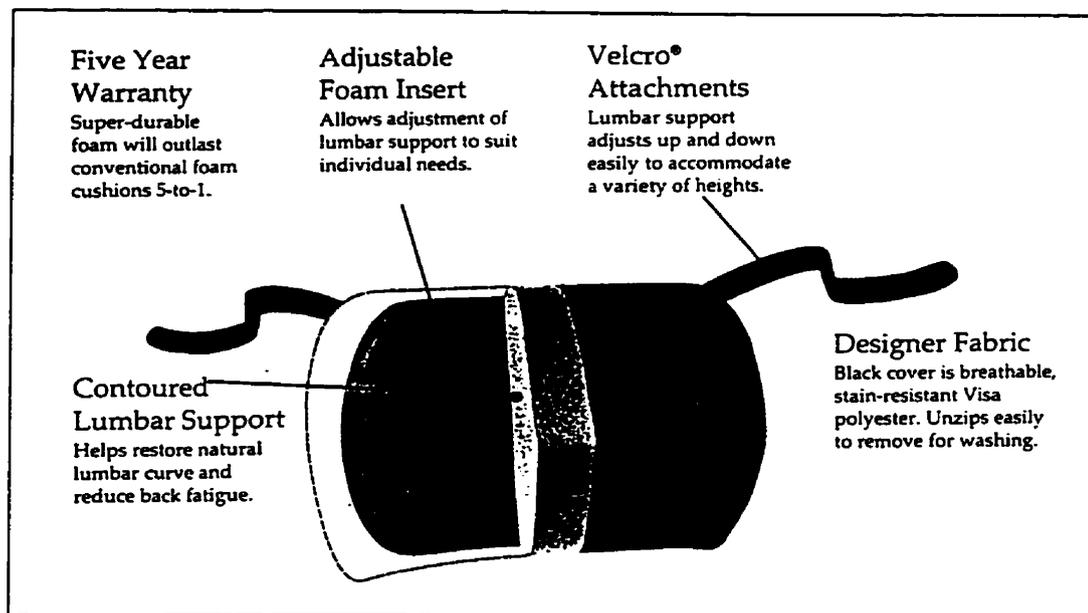


Figure 1.13 – JAY Combi lumbar support (tirée de JAY Ltd.)

Le tableau 1.1 présente les différents types de dossiers avec quelques caractéristiques pertinentes (selon les fabricants et Stone, 1996). Selon ce tableau, tous les types de dossiers possèdent un support lombaire. Toutefois, la plupart des dossiers pouvant offrir en plus des appuis latéraux et des ajustements coûtent plus de 600\$ et pèsent plus de 2kg. D'un autre côté, les dossiers pliables sont les moins dispendieux et les plus légers mais ne sont, en fait, que des supports ajoutés au dossier flexible existant (« PAXBAC » et « JAY Combi lumbar support »).

Tableau 1.1: Caractéristiques de quelques dossiers sur le marché

	Avanti personnel Back (fig. 1.7)	J2 Back (fig. 1.8)	Ulti-mate Air (fig. 1.9)	Z-FLO Comfort Back (fig. 1.10)	Adjustaback (fig. 1.11)	PAXBAC (fig. 1.12)	JAY Combi lumbar support (fig. 1.13)
Support lombaire?	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Appuis latéraux?	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non
Ajustements possibles?	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Non
Pliable sans être enlevé du fauteuil roulant?	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
Prix de vente du dossier	700\$	600\$	675\$	250\$	700\$	190\$	75\$
Poids du dossier	2 kg	2.8 kg	4 kg	2 kg	2.6 kg	0.7 kg	0.3 kg
Installation et entretien facile?	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

Il existe aussi quelques brevets qui ont été répertoriés concernant les dossiers pour fauteuils roulants sans toutefois avoir été commercialisés. En consultant une banque de

données sur les brevets américains (U.S. Patents, de 1980 jusqu'à 1997), il a été possible de trouver certains brevets pertinents. Le tableau 1.2 présente ces différents brevets.

Tableau 1.2 : Brevets américains de dossiers pour fauteuils roulants

Numéro du brevet	Date	Titre du brevet	Auteurs
5 573 302	12 novembre 1996	Lower back support	Harrison, Patrick N. et Medjedovic, Nedad B.
5 547 251	20 août 1996	Back support adjusting apparatus for chair with backrest flexible upholstery	Axelson, Peter W.
5 364 162	15 novembre 1994	Backrest assembly for a wheelchair	Bar, Christopher et Guthrie, Calvin L.
5 211 446	18 mai 1993	Wheelchair back system	Jay, Eric C. et Nordquist, Micheal H.
4 925 242	15 mai 1990	Adjustable lumbar back support system for a wheelchair	Harris, Godfrey et Hyde, Leslie K.

Le brevet #5 573 302 (Lower back support, figure 1.14) concerne un dossier auxiliaire rigide (non pliable) que l'on peut ajouter au dossier flexible conventionnel d'un fauteuil roulant. Ce dossier possède une plaque interne qui peut être courbée à tout moment selon différentes formes de manière à accommoder la lordose lombaire. Le dossier possède aussi des appuis latéraux. Le brevet #5 547 251 (Back support adjusting apparatus for chair with backrest flexible upholstery, figure 1.15) propose plusieurs types de coussins qui peuvent être placés à différentes hauteurs à l'arrière du dossier flexible d'un fauteuil roulant à l'aide d'une ou de plusieurs courroies attachées aux montants du dossier (semblable au « PAXBAC »). La tension des courroies peut être

modifiée de manière à varier la force de poussée contre le dossier flexible. Les coussins sont pliables sans être retirés des montants du dossier.

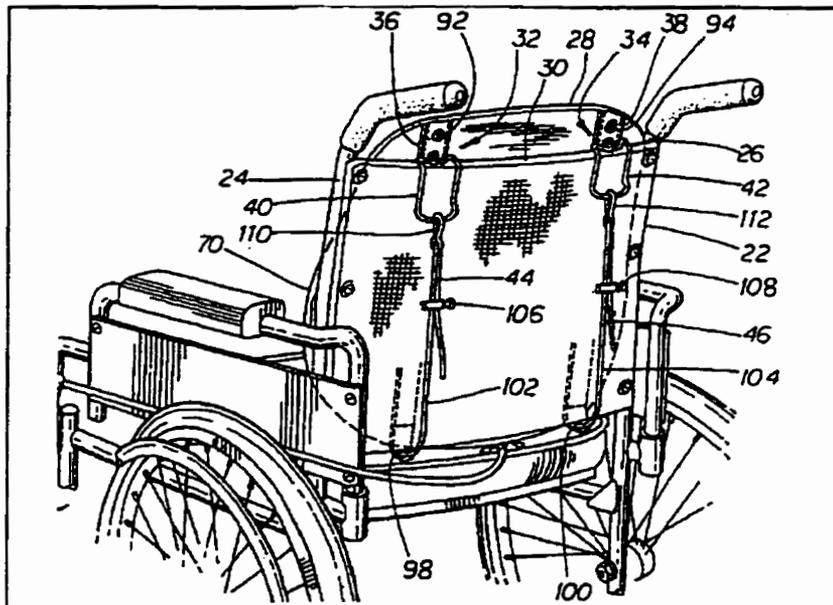


Figure 1.14 – Lower back support (tirée de U.S Patent #5 573 302)

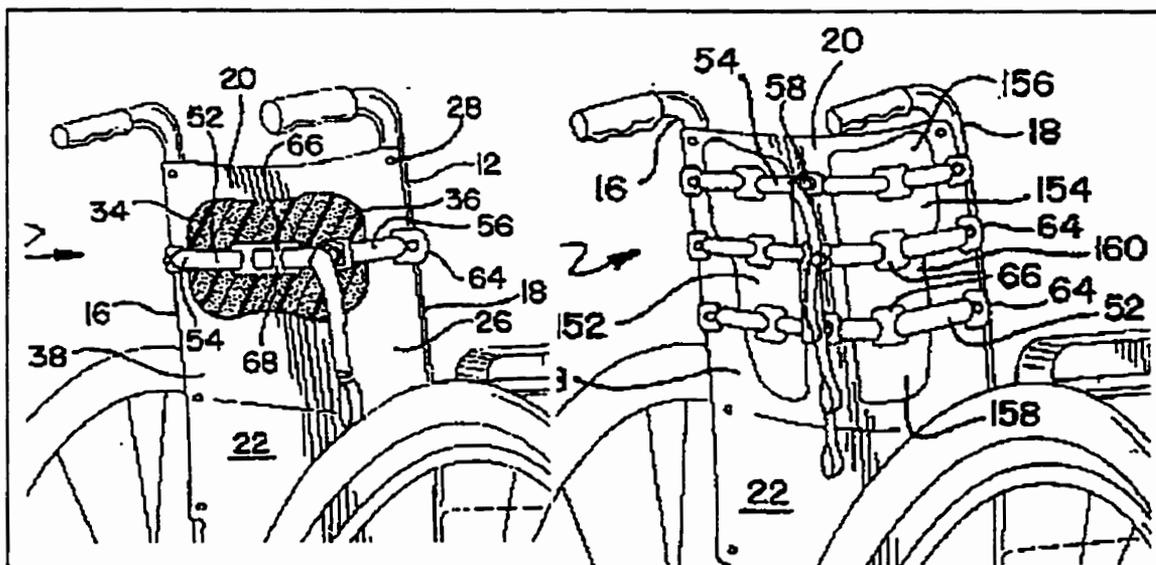


Figure 1.15 – Back support adjusting apparatus for chair with backrest flexible

upholstery (tirée de U.S Patent #5 547 251)

Le brevet #5 364 162 (Backrest assembly for a wheelchair, figure 1.16) présente un dossier pour fauteuil roulant dont la plaque arrière repose sur deux supports transversaux. Les deux supports peuvent être allongés ou raccourcis pour ajuster la largeur du dossier. Chaque extrémité des supports est reliée à un pivot permettant un ajustement vers le haut, le bas, l'avant et l'arrière. Les supports permettent aussi d'incliner le dossier par rapport au siège.

Le brevet #5 211 446 (Wheelchair back system, figure 1.17) présente un dossier rigide dont l'inclinaison et la position verticale par rapport aux montants du dossier peuvent être ajustées. Le dossier incorpore un support lombaire et des appuis latéraux qui peuvent être ajustés verticalement et horizontalement. Le dossier n'est pas pliable mais peut être facilement démonté du fauteuil roulant.

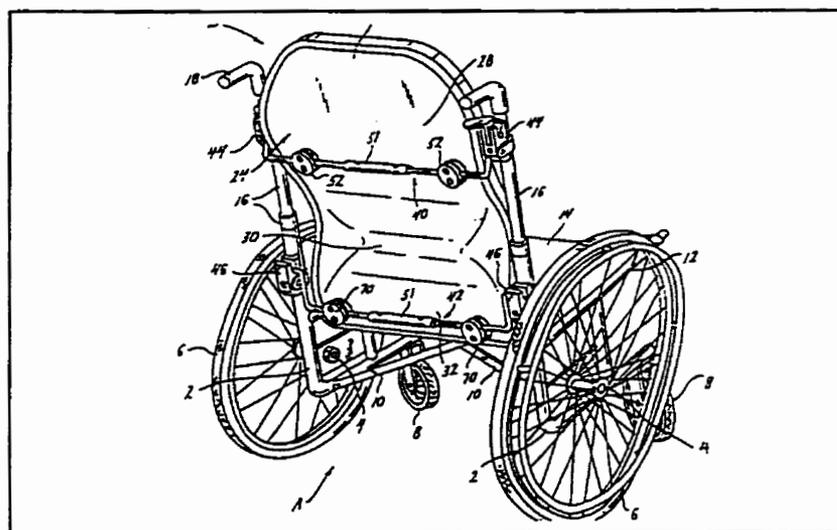


Figure 1.16 – Backrest assembly for a wheelchair (tirée de U.S. Patent #5 364 162)

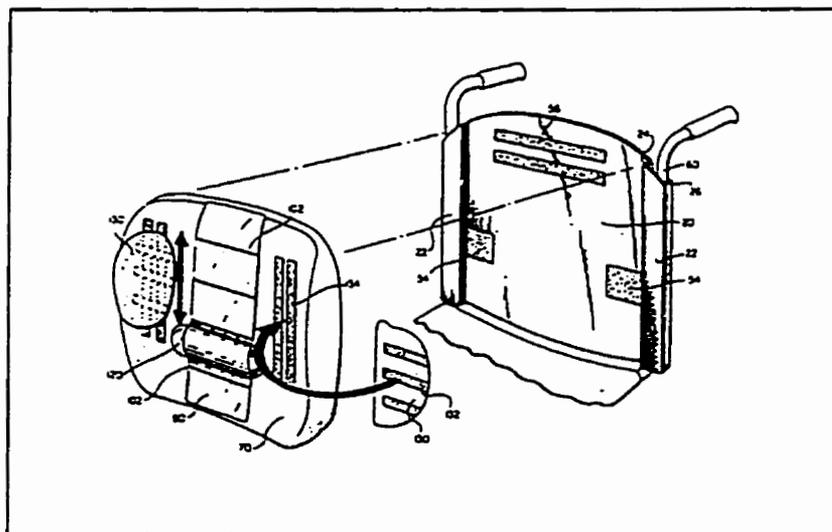


Figure 1.17 – Wheelchair back system (tirée de U.S. Patent #5 211 446)

Enfin, le brevet #4 925 242 (Adjustable lumbar back support system for a wheelchair, figure 1.18) décrit un support lombaire pour fauteuil roulant pouvant être ajusté en hauteur et en profondeur. Ce support se fixe aux montants du dossier du fauteuil roulant à l'aide de deux manchons. Le support lombaire est formé d'une tige transversale sur laquelle des éléments tronconiques sont montés. Ces éléments peuvent être déplacés longitudinalement et sont excentriques par rapport à la tige transversale pour permettre un ajustement avant/arrière des éléments par rotation de ceux-ci autour de la tige. Il est à noter que le fauteuil peut être plié en décrochant le support d'un côté et en l'abaissant verticalement.

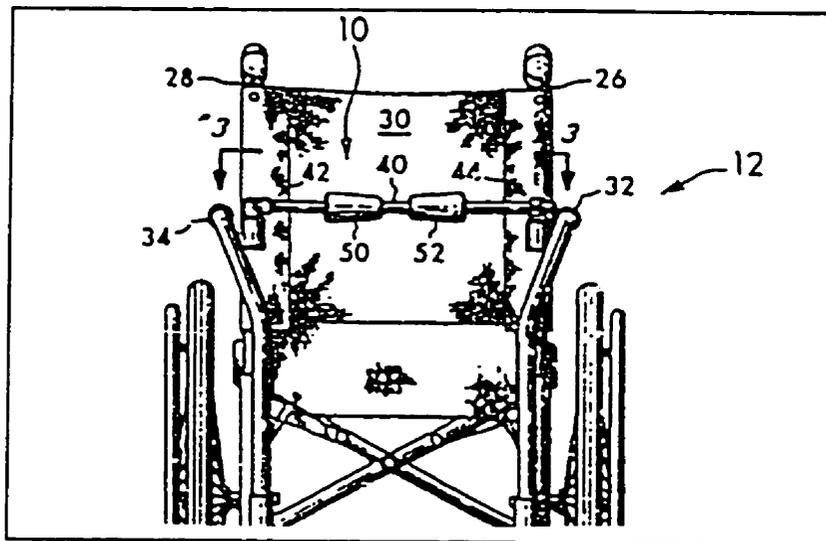


Figure 1.18 – Adjustable lumbar back support system for a wheelchair (tirée de U.S. Patent #4 925 242)

CHAPITRE II - APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE ET RÉSULTATS

Le chapitre II a pour but de présenter, sous forme d'articles, le développement et l'évaluation du nouveau dossier flexible. Pour bien situer le lien entre chaque article dans le cadre de ce projet de maîtrise, une brève description de la méthodologie utilisée pour atteindre les objectifs sera présentée au préalable. Par la suite, chacun des articles sera introduit. Finalement, un complément au niveau de la méthodologie de design a été ajouté à la section 2.4 pour permettre une meilleure compréhension des choix qui ont été faits tout au long de ce projet.

2.1 Situation du projet

Cette section présente la synthèse de la revue de littérature présentée au chapitre I de manière à préciser la situation actuelle et les besoins reliés à ce projet. Le tableau 2.1 présente les lacunes de la situation actuelle en fonction des différents types de dossiers pour fauteuils roulants que l'on retrouve sur le marché. À la lecture de ce tableau, il apparaît évident qu'aucun de ces dossiers ne présente une solution optimale pour permettre de combler tous les besoins requis (voir section 1.3) par les utilisateurs de fauteuils roulants désirant conserver les avantages des dossiers flexibles conventionnels et nécessitant plus de soutien et de maintien au niveau du tronc. À l'aide du tableau 2.1, il est maintenant possible de situer ce projet de maîtrise et les articles qui en découlent en relation avec la situation actuelle.

Tableau 2.1 : Lacunes de la situation actuelle

Types de dossiers	Lacunes
Dossiers flexibles conventionnels	<ul style="list-style-type: none"> • soutien du tronc peu adéquat • maintien latéral du tronc très limité • peu confortables • n'offrent pas ou peu d'ajustements
Dossiers à tensions « ajustables »	<ul style="list-style-type: none"> • reproduction peu adéquate des formes du dos dans le plan sagittal • ne semblent pas offrir une distribution de pression uniforme sur l'ensemble du dossier • maintien latéral du tronc limité
Ensembles plaques/coussins	<ul style="list-style-type: none"> • moins discrets que les dossiers flexibles • l'aération semble limitée • ne sont pas pliables facilement • le prix de vente est élevé (plus de 500\$) • plus lourds que les dossiers flexibles
Supports lombaires (PAXBAC et JAY Combi)	<ul style="list-style-type: none"> • reproduction peu adéquate des formes du dos dans le plan sagittal • maintien latéral du tronc très limité

Du tableau 2.1 découle la figure 2.1 qui présente la situation du présent projet de maîtrise. La première partie de ce projet consiste donc en la conception d'un nouveau dossier flexible qui rassemblera dans un même concept toutes les principales caractéristiques que doit offrir un dossier pour fauteuil roulant. La deuxième partie de ce projet consiste à évaluer et comparer le nouveau dossier avec un ensemble plaque/coussin et un dossier à tensions « ajustables » au niveau de la posture et du confort.

**Caractéristiques que doit offrir
un dossier pour fauteuil roulant :**

- | | |
|---------------------------|--|
| - facilité à être plié | - reproduction uniforme de la pression |
| - légèreté | - accommodation de différentes formes de dos |
| - permettre l'aération | - confort |
| - simplicité | |
| - prix de vente peu élevé | |
| - discrétion | |



**Dossiers flexibles
conventionnels**

**Dossiers à tensions
« ajustables »**

Supports lombaires



**Ensembles
plaques/coussins**

Problématique

**Il n'existe pas de dossier rassemblant
toutes ces caractéristiques dans un même concept**



Projet de maîtrise

1- Concevoir un prototype d'un nouveau dossier flexible (Article # 1)

**2- Comparer le nouveau dossier flexible au niveau de la posture
et du confort avec l'ensemble plaque/coussin et le dossier à
tensions « ajustables » (Article # 2)**

Figure 2.1 – Étapes du projet de maîtrise en fonction de la problématique

2.2 Objectifs du projet de maîtrise

Tel que présenté à la figure 2.1, les deux principaux objectifs du présent projet de maîtrise sont les suivants :

Au niveau de la conception du prototype du nouveau dossier flexible :

1) Préserver le **plus possible** les avantages des dossiers flexibles :

- facilité à être pliés;
- légèreté;
- peu dispendieux;
- discrétion;
- permet l'aération;
- simplicité.

2) Reproduire le **mieux possible** l'effet de soutien/maintien requis par une clientèle nécessitant l'utilisation d'un ensemble plaque/coussin :

- distribution uniforme de la pression;
- accommodation des formes du dos dans le plan sagittal;
- maintien latéral.

Au niveau des comparaisons entre les différents dossiers :

3) Développement de paramètres reliés à la posture et au confort et prise de mesures de la distribution de pression et du profil du dos dans le plan sagittal et évaluation du confort par questionnaire sur des sujets non handicapés pour le nouveau dossier, le

dossier à tensions « ajustables » d'Orthobab Inc. et de l'ensemble plaque/coussin (Les distributions Promed Inc.);

- 4) Comparaisons entre les résultats obtenus de manière à situer le nouveau dossier par rapport au types de dossiers disponibles sur le marché.

2.3 Méthodologie et résultats de conception du dossier

Comme l'indique le premier objectif, il a fallu concevoir et fabriquer un prototype d'un nouveau dossier flexible de manière à optimiser les sous-objectifs suivants : préserver le **plus possible** les avantages des dossiers à tensions "ajustables" et reproduire le **mieux possible** l'effet de soutien/maintien requis. Il était aussi primordial que la conception du prototype tienne compte des différents obstacles reliés à l'environnement du fauteuil roulant. Ainsi, pour les besoins du projet, le prototype a du être installé sur le fauteuil roulant manuel Prima d'Orthofab Inc. Pour arriver à optimiser les sous-objectifs reliés à la conception et à la fabrication d'un premier prototype, une méthodologie du design souvent utilisée à l'École Polytechnique de Montréal a été adaptée pour ce projet (Vinet et coll., 1996). Celle-ci permet de trouver une solution qui optimise un ensemble de critères de design définis à partir des besoins provenant des lacunes de la situation actuelle. Les étapes de cette méthodologie sont présentées à la figure 2.2.

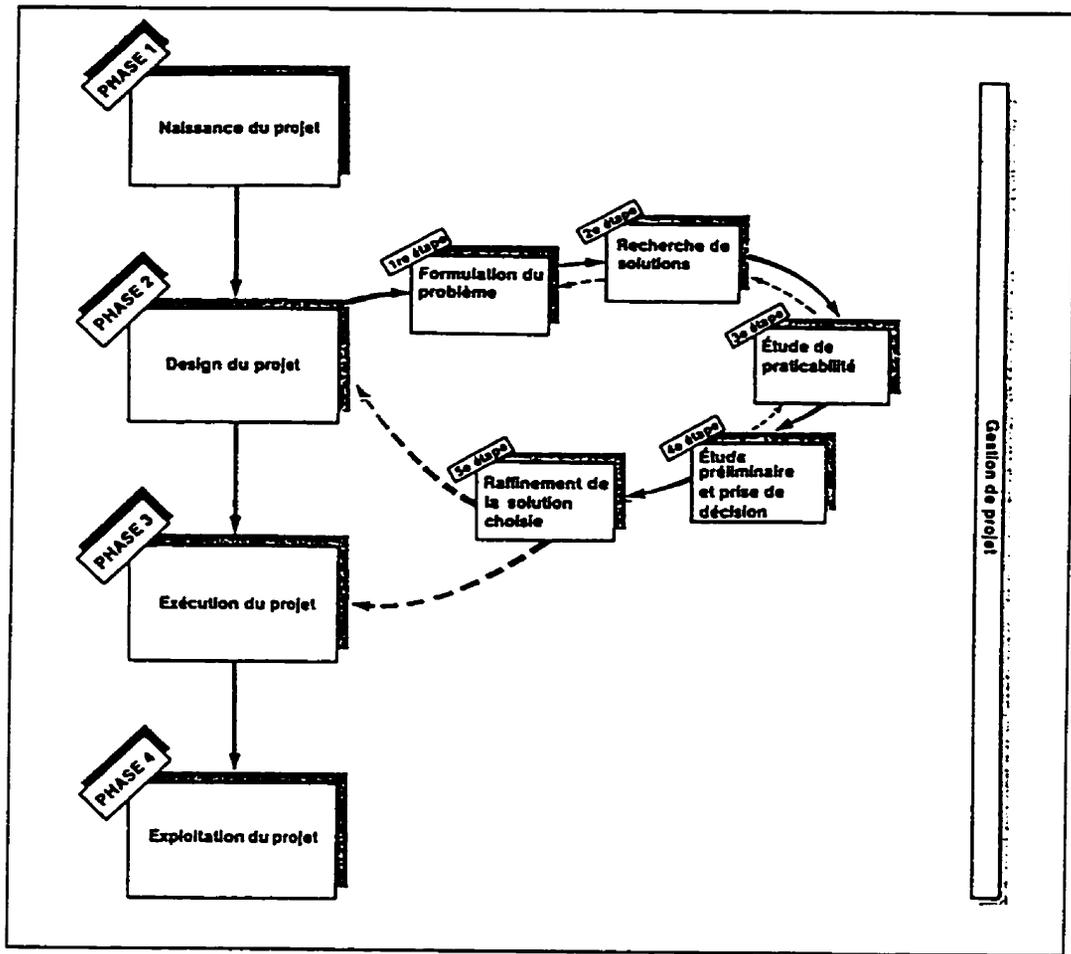


Figure 2.2 – Méthodologie de design utilisée (tirée de Vinet et coll., 1996)

2.3.1 Article # 1 : Design of a new concept of backrest for wheelchairs : the flexible contour backrest

Cette section présente le premier des deux articles qui font l'objet de ce travail. Cet article, soumis pour publication dans la revue *Assistive Technology*, décrit la méthodologie de design utilisée ainsi que le dossier conçu à partir de celle-ci. En plus de la méthodologie et du prototype, l'article présente une comparaison basée sur des estimations des critères de design réalisées par des experts du domaine entre le nouveau dossier et le dossier flexible conventionnel, l'ensemble plaque/coussin (Les distributions Promed Inc.) et le dossier à tensions "ajustables" (Orthofab Inc.). Ces deux derniers dossiers ont été choisis car ils représentent chacun un type de dossier souvent utilisé en Amérique du Nord pour remplacer le dossier flexible conventionnel (voir section 1.4.2). Quelques étapes de la méthodologie de design ne seront pas présentées dans cet article. Pour permettre une meilleure compréhension de la méthodologie utilisée, ces étapes seront présentées en détail à la section 2.3.2 et aux annexes A, B et C. Les plans du prototype sont présentés à l'annexe D alors que les estimations complètes des critères de design pour le dossier flexible conventionnel, le dossier à tensions « ajustables » et l'ensemble plaque/coussin sont présentées à l'annexe E.

DESIGN OF A NEW CONCEPT OF BACKREST FOR WHEELCHAIRS:
THE FLEXIBLE CONTOUR BACKREST

Frédéric Parent¹, B.Ing., Jean Dansereau¹, Ph.D.,
Claude Valiquette², Dip.O.&P., C.P.(C), Michèle Lacoste¹, O.T.

1- NSERC* Industrial Research Chair on Seating Aids

École Polytechnique de Montréal,

C.P. 6079, succ. "Centre-ville", Montréal, Québec, Canada, H3C 3A7

* Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada

2- Promed Inc.,

10370 Louis-H-Lafontaine, Anjou, Québec, Canada, H1J 2T3

Address correspondence and reprint requests to:

Frédéric Parent

Department of Mechanical Engineering, École Polytechnique de Montréal

Chaire Industrielle sur les aides techniques à la posture, local JB-6424

C.P. 6079, succ. "Centre-ville"

Montréal, Québec, Canada, H3C 3A7

Phone: (514) 340-4711 # 4977; FAX: (514) 340-3261

Email: parent@meca.polymtl.ca

ABSTRACT

Studies have shown that the use of a conventional sling backrest in wheelchair may have a negative impact on the posture and health of users. To avoid such problems, it is often replaced by a back cushion on a rigid interface in order to improve users' posture. However, use of the latter deprives many wheelchair users of the advantages provided by the sling backrest (easy folding, lightweight, low cost, unobstrusive, airiness and simplicity of design). In an effort to maintain these features while providing adequate posture, a new backrest was devised according to specific design criteria. The "flexible contour backrest" has been developed so that it can be adapted to a person's back contour by using stays, adjustable straps and curved back posts. Preliminary estimations done by some experts with commercially available backrests showed that design criteria were respected at 62.9% by the back cushion, at 64% by the sling backrest and at 68.7% by the adjustable-tension backrest. On the other hand, they were respected at 80% by the flexible contour backrest because its design brings together most of the features provided by these backrests. It can provide adequate posture while remaining easy to fold, light, unobstrusive, and airy.

KEY WORDS

wheelchair, backrest, sling, cushion, design, posture

INTRODUCTION

Manual wheelchairs usually come with conventional sling backrests (Fig. 1). Originally, this type of backrest was designed to allow for easy folding of the wheelchair. At the beginning of the 80's, many clinicians noticed that the conventional sling backrest

presented several disadvantages concerning posture and comfort. Some studies have demonstrated that its use may negatively affect posture, comfort, function and health (Zollars & Axelson, 1993; Bergen & Presperin, 1990; Harms, 1990; Medhat & Redford, 1985; Zacharkow, 1984). In fact, they may cause the spine to curve forward and produce a posterior tilting of the pelvis, which can lead to back and neck pain, and even to long-term deformities of the spine and pelvis (Zollars & Axelson, 1993). Moreover, it does not provide enough lateral trunk support to prevent, manage or correct trunk alignment problems.

Considering these problems, the development of special seating for persons with a disability is an important issue. Over the past few years, the number of types of backrests for wheelchairs has increased significantly (Stone, 1996). The most popular kind of backrest is undoubtedly the combination of a back cushion on a rigid interface (Fig. 1). There is general consensus that from a posture standpoint, it offers some of the best solutions (Valiquette & Audet, 1992). Its use however deprives many wheelchair users of the advantages of sling backrests. Indeed, back cushions on rigid interfaces make the chair difficult or impossible to fold for transportation or storage purposes. They also make the wheelchair heavier, and this may affect propulsion and transportation. Moreover, they often modify the user's position, which may affect stability and propulsion, and finally, they are not as simple and unobtrusive as sling backrests (Engström, 1995; Zollars & Axelson, 1993; Valiquette & Audet, 1992). For these reasons, many wheelchair users prefer to use a sling backrest instead of a back cushion on rigid interface. Given this context, the design of a new backrest was justified.

At the beginning of the 90's, adjustable-tension backrests (Fig. 2) were introduced on the market to retain the sling backrests advantages while accommodating normal back geometry to mild kyphosis by the use of adjustable straps. Clinically, it is recognized that this type of backrest offers better posture than the conventional sling backrest

(Engström, 1995). Adjustable-tension backrests were designed in a trial to reach the advantages provided by back cushions on rigid interfaces on posture and comfort. However, they often provide poor lateral trunk support and do not allow optimal pressure distribution throughout the backrest because pressure is primarily located at the strap levels. Finally, some adjustments are still lacking to maintain neutral pelvic position and lumbar lordosis.

The purpose of this article is to introduce the flexible contour backrest, a new backrest designed to provide better posture than that given by sling and adjustable-tension backrests, while retaining as many of the latter's advantages as possible. The new backrest was designed by using a specific methodology and both are presented in this article. Also, preliminary estimations based on design criteria have been made between the flexible contour backrest and commercially available backrests: a conventional sling backrest, a back cushion on a rigid interface and an adjustable-tension backrest.

METHODS

Objective

The goal of this project consisted to design and produce a first prototype of a new backrest that would:

1. provide the best possible posture for users who require more efficient posterior and lateral trunk support than that provided by the sling and adjustable-tension backrests and for whom :
 - the use of a back cushion, although it has been prescribed, cannot be considered for personal reasons (esthetic, non acceptance, etc.);

- additional postural components, though advisable, cannot be considered for functional reasons;
 - the weight of a wheelchair to which a back cushion on a rigid interface has been added could affect propulsion.
2. preserve to the highest degree the positive features of sling and adjustable-tension backrests :
- easy folding;
 - lightweight;
 - low cost;
 - unobstrusive;
 - simplicity of design.

Design criteria

A specific design methodology was used (Vinet et al., 1996) in order to seek the best solution possible to this specific problem, by optimizing the design criteria established on the basis of user needs. This methodology was applied by a multidisciplinary team made up of many experts and clinicians in the field of seating and positioning. The first step was to define design criteria on the basis of identified needs. The methodology required that each design criterion be ascribed with weight factors, and that they be classified according to their degree of importance. Drawing from the main objective, the literature review and the multidisciplinary team's recommendations, the following design criteria and their weight factors were established (Table 1):

Posture

The quality of user's posture is related to pressure distribution. It is well known that one of the general goals of seating (Stone, 1996; Trefler & Hobson, 1993) is to achieve a balanced distribution of pressure throughout the backrest. Posture is also linked to the possibility of reproducing as well as possible the trunk alignment of each user (Ward, 1994; Zollars & Axelson, 1993). The backrest must therefore be suited to accommodate different back shapes (from normal geometry to mild kyphosis), while offering adequate lateral trunk support. In order to achieve adequate posture for different trunk shapes, the backrest must also be adjustable.

Easy use

The new backrest must not make the user's life more complicated, and must therefore reproduce the manageability feature of sling and adjustable-tension backrests.

Simplicity of design

Simplicity is a criterion that relates to the design of the backrest and its use. The backrest must be designed in such a way that it is simple to build, install and manipulate.

Minimum cost

The cost of the new backrest must be as low as possible in order to be affordable for most users or funding agent.

Unobstrusive

The new backrest must blend as much as possible with the wheelchair and be attractive.

Maximum airiness

To enable the dissipation of heat and humidity, the backrest must be as thin as possible and made of airy material.

There was general agreement among multidisciplinary team members that the weight factors associated to these criteria represented the best possible compromise in order for actual needs to be adequately taken into account, and to meet the main objective of this project. The posture criterion was the most important because the objective of this study was to design a new backrest which provides the best possible posture for most of users. In this way, 45% was granted to this criterion. Ease of use and simplicity are both important for the users and people of their surroundings. In fact, they represent criteria relating to the advantages of sling and adjustable-tension backrests; 20% was granted to each. Other criteria also represent advantages of these latter backrests and were considered for this project. However, they were less important for the first prototype and this is why 5% was granted to them.

Preliminary evaluation

From the design methodology used, an optimal backrest was developed and fabricated. In order to conduct some preliminary evaluations of this backrest, the design criteria were evaluated for some commercially available backrests. Evaluations were done individually by each multidisciplinary team member. Results were gathered to determinate the score of each backrest out of one hundred. To evaluate how much a concept scored for each criterion, an evaluation grid composed of quantitative and qualitative landmarks was established. Three kind of backrests were used: a back cushion on a rigid interface furnished by Promed Inc. (Fig. 1), a conventional sling backrest (Fig. 1) and an adjustable-tension backrest (Fig. 2) both furnished by Orthofab Inc.

RESULTS

Description of the new design: the flexible contour backrest

A first prototype of the optimal design developed from the methodology was made (Fig. 3 a). The flexible contour backrest is composed of foam ($\frac{1}{2}$ in. thick) and of nylon tissue. These materials were selected because they are light, airy and fold easily. The backrest is divided in two main regions: the posterior trunk and the lateral trunk regions. To offer adequate posterior trunk support, three nylon straps and four aluminum stays are used in the flexible contour backrest (Fig. 3 b). The idea of using stays originates from the fact that they can reproduce different back shapes on the sagittal plane (from normal geometry to mild kyphosis) since they can easily be bent into shape (Fig. 4). Each stay has a height of 12 in. and a width of $\frac{5}{8}$ in. Their stiffness depends on their thickness; a thickness of $\frac{1}{16}$ in. is sufficient for stays to support back curves on the sagittal plane and they remain easy to manipulate. This thickness can be modified if different stiffness is needed. Four pockets were sewed inside the backrest to insert stays. Back curves are not given enough support with stays alone, so three adjustable straps were added. The height of the lumbar strap can be adjusted. The combination of stays and straps allows for better pelvic stability and flexibility in adjusting to lumbar geometry. Furthermore, by increasing the contact surface, the use of stays enables even distribution of pressure through the flexible contour backrest.

In seeking to provide adequate lateral trunk support, an original idea based on the shape of back posts was developed. Conventionally, the back posts of wheelchairs are straight and serve two main purposes : they hold the backrest in place and allow an assistant to push the wheelchair (with the use of handles). An additional purpose was devised for the new backrest, that of providing support for the lateral trunk by changing the shape of back posts on the sagittal plane (Figs. 3 b), 5). The flexible contour backrest achieves this up to a depth of 4 inches. However, curving the back posts alone is not enough to

achieve adequate lateral trunk support : it is essential that the width between posts correspond to the width of the user's trunk. Back posts of the flexible contour backrest are built in such a way that they can rotate inward to decrease this width (or outward to increase it). The lateral trunk region is padded with 1in. foam so that back posts cannot be felt against the back so as to enable the user to be seated comfortably.

Estimation based on design criteria between the new backrest and commercially available backrests

Table 2 shows the results of the design criteria evaluations of the flexible contour backrest, the back cushion on a rigid interface, the adjustable-tension backrest and the conventional sling backrest. The new backrest obtained the highest score with 80.0%. The back cushion and the sling backrest obtained 62.9% and 64.0% respectively. On the other hand, the adjustable-tension backrest obtained 68.7%. The back cushion has a high score for the posture criterion (44% out of 45%); this score drops to 9% for the sling backrest and to 17% for the adjustable-tension backrest. Scores for the remaining criteria were low for the back cushion while reaching maximum values for the sling and the adjustable-tension backrests. As for the flexible contour backrest, high scores were achieved for most of the criteria (36.4% out of 45% for posture, 20% out of 20% for easy use and 5% out of 5% for unobstrusive and airiness) and were average for the criteria simplicity of design (12.6% out of 20%) and minimum cost (2% out of 5%).

DISCUSSION

Comparisons made between the flexible contour backrest and commercial backrests were done in a design context in relation with design criteria established from the design methodology used. At this stage, results of these comparisons are preliminary but they nevertheless represent an appropriate approach to evaluate the new backrest with actual

backrests. From these comparisons, it is relevant to note that although the score of the sling backrest is similar to the back cushion (62.9% versus 64%), these scores do not relate to the same criteria : the back cushion got the majority of its points for posture while the sling backrest scored high for the criteria linked to its advantages (easy to use, simplicity of design, minimum cost, unobstrusiveness and maximum airiness). The back cushion is indeed clinically recognized as one of the best backrests in providing adequate posture. However, it does not reproduce the advantages offered by the sling backrest. Indeed, it can hinder propulsion; it is heavier and does not fold easily; its design is more complicated; and finally, it is more costly and obstrusive.

As expected, the adjustable-tension backrest, which was designed to improve posture in respect to the sling backrest, scored higher than this latter for the posture criterion (17% versus 9%) while having similar scores for the other criteria. Results showed that the adjustable-tension backrest offers better posture than sling backrest while keeping most of its characteristics. However, the score 17% is far from the score obtained by the back cushion (44%) because it does not offer lateral trunk support and does not allow uniform pressure distribution throughout the backrest.

On the other hand the flexible contour backrest, which was designed to offer better posture than sling and adjustable-tension backrests, draws closer to the back cushion for the posture criteria (36.4% versus 44%). In fact, the flexible contour backrest provides many adjustable features which allow to offer better pressure distribution throughout the backrest while accommodating more efficiently back shapes than the adjustable-tension backrest does. The flexible contour backrest however obtained less than the back cushion because it does not provide lateral trunk support as deeply as that afforded by this latter. The flexible contour backrest was also designed to retain the most of the characteristics of conventional sling backrests; so results showed that the new backrest scored high for the majority of the criteria related to these characteristics. However, its average scores for simplicity of design and minimum cost (12.6% out of 20% and 2%

out of 5%) can be explained by the fact that this new backrest remains only a prototype; its design and manufacturing processes have not yet been optimized.

Overall, the flexible contour backrest nevertheless obtained the highest score (80.0%), because it brings together in a single design most of the advantages of previous backrests. It can provide adequate posture because to its many adjustable features (curved back posts which can be rotated, straps and stays); it can be easily folded without being removed from the wheelchair, it is unobstrusive and its weight being less than 1 kg. Adjustments can be performed easily and within a short time (less than 10 min) and it offers good airiness (it is less than 1 in. thick). Such results show that the flexible contour backrest adequately meets the goals outlined in this project.

The above results rest on the validity of weight factors associated to the design criteria established and on the assessments made by members of the multidisciplinary team. Would these results change significantly if weight factors were altered? A sensibility test was done to see to what extent weight variations might affect results. Each important weight factor (20% and more) was simultaneously changed of $\pm 5\%$. None of these variations had any impact on the rank achieved by each backrest. Indeed, the flexible contour backrest consistently kept the highest score, followed away by the other backrests. Even though the weight factors applied here seem adequate, it must be remembered that the posture evaluation remains speculative at this stage, because no measurements have yet been made to accurately evaluate the effects of the new backrest on posture. A thorough evaluation of the latter is now underway, and will be used to verify if estimated results presented in this paper will be confirmed by trials on users.

CONCLUSION

Based on a design methodology, a new flexible contour backrest was designed to keep the sling and the adjustable-tension backrests advantages while offering adequate

posture. Preliminary assessments were made in relation with the design criteria for the new backrest and commercially available backrests such the back cushion on a rigid interface, the conventional sling backrest and the adjustable-tension backrest. Comparisons show that design criteria were respected at 62.9% for the back cushion, at 64% by the sling backrest, at 68.7% by the adjustable-tension backrest and at 80% by the flexible contour backrest. According to these results, the new backrest brings together in a single design most of the features that these procure: adequate posture, manageability, lightness, unobstrusiveness and airiness. These comparisons however were done in a design context and a thorough evaluation with users needs to confirm these estimated results.

Results of this study show that the flexible contour backrest could be suitable for persons who need more posterior and lateral trunk support than that provided by the sling or the adjustable-tension backrest. It can offer a good alternative to users with manual wheelchairs who are active enough to need a backrest that is light, folding, airy, comfortable and unobstrusive, and who do not want to use back cushion on rigid interface. This technology could also be suitable for other users, for example elderly persons, as it could prove less restrictive than conventional seating in terms of wheelchair propulsion.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded by the NSERC (Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada), Promed Inc. and Orthofab Inc. Special thanks are made to Rodha Weiss Lambrou, Francine Bérubé and Rachid Aissaoui.

REFERENCES

1. Bergen & Presperin (1990). Positioning for functions : wheelchairs and other assistive technologies. Valhalla Rehabilitation Publications, Ltd.
2. Engström B. (1995). Ergonomics and wheelchairs, manual of principles. Posturalis Books.
3. Harms M. (1990). Effects of wheelchair design on posture and comfort of users. *Physiotherapy*, 76, 5, 266-271.
4. Medhat M. A. & Redford J. B. (1985). Experience of a seating clinic. *International Orthopaedics*, 9, 279-285.
5. Stone J. (1996). Clinical considerations in the selection of commercial wheelchair backs. 12th International Seating symposium, Vancouver (pp. 221-224).
6. Treflef E. & Hobson, D. (1993). Seating and mobility for persons with physical disabilities. *Therapy Skill Builders*.
7. Valiquette C. & Audet J. (1992). Pushing the limits of the sling concept: the contoured sling backrest. Canadian seating and mobility conference, Toronto.
8. Vinet R., Chassé D. & Prigent R. (1996). *Méthodologie des projets d'ingénierie et communication (Cours 2.190)*, 6^e édition. École Polytechnique de Montréal, département de génie mécanique, Montréal.
9. Ward D. (1994). *Prescriptive Seating for Wheeled Mobility*, volume I. Health Wealth International. Kansas City.
10. Zacharkow D. (1984). *Wheelchair posture and pressure sores*. Springfield, Illinois.
11. Zollars J & Axelson P. (1993). The back support shaping system: an alternative for person using wheelchairs with sling upholstery. *Proceedings of the 16th Annual RESNA Conference, Las Vegas : RESNA Press (pp. 274-276)*.

Table 1 Article 1 : Design criteria established from the needs.

Design criteria	Weight factor associated
Posture: <ul style="list-style-type: none"> • Pressure distribution • Reproduction of pelvic and trunk alignment of each user • Adjustability 	45 %
Easy use: <ul style="list-style-type: none"> • Easy to fold • Lightweight • Non-alteration of the propulsion • Maintenance and adjustments • Minimum crowding 	20 %
Simplicity: of design <ul style="list-style-type: none"> • Simplicity of the manufacturing techniques • Minimum number of components • Easy to install • Minimum time to make adjustments 	20 %
Minimum cost	5 %
Unobstrusiveness	5 %
Maximum airiness	5 %
<u>Total</u>	100 %

Table 2 Article 1 : Summary of the evaluation of design criteria for four types of wheelchair backrests

	Flexible contour backrest	Back cushion on rigid interface	Adjustable-tension backrest	Conventional sling backrest
Posture (45%)	36.4 %	44 %	17 %	9 %
Easy to use (20%)	20.0 %	7.3 %	20 %	20 %
Simplicity (20%)	12.6 %	9.6 %	17.7 %	20 %
Minimum cost (5%)	2 %	0 %	5 %	5 %
Discretion (5%)	4 %	2 %	5 %	5 %
Maximum airing (5%)	5 %	0 %	4 %	5 %
Total for the whole criteria	80.0 %	62.9%	68.7 %	64.0 %

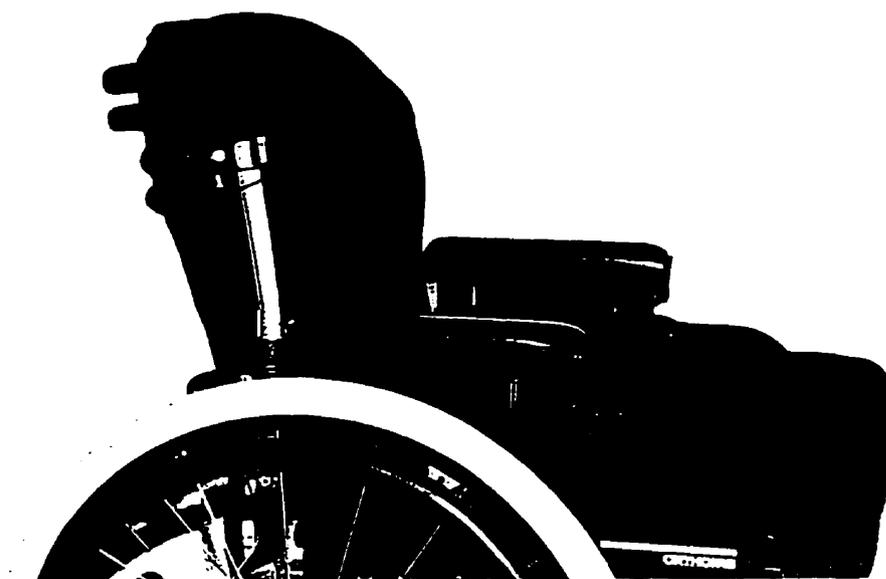
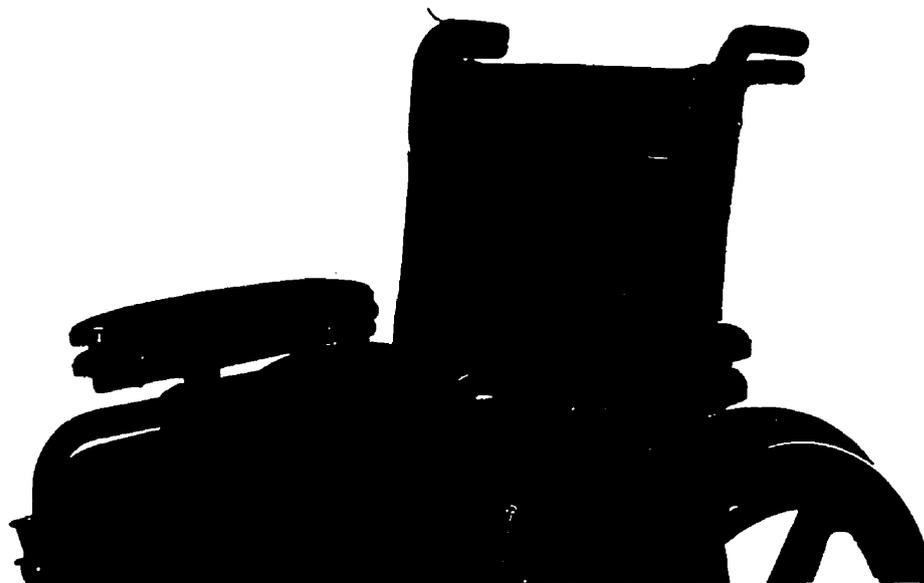


Figure 1 Article 1 – Two types of wheelchair backrests often used: a conventional sling backrest (up) and a back cushion on a rigid interface (down).

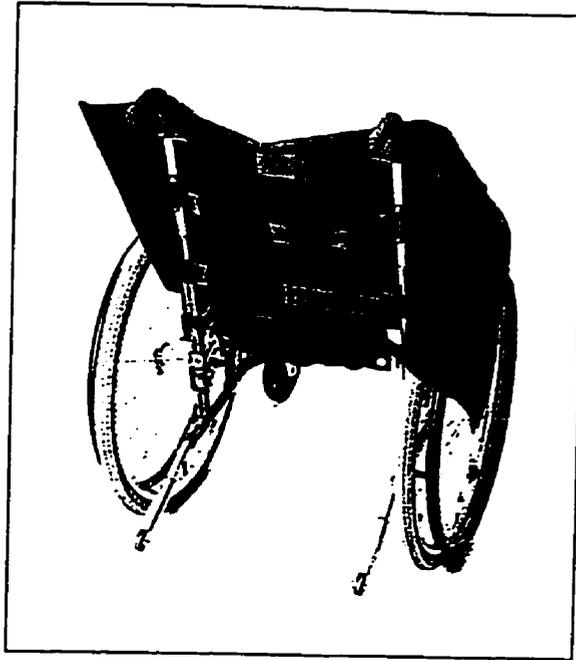


Figure 2 Article 1 – An other type of wheelchair backrest: an adjustable-tension backrest

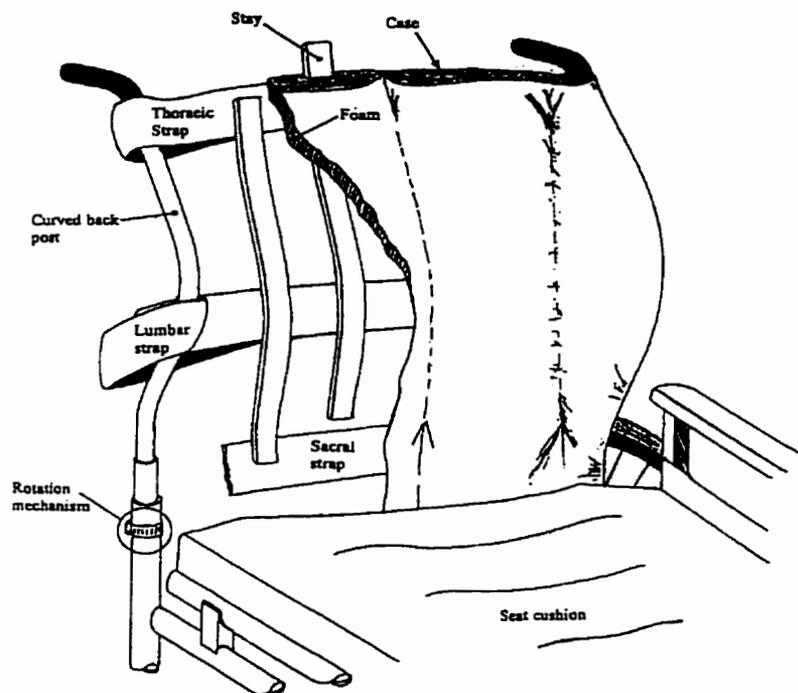


Figure 3 Article 1 – The flexible contour backrest : a) actual prototype installed on a manual wheelchair; b) main characteristics of the new backrest.



Figure 4 Article 1 – Various shapes of aluminum stays used in the flexible contour backrest.

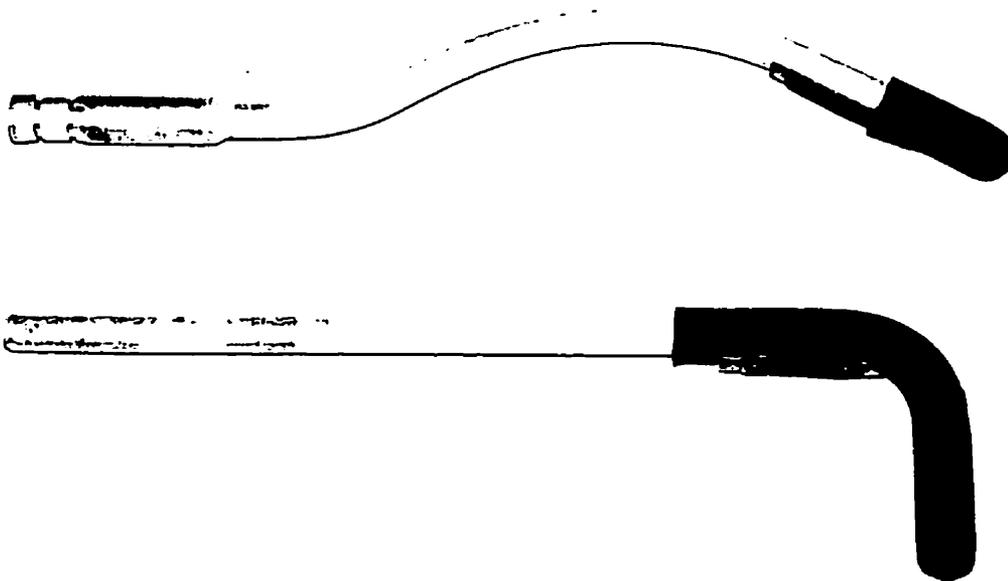


Figure 5 Article 1 – Difference between a traditional back post and the curved back post used in the flexible contour backrest.

2.3.2 Compléments à la méthodologie de conception du nouveau dossier

Le premier article présenté à la section précédente a permis d'introduire le concept du nouveau dossier contour flexible. Quelques étapes ou détails importants se rapportant à la méthodologie de conception n'ont pas été abordés dans cet article. Ceux-ci sont toutefois importants à présenter dans le cadre de ce mémoire de maîtrise afin de situer les décisions qui ont été prises tout au long du processus de design.

2.3.2.1 Critères de design et barème

Pour évaluer les critères et sous-critères de design présentés à l'intérieur du premier article, un barème a été établi à l'aide de repères quantitatifs et qualitatifs. Le tableau 2.2 présente en détails le barème utilisé pour l'évaluation des critères de design. La figure 2.3 située à la suite du tableau 2.2 illustre le sous-critère « Ajustement » utilisant à titre indicatif l'ensemble plaque/coussin.

Tableau 2.2: Barème utilisé pour l'évaluation des critères de design

Critères de design	Sous-critères	Barème	
		repère quantitatif	pondération
Soutien-maintien (45%)	Intervalle de largeur de chaque appui latéral ¹ 6%	Aucun intervalle	0
		de 0 à 0.75 cm inclus	20
Ajustements 25% (figure 2.3)	Intervalle de hauteur du support lombaire lorsque requis ² 5%	de 0.75 à 1.25 cm inclus	40
		de 1.25 à 1.75 cm inclus	60
		de 1.75 à 2.25 cm inclus	80
		plus de 2.25 cm	100

Tableau 2.2: Barème utilisé pour l'évaluation des critères de design (suite)

Critères de design	Sous-critères	Barème	
		repère quantitatif	pondération
Soutien-maintien (45%)	Intervalle d'épaisseur du support lombaire lorsque requis ¹ 5%	Aucun intervalle	0
		de 0 à 0.75 cm inclus	20
		de 0.75 à 1.25 cm inclus	40
		de 1.25 à 1.75 cm inclus	60
		de 1.75 à 2.25 cm inclus plus de 2.25 cm	80 100
Ajustements (suite) (figure 2.3)	Intervalle de hauteur du dossier p/r au siège ¹ 3%	Aucun intervalle	0
		de 0 à 1.25 cm inclus	20
		de 1.25 à 2.5 cm inclus	40
		de 2.5 à 3.75 cm inclus	60
		de 3.75 à 5 cm inclus plus de 5 cm	80 100
Ajustements (suite) (figure 2.3)	Intervalle de hauteur des appuis latéraux ^{1,3} 3%	Aucun intervalle	0
		de 0 à 0.75 cm inclus	20
		de 0.75 à 1.25 cm inclus	40
		de 1.25 à 1.75 cm inclus	60
		de 1.75 à 2.25 cm inclus plus de 2.25 cm	80 100
Ajustements (suite) (figure 2.3)	Intervalle de profondeur de la zone de maintien latéral ¹ 2%	Aucun intervalle	0
		de 0 à 0.75 cm inclus	20
		de 0.75 à 1.25 cm inclus	40
		de 1.25 à 1.75 cm inclus	60
		de 1.75 à 2.25 cm inclus plus de 2.25 cm	80 100
Ajustements (suite) (figure 2.3)	Intervalle de longueur du support lombaire ¹ 1%	Aucun intervalle	0
		de 0 à 2.5 cm inclus	25
		de 2.5 à 5 cm inclus	50
		de 5 à 7.5 cm inclus	75
		plus de 7.5 cm	100

Tableau 2.2: Barème utilisé pour l'évaluation des critères de design (suite)

Critères de design	Sous-critères	Barème	
		repère qualitatif	pondération
Soutien-maintien (45%) Reproduction de l'alignement du bassin et du tronc 12%	Reproduction de l'alignement du bassin dans le plan sagittal ⁴ 4%	Position optimale (référence: ensemble plaque/coussin) Position acceptable (légère variation p/r pos. opt.) Position neutre (variation moyenne p/r pos. opt.) Position défavorable (grande variation p/r pos. opt.) Position inacceptable	100 75 50 25 0
	Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan sagittal ⁴ 4%	Position optimale (référence: ensemble plaque/coussin) Position acceptable (légère variation p/r pos. opt.) Position neutre (variation moyenne p/r pos. opt.) Position défavorable (grande variation p/r pos. opt.) Position inacceptable	100 75 50 25 0
	Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan frontal ⁴ 4%	Position optimale (référence: ensemble plaque/coussin) Position acceptable (légère variation p/r pos. opt.) Position neutre (variation moyenne p/r pos. opt.) Position défavorable (grande variation p/r pos. opt.) Position inacceptable	100 75 50 25 0

Tableau 2.2: Barème utilisé pour l'évaluation des critères de design (suite)

Critères de design	Sous-critères	Barème	
		Repère qualitatif	pondération
Soutien-maintien (45%) Distribution de pression 8%	Surface maximale de contact dans la zone postérieure du bassin et du dos ⁴ 4%	Surface de contact \approx 100%	100
		Légère diminution du contact dans les zones principales de soutien et de maintien (s/m) ⁵	75
		Diminution modérée du contact dans les zones principales de s/m	50
		Diminution importante du contact dans les zones importantes de s/m	25
		Aucun contact dans les zones principales de s/m	0
	Absence de zone où la pression est élevée ⁴ 4%	Distribution de pression répartie sur l'ensemble du dossier	100
		Présence de zones où la pression est plus élevée que la moyenne et peut mener à des inconforts à long terme	75
		Présence de zones où la pression est plus élevée que la moyenne et peut mener à des inconforts à court terme	50
		Zones où la pression est trop élevée et peut provoquer des rougeurs à court terme	25
		Zones où la pression est trop élevée et peut provoquer des plaies à court ou long terme	0

Tableau 2.2: Barème utilisé pour l'évaluation des critères de design (suite)

Critères de design	Sous-critères	Barème	
		repère quantitatif	pondération
Facilité d'utilisation par l'utilisateur primaire et secondaire (20%)	Capacité de propulsion 6%	Aucune limite	100
		Légère limite mais pas plus de difficulté que le concept plaque/coussin	50
		Autant de difficulté que le concept plaque/coussin	25
		Difficulté(s) majeure(s)	0
	Durée des ajustements ⁶ 5%	Plus de 12 mois	100
		de 9 à 12 mois inclus	75
de 6 à 9 mois inclus		50	
de 3 à 6 mois inclus		25	
moins de 3 mois		0	
Facilité de plier le fauteuil ⁷ ("facilité" peut être synonyme d'évidence et de rapidité) 3%	Aucune contrainte ajoutée	100	
	Une étape facile	75	
	Deux étapes faciles	50	
	Une étape difficile	25	
	Plus de deux étapes faciles ou plus d'une étape difficile	0	
Encombrement vers l'arrière (ref : dos du bénéficiaire) 3%	De 0 à 2.5 cm inclus	100	
	De 2.5 à 5 cm inclus	75	
	De 5 à 7.5 cm inclus	50	
	de 7.5 à 10 cm inclus	25	
	plus de 10 cm	0	
Poids total du prototype ⁸ 3%	Moins de 1 kg	100	
	de 1 à 1.5 kg inclus	80	
	de 1.5 à 2.0 kg inclus	60	
	de 2.0 à 2.5 kg inclus	40	
	de 2.5 à 3.0 kg inclus	20	
	plus de 3.0 kg	0	

Tableau 2.2: Barème utilisé pour l'évaluation des critères de design (suite)

Critères de design	Sous-critères	Barème	
		repère quantitatif	pondération
Simplicité (20%)	Complexité des techniques de fabrication: évaluation sur une échelle d'appréciation de 1 à 5 ⁹	4.5 et plus (peu complexe)	100
		de 4.0 à 4.5 inclus	80
		de 3.0 à 4.0 inclus	60
		de 2.0 à 3.0 inclus	40
de 1.0 à 2.0 inclus		20	
8%	moins de 1.0 (complexe)	0	
5%	Nombre de pièces principales ¹⁰	moins de 10 pièces	100
		de 10 à 15 pièces	75
		de 16 à 20 pièces	50
		de 21 à 25 pièces	25
		plus de 25 pièces	0
4%	Nombre de modifications à apporter au fauteuil Prima ¹¹	Aucune	100
		1 ou 2	75
		3 ou 4	50
		5 ou 6	25
		plus de 6	0
3%	Temps nécessaire pour effectuer tous les ajustements	Moins de 5 minutes	100
		de 5 à 10 minutes inclus	75
		de 11 à 15 minutes inclus	50
		plus de 15 minutes	0
Coûts (5%)	Coût de fabrication du premier prototype ¹²	Moins de 200\$	100
		de 200 à 300\$ inclus	80
		de 300 à 400\$ inclus	60
		de 400 à 500\$ inclus	40
		de 500 à 600\$ inclus	20
		plus de 600\$	0
Discrétion (5%)	Évaluation sur une échelle d'appréciation de 1 à 5 ⁴	4.5 et plus (très discret)	100
		de 4.0 à 4.5 inclus	80
		de 3.0 à 4.0 inclus	60
		de 2.0 à 3.0 inclus	40
		de 1.0 à 2.0 inclus	20
		moins de 1.0 (peu discret)	0

Tableau 2.2: Barème utilisé pour l'évaluation des critères de design (suite)

Critères de design	Sous-critères	Barème	
		repère quantitatif	pondération
Aération (5%)	Épaisseur moyenne du dossier	Dossier mince (2.5 cm et moins)	100
		Dossier d'épaisseur moyenne (> 2.5 cm et < 5 cm)	80
		Dossier épais (> 5 cm et < 7.5 cm)	40
		Dossier très épais (> 3 po)	0

Notes

1. Par rapport à la position neutre et partagé symétriquement de chaque côté de cette position (donc de 0 à ½ po indique un intervalle de 1 po).
2. Par rapport au dos plat et partagé symétriquement de chaque côté (cyphose vs lordose).
3. L'ajustement en hauteur des appuis latéraux doit être indépendant de l'ajustement de la hauteur du dossier.
4. Évaluée par des experts (cliniciens et ergothérapeutes).
5. Zones principales de soutien : cyphoses: régions lombaire et dorsale basses et moyennes; lordoses : régions sacrée haute et lombaire basse. Zones principales de maintien : parties latérales supérieures du tronc.
6. Tient compte de tous les ajustements possibles.
7. Tient compte de la restriction (possibilité de plier le fauteuil sans enlever le prototype).
8. Tient compte de la restriction (le poids maximum est de 4.0 kg).
9. Voir la technique d'évaluation à l'annexe C.
10. Ne tient pas compte des éléments de fixation mais tient compte de tous les éléments de forme à fabriquer pour le premier prototype.
11. La tubulure du dossier du fauteuil Prima est la seule qui peut être modifiée.
12. Tient compte de la restriction (le coût maximal est de 800\$).

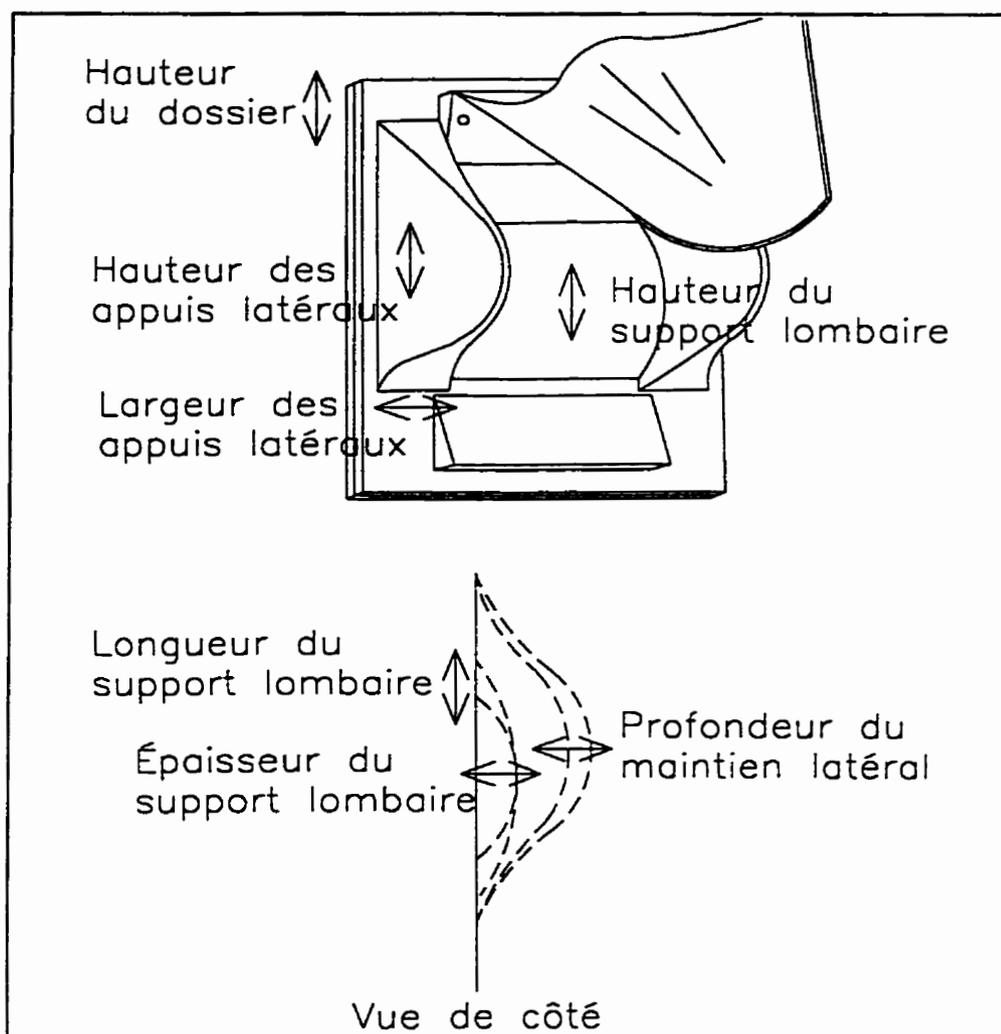


Figure 2.3 – Description du sous-critère « Ajustements » pour l'ensemble plaque/coussin

2.3.2.2 Recherche de solutions et étude de praticabilité

Lors de la séance de recherche de solutions, plusieurs idées ont été proposées et elles ont été classées selon différentes catégories (voir annexe A). À partir de ces idées, huit concepts ont été élaborés. Chaque concept possède des éléments de soutien et de maintien et ont la possibilité de reproduire autant les lordoses que les cyphoses. L'inclinaison du dossier par rapport à l'assise n'a pas été considérée pour ce projet car il a été décidé qu'un tel mécanisme devra être conçu et fabriqué seulement à partir de l'étape de raffinement du prototype. L'idée de base de chaque concept est brièvement

exposée ci-dessous. L'annexe B présente plus en détail chacun de ces concepts avec une liste des avantages et inconvénients de chacun. Le dossier à tubulures profilées (figure 2.4 a) est composé d'un agencement de différentes formes de tubulures qui permet d'accommoder différents profils de dos dans le plan sagittal alors que le dossier flexible avec éléments de forme (figure 2.4 b) utilise des éléments de mousse. Les deux concepts possèdent des appuis latéraux rigides ajoutés aux montants du dossier. Pour ce qui est du dossier flexible avec plaques intégrées (figure 2.4 c) et du dossier contour flexible (figure 2.4 d), ces derniers utilisent des montants de dossier courbés pour offrir le maintien latéral du tronc. Toutefois, la première solution utilise des plaques moulées alors que la seconde utilise un agencement de courroies et de baleines pour accommoder différentes formes de dos.

L'idée de base du nouveau dossier à tensions "ajustables" (figure 2.4 e) repose principalement sur l'amélioration du dossier actuel de la compagnie Orthofab Inc. Ainsi, l'ajout d'un treillis et d'une quatrième courroie permettrait d'améliorer la distribution de pression alors que l'ajout d'appuis latéraux pouvant être tournés permettrait un maintien latéral du tronc adéquat. Quant au dossier en mousses de différentes densités (figure 2.4 f), ce dernier est composé d'un agencement de quelques couches de différents types de mousses permettant, lorsque déformées, de reproduire les formes de dos désirées. Le maintien latéral du tronc est offert par l'ajout d'appuis latéraux rigides. Le dossier avec courroies croisées permet de reproduire différentes formes de dos à l'aide d'un agencement de quatre courroies placées de façon perpendiculaire les unes par rapport aux autres (figure 2.4 g). Le maintien latéral est offert par l'ajout d'appuis en mousse se fixant sur le devant du dossier à l'aide de velcro. Finalement, le dossier flexible gonflable (figure 2.4 h) est muni de plusieurs pochettes d'air. Avec l'aide d'une pompe et d'un sélecteur de pochettes, il est possible de modifier la quantité d'air dans chacune des pochettes de manière à accommoder différentes formes de dos et à offrir le maintien latéral requis.

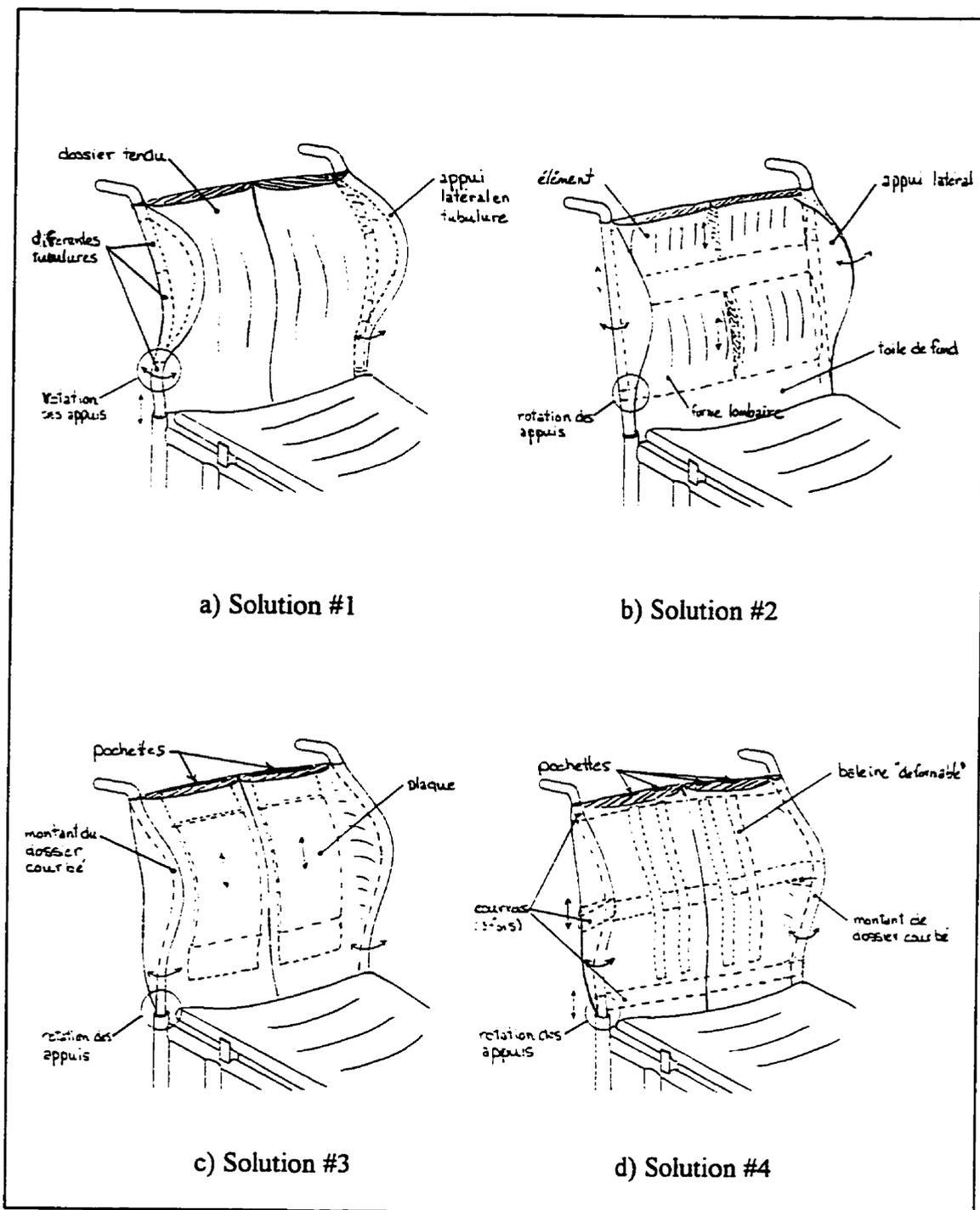


Figure 2.4 – a) Dossier à tubulures profilées; b) Dossier flexible avec éléments de forme;

c) Dossier flexible avec plaques intégrées; d) Dossier contour flexible

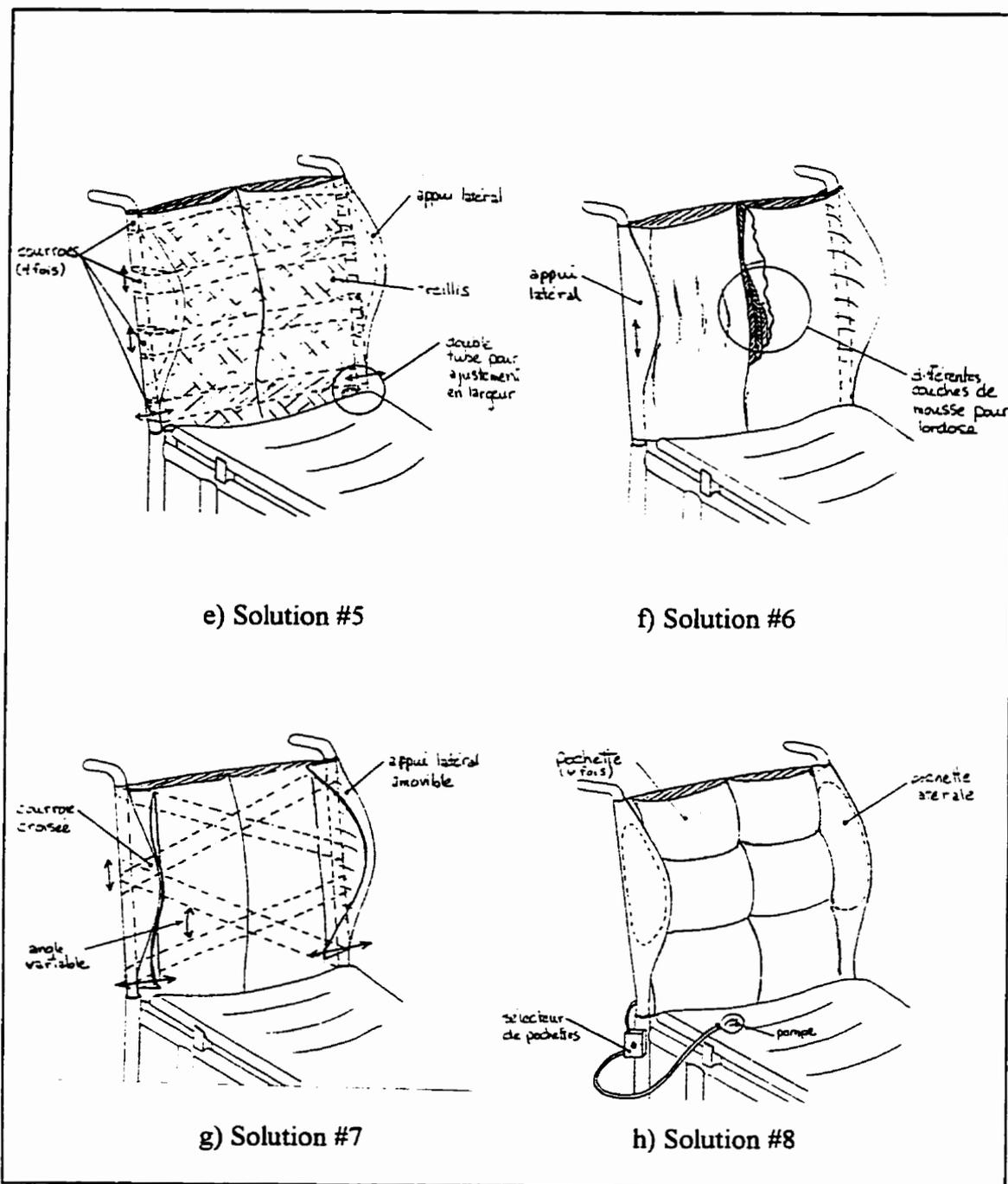


Figure 2.4 (suite) – e) Nouveau dossier à tensions « ajustables »; f) Dossier en mousses de différentes densités; g) Dossier avec courroies croisées; h) Dossier flexible gonflable

Pour éliminer les concepts qui n'étaient pas viables techniquement ou économiquement, une étude de praticabilité a été effectuée. Celle-ci consiste à confronter chaque solution à des aspects physiques et économiques ainsi qu'à des facteurs de temps et d'environnement. Le tableau 2.3 présente les résultats de l'étude de praticabilité appliquée aux huit concepts. Tel qu'indiqué dans ce tableau, trois concepts ont été retenus, soit le nouveau dossier à tensions « ajustables », le dossier contour flexible et le dossier flexible avec éléments de forme.

Le dossier flexible à tubulures profilées et le dossier flexible en mousses de différentes densités ont été rejetés parce qu'il n'était pas possible d'accommoder différentes géométries de dos avec un seul dossier. Le dossier flexible avec plaques intégrées a été rejeté car les plaques alourdissent le dossier et surtout parce qu'il était nécessaire de fabriquer plusieurs plaques pour accommoder différentes géométries, ce qui entraînerait une augmentation des coûts. Pour sa part, le dossier flexible gonflable a été rejeté en raison de son grand risque de « désajustement » par dégonflement. De plus, cette solution aurait pu être assez complexe à concevoir et à fabriquer. Quant au dossier avec courroies croisées, cette solution ne semble pas apporter de nouveaux éléments par rapport au dossier à tensions « ajustables »; cependant, elle pourrait être incorporée dans la solution du nouveau dossier à tensions « ajustables ».

Tableau 2.3: Étude de praticabilité pour les huit solutions

SOLUTION	ÉTUDE DE PRATICABILITÉ						Décision
	Aspects physiques			Aspects Économiques	Facteurs temps	Facteurs environ.	
	<u>Efficacité au niveau posture:</u> - ajustements possibles - accommodation de différentes géométries - répartition de la pression	<u>Facilité d'utilisation:</u> - poids < 4kg - pliable - maintien des ajustements - propulsion non altérée	<u>Fabrication et installation:</u> - technologie existante - installation sur fauteuil Prima	- coûts de fabrication du premier prototype < 800\$	- fabriqué pour fin septembre 1996 - ajustement et installation < 20 minutes	- sécuritaire - esthétique - discret - peu encombrant	
Dossier flexible à tubulures profilées	Oui	Oui	Non, le recouvrement des appuis est trop complexe	Non, trop de pièces à fabriquer	Non, temps d'installation > 20 minutes	Oui, si les tubulures sont solides	REJETÉE
Dossier flexible avec éléments de forme	Oui	Oui, si chaque élément de forme possède une rainure	Oui, si recouvrement facile appuis latéraux	Oui	Oui	Oui	RETENUE
Dossier flexible plaques intégrées	Oui, si différentes formes de plaques	Non, ajout des plaques augmente le poids	Oui	Non, il faut fabriquer différentes plaques	Oui	Oui	REJETÉE
Nouveau dossier à tensions «ajustables»	Oui	Oui	Oui, si recouvrement facile des appuis lat.	Oui	Oui	Oui	RETENUE

Tableau 2.3 (suite): Étude de praticabilité pour les huit solutions

SOLUTION	ÉTUDE DE PRATICABILITÉ						Décision
	Aspects physiques			Aspects économiques	Facteurs temps	Facteurs environ.	
	<u>Efficacité au niveau posture:</u> - ajustements possibles - accommodation de différentes géométries - répartition de la pression	<u>Facilité d'utilisation:</u> - poids < 4 kg - pliable - maintien des ajustements - propulsion non altérée	<u>Fabrication et installation:</u> - technologie existante - installation sur fauteuil Prima	- Coûts de fabrication du premier prototype < 800\$	- fabriqué pour fin septembre 1996 - ajustement et installation < 20 minutes	- sécuritaire - esthétique - discret - peu encombrant	
Dossier contour flexible	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	RETENUE
Dossier flexible en mousses de différentes densités	Oui, mais il faut plusieurs prototypes	Oui	Oui, si recouvrement facile des appuis latéraux	Non, coût de fabrication de plusieurs prototypes >800\$	Non, peut être long et complexe à fabriquer	Oui	REJETÉE
Dossier avec courroies croisées	Non, n'apporte pas plus que le dossier à tensions ajustables actuel	Oui	Oui	Oui	Oui	Non, appuis latéraux peu discrets	REJETÉE
Dossier flexible gonflable	Oui	Non, possibilité de dégonflement ou de brisure	Oui, si mécanisme de sélection peu complexe	Non, coût de fabrication >800 \$	Oui	Non, tubes, pompe et sélecteur encombrants	REJETÉE

2.3.2.3 Étude préliminaire et prise de décision

L'étude préliminaire a été une étape très importante dans le processus de design proposé. En effet, c'est au niveau de cette étude que le choix de la solution s'effectue. Cette étude a donc dû être réalisée avec soin de manière à obtenir les résultats escomptés. Le tableau 2.4 présente, pour chacune des solutions retenues de l'étude de praticabilité, les résultats de l'application du barème pour chacun des critères de design. Les solutions ainsi que les évaluations complètes de ces critères sont présentées à l'annexe C.

Tableau 2.4: Application du barème aux différentes solutions

Critères De design	Nouveau dossier à tension «ajustable»	Dossier flexible avec éléments de forme	Dossier contour flexible
Soutien-maintien (45%)	31.4%	36.0%	36.4%
Facilité d'utilisation (20%)	18.7%	17.3%	20.0%
Simplicité (20%)	12.6%	11.2%	12.6%
Coûts (5%)	3 %	1 %	2%
Aération (5%)	5%	2.0%	5%
Discrétion (5%)	3%	3%	4%
Total pour tous les critères	73.7%	70.5%	80.0%

Tel qu'indiqué dans le tableau 2.4, la solution qui obtient le plus haut pointage est le dossier contour flexible avec 80.0%. Cette solution est suivie par le nouveau dossier à tensions « ajustables » qui a obtenu 73.7% et le dossier flexible avec éléments de forme qui a obtenu 70.5%. Selon ces résultats, la solution qui devait être retenue est le dossier contour flexible car elle a obtenu le plus haut pointage. Bien que la différence de pointage est assez élevée entre cette solution et les deux autres (environ 6%), l'exactitude de certaines évaluations

repose toutefois sur des jugements fournis par des experts. Selon l'hypothèse que les évaluations étaient adéquates, un premier prototype du dossier contour flexible a donc été fabriqué selon des plans précis (voir annexe D).

2.4 Méthodologie et résultats des comparaisons de dossiers

La deuxième partie de ce projet de maîtrise consistait à évaluer et à comparer les effets du nouveau dossier au niveau de la posture et du confort à deux dossiers actuellement sur le marché, soit un ensemble plaque/coussin (Les distributions Promed Inc.) et d'un dossier à tensions « ajustables » (Orthofab Inc.). Bien que des comparaisons aient été réalisées entre le nouveau dossier et ces deux dossiers lors du premier article, les comparaisons au niveau de la posture (critère soutien-maintien) restent toutefois préliminaires car elles ont été réalisées dans un contexte de design. Ainsi, pour chacun de ces dossiers, des mesures reliées à la distribution de pression, à la forme du dos dans le plan sagittal et au confort ont été prises sur quinze sujets sains, puis les comparaisons appropriées entre les mesures obtenues ont été effectuées et certaines conclusions ont alors été établies. La figure 2.8 de la page suivante illustre les différentes étapes de la méthodologie suivies pour atteindre le deuxième objectif.

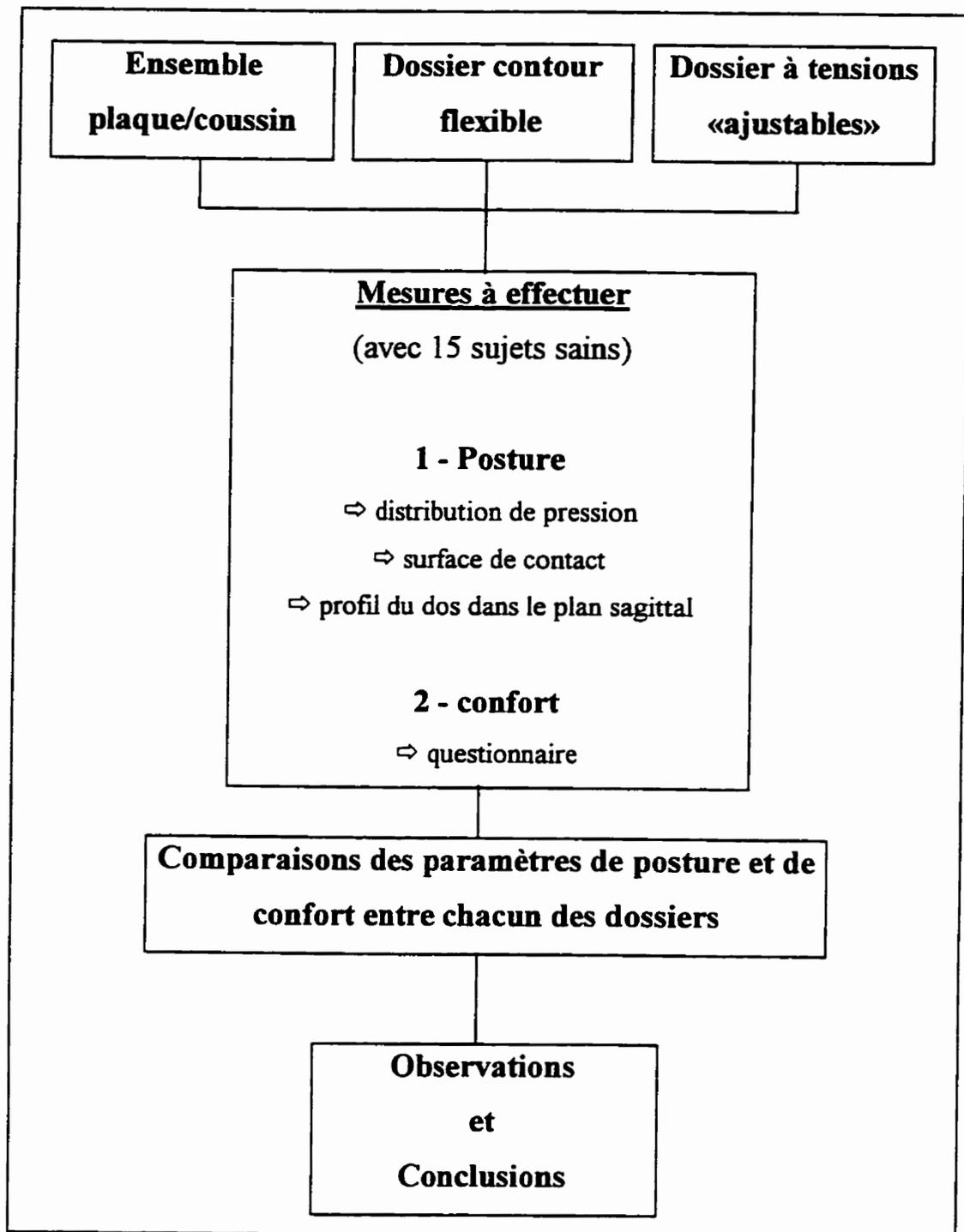


Figure 2.5 – Étapes de la méthodologie d'évaluation des dossiers

2.4.1 Article # 2: Evaluation of the new flexible contour backrest for wheelchairs

La présente section introduit le deuxième article de ce travail, soumis pour publication dans la revue *Journal of Rehabilitation Research and Development*. Cet article traite de la méthodologie et des résultats liés à l'évaluation du dossier contour flexible au niveau de la posture et du confort. Outre ce dossier, un ensemble plaque/coussin (Les distributions Promed Inc.) et un dossier à tensions « ajustables » (Orthofab Inc.) ont été évalués de manière à effectuer des comparaisons et ainsi répondre au second objectif de ce projet. Les résultats complets de ces évaluations pour chaque sujet sont présentés à l'annexe F.

EVALUATION OF THE NEW FLEXIBLE CONTOUR
BACKREST FOR WHEELCHAIRS

F Parent, B. Ing., J Dansereau, Ph.D.,
M Lacoste, O.T., R Aissaoui, Ph.D.

NSERC* Industrial Research Chair on Seating Aids
École Polytechnique de Montréal,
C.P. 6079, succ. "Centre-ville", Montréal, Québec, Canada, H3C 3A7
* Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada

Address correspondence and reprint requests to:

Frédéric Parent

Department of Mechanical Engineering, École Polytechnique de Montréal

Chaire Industrielle sur les aides techniques à la posture, local JB-6424

C.P. 6079, succ. "Centre-ville"

Montréal, Québec, Canada, H3C 3A7

Phone: (514) 340-4711 # 4977; FAX: (514) 340-3261

Email: parent@meca.polymtl.ca

ABSTRACT

A new flexible contour backrest for wheelchairs was designed to improve the users' posture and comfort while keeping the sling backrest advantages. The purpose of this study is to evaluate the effects of the new backrest on pressure distribution, back profile accommodation and comfort in relation with two commercial backrests: an adjustable-tension backrest and a back cushion on a rigid interface. Fifteen able-bodied subjects participated in this study. Results showed that the new backrest allows to distribute pressure and accommodates back profile in a similar way as the back cushion on a rigid interface. The adjustable-tension backrest offers less uniform pressure distribution and less accommodation of back profile. The flexible contour backrest also gives better fit to subjects' trunk than other backrests because of its multiple adjustments. Finally, comfort evaluation revealed that the new backrest is as comfortable as the back cushion and more comfortable than the adjustable-tension backrest.

KEY WORDS:

wheelchair, backrest, posture, pressure distribution, comfort

INTRODUCTION

Conventional manual wheelchairs are generally equipped with sling backrests in order to be easily folded. Their use however may compromise the users' posture and health (1,2,3,4). Harms (2) evaluated the posture and the comfort of 15 disabled and 15 able-bodied subjects with three types of wheelchair seats and backrests: sling seat and backrest; seat and backrest cushions chamfered to fit into the cavities of the slings; seat and backrest cushions mounted on rigid interfaces. This author developed a spinal

profile recorder made of a series of probes that could be passed through holes made in each backrest to measure the subject's back profile. To evaluate comfort, a questionnaire was used for different regions of the back and the seat. Harms found significant differences in the back profile adopted by the subjects in the three chairs. All the subjects demonstrated a kyphotic lumbar spine while seated in the slings and a lordosis for the two other types of seats and backrests. Most of the subjects found that the slings were the less comfortable type of chair.

Valiquette & Audet (5) reported that, from a posture standpoint, it is generally accepted that back cushions on rigid interfaces represent a better solution than sling backrests to users who need more posterior and lateral trunk support. In fact, back cushions are clinically recognized to offer uniform pressure distribution throughout the backrest, accommodate back shapes and are comfortable. Nevertheless, their use deprives many wheelchair users of the sling backrests characteristics such as foldability, lightweight, low cost and simplicity (1,5). For this reason, many wheelchair users prefer to keep the conventional sling backrest while risking to compromise their posture and their health.

At the beginning of the 90's, adjustable-tension backrests were introduced on the market to maintain the sling backrests advantages in a trial to reach the characteristics of back cushions on rigid interfaces on posture and comfort. Clinically, it is recognized that this type of backrest offers better posture and comfort than the conventional sling backrest (6). However, from clinical experience, they offer limited lateral trunk support and do not allow adequate pressure distribution throughout the backrest because pressure is particularly located at the strap levels. In addition, no studies were conducted to evaluate the effects of this type of backrest on posture and comfort in relation to back cushions on rigid interfaces.

On the other hand, Zollars and colleagues (7) have designed a new "back support shaping system" in order to address the postural problems of users with wheelchairs

equipped of sling backrest. The new device features shaped support pads with tension straps; it represents a different type of adjustable-tension backrest. Sixty-nine disabled subjects participated in a clinical evaluation of this back support. Subjects' posture was determined by measuring horizontal distances in the sagittal plane between a fixed vertical reference and the subject's back. Postural measurements were generated to subjectively evaluate the effects of the device on posture. Comfort was evaluated with a questionnaire. The authors found that with respect to the sling backrest, the back support improved comfort, spinal posture and wheelchair mobility for the majority of the subjects.

For the purpose of maintaining most of the sling backrests characteristics while at the same time offering better posture and comfort than actual adjustable-tension backrests, the flexible contour backrest was designed. This backrest accommodates a person's back contours (from normal geometry to mild kyphosis) by using vertical aluminum stays and adjustable straps. Lateral trunk support is offered by using curved back posts that could be adjusted in rotation. The purpose of this article is to demonstrate that the effects of the flexible contour backrest on posture and comfort are close to the ones provided by the back cushion and better than the ones produced by the adjustable-tension backrest. Pressure distribution, back profile and comfort were measured and comparisons were made in order to specify 1) differences between the adjustable-tension backrest and the back cushion on a rigid interface 2) the differences between the flexible contour backrest and the back cushion on a rigid interface.

MATERIALS AND METHODS

Subjects

Fifteen able-bodied volunteers participated in this study; 8 males and 7 females. Table 1 presents the subjects' characteristics. The majority of the subjects were between 25 and

30 years of age. The flexible contour backrest was able to accommodate trunk width from 28 cm to 36 cm; subjects were selected in order to be within these limits. All subjects had reported no previous back pain or deformity.

Backrests description and adjustment

A brief description of each of the three backrests used in this study is presented below as well as the way they were adjusted to each subject's back shape.

1) Flexible contour backrest

The basic idea of this backrest principally rests on the fact that the user's back profile can be reproduced more efficiently by using adjustable straps and vertical stays while the lateral support is offered by using curved back posts that can be adjusted in rotation (8) (Fig. 1). During the evaluations, an occupational therapist adjusted the straps and the stays according to the subject's preferences and also to reproduce as much as possible the subject's back geometry. The lumbar strap which can be adjusted in height was positioned in such a way as to support the upper sacrum and posterior iliac crests (9). Rotation of the curved back posts were adjusted to allow for a space of $\frac{1}{2}$ " between subject and each back post. During the experiments, the height of the flexible contour backrest was fixed according to the height of the lateral support needed by each subject. This height was generally 16 inches above the seat surface.

2) Back cushion on a rigid interface

It is clinically recognized that the back cushion on a rigid interface represents one of the best solutions to offering adequate posture and comfort. In order to preserve this clinical reference, a well adjusted back cushion had to be made for each subject (Fig. 2 a). Different foam components were used (lumbar pads, lateral supports, sacral and thoracic

pads) to reproduce as well as possible the subject's trunk shape. Foam components and the rigid interface were provided by Promed Inc. For each subject, the occupational therapist fixed the components on the rigid interface according to the subject's back geometry. The apex of the lumbar pad was positioned so as to give support to the upper sacrum and posterior iliac crests as recommended by Zacharkow (9). Lateral supports were placed in such a way to leave a space of ½" between the subject and each support. For each subject, the height of the back cushion was fixed to 18 inches above the seat surface.

3) Adjustable-tension backrest

The adjustable-tension backrest used in this study was provided by Orthofab Inc. This backrest is similar to a conventional sling backrest except for the three adjustable straps that are located at the thoracic, lumbar and sacral levels (Fig. 2b). This backrest is composed of foam and Nylon tissue. The strap tension was adjusted by the occupational therapist according to the subject's preferences. The height of the backrest was fixed at the same height as the flexible contour backrest.

Positioning procedure

With the occupational therapist, subjects followed a specific positioning procedure. This latter was done by using a wheelchair seating simulator (Simulator for Evaluations and Measures of Promed Inc.) which allow to modify and adjust seat tilt, seat-to-back angle, seat position (height, depth and width), footrest positions (height and angle) and armrest positions (height and width in between). For the evaluation, the seat tilt angle was fixed to 10° and seat-to-back angle to 95°, as recommended by Zacharkow (4). Other parameters were adjusted according to subject's anthropometry:

- seat depth: adjusted in order to leave a space of 1 to 2 inches between the front edge of the seat and the popliteal fossa
- footrests: adjusted in order to maintain the thighs parallel to the seat cushion
- armrests: adjusted one inch higher than the height of the lower part of the arm when the shoulder is relaxed and the elbow is maintained at 90°.

Each backrest was simultaneously mounted on the simulator in order to preserve the same position. The back cushion on a rigid interface was the first backrest to be evaluated followed by the flexible contour backrest and then the adjustable-tension backrest. For each backrest, subjects were seated in their own neutral posture (10). Then, the backrest was adjusted as explained previously. Seat cushions used in this study were constructed of ischial relief foam (ISCUS from Promed Inc.).

Pressure distribution

To measure pressure distribution on the backrest and the seat, two flexible pressure mats were used (Force Sensing Array, Vista Medical Ltd.), one for the seat (15×15 matrix or 225 sensors) and one for the back (15×16 matrix or 240 sensors). The accuracy of each mat is ±5% (as reported by the manufacturer). Pressure mats did not affect seat and back geometry. After a waiting period of 10 minutes, pressure was recorded during 1 minute at a frequency of 0.3 Hz. Subjects did not move throughout the entire interval. For each backrest, posterior and lateral trunk areas were identified by the occupational therapist as well as the position of the ischial tuberosities. Five regions of sensors were defined on backrests (Fig. 3 a):

- lumbar region: region delimited by the position of the lumbar pad of the back cushion and the width of the posterior trunk region (defined according to the width of the planar region of the back);
- sacral region: region located below the lumbar region up to the top of the seat;

- thoracic region: region located above the lumbar region up to the top of the backrest;
- left and right lateral regions: regions located on each side of the posterior trunk region and delimited by the back posts of each backrest.

For each backrest region, mean pressure and standard deviation were computed. In addition, for each backrest, the pressure variability between regions was calculated (standard deviation of mean pressure for the five regions over the fifteen subjects). The variability of the contact surface area from one subject to another was evaluated by the standard deviation of the number of sensors measuring more than 5 mmHg over the entire backrest (1 sensor \cong 8 cm²). For each seat pressure distribution, mean and standard deviation were calculated over two regions of nine sensors (3×3) established around the position of each ischial tuberosities (Fig. 3 b). This value was used in order to have more than 64 cm² of surface area around each ischial tuberosity. This area is recommended by Koo (12) in order to take into consideration the possibility of sliding on the matrix.

Back profile

To measure back profile, a 3-D articulated arm (MicroScribe-3DL, Immersion Corporation) was used. The accuracy of this device is 0.64 mm (as reported by the manufacturer). With this instrument, the subject's back was digitized in his/her middle line (spinal line) at intervals of 25 mm from C7 to the bottom of each backrest. Little holes were made in the middle of each backrest to allow the head of the digitizer to touch and rest on the subject's back. The position of the left greater trochanter was also digitized. It was used to define the end of the back curve by projecting horizontally this digitized point on the curve (Fig. 4). Digitized points were firstly projected in the sagittal plane. Then a cubic spline interpolating function was computed from C7 to the

end of the curve in order to generate 25 equidistant points (Fig. 4). To analyse the difference of shape between two back curves, a least square algorithm was used. This allows to adjust two curves of n points in order to decrease the difference of position between all corresponding points. The least square residual represents the mean difference between all corresponding points. In this study, two subject's back curves can be considered similar if the least square residual is lower than 1.5 mm. This value represents the maximum residual found for five subjects between two back profile measurements in the same backrest (subjects were considered not moving between both measurements).

Comfort evaluation

To evaluate the immediate comfort offered by each backrest, a short questionnaire was administrated to each subject in order to rate comfort associated with four backrest regions (sacral, lumbar, thoracic and lateral regions) and the entire backrest. Comfort was evaluated on a scale of 1 to 5, with 1 representing 'very uncomfortable' and 5 representing 'very comfortable'. This method was used because it is difficult to quantify the comfort by measuring postural parameters.

Statistical approach

For each type of measurements, a paired t-test on mean for the group of 15 subjects was performed to determine whether a significant difference existed between the flexible contour backrest and the back cushion on a rigid interface as well as between the latter and the adjustable-tension backrest. For comfort analysis, the Mann-Whitney U statistic test was used to demonstrate if there exists any differences between the flexible contour backrest and the back cushion and between the latter and the adjustable-tension backrest. On all tests, a null hypothesis of no difference between each parameter for two different backrests was used with a 5% level of significance.

RESULTS

Pressure distribution

Table 2 presents a summary of the mean pressure measurements calculated for the flexible contour backrest, the back cushion on a rigid interface and the adjustable-tension backrest. According to these results, changing the back cushion for the flexible contour backrest did not change the mean pressure for the whole backrest (12.6 ± 1.7 mmHg versus 12.6 ± 2.3 mmHg). However, changing the back cushion for the adjustable-tension backrest increased significantly the overall pressure measurements (12.6 ± 1.7 mmHg versus 13.9 ± 2.3 mmHg). Results show that the pressure in the lumbar and sacral regions are significantly higher for the back cushion than the flexible contour backrest and the adjustable-tension backrest. This is probably due to the fact that there were pads located at these levels for the back cushion, and therefore the contact was higher. Other results show that pressure in the thoracic region is significantly higher for the adjustable-tension backrest (27.1 ± 5.8 mmHg) than the flexible contour backrest (17.21 ± 7.3 mmHg) and the back cushion (13.4 ± 6.3 mmHg) while pressure in the lateral regions is significantly higher for the new backrest than the adjustable-tension backrest (13 mmHg versus 7.6 mmHg). Finally, the seat pressure is not affected by the change of backrests.

The pressure variability between regions (table 3) is similar for the back cushion and the flexible contour backrest (± 6.7 mmHg versus ± 7.0 mmHg) while it is significantly higher for the adjustable-tension backrest (± 9.5 mmHg). On the other hand, the new backrest shows the lowest variability of the surface contact area for this sample of subjects. Other backrests are less compliant with variability reading as much as twice the surface contact area variability of the new backrest.

Back profile

As shown on figure 5, most subjects were sitting in a similar way with the flexible contour backrest and the back cushion on a rigid interface while they were sitting more posteriorly in the adjustable-tension backrest. This observation can be explained by the fact that the flexible contour backrest which has curved back posts allows the lumbar and thoracic straps to be located in a forward position. For 66% of the subjects, back profiles obtained with the flexible contour backrest and the back cushion were considered similar (least square residuals between both curves lower than 1.5 mm). On the other hand, only 27% of subjects' back curves were similar with the back cushion and the adjustable-tension backrest. Statistical paired t-test demonstrated that the mean of the least square residuals between the flexible contour backrest and the back cushion for the 15 subjects (2.3 ± 2.4 mm) is significantly lower than the mean of the least square residuals between the adjustable-tension backrest and the back cushion (5.2 ± 4.4 mm).

Comfort

In general, rating of comfort was quite high for each backrest; all the data in the different regions for the three backrests were above 3. However, most of the subjects found that the adjustable-tension backrest was less comfortable (Fig. 6). Therefore, it obtained 3.4 ± 0.8 for the whole backrest while scores of the other backrests were significantly higher (3.8 ± 0.5 for the back cushion and 4.0 ± 0.5 for the flexible contour backrest). For the backrest regions, results showed that the adjustable-tension backrest is significantly less comfortable than the back cushion. Other results showed that the flexible contour backrest is significantly as comfortable as the back cushion for all regions except the lumbar region where it is significantly more comfortable.

DISCUSSION

From the above results, it is now possible to situate the adjustable-tension backrest and the flexible contour backrest with respect to the back cushion on a rigid interface. Results showed that the overall effects of the new backrest on posture and comfort are close to the ones of the back cushion and are generally better than the ones of the adjustable-tension backrest. Results revealed that this latter presents the least uniform pressure distribution between regions. In fact, pressure was concentrated at the level of the thoracic strap while little pressure was found in the lateral parts. From clinical experience, it was observed that this type of backrest tends to offer limited lateral trunk support and do not allow adequate pressure distribution throughout the backrest. Results of the present study confirmed these observations.

The new backrest accommodates back profiles in a similar way as the back cushion. On the other hand, only a few number of subjects had a similar back profile pattern if the adjustable-tension backrest is compared to the back cushion on a rigid interface. Two features of the flexible contour backrest can explain these results: the combination of straps and stays and the curved back posts. Many subjects did not feel the straps incorporated in the new backrest in comparison with the trials done on the adjustable-tension backrest where they felt the horizontal strap at the thoracic level (location where the pressure was the highest). The use of stays was found to accommodate different back geometries, so they allow to distribute the pressure throughout the backrest. On the other hand, the use of curved back posts in the flexible contour backrest provides lateral trunk support while allowing the surface contact area to be continuous and graded, helping as such to fit the user's trunk. Because of these special features, the variability of the surface contact area was lower for the new backrest in comparison with the other backrests evaluated in this study. As a result, when adjusted to the user's morphology, the whole backrest came in contact with the trunk surface, permitting thereby a better back and lateral support accommodation. It means that between subjects, the flexible

contour backrest give better fit than other backrests because of its multiple adjustments (curved back posts, back posts rotation and strap adjustment combined with shaped aluminium stays).

Pressure and comfort both represent parameters often used to compare the effects of different wheelchair backrests (2,7). Nevertheless, these parameters are not the only ones to be considered for the evaluation of wheelchair backrests. In fact, other parameters may be evaluated like the capacity to propel and the user's stability. However, the flexible contour backrest was principally designed to reach as close as possible the effects of back cushions on rigid interfaces on posture and comfort. This is why this study was especially oriented in the evaluation of these parameters. Nevertheless, pressure results showed that the new backrest generate more contact in the lateral trunk region than the adjustable-tension backrest. Then, it is possible to suppose that the new backrest could offer more appropriate lateral trunk stability. The subjects felt that the lateral trunk support was better in the flexible contour backrest than in the adjustable-tension backrest. However, these subjects were healthy and in full control of their trunk, so results cannot be generalised to handicapped people. A similar comment could also be associated to the comfort evaluation because of the subjects' inexperience in using a wheelchair.

Finally, comparisons made in this study rest on the hypothesis that the back cushion on a rigid interface represents a clinical reference on posture and comfort. Although Harms (1990) has demonstrated that this type of backrests improve the user's posture and comfort, there is no scientific statement that prove that the optimal posture can be found with a back cushion on a rigid interface.

CONCLUSION

The new flexible contour backrest was evaluated according to a specific methodology used to quantify subject's posture by measuring back profile and pressure distribution over the back and the seat. Assessment of comfort was done through a questionnaire. Results of this study done on a group of 15 able-bodied subjects showed that the new backrest allows to distribute pressure and accommodates back profile in a similar way as the back cushion on a rigid interface while the adjustable-tension backrest offers less uniform pressure distribution and less accommodation of back profile. The flexible contour backrest showed minimal surface contact area variation compared to other backrests which means that the new backrest gives better fit than these ones because of its multiple adjustments (curved back posts, back posts rotation and strap adjustment combined with aluminium stays). The new backrest was also found to be as comfortable as the back cushion.

Future evaluations have to be performed to determine the behaviour of the flexible contour backrest on wheelchairs users as well as the effects of the new backrest on stability and propulsion. However, results of this study show that the flexible contour backrest, by its multiple adjustable features, could represent an adequate wheelchair backrest to users who need more posterior and lateral trunk support while at the same time benefit from the sling backrest advantages.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was founded by the NSERC (Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada), Promed Inc. and Orthofab Inc. Special thanks to subjects who participated in this study and to Claude Valiquette for his advise on the methodology.

REFERENCES

1. Zollars J, Axelson P. The back support shaping system: an alternative for person using wheelchairs with sling upholstery. Proceedings of the 16th Annual RESNA Conference, Las Vegas : RESNA Press, 1993 : 274-276.
2. Harms M. Effects of wheelchair design on posture and comfort of users. *Physiotherapy*, 1990 : 76 : 5 : 266-271.
3. Bergen A, Presperin J. Positioning for functions : wheelchairs and other assistive technologies, Valhalla Rehabilitation Publications, Ltd., 1990.
4. Zacharkow D. Wheelchair posture and pressure sores. Springfield, Illinois, 1984.
5. Valiquette C, Audet J. Pushing the limits of the sling concept: the contoured sling backrest. Canadian seating and mobility conference, Toronto, 1992.
6. Engström B. Ergonomics and wheelchairs, manual of principles. Posturalis Books, 1995.
7. Zollars J, Chesney D. The design of a posterior trunk support shaping system: clinical methodologies for measuring changes in sitting posture with function. Proceedings of 10th International Seating Symposium. Vancouver, 1994 : 97-108.
8. Parent F, Dansereau J, Valiquette C. The flexible contour backrest for wheelchairs: A new design offering adequate posture and comfort. Proceedings of the RESNA'97 Annual Conference, Pittsburgh : RESNA Press, 1997 : 181-183.
9. Zacharkow D. The problem with lumbar support. *Physical therapy forum*, vol. IX, No. 35, September 1990.
10. Zollars J A. Special Seating: An illustrated guide. Otto Bock Orthopedic Industry Inc. Minneapolis, MN, 1996 : 10-14.
11. Koo TTK, Mak AFT, Lee YL. Posture effect on seating interface biomechanics: Comparison between two seating cushions. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 77, 1996 : 40-47.

Table 1 Article 2 : Characteristics of the fifteen able-bodied group of subjects

	Average	SD	Range
Age (years)	26.7	5.0	21 - 37
Weight (kg)	68.2	6.8	52.3 - 77.3
Height (cm)	173.7	6.0	162 - 180
Width of the trunk 4.0 cm below the axilla (cm)	30.5	2.0	27.3 - 34.3

Table 2 Article 2 : Mean and standard deviation of mean pressure measurements for the seat and the three types of backrests for the fifteen evaluated subjects

Pressure regions	Mean values in mmHg		
	Back cushion on a rigid interface	Flexible contour backrest	Adjustable-tension backrest
Whole backrest	12.6 ± 1.7	12.6 ± 2.3	13.9 ± 2.3*
Sacral region	9.9 ± 7.9	5.3 ± 2.6 [†]	6.7 ± 3.1*
Lumbar region	20.5 ± 7.3	14.5 ± 6.1 [†]	15.9 ± 5.8*
Thoracic region	13.4 ± 6.3	17.2 ± 7.3	27.1 ± 5.8*
Lateral parts: left	10.0 ± 2.2	12.4 ± 5.9	7.6 ± 4.2*
right	9.6 ± 2.5	14.4 ± 4.7 [†]	7.6 ± 4.0
Whole seat	35.0 ± 4.0	33.9 ± 2.9	32.9 ± 3.3
Ischial tuberosities: left	48.7 ± 9.1	51.3 ± 6.7	47.9 ± 6.4
right	47.0 ± 7.4	51.8 ± 6.3	49.6 ± 7.2

[†] Significant statistical difference between the back cushion and the flexible contour backrest

* Significant statistical difference between the back cushion and the adjustable-tension backrest

Table 3 Article 2 : Summary of the pressure variability between regions for the fifteen evaluated subjects and surface contact area variability calculated for the three types of wheelchair backrests.

	Back cushion on a rigid interface	Flexible contour backrest	Adjustable-tension backrest
Pressure variability between regions	± 6.96 mmHg	± 6.66 mmHg	± 9.54 mmHg*
Surface contact variability	± 124 cm ²	± 65 cm ² +	± 151 cm ²

* Significant statistical difference between the back cushion and the adjustable-tension backrest

+ Significant statistical difference between the flexible contour backrest and other types of backrests

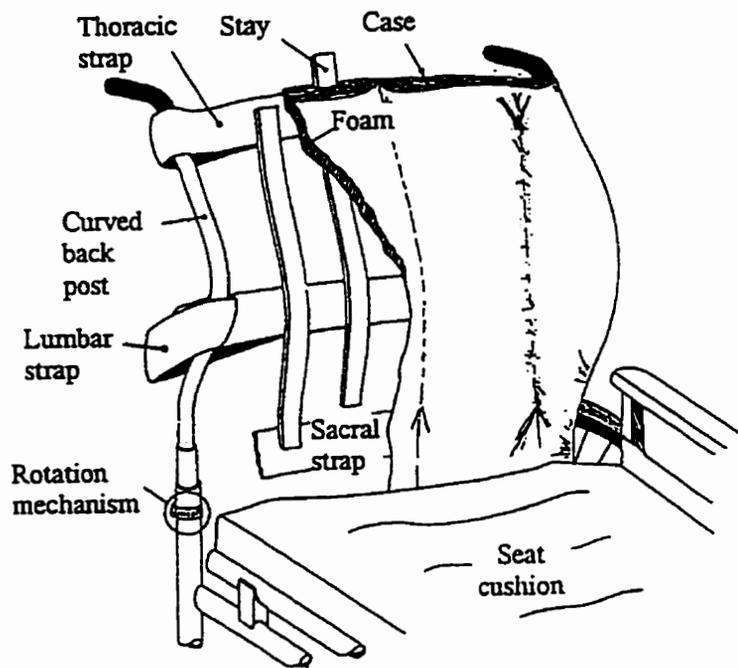
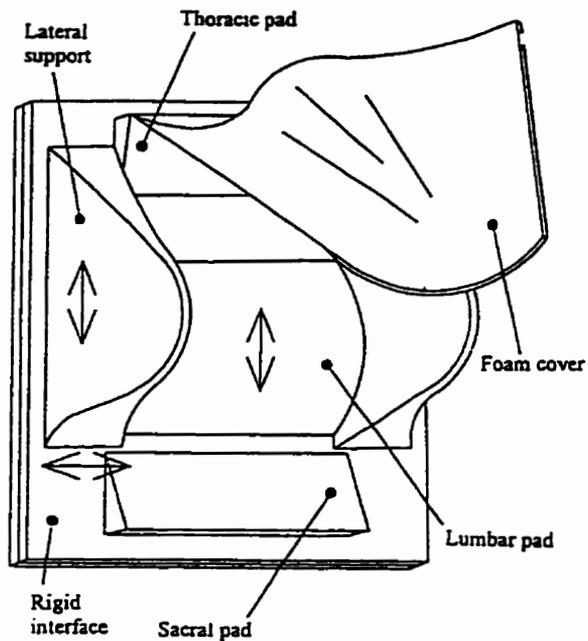
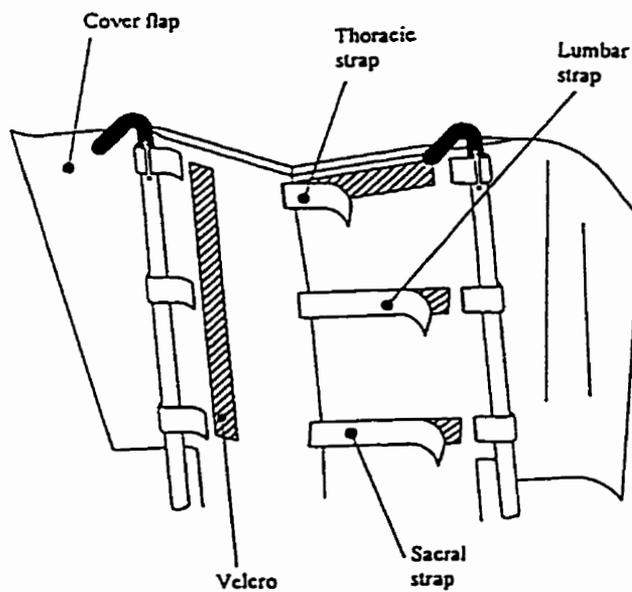


Figure 1 Article 2 – Schematic representation of the new flexible contour backrest.

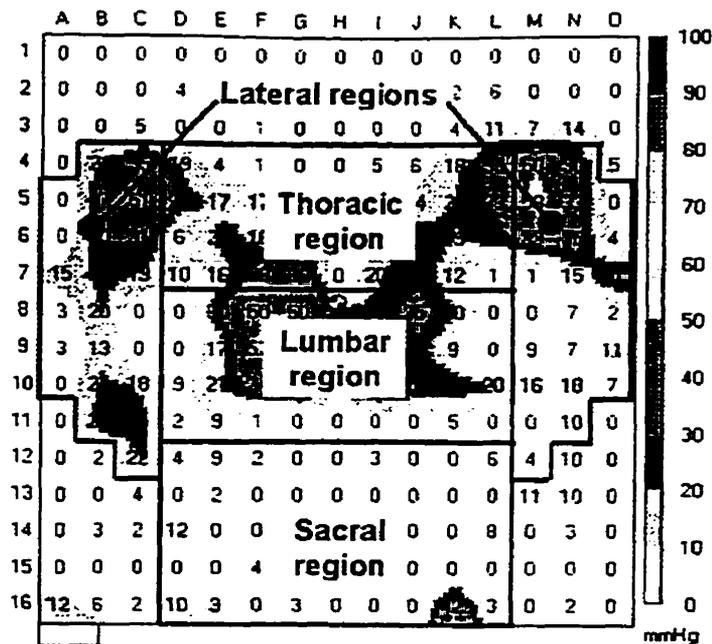


a) Back cushion on a rigid interface

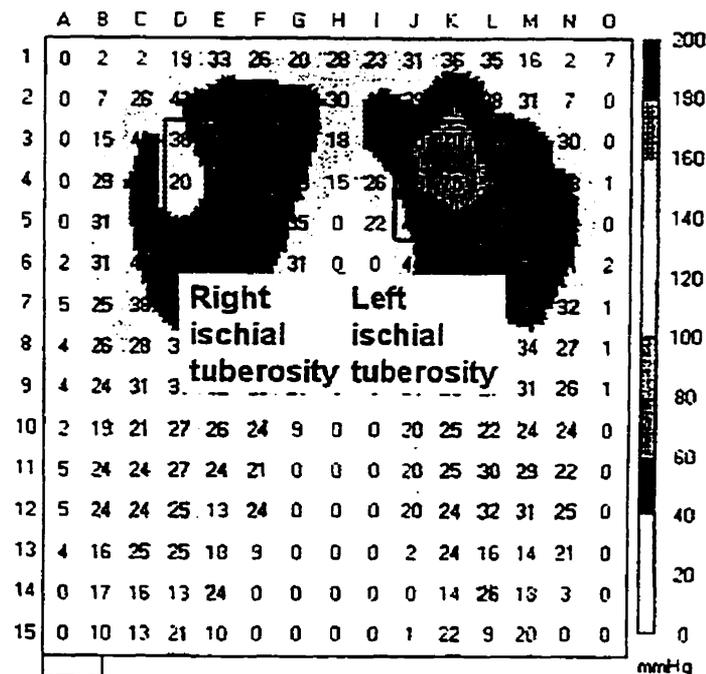


b) Adjustable-tension backrest

Figure 2 Article 2 – Schematic representation of the two other backrests evaluated in this study: a) back cushion on a rigid interface b) adjustable-tension backrest.



b) Backrest regions



b) Seat regions

Figure 3 Article 2 – Typical example of pressure distribution (flexible contour backrest)

a) pressure regions defined on the backrest b) pressure regions defined on the seat

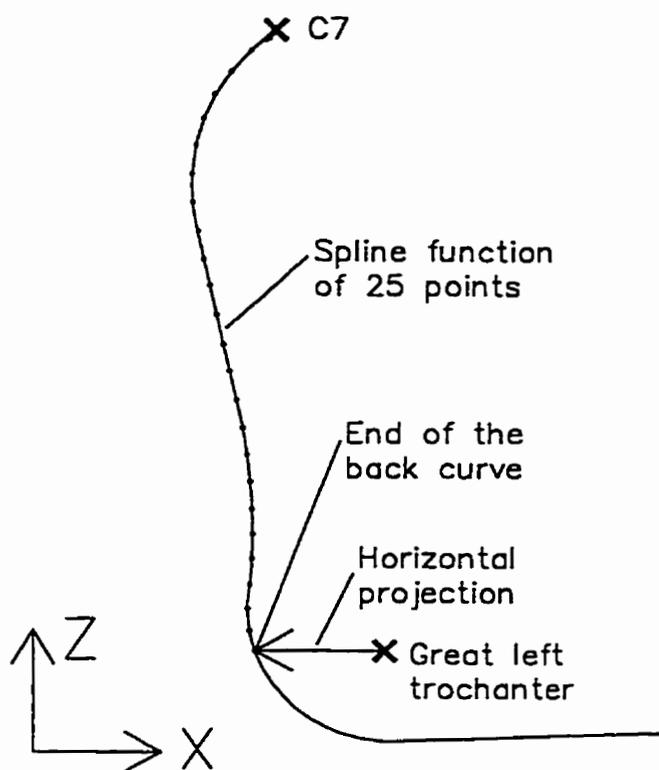


Figure 4 Article 2 – Representation of back curve shapes obtained by projection of the digitized points in the sagittal plane.

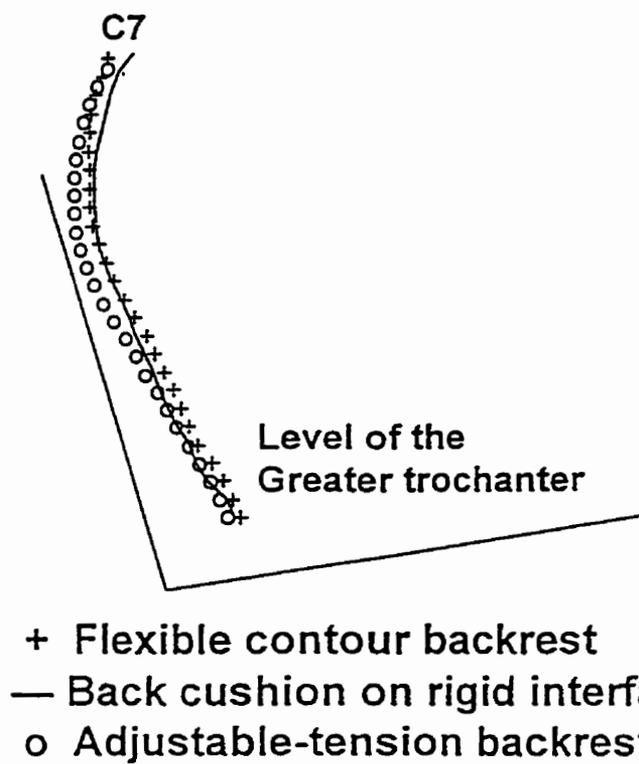


Figure 5 Article 2 – Typical pattern of subjects' back profile measured in the three types of backrests.

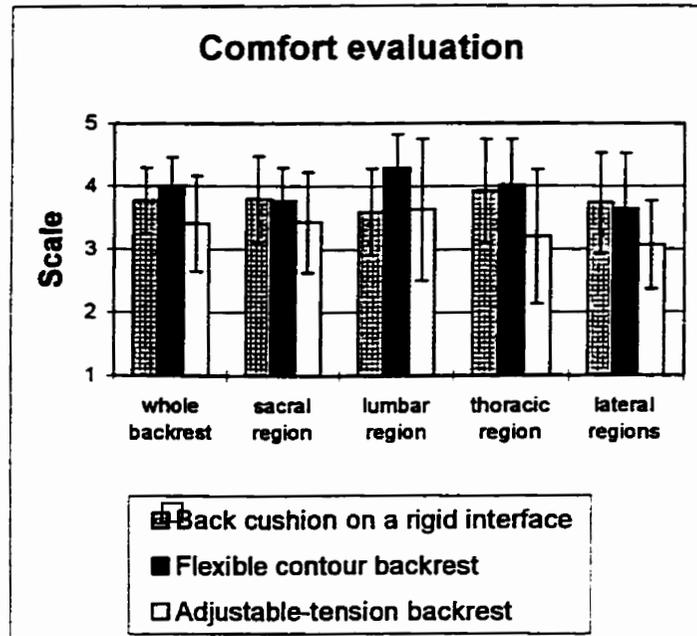


Figure 6 Article 2 – Results of comfort evaluation for the flexible contour backrest, the back cushion on a rigid interface and the adjustable-tension backrest.

2.4.2 Comparaison des évaluations des critères de design entre la solution conceptuelle retenue et le prototype actuel

Cette section a pour but de présenter les différences qui existent entre la solution conceptuelle du dossier contour flexible (telle que présentée dans le premier article) et le prototype actuel. Ces comparaisons sont nécessaires pour vérifier la validité de la méthodologie utilisée et déterminer si les estimations des critères de design présentées dans le premier article sont adéquates. Les critères de design ont donc été réévalués pour le prototype et, pour ce faire, les résultats présentés dans le deuxième article pourront ont été utilisés pour déterminer, entre autres, les effets du prototype au niveau du soutien et du maintien. Les autres critères de design ont aussi été évalués. Le tableau 2.5 permet la comparaison entre les résultats de la réévaluation des différents critères de design pour le prototype du dossier contour flexible et l'estimation initiale de sa solution conceptuelle.

Tableau 2.5: Différences relatives entre l'évaluation des critères de design pour la solution conceptuelle et le prototype du dossier contour flexible.

Critères De design	Solution conceptuelle du dossier contour flexible	Prototype du Dossier contour flexible	Différence relative
Soutien-maintien (45%)	36.4%	33.4%	$(33.4-36.4)/45 = -7\%$
Facilité d'utilisation (20%)	20.0%	20.0%	0%
Simplicité (20%)	12.6%	12.6%	0%
Coûts (5%)	2%	0 %	$(0-2)/5 = - 40\%$
Aération (5%)	5%	5%	0%
Discrétion (5%)	4%	5%	$(5-4)/5 = 20\%$
Total pour tous les critères	80.0%	76.0%	4%

Premièrement, une différence relative de 7% est notée pour le critère soutien-maintien. Bien que les résultats du deuxième article montrent que le dossier contour flexible offre un contact supérieur dans les parties latérales du tronc par rapport au dossier à tensions « ajustables », il a été constaté, lors des tests, qu'il y avait surtout contact au niveau des parties supérieures du tronc, ce qui laissait un vide au niveau des parties inférieures. En fait, ce problème survenait surtout lorsqu'il y avait rotation des montants vers l'intérieur (voir figure 2.9). De plus, cette rotation impliquait une augmentation de la pression à ce niveau pouvant facilement mener à des inconforts à long terme. D'un autre côté, il était difficile de générer un bon contact dans la zone sacrée (la pression était faible par rapport aux autres zones du dossier). De cette façon, un pourcentage plus faible a été accordé au niveau des sous-critères *Reproduction de l'alignement du tronc et du bassin* et *Distribution de pression*. Il n'y a pas eu de différences notables en ce qui a trait au sous-critère *Ajustement*.

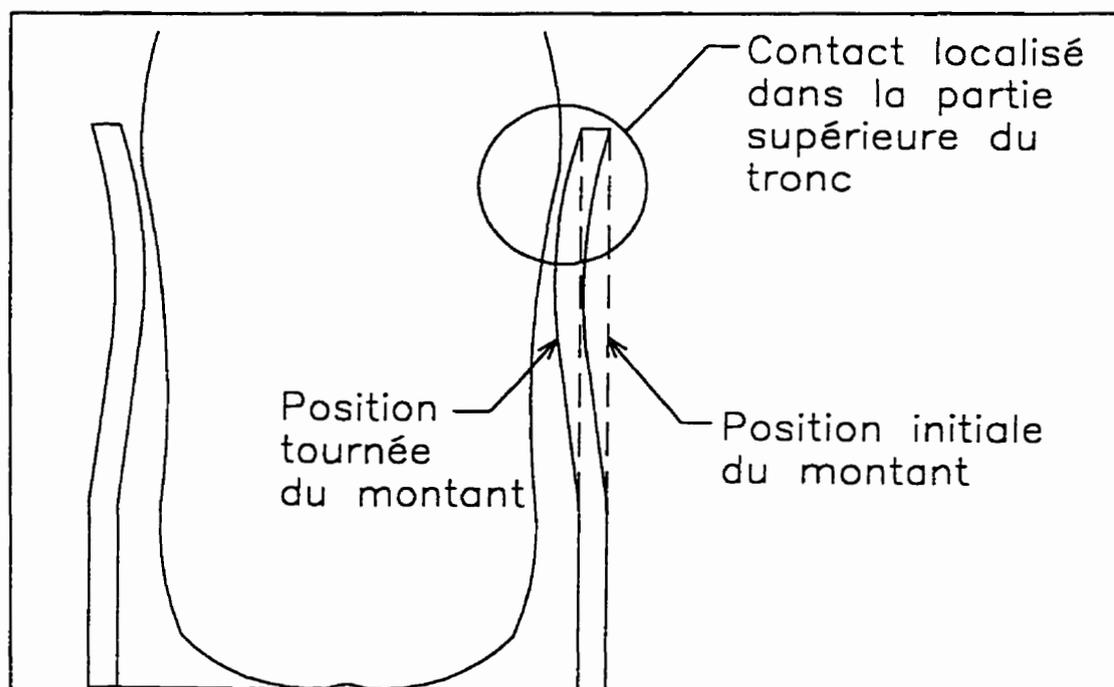


Figure 2.6 – Effet de la rotation des montants de dossier vers

l'intérieur sur le contact au niveau du tronc.

Les autres critères de design ne présentent pas de différences à la baisse mis à part le critère *Coûts* pour lequel une baisse de 40% est notée. Ceci peut s'expliquer par le fait que le coût réel de fabrication des mécanismes de rotation des montants du dossier a été supérieur de 200\$ par rapport au coût estimé initialement. Ceci peut s'expliquer par la complexité des pièces à fabriquer et l'achat d'un outil de coupe spécialisé nécessaire à l'usinage de certaines de ces pièces. Finalement, le critère discrétion a augmenté de 20% car le prototype a été jugé beaucoup plus discret que ce qui avait été estimé initialement. Globalement, les différences des évaluations des critères de design entre la solution conceptuelle et le prototype sont peu élevées (4%) et ne changent pas la validité des résultats présentés dans le premier article. Les résultats de cette section viennent donc confirmer que les estimations réalisées par les experts étaient adéquates.

CHAPITRE III: DISCUSSION GÉNÉRALE

Ce projet de maîtrise avait pour but de développer un nouveau dossier qui permettrait d'effectuer un compromis entre une posture adéquate et la préservation des avantages des dossiers flexibles conventionnels. Pour y arriver, une méthodologie de design a été utilisée (Vinet et coll., 1996) afin de trouver une solution adéquate à ce problème. Cette méthodologie comporte toutefois différents aspects pouvant être discutables comme le choix des critères de design et leur pondération. Ces derniers ont été établis selon ce qui est recommandé dans la littérature et selon les avis d'une équipe multidisciplinaire composée d'experts dans le domaine du positionnement. Il a toutefois été difficile d'obtenir l'unanimité quant aux choix des pondérations car certains membres privilégiaient des critères plus que d'autres et ce, surtout en fonction de leur champ d'activité. Les pondérations ont donc été établies par compromis. La nécessité de réaliser ce projet avec l'aide d'une équipe multidisciplinaire s'est donc avérée essentielle de manière à prendre en considération tous les aspects possibles reliés à la conception d'un nouveau dossier pour fauteuil roulant.

Étant donné que la pondération des critères de design a été obtenue par compromis, il n'en demeure pas moins que celles-ci pourraient être sujettes à changements. Pour déterminer dans quelle mesure celles-ci peuvent être modifiées sans influencer les résultats, une étude de sensibilité a été réalisée (voir la discussion du premier article). Les résultats de cette étude ont permis de démontrer qu'un changement de $\pm 5\%$ dans les pondérations ne modifie pas l'ordre de classement des concepts. Cette étude de sensibilité permet donc de confirmer le choix des pondérations.

La méthodologie de design utilisée a donc permis de concevoir et de fabriquer un nouveau concept de dossier pour fauteuils roulants. Le dossier contour flexible possède différents éléments innovateurs permettant d'offrir une posture et un confort adéquats.

L'utilisation de baleines dans le dossier contour flexible combinée aux courroies permet d'épouser les différentes formes du dos, ce qui favorise l'uniformisation des pressions d'une région à l'autre du dossier (voir résultats du deuxième article). La plupart des sujets ont ainsi remarqué que la présence des baleines permettaient de ne pas ressentir les courroies utilisées à l'intérieur du dossier contour flexible. En fait, ils avaient l'impression que la pression était mieux distribuée par rapport au dossier à tensions « ajustables » pour lequel les sujets ressentaient une pression élevée au niveau des courroies thoracique et lombaire. Il est reconnu cliniquement que le dossier à tensions « ajustables » n'offre pas une distribution uniforme de la pression. Les résultats de ce travail de maîtrise ont donc permis de confirmer cette observation.

Un autre élément innovateur du dossier contour flexible concerne le fait que ce dernier offre un maintien latéral à l'aide de montants de dossier courbés pouvant être ajustés en rotation. Cette rotation permet au dossier contour flexible de cintrer adéquatement le tronc de chaque personne évaluée. Les résultats reliés à la pression (voir le tableau 2 du deuxième article) ont permis de vérifier que les montants permettent de générer un contact continu entre les zones latérales et les autres régions du dossier. Grâce à ces éléments pouvant être ajustés (baleines, courroies et montants de dossier), l'hypothèse avancée au début de ce projet selon laquelle le dossier contour flexible pourrait offrir une posture adéquate pour différentes personnes a été vérifiée. Toutefois, au début des travaux de ce projet de maîtrise, cette hypothèse restait préliminaire car elle était basée sur les résultats obtenus des estimations des critères et sous-critères de design pour la solution conceptuelle (sans fabrication de prototype). Ainsi, une réévaluation des critères de design a été réalisée pour le prototype à l'aide des manipulations et des résultats présentés dans le second article. La comparaison entre les évaluations de la solution conceptuelle et du prototype ont permis d'affirmer que même s'il y a eu quelques différences au niveau de l'évaluation des critères soutien-maintien et coûts, la méthodologie de design utilisée pour ce projet de maîtrise s'est avérée précise et

efficace. L'équipe multidisciplinaire qui a réalisée les estimations des critères de design pour la solution conceptuelle a donc réalisé un travail adéquat.

Cependant, pour ce qui est de la baisse au niveau du critère de design soutien-maintien, celle-ci peut être attribuable à certaines limites importantes du design. Bien que les résultats du deuxième article montrent que le dossier contour flexible offre un contact supérieur dans les parties latérales du tronc par rapport au dossier à tensions « ajustables », il a été constaté, lors des tests, que la courbure des montants de dossier devrait être plus prononcée dans la partie inférieure. En effet, lorsqu'il y a rotation des montants vers l'intérieur, la courbure actuelle fait en sorte que ces derniers entrent rapidement en contact avec le sujet dans la partie supérieure du tronc alors qu'il reste un vide à combler dans la partie inférieure (voir figure 2.9). Ce problème a surtout été observé pour les sujets de sexe féminin ayant une largeur de tronc plus faible que les sujets de sexe masculin (30 cm et moins dans la partie la plus large). De même, cette rotation impliquait une diminution de la profondeur du maintien latéral offert. La figure 3.1 illustre, à l'aide d'une coupe transversale du tronc et d'un montant de dossier, l'effet de la rotation du montant sur la profondeur du maintien.

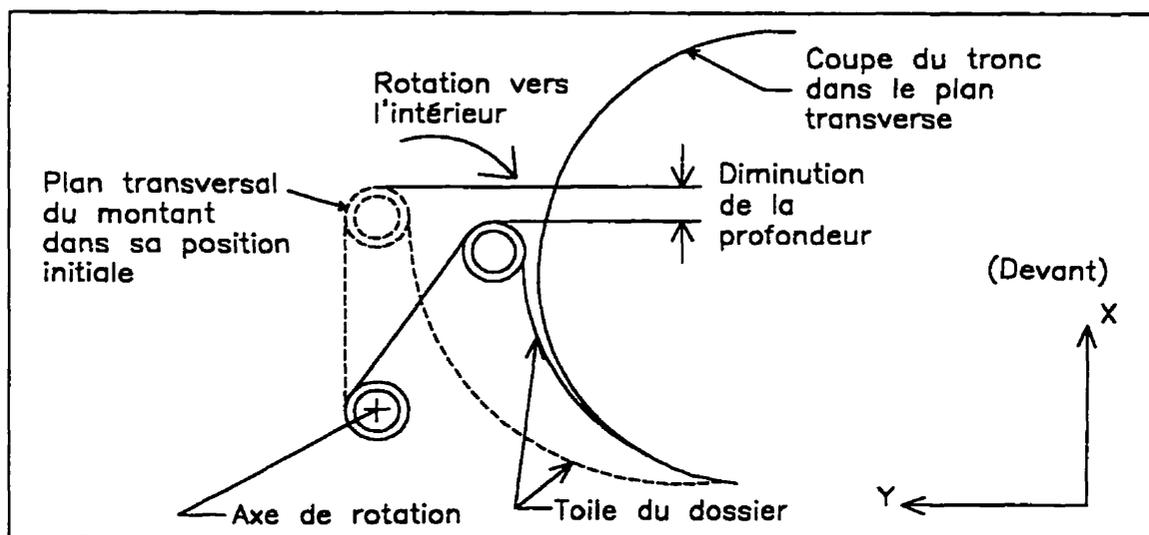


Figure 3.1 – Effet de la rotation des montants de dossier du dossier

contour flexible sur la profondeur du maintien latéral

Une deuxième limite du design est reliée à la difficulté de générer un contact adéquat dans la zone sacrée du dossier. Ceci peut s'expliquer en partie par le fait que la plupart des sujets étaient assis en présentant une absence de lordose lombaire. De cette manière, la région sacrée des sujets était située antérieurement aux montants de dossier et il restait un vide à combler (figure 3.2). Avec l'ensemble plaque/coussin, il était possible de combler ce vide en insérant un biseau multi-bas entre la plaque et le sujet (figure 3.2), ce qui permettait de générer un meilleur contact, donc une pression plus élevée. Toutefois, la pression dans cette zone pour l'ensemble plaque/coussin restait faible par rapport aux pressions mesurées dans les autres régions du dossier.

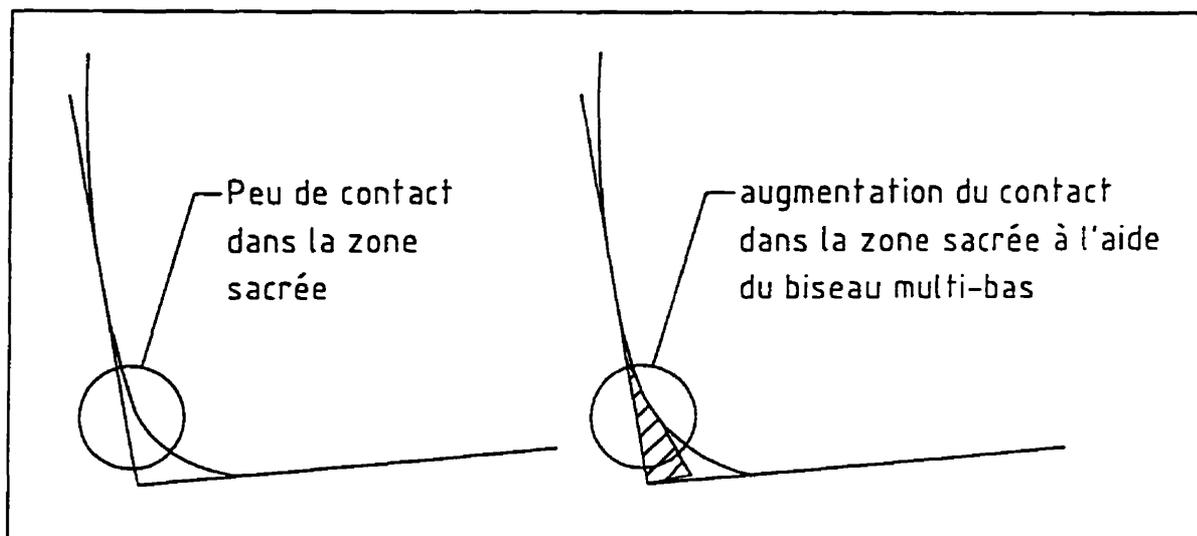


Figure 3.2 – Contact au niveau de la zone sacrée pour le dossier contour flexible (à gauche) et l'ensemble plaque/coussin (à droite)

Les expérimentations sur le dossier contour flexible ont également permis d'observer quelques autres limites relatives au design qu'il est important de considérer, bien que leurs impacts restent cependant mineures. En effet, lors de la conception du dossier contour flexible, certains mécanismes ont été fabriqués de manière à être simples et peu coûteux. En fait, il s'agissait de fabriquer un premier prototype et non pas de réaliser un

produit prêt à être commercialisé. Ainsi, par exemple, il n'est pas possible pour le moment d'installer rapidement et sans modification le dossier contour flexible sur différents types de bases de fauteuils roulants.

Certaines faiblesses du présent prototype sont aussi apparues lors des manipulations. Une de celles-ci réside dans la conception du mécanisme de rotation des montants de dossier. Bien que ces derniers remplissent la tâche pour laquelle ils avaient été conçus, il n'en reste pas moins que certains éléments de ce mécanisme devraient être revus. Les dentelures du mécanisme de rotation (voir dessins de détails à l'annexe D, pages 164 à 169) sont très petites pour permettre un ajustement à tous les 5°. Lors des manipulations, ces dentelures ont été abîmées, ce qui est probablement dû à la trop grande finesse de celles-ci ou à un mauvais choix de matériau (aluminium 6061). Une autre faiblesse a été notée en rapport avec le mécanisme de serrage du mécanisme de rotation des montants de dossier (voir dessin à l'annexe D, page 164) où la soudure retenant la bague sur le bloc s'est rompue à plusieurs reprises. Ceci est probablement dû au type de soudure (soudure à l'étain) non approprié et aux nombreuses manipulations effectuées au cours des évaluations.

Une autre point qui pourrait faire place à amélioration concerne la difficulté d'ajuster la courroie supérieure (niveau thoracique) car cette dernière se coince facilement à l'intérieur des œillets qui la maintiennent en place sur les montants de dossier. Un meilleur système de retenue du dossier sur les montants pourrait donc être envisagé. Finalement, un aspect important dans la conception de dossiers pour fauteuils roulants n'a pas été considéré dans le design du prototype. Ce dernier réside dans le fait que le prototype actuel du dossier contour flexible ne possède pas de poignées (elles n'étaient pas nécessaires lors des tests). Dans une optique de commercialisation, des poignées devront être ajoutées au nouveau dossier contour flexible. Toutefois, cet ajout pourra entraîner des coûts supplémentaires et il est possible que la conception des poignées soit

plus complexe que prévue. En effet, il faut considérer que les montants de dossiers tournent, ce qui entraîne en conséquence une rotation des poignées.

Les méthodes utilisées pour évaluer et comparer les caractéristiques des différents dossiers possèdent également certaines limites et il importe de les connaître afin de formuler certaines recommandations. La première limite est sans contredit le fait que les évaluations aient été réalisées avec des sujets sains et non avec des sujets handicapés. En effet, avec les sujets sains, il était difficile, en un certains sens, d'évaluer la qualité réelle du maintien offert car ces derniers possèdent un bon tonus musculaire du tronc comparativement aux personnes handicapées pour qui le tonus est beaucoup plus faible. Dans ce contexte, la mesure de la distribution de pression a été utilisée pour démontrer que le dossier contour flexible offre un meilleur maintien latéral que les dossiers à tensions « ajustables ». Toutefois, la pression indique un aspect de la qualité du maintien mais fournit une information limitée quant à la stabilité de l'utilisateur dans son fauteuil. En conséquence, les résultats de ce projet de maîtrise ne peuvent être généralisés pour des sujets handicapés mais cependant, ils indiquent les grandes tendances des effets produits par le nouveau dossier. D'un autre côté, Harms (1990) a remarqué que le confort ressenti par un sujet sain est différent du confort ressenti par un sujet handicapé. Donc, les résultats obtenus de l'évaluation du confort ne peuvent être généralisés à des sujets handicapés. Toutefois, les résultats de ce projet de maîtrise combinés à de futures évaluations sur des sujets handicapés permettraient de déterminer les différences entre le groupe contrôle composé de sujets sains et les sujets handicapés en ce qui a trait aux effets du dossier contour flexible au niveau de la posture et du confort.

Une deuxième limite associée à la méthodologie utilisée est liée à l'hypothèse selon laquelle l'ensemble plaque/coussin utilisé lors des évaluations représente une référence au niveau de la posture et du confort. En effet, l'ensemble plaque/coussin est cliniquement reconnu comme étant un des meilleurs types de dossiers de fauteuils roulants pour offrir une posture et un confort adéquats. Toutefois, il n'est pas prouvé

scientifiquement qu'une posture dite « optimale » est retrouvée avec l'utilisation de ce type de dossier. De plus, aucune évaluation n'a été effectuée au niveau de la posture et du confort pour déterminer si l'ensemble plaque/coussin de Les distributions Promed Inc. représente un des meilleurs dossiers de sa catégorie. Ainsi, un travail important, hors des limites du présent projet, reste à faire pour définir quel type de dossier offrirait une posture et un confort dit « optimal ».

Une autre limite de la méthode concerne le positionnement des sujets dans le simulateur (SEM). Lors des évaluations, les sujets étaient positionnés selon leur posture neutre (Zollars, 1996) et aussi selon ce qui est recommandé dans la littérature (angle siège-dossier à 95° et angle de bascule à 10° ; Zacharkow, 1984). Ces recommandations sont basées sur des constatations cliniques et, pour l'instant, il est difficile d'affirmer que cette posture représente une posture « optimale ». Les sujets étaient généralement assis en cyphose, donc l'angle siège-dossier aurait pu être fixé à 105° , ce qui aurait augmenté le contact dans la zone sacrée du dossier (voir figure 3.3).

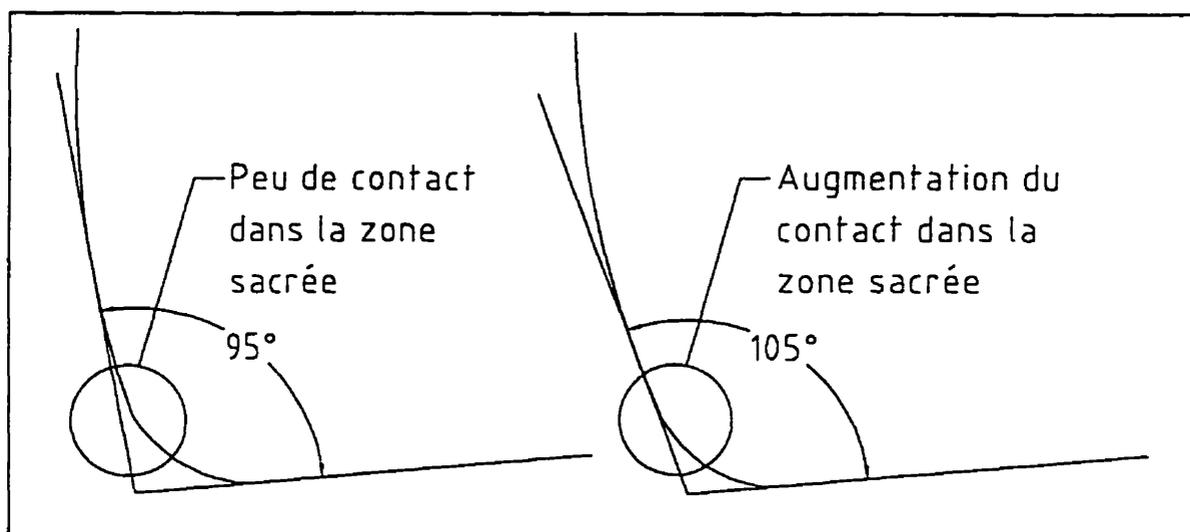


Figure 3.3 – Contact au niveau de la zone sacrée pour le dossier contour flexible avec un angle siège-dossier de 95° (à gauche) et de 105° (à droite)

Puisqu'en général, les sujets évalués étaient plutôt assis avec absence de lordose lombaire, la pression dans la zone sacrée était donc faible pour les trois types de dossiers étudiés. En variant ainsi quelques paramètres de soutien (angle siège-dossier et angle de bascule), il est possible d'anticiper que les résultats auraient été légèrement différents. Dans un même ordre d'idée, tous les résultats obtenus au niveau de la mesure de la distribution de la pression reposent sur la détermination des zones sur le dossier (sacrée, lombaire, thoracique et latérales). Ces zones ont été définies en fonction de la position et de la grandeur du coussinet lombaire de l'ensemble plaque/coussin et l'identification des zones de soutien et de maintien effectué par l'ergothérapeute (voir le deuxième article). Ainsi, les zones du dossier peuvent varier d'un sujet à l'autre. De même, les limites de ces zones peuvent varier selon l'identification qu'en a effectuée l'ergothérapeute. En fait, aucune spécification n'a pu être trouvée dans la littérature pour déterminer avec précision où commencent et se terminent les différentes zones du tronc venant s'appuyer sur un dossier. Un test a été effectué pour déterminer si la variation de la hauteur et de la largeur de la zone lombaire pouvait affecter les résultats de pression présentés à l'intérieur du deuxième article. Les résultats de ce test ont démontré qu'un changement de ± 2.5 cm dans les dimensions de la zone lombaire n'affectait pas l'allure générale des résultats et de ce fait, les conclusions avancées dans le deuxième article restent identiques.

L'évaluation du confort présenté dans le deuxième article a été réalisée de manière à connaître les premières perceptions des sujets vis-à-vis le nouveau dossier. Puisqu'aucun outil simple et fiable n'a pu être trouvé dans la littérature pour quantifier le confort ressenti et qu'en général, ce dernier est propre à chacun, un questionnaire simple a été utilisé. Cette méthode avait déjà été utilisée par Harms (1990) et ses résultats avaient permis de déterminer des différences de confort entre quelques types de dossiers de fauteuils roulants. De la même manière, les résultats obtenus de ce projet de maîtrise ont permis de comparer, au niveau du confort à court terme, le dossier contour avec l'ensemble plaque/coussin et le dossier à tensions « ajustables ».

Enfin, dans le cadre du présent projet de maîtrise, certains paramètres de mesure ont été favorisés par rapport à d'autres car, selon l'état actuel des connaissances rapportées dans la littérature, ce sont ces paramètres qui ont été identifiés comme étant les plus pertinents. Cependant, d'autres paramètres mécaniques ou géométriques auraient pu compléter l'évaluation du dossier contour flexible tels que, par exemple : la stabilité, la capacité de se propulser, la température à l'interface de la peau, le cisaillement entre la surface du dossier et de la peau, le taux d'humidité, etc. Ainsi, il serait important de connaître la portée de l'influence de ces paramètres au niveau des résultats de la présente étude. Toutefois, l'objectif central de ce projet de maîtrise était de vérifier, dans un premier temps, que le nouveau dossier contour flexible pouvait offrir une posture et un confort adéquats. Les résultats du présent projet ont permis de démontrer que le design du dossier contour flexible est sur la bonne voie et que de futures évaluations plus approfondies pourront maintenant être entreprises afin de consolider les principales tendances et observations obtenues dans le cadre de la présente étude.

CHAPITRE IV: CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

4.1 Conclusion

L'essence même de ce projet repose sur l'absence de l'existence d'un dossier pour fauteuil roulant qui pourrait offrir une posture et un confort adéquats tout en préservant les avantages des dossiers flexibles (pliable, discret, léger et simple tout en permettant l'aération). Pour combler ce besoin, un nouveau dossier a été fabriqué et conçu à l'aide d'une méthodologie de design couramment utilisée à l'École Polytechnique de Montréal. Le nouveau dossier contour flexible peut accommoder les profils de dos d'une personne dans le plan sagittal (d'une géométrie normale à une légère cyphose) à l'aide de tiges d'aluminium verticales (baleines) combinées à trois courroies horizontales dont les formes et les tensions peuvent être ajustées. Le maintien latéral du tronc est offert par l'utilisation de montants de dossier courbés pouvant être ajustés en rotation.

Une première évaluation basée sur la méthodologie de design a permis de démontrer que le dossier contour flexible permet de conserver la plupart des caractéristiques de l'ensemble plaque/ coussin et du dossier flexible conventionnel. Les résultats restaient toutefois préliminaires car les évaluations avaient été réalisées dans un contexte de design. Par la suite, une évaluation réalisée sur un prototype du nouveau dossier a été entreprise de manière à vérifier ses effets au niveau de la posture et du confort par rapport à l'ensemble plaque/ coussin (Les distributions Promed Inc.) et au dossier à tensions « ajustables » (Orthofab Inc.). Cette deuxième évaluation a été réalisée avec quinze sujets sains pour lesquels des mesures de pression au niveau du siège et du dossier ont été prélevées ainsi que le profil du dos dans le plan sagittal. Un questionnaire a été établi pour évaluer le confort. Les résultats de ces évaluations montrent que, pour le groupe de sujets évalué, le dossier contour flexible offre une

distribution de pression et un confort similaires à l'ensemble plaque/coussin. Il offre aussi une distribution de pression plus uniforme et un meilleur confort que le dossier à tensions « ajustables ». Les résultats reliés au profil du dos dans le plan sagittal montrent que 66% des sujets avaient des profils similaires dans le dossier contour flexible et dans l'ensemble plaque/coussin alors que seulement 27% présentent des profils similaires lorsque le dossier à tensions « ajustables » était comparé à l'ensemble plaque/coussin. Finalement, le calcul de la variation de surface de contact d'un sujet à un autre a permis de démontrer que le dossier contour flexible offre une meilleure accommodation des différentes géométries du tronc (variation de $\pm 65 \text{ cm}^2$) comparativement aux autres dossiers qui présentent une variation beaucoup plus élevée ($\pm 124 \text{ cm}^2$ pour l'ensemble plaque/coussin et $\pm 151 \text{ cm}^2$ pour le dossier à tensions « ajustables »). Cette dernière caractéristique vient apporter un aspect novateur de premier ordre et une amélioration importante au niveau de l'adaptabilité d'un dossier à différentes formes et géométries de dos.

Le dossier contour flexible accommode donc plus facilement les différentes formes de tronc et ce, grâce à ses éléments pouvant être ajustés (montants de dossier courbés, courroies et tiges verticales). Ainsi, l'agencement des courroies et des tiges verticales permet d'épouser les formes du dos tout en distribuant la pression, et ce, de façon similaire à l'ensemble plaque/coussin. Toutefois, il a été remarqué que le dossier contour flexible offre peu de contact dans la région sacrée, surtout lorsque les personnes sont assises en cyphose. De plus, il a été remarqué que lorsqu'il y a rotation des montants de dossier vers l'intérieur, la courbure actuelle de ces derniers engendre un contact dans la partie supérieure du tronc tout en laissant un vide dans la partie inférieure.

Malgré les limites du design, les résultats de ce projet de maîtrise permettent d'affirmer que le dossier contour flexible offre plus de soutien, de maintien et de confort que les dossiers flexibles actuels tout en conservant la plupart de leurs avantages. Le projet de

conception du dossier contour flexible est présentement à l'étape de la prise d'un brevet et prochainement, ce dernier pourra être commercialisé. Il représentera alors une alternative appropriée pour les usagers qui désirent retrouver une posture adéquate et confortable tout en bénéficiant d'un dossier pliable, léger, discret et permettant l'aération.

4.2 Recommandations

Bien que ce projet de maîtrise ait permis de développer et d'évaluer le nouveau dossier contour flexible, il reste encore des étapes à franchir afin d'améliorer le présent prototype. Pour ce faire, les recommandations suivantes doivent être prises en considération :

Recommandations au niveau du prototype :

1. La courbure actuelle des montants de dossier ne permet pas de générer un contact uniforme au niveau des parties latérales du tronc. Il est donc recommandé de modifier le design des montants. Par exemple, une augmentation du rayon de courbure dans la partie inférieure des montants ou une modification de la courbe ou inclinaison des montants permettrait d'offrir une distribution de pression plus uniforme au niveau des zones latérales du tronc.
2. Pour une version ultérieure du dossier contour flexible, les faiblesses suivantes du présent prototype devront être analysées :
 - Le mécanisme de rotation des montants de dossier est complexe et fragile (usure des dents, problème de soudure, etc.). Un meilleur mécanisme plus simple et plus solide devra être conçu pour accroître la sécurité et sa durée de vie.

- Un meilleur système de retenue du dossier sur les montants du dossier doit être envisagé de manière à ce que la tension de la courroie thoracique soit facile à ajuster.
- Pour adopter un système de poignées sur le dossier contour flexible, certains choix peuvent être envisagés comme par exemple : courber le haut des montants de dossier pour faire des poignées (ce choix entraînera toutefois une rotation des poignées lorsque les montants seront tournés) ou intégrer un mécanisme de rotation au niveau des poignées de manière à ce que celles-ci restent toujours parallèles au fauteuil, et ce, peu importe la rotation des montants.

Recommandations au niveau des méthodes d'évaluation :

3. Les premières évaluations ont été réalisées avec des sujets sains de manière à déterminer si la conception préliminaire du dossier contour flexible satisfaisait les critères de design et les objectifs fixés initialement. Les futures évaluations avec une nouvelle version du dossier devraient être réalisées avec la participation d'utilisateurs de fauteuils roulants.
4. Une évaluation des effets sur la posture devrait être entreprise pour situer l'ensemble plaque/coussin de Les distributions Promed Inc. par rapport à quelques ensembles plaque/coussin disponibles sur le marché.
5. Les évaluations au niveau de la posture et du confort ont été réalisées sur une courte période de temps. Une étude sur les effets à plus long terme devrait être entreprise pour déterminer si le dossier contour flexible permet réellement d'offrir une posture et un confort adéquats lors de longues périodes d'utilisation.

6. L'évaluation du dossier contour flexible a été réalisée selon deux principaux paramètres : la posture et le confort. Il serait approprié, lors des futures évaluations, d'évaluer le dossier au niveau de la stabilité, de la capacité à se propulser, du cisaillement, etc.

7. Finalement, l'angle de bascule et l'angle siège-dossier pourraient être modifiés de manière à déterminer leur influence sur les résultats de pression au niveau des différentes zones du dossier.

BIBLIOGRAPHIE

ANDERSON B.J.G. et ORTENGREN, R. (1974). Lumbar disc and myoelectric back muscle activity during sitting. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 3, 128.

ANDERSON B.J.G, ORTENGREN R., NACHEMSON A.L., ELFSTROM G. et BRONFMAN H. (1975). The sitting posture: An electromyographic and discometric study. Orthopedic Clinics of North America, 6, 105-120.

ANDERSON B.J.G (1979). The influence of backrest inclination and lumbar support on lumbar lordosis. Spine 4, 52-58.

AXELSON P. W. (1996). Back support adjusting apparatus for chair with backrest flexible upholstery. Brevet américain n° 5 547 251.

BAR C. et GUTHRIE C. L. (1994). Backrest assembly for a wheelchair. Brevet américain n° 5 364 162.

BERGEN A. et PRESERIN J. (1990). Positioning for functions : wheelchairs and other assistive technologies. Valhalla Rehabilitation Publications, Ltd.

CCAT (Conseil consultatif sur les aides technologiques) (1992). Le positionnement et les aides techniques à la posture, Avis n°19, Québec.

DISTRIBUTIONS PROMED INC. (1995). Cahier des charges du dossier contour flexible. Montréal.

DISTRIBUTIONS PROMED INC. (1995). Rapport interne sur les définitions des termes soutien et maintien. Montréal.

ENGSTRÖM B. (1995). Ergonomics and wheelchairs, manual of principles. Posturalis Books, 72-81.

EVEREST & JENNINGS CANADIAN LIMITED (1995). Everest & Jennings, Solutions gagnantes. Concord, Ontario.

HARMS M. (1990). Effects of wheelchair design on posture and comfort of users. *Physiotherapy*, 76, 5, 266-271.

HARRIS G. et HYDLE L. K. (1990). Adjustable lumbar back support system for a wheelchair. Brevet américain n° 4 925 242.

HARRISON P. N. et MEDJEDOVIC N. B. (1996). Lower back support. Brevet américain n° 5 573 302.

INVACARE CORPORATION. (1996). Introducing PAXBAC. Northbrook, IL.

INVACARE CORPORATION. (1996). Seating and Positioning Products. Northbrook, IL.

JAY E. C. et NORDQUIST M. H. (1993). Wheelchair back system. Brevet américain n° 5 211 446.

JAY MEDICAL LTD. (1996). The Jay J2 Back. Boulder, CO.

JAY MEDICAL LTD. (1995). Jay Care Back. Boulder, CO.

JAY MEDICAL LTD. (1995). Improved posture and comfort with the Jay Combi Cushion. Boulder, CO.

KOO T.K.K., MAK A.F.T. et LEE Y.L. (1996). Posture effect on seating interface biomechanics: Comparison between two seating cushions. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 77, 40-47.

LACOSTE M. et VALIQUETTE C. (1995). Les paramètres qui influencent le choix des composants de soutien en posture assise (évaluation anthropomécanique). 2^e Colloque Positionnement et Mobilité, Québec.

MEDHAT M. A. et REDFORD J. B. (1985). Experience of a seating clinic. International Orthopaedics, 9, 279-285.

O'NEILL H. (1988). Tissue trauma: postural stability, pelvic position and pressure sore prevention. Proceedings of the 4th Int. Seating Symposium, Vancouver, 71-75.

ORTHO FAB INC. (1994). Présentation 1994: Ultima-Prima-Targa. Québec.

OTTO BOCK REHA (1995). Wheelchair-Accessories 1995-1996. Lane North, MI.

OTTO BOCK REHA (1996). The Z-Flo Comfort Back with foam. Lane North, MI.

PARENT F., DANSEREAU J., VALIQUETTE C. et LACOSTE M. (1997). The flexible contour backrest for wheelchairs: A new design offering adequate posture and comfort. Proceedings of the RESNA'97 Annual Conference, Pittsburgh, 181-183.

ROHO Inc. (1993). Positioning & Therapeutic Seating System Product. Belleville, IL.

SHIELDS R. K. et COOK T. M. (1988). Effect of seat angle and lumbar support on seated buttock pressure. Physical Therapy, 68, 11, 1682-1686.

SICKNEY, R. A. (1993). Comparaison of swing-away lateral trunk support for seating system. Proceedings of the RESNA'93 Annual Conference, 352-354.

STONE J. (1996). Clinical considerations in the selection of commercial wheelchair backs. 12th International Seating Symposium, Vancouver, 221-224.

STOUT C. (1993). A simple trunk support solution for active manual wheelchair users. 9th International Seating Symposium, Memphis, 243-246.

TREFLEF E., HOBSON, D., TAYLOR S.J., MONAHAN L.C. et SHAW C.G. (1993). Seating and mobility for persons with physical disabilities. Therapy Skill Builders. University of Tennessee, Memphis, 48-49.

VALIQUETTE C. et AUDET J. (1992). Pushing the limits of the sling concept: the contoured sling backrest. Canadian Seating and Mobility Conference, Toronto.

VINET R., CHASSÉ D. et PRÉGENT R. (1996). Méthodologie des projets d'ingénierie et communication (Cours 2.190), 6^e édition. École Polytechnique de Montréal, Département de Génie Mécanique, Montréal.

WARD D. E. (1994). Prescriptive Seating for Wheeled Mobility, volume I. Health Wealth International, Kansas City, 153-164.

ZACHARKOW D. (1990). The problem with lumbar support. Physical Therapy Forum, vol. IX, No. 35.

ZACHARKOW D. (1984). Wheelchair posture and pressure sores. Springfield, 6-34.

ZOLLARS J. et AXELSON P. (1993). The back support shaping system: an alternative for person using wheelchairs with sling upholstery. Proceedings of the 16th Annual RESNA Conference, Las Vegas : RESNA Press, 274-276.

ZOLLARS J et CHESNEY D. (1994). The design of a posterior trunk support shaping system: clinical methodologies for measuring changes in sitting posture with function. Proceedings of 10th International Seating Symposium. Vancouver, 97-108.

ZOLLARS J A. (1996). Special Seating: An illustrated guide. Otto Bock Orthopedic Industry Inc. Minneapolis, MN, 10-14.

Annexe A

Liste des idées proposées lors de la séance de recherche de solutions

L'objectif de cet annexe est de présenter les différentes idées qui ont été proposées lors de la séance de recherche de solutions. Les idées ont été classées selon trois catégories : les idées reliées au soutien du tronc, les idées reliées au maintien latéral du tronc et les autres idées reliées à la conception d'un nouveau dossier pour fauteuil roulant.

1- Idées reliées au soutien du tronc

- dossier avec pochettes gonflables où, en fonction de la quantité d'air dans chaque poche, il est possible de recréer différentes formes (ex: support lombaire)
- fixations de différents éléments de forme en mousse pouvant se fixer à la surface du dossier à l'aide de velcro, pochettes ou autre matériau de fixation
- ajout d'une ou deux plaques moulées à l'intérieur du dossier pour donner une forme à celui-ci dans le plan sagittal
- ajout de baleines verticales à l'intérieur du dossier; la déformation des baleines dans le plan sagittal permettrait de créer les formes désirées du dos
- ajout de courroies à tensions « ajustables » à différentes hauteurs
- patron de couture pour la toile du dossier de manière à épouser les formes du dos
- dossier renforcé avec des formes en plastique ou en mousse plus rigide; les formes sont intégrées à l'intérieur de la mousse du dossier
- utilisation d'une mousse « déformable » qui permettrait de créer le support désiré; en s'appuyant sur le dossier, formation ou non d'un support lombaire et extension de la mousse pour la zone thoracique
- dossier fabriqué de couches en mousse de différentes épaisseurs
- ajustements du dossier par courroies croisées (treillis)
- tubulure suivant les formes du dos (une pour lordose, pour cyphose, pour dos plat, etc.)
- tubulure du dossier fabriqué de matériau « déformable » (ex: plomb)
- tubulure formée par des « splines »
- tubulure articulée permettant de déterminer la hauteur du dossier ou du support lombaire
- rotation des cannes profilées de manière de passer d'une lordose à une cyphose

- utilisation de cannes profilées avec dossier très tendu entre chaque
- ajout de renforts (plastique ou métal) à l'intérieur de la mousse du dossier de manière à augmenter la rigidité de ce dernier
- système empêchant le dossier d'aller vers l'arrière (plaque pliante ou autre)
- modification du profil du dossier dans le plan transversal
- jouer avec la rigidité des mousses pour empêcher l'arrondissement du dossier
- ajout d'éléments à mémoire de forme à l'intérieur du dossier qui permettraient de plier le fauteuil et de retrouver les formes données auparavant lorsque déplié
- pose d'un treillis en cordage dans le dossier augmenterait la rigidité de ce dernier

2- Idées reliées au maintien latéral du tronc

- cannes profilées formant les appuis latéraux (ref : « dossier contour »)
- appuis latéraux rigides en plastique avec mousse
- appuis latéraux en tubulure ajoutée à la tubulure originale du dossier (soudé)
- appuis latéraux à ressort; les appuis se referment sur le tronc du bénéficiaire lorsque ce dernier s'appuie sur le dossier
- appuis latéraux gonflables permettant de bien cintrer différentes configurations de tronc juste en réglant la quantité d'air à l'intérieur des appuis
- rotation des appuis latéraux du dossier de manière à bien cintrer le tronc
- fabrication de différentes épaisseurs d'appuis latéraux
- recul du dossier à l'arrière des cannes; ces dernières donnent le maintien au tronc

- appuis articulés en longueur de manière à changer la profondeur de la zone de maintien
- tubulure en trois dimensions pouvant suivre les formes du dos dans les plans frontal et sagittal

3- Autres

Aération

- utiliser une toile mince plutôt que du cuir
- fabriquer un dossier très mince avec un matériau permettant l'aération (ex: Nylon)
- matériau poreux
- couvrir le moins possible le dos en hauteur
- trous dans le dossier afin de laisser passer l'air

Discrétion et esthétisme

- la courbure des appuis latéraux doit être soignée
- pas de dépassement vers l'arrière du dos
- pas de dépassement sur les côtés de la tubulure du dossier
- utiliser la couleur noire pour le matériel de recouvrement
- utiliser un revêtement uniforme en toile ou en Nylon

- le design ne doit pas avoir l'air d'être ajouté à la structure du fauteuil roulant
- développer des formes harmonieuses
- arrondir les coins, pas d'arêtes vives
- les formes du dossier doivent épouser les formes du corps
- le plus discret possible

Matériaux

- pour la tubulure:

- acier	- aluminium
- alliage	- plastique rigide
- composites	- matériau à mémoire de forme
- pour le dossier:

- Nylon	- caoutchouc
- plastique	- mousse « déformable »
- toile	- mousse de différentes densités
- gel	

Système d'attache ou de tension

- velcro
- bouton-pression
- ceinture de type automobile
- courroie à tension avec manettes de serrage
- lacet ou cordon
- cordage ou treillis
- attache de valise ou sangle

Annexe B

Concepts développés à partir de la séance de recherche de solutions

À partir de la séance de recherche de solutions, huit concepts de dossiers ont été établis. L'objectif de cet annexe est de présenter les différentes solutions qui ont été proposées. Ainsi, chaque solutions est brièvement présentée et seules les caractéristiques importantes sont expliquées. Les avantages et les inconvénients de chaque concept sont également présentés. Il est à noter que les solutions ne sont pas raffinées et plusieurs caractéristiques et mécanismes sont manquants.

Solution 1: Dossier flexible à tubulures profilées

Cette solution utilise différents types de tubulures pour recréer les formes du dos dans le plan sagittal (figure B-1). Il est nécessaire d'utiliser plusieurs tubes de manière à accommoder plusieurs géométries. Une fois que le type de géométrie a été sélectionné, les tubes sont choisis et entrés les uns dans les autres de façon à recréer cette géométrie. Puis, le dossier est placé de façon tendu entre les tubulures. L'ajout d'appuis latéraux en tubulure permet à cette solution d'offrir un maintien latéral. Les appuis latéraux peuvent être ajustés en hauteur et en rotation.

Avantages:

- permet de retrouver beaucoup de formes dans le plan sagittal
- normalisation possible des tubulures
- dossier mince et léger

Inconvénients:

- appuis latéraux complexes à fixer
- plusieurs tubulures à fabriquer
- solidité incertaine
- recouvrement complexe
- possibilité d'effet hamac
- spécifications requises d'un sujet à l'autre

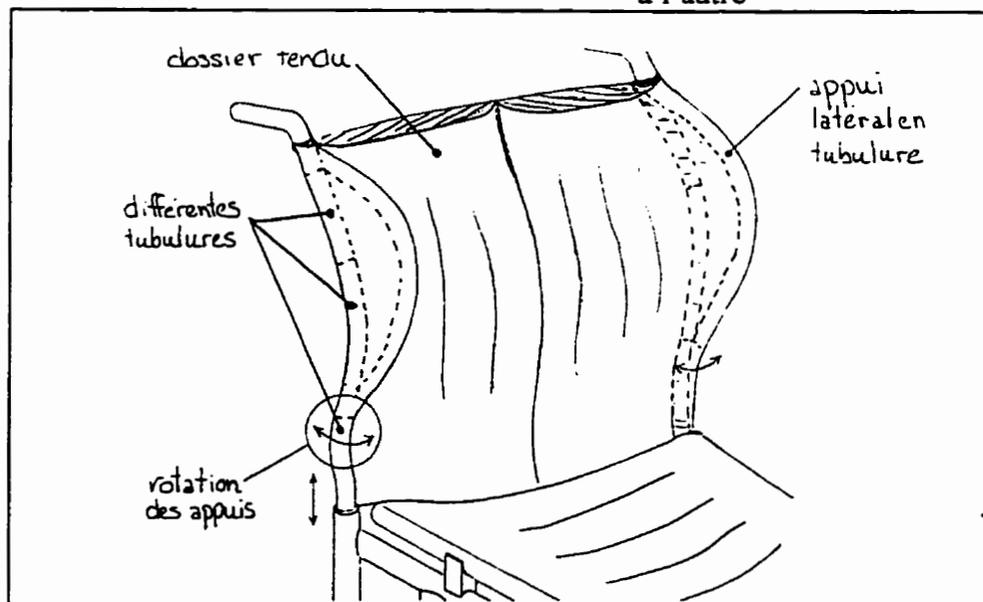


Figure B-1: Dossier flexible à tubulures profilées

Solution 2: Dossier flexible avec éléments de forme

Cette solution ressemble un peu au concept plaque/coussin dans le sens que le dossier est composé de différents éléments de forme pouvant accommoder la géométrie du dos (figure B-2). Ce dossier est composé d'une toile de fond avec velcro sur laquelle des éléments de forme peuvent être fixé. Une mince couche de mousse recouvre les éléments de manière à uniformiser la surface de contact. Pour reproduire différentes géométries, plusieurs éléments de forme doivent être fabriqué. L'ajout d'appuis latéraux rigides pouvant être ajustés en hauteur et en rotation permet à cette solution d'offrir un maintien latéral.

Avantages:

- plusieurs ajustements possibles
- bon soutien du dos
- facile à installer
- normalisation possible des éléments

Inconvénients:

- difficulté à plier le dossier
- beaucoup de pièces à fabriquer
- recouvrement complexe
- dispendieux

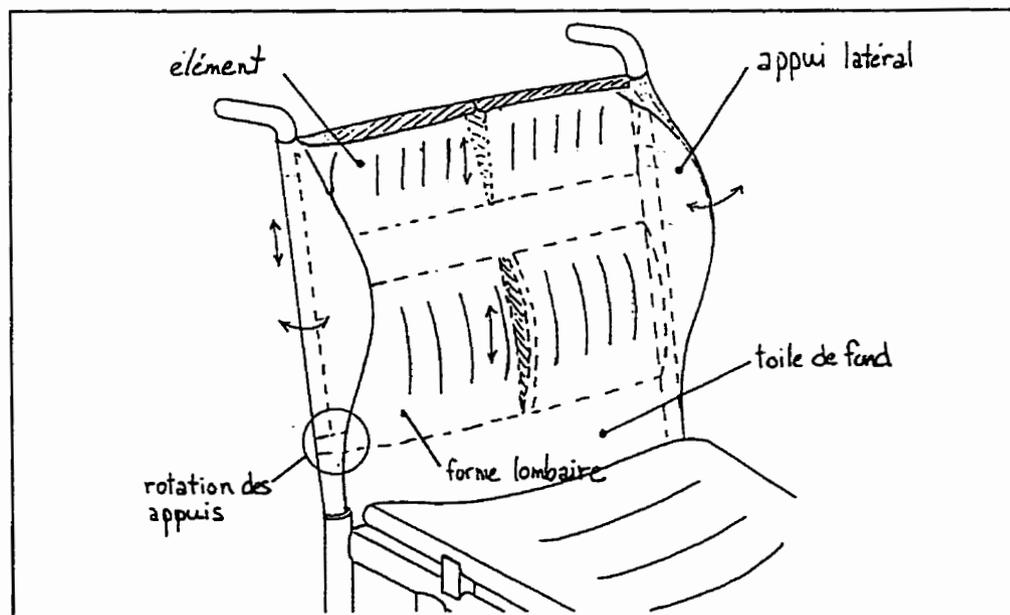


Figure B-2: Dossier flexible avec éléments de forme

Solution 3: Dossier flexible avec plaques intégrées

Comme illustré à la figure B-3, cette solution incorpore deux plaques à l'intérieur de la toile du dossier. Il est nécessaire d'utiliser deux plaques afin que le fauteuil puisse se plier sans les enlever. Ces dernières sont moulées en ABS et recouvertes d'une mince couche de mousse. Il est à noter que les plaques peuvent être situées à différentes hauteurs à l'intérieur du dossier de manière à bien localiser la courbure lombaire lorsque celle-ci peut être reproduite. Les appuis latéraux sont générés en courbant les montants du dossier qui peuvent être ajustés en rotation et en hauteur pour bien cintrer le tronc.

Avantages:

- bonne rigidité du dossier
- bon support du dos
- normalisation des plaques

Inconvénients:

- difficulté à plier le dossier
- peu d'ajustements possibles
- peu utile dans les cas de cyphose
- rotation des poignées
- ajout de poids par les plaques

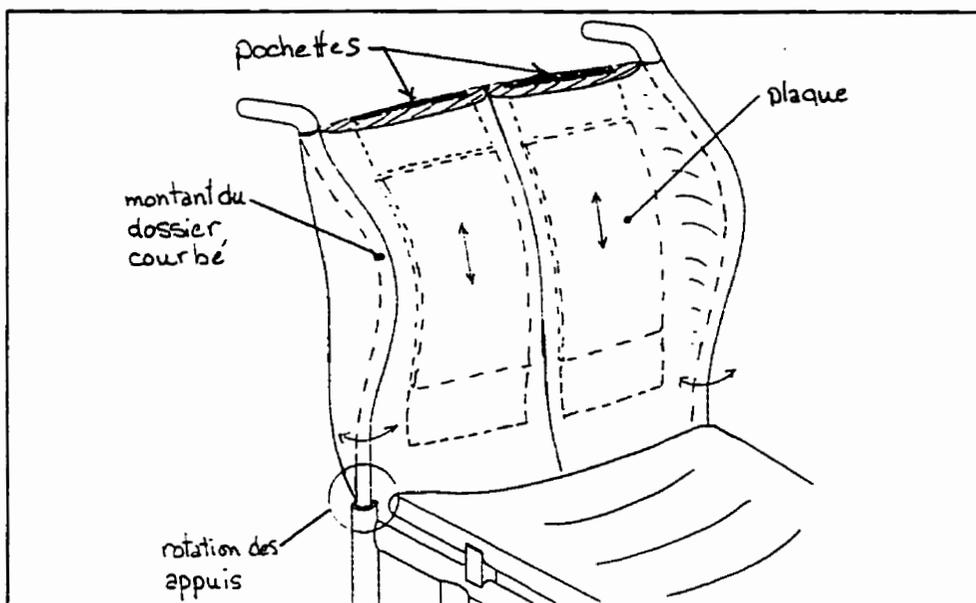


Figure B-3: Dossier flexible avec plaques intégrées

Solution 4: Nouveau dossier à tensions « ajustables »

Cette solution repose principalement sur l'amélioration du dossier à tensions « ajustables » de la compagnie Orthofab Inc. Comme illustré à la figure B-4, l'ajout d'une 4^e courroie et la possibilité de pouvoir ajuster en hauteur la plupart des courroies permet de mieux épouser les formes du dos dans le plan sagittal. De plus, l'ajout d'un treillis permet de moins ressentir les courroies et de diminuer l'épaisseur du dossier. Enfin, l'ajout d'appuis latéraux rigides sur la tubulure du dossier permet à cette solution d'offrir un certain maintien latéral. Les appuis latéraux rigides peuvent être ajustés en largeur de manière à bien cintrer le tronc.

Avantages:

- plusieurs ajustements possibles
- on ressent peu les courroies
- léger et facilement pliable
- ajustement en largeur simple

Inconvénients:

- complexe à réaliser
- recouvrement complexe
- ajustements limités des courroies

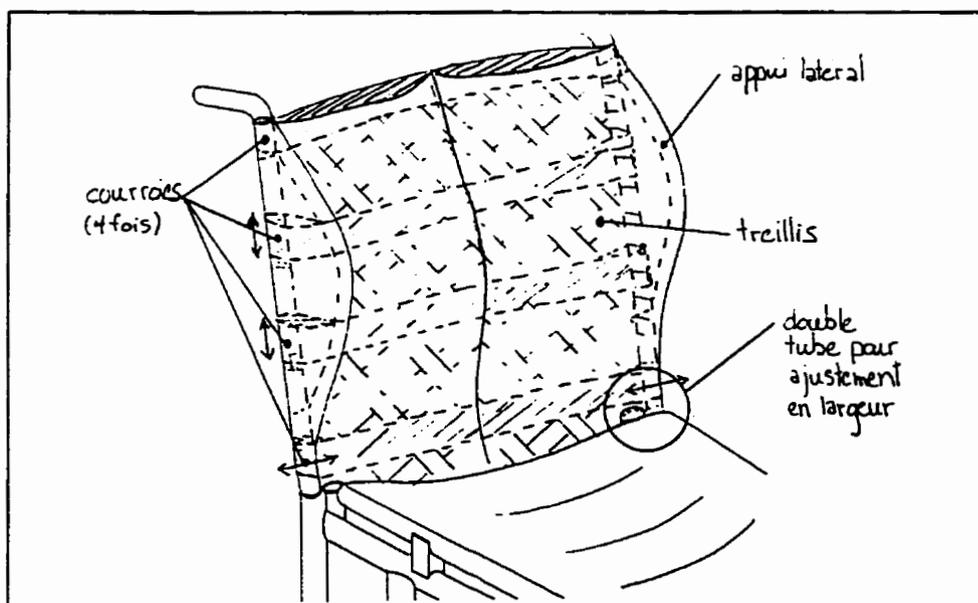


Figure B-4: Nouveau dossier à tensions « ajustables »

Solution 5: Dossier contour flexible

Cette solution ressemble à la solution 3 à la différence près que cette solution utilise des baleines verticales « déformables » pour accommoder différentes formes de dos dans le plan sagittal (voir figure B-5). Chaque baleine doit être fabriqué d'un matériau permettant d'être à la fois rigide tout en étant « déformable ». Les baleines sont préalablement formés puis intégrées à l'intérieur de la mousse du dossier à l'aide de pochettes. Les baleines donnent ainsi une forme au dossier dans le plan sagittal. Tout comme la solution 3, les montants de dossier pouvant être pivotés sur leur axe permettent d'offrir le maintien latéral requis

Avantages:

- dossier léger et mince
- bon support du dos
- beaucoup d'ajustements possibles
- normalisation possible des baleines
- facilité à plier le fauteuil préservé
- bonne rigidité des appuis latéraux

Inconvénients:

- peu utiles dans les cas de cyphose
- rotation des poignées
- plusieurs éléments à incorporer

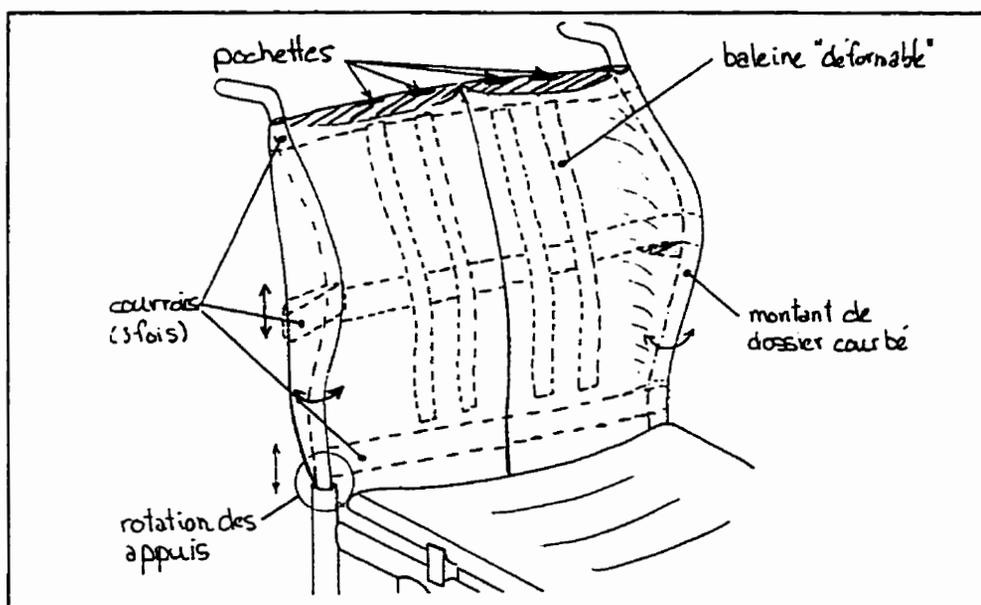


Figure B-5: Dossier contour flexible

Solution 6: Dossier flexible en mousses de différentes densités

Cette solution repose sur la variation des densités et d'épaisseurs des mousses pour obtenir différentes formes du dos (figure B-6). Le dossier est composé de plusieurs couches de mousse de différentes épaisseurs et de différentes densités. L'épaisseur des couches varie en fonction des formes du dos à donner dans le plan sagittal. Afin d'accommoder le plus de gens possible, il faut fabriquer plusieurs types de dossiers. En effet, en fonction des différentes géométries, le dossier doit être conçu pour bien épouser les formes du dos. Cette solution possède aussi des appuis latéraux rigides pouvant être ajustés en hauteur.

Avantages:

- léger
- très peu de pièces
- pas de mécanisme de rotation
- bon contact du dos

Inconvénients:

- la rigidité des mousses peut être complexe à établir
- plusieurs dossiers à concevoir
- aucune ajustement possible
- recouvrement complexe

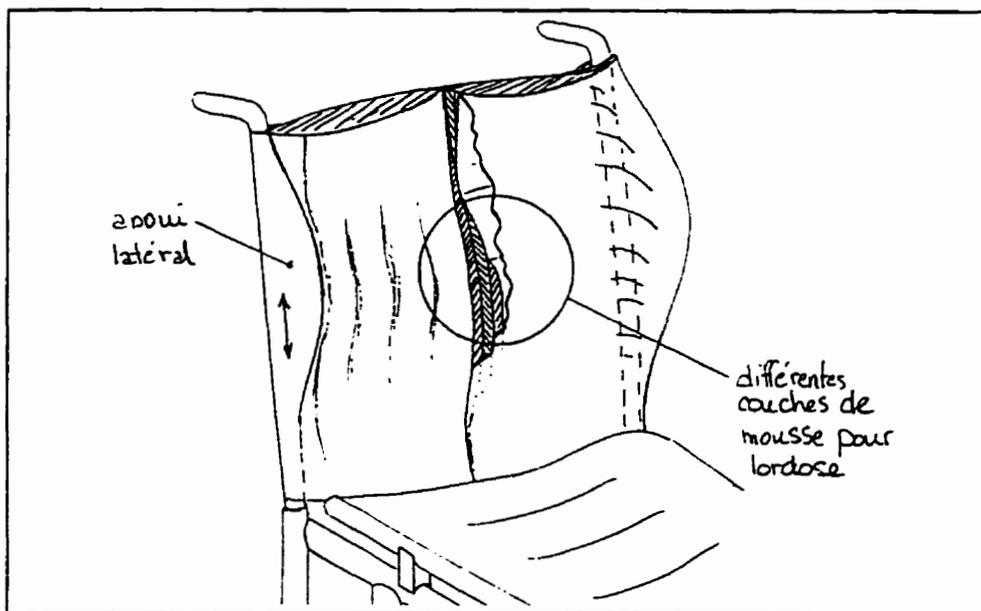


Figure B-6: Dossier flexible en mousses de différentes densités

Solution 7: Dossier avec courroies croisées

Cette solution diffère de la solution 4 du fait que les courroies ne sont pas horizontales, mais croisées (voir figure B-7). Ainsi, quatre courroies ou plus sont fixées aux montants du dossier de manière à changer l'angle entre chacune. Chaque courroie est « ajustable » en hauteur. Pour obtenir du maintien latéral, des appuis latéraux rigides en mousse pouvant être ajustés en largeur et en hauteur sont ajoutés sur le dossier à l'aide de velcro..

Avantages:

- plusieurs ajustements possibles
- peu dispendieux
- léger
- recouvrement simple

Inconvénients:

- vides entre les courroies
- appuis latéraux séparés du dossier
- inesthétique
- ce type d'appui latéral existe déjà
- difficulté à passer les courroies à l'intérieur du dossier

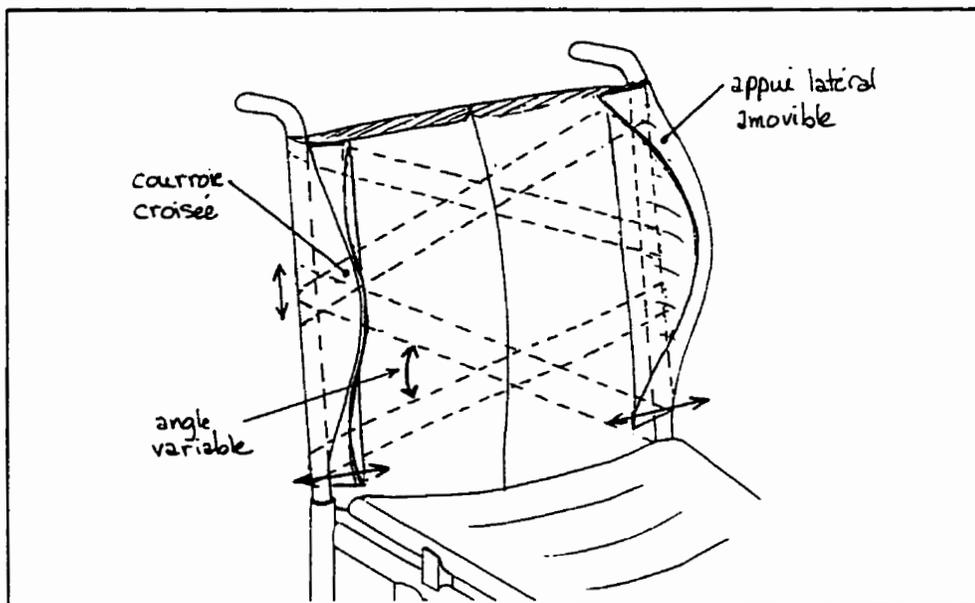


Figure B-7: Dossier avec courroies croisées

Solution 8: Dossier flexible gonflable

Cette solution utilise plusieurs pochettes gonflables pour obtenir du soutien et du maintien (figure B-8). Il y a deux pochettes au niveau sacré, deux pochettes au niveau lombaire et deux pochettes au niveau thoracique. Les formes du dos dans le plan sagittal peuvent être obtenues en gonflant les pochettes de façon indépendante. Il est à noter que ces pochettes sont situées de chaque côté de la ligne médiane du dossier afin de permettre à ce dernier de se plier. Pour offrir du maintien, des appuis latéraux rigides sont ajoutés à l'intérieur desquels se trouvent une pochette qui peut être gonflée de manière à venir bien cintrer le tronc. Pour gonfler toutes les pochettes, il est nécessaire d'utiliser une pompe et un sélecteur de pochette.

Avantages:

- plusieurs ajustements possibles
- installation facile
- pression répartit uniformément
- bon cintrage du tronc
- peut être ajusté par le bénéficiaire

Inconvénients:

- possibilité de dégonflement
- mécanisme de sélection complexe
- dispendieux
- demande un pompage manuel
- plusieurs tubes et valves

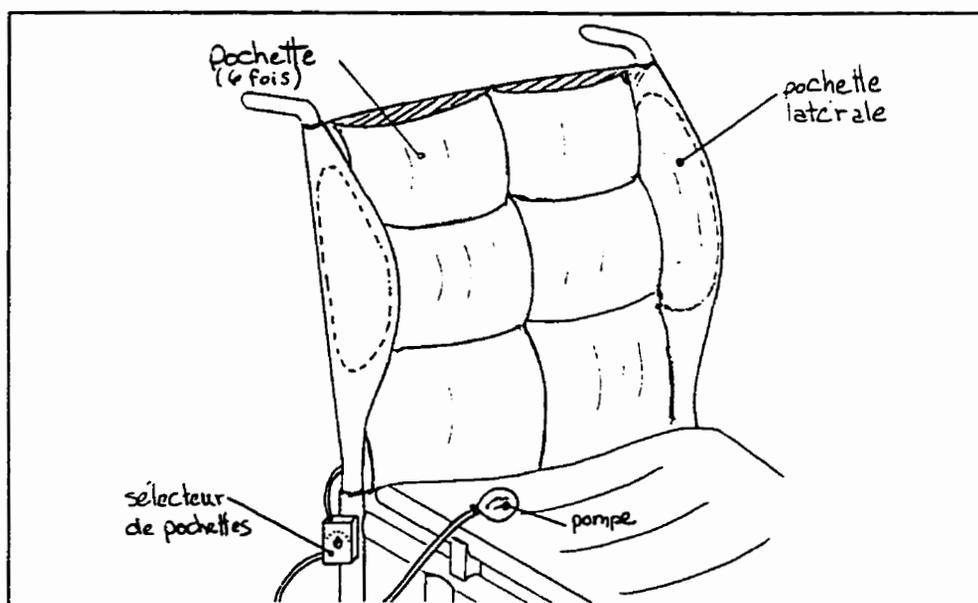


Figure B-8: Dossier flexible gonflable

Annexe C

Évaluation des critères de design pour chacune des solutions retenues suite à l'étude de praticabilité

Suite à l'étude de praticabilité, trois concepts différents ont été retenus, soit le nouveau dossier à tensions « ajustables », le dossier contour flexible et le dossier avec éléments de forme intégrés. Pour déterminer la meilleure solution, c'est-à-dire la solution répondant de façon optimale à l'ensemble des critères de design, une étude préliminaire a été effectuée. Celle-ci consistait à développer les solutions retenues de façon à évaluer le plus précisément possible chacun des critères de design en fonction du barème établi (voir section 2.3.2.3, page 70). Le but de cet annexe est de présenter en détail l'évaluation des critères de design pour chacune des trois solutions.

1- Nouveau dossier à tensions « ajustables »

Cette solution repose principalement sur l'amélioration de l'actuel dossier à tensions « ajustables » de la compagnie Orthofab Inc. de manière à ce qu'il puisse offrir une posture et un confort plus adéquats. Ainsi, plusieurs modifications ou ajouts ont été apportés à ce design de manière à l'améliorer. Voici les principales caractéristiques de ce concept (figure C-1) :

- Ajout d'une 4^e courroie en Nylon pour mieux reproduire différentes géométries dorsales et permettre un meilleur maintien de la bascule antérieure du bassin lorsque possible;
- Ajout d'un treillis fait de courroies en Nylon de 2.5 cm de largeur pour minimiser les vides entre les quatre courroies;
- Ajustement en hauteur des deux courroies centrales (lombaire haute et lombaire basse) à l'aide de bagues de position fait en aluminium;
- Appuis latéraux en tubulures d'aluminium pouvant être ajustés en largeur grâce à des tubes soudés (ajustement de 2.5 cm vers l'intérieur) sur le châssis du fauteuil;
- Couche de néocor de 1 cm d'épaisseur et recouvrement par une toile de Nylon.

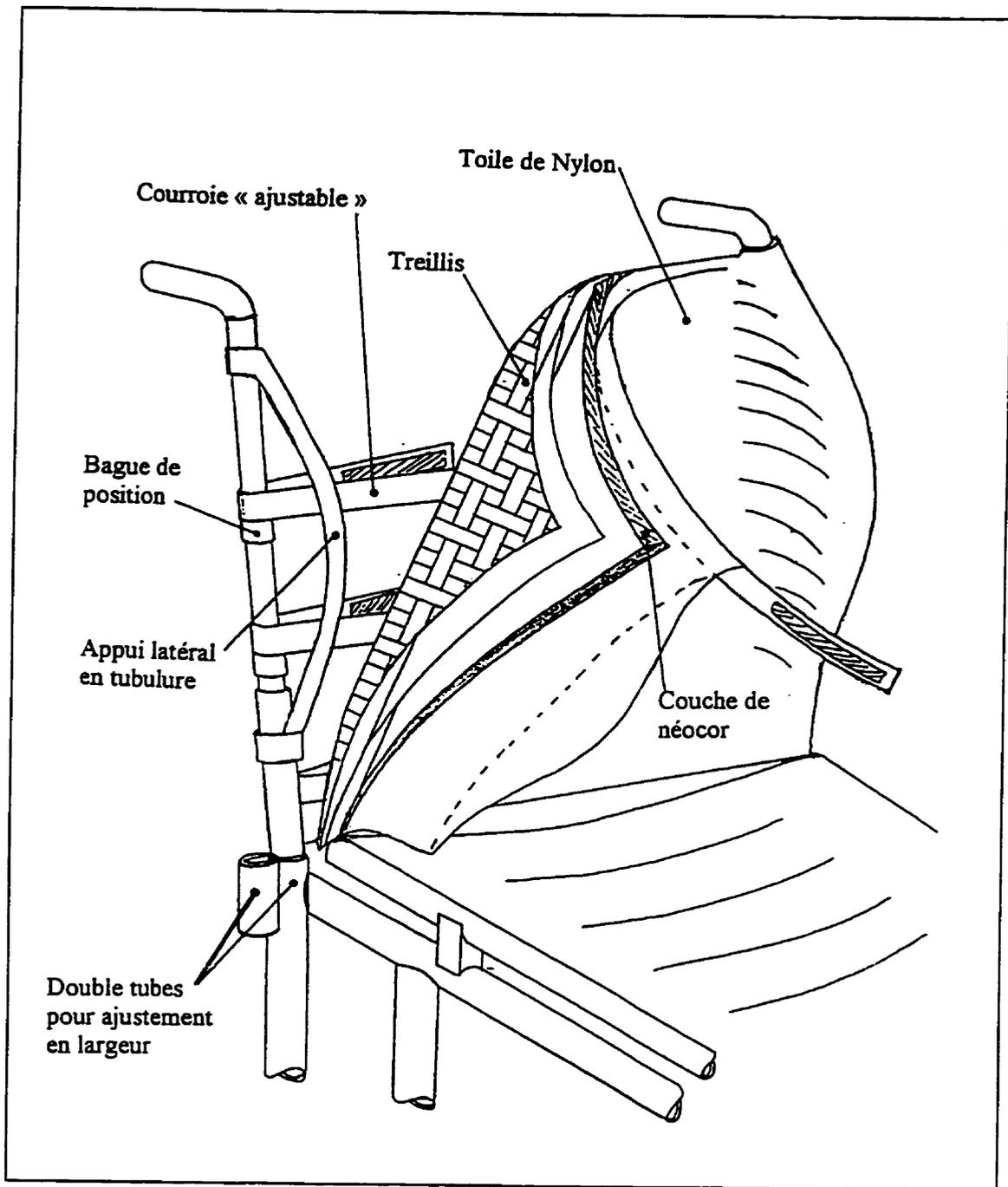


Figure C-1 : Nouveau dossier à tensions « ajustables »

1.1 Soutien-maintien

1.1.1 Ajustements:

Intervalle de largeur des appuis latéraux:	1 cm	⇒	40
Intervalle d'épaisseur du support lombaire:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur du dossier p/r au siège	+ 5.0 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur du support lombaire:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur des appuis latéraux:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle de prof. de la zone de maintien latéral:	0 cm	⇒	0
Intervalle de longueur du support lombaire:	0 cm	⇒	0

1.1.2 Alignement du bassin et du tronc requis:

Reproduction de l'alignement du bassin dans le plan sagittal:

Puisque la courroie lombaire basse peut être ajustée en hauteur, il est facile de bloquer le bassin en bascule antérieure. Par contre, il n'est pas possible de tendre au-delà des montants du dossier et il devient difficile d'accommoder des bascules postérieures ⇒ 75

Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan sagittal:

Avec l'ajout d'une 4^e courroie et la possibilité d'ajuster en hauteur les courroies, il est très facile d'accommoder des lordoses et des cyphoses ⇒ 100

Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan frontal:

Les appuis latéraux sont ajoutés aux montants actuels du dossier et il peut être difficile de contourner de façon adéquate les parties latérales du tronc. On retrouve tout de même une position neutre ⇒ 50

1.1.3 Distribution de pression:

Surface de contact:

Puisqu'il n'est pas possible de tendre la courroie sacrée au-delà des montants de dossier, il est possible qu'il y ait une diminution modérée du contact dans cette région dans les cas de cyphoses. De plus, il est possible qu'il y ait des vides au niveau des parties latérales du tronc ⇒ 50

Absence de zones de pression élevée:

L'ajout du treillis et d'une 4^e courroie favorise une bonne distribution de pression mais il est toutefois possible d'avoir plus de pression au niveau de la courroie supérieure comme avec le dossier à tensions « ajustables » actuel, il peut donc y avoir des inconforts à court terme ⇒ 50

1.2 Facilité d'utilisation

1.2.1 Capacité de propulsion: aucune limitation ⇒ 100

1.2.2 Durée des ajustements: l'utilisation de velcro implique que les ajustements seront durables, au moins 12 mois ⇒ 100

1.2.3 Facilité à plier le fauteuil: aucune contrainte ajoutée ⇒ 100

1.2.4 Encombrement à l'arrière: 3.5 cm ⇒ 75

1.2.5 Augmentation du poids total:

Nom de la pièce	Nombre	Quantité	Densité	poids
Courroie (Nylon)	4	330 cm ²	0.137 g/cm ²	181 g
Treillis (Nylon)	1	840 cm ²	0.137 g/cm ²	115 g
Bague de position (Al)	4	5.56 cm ³	2.7 g/cm ³	60 g
Tube (Al)	2	44 cm ³	2.7 g/cm ³	88 g
Tube appui latéral (Al)	2	50 cm ³	2.7 g/cm ³	270 g
Attache appui latéral (acier)	4	1.81 cm ³	7.85 g/cm ³	57 g
Velcro	---	700 cm ²	0.036 g/cm ²	25 g
Mousse du dossier (néocor)	---	2500 cm ³	0.08 g/cm ²	200 g
Toile du dossier (Nylon)	---	8000 cm ²	0.036 g/cm ²	290 g
Poids total de la solution : 1288 g ⇒ 80				

1.3 Simplicité

1.3.1 Complexité des techniques de fabrication*:

Pièce à fabriquer	Niveau (1 à 5)	Nombre	Total
Treillis	4	1	4
Bague de position	3	4	12
Appui latéral	2	2	4
Toile	3	1	3
Attache appui latéral	2	4	8
Tube	5	2	10
Total		14	41
Complexité des pièces		41/14 = 2.93	
Étape d'assemblage	Niveau (1 à 5)	Nombre	Total
Fixer le treillis	2	1	2
Fixer les appuis latéraux	3	2	6
Fixer les bagues de position	4	4	16
Placer les courroies	4	4	16
Placer la mousse	4	1	4
Coudre le dossier	3	1	3
Contourner les appuis latéraux	1	2	2
Souder les tubes	3	2	6
Total		17	55
Complexité de l'assemblage		55/17 = 3.24	
Complexité totale = (2.93 + 3.24)/2 = 3.08 ⇒ 60			

* Pour établir la complexité des techniques de fabrication, chaque pièce principales à fabriquer et chaque étape d'assemblage a été coté de 1 à 5 (où 1 représente un niveau de complexité majeur). Cet indice a par la suite été multiplié par le nombre de fois où cette pièce doit être fabriquée (ou cette étape doit être répétée). Puis les indices sont additionnés ensemble et le total est divisé par le nombre de pièces (ou le nombre d'étapes). On obtient donc deux indices, un pour la complexité des pièces à fabriquer et un pour les étapes d'assemblages. La complexité totale (sur 5) de la solution est calculée en additionnant les deux indices et en divisant le total par deux.

1.3.2 Nombre de pièces principales:

Nom de la pièce	Nombre
Courroie	4
Treillis	1
Bague de position	4
Tubes	2
Appui latéral	2
Mousse du dossier	1
Toile de recouvrement	1
Attache pour appui latéral	4
Toile intermédiaire	1
Nombre total: 20 pièces ⇒ 50	

1.3.3 Nombre de modifications au fauteuil Prima:

Partie à modifier

châssis du Prima

Type de modification

soudure des tubes pour les appuis latéraux

Nombre total: 1 modification ⇒ 75

1.3.4 Temps pour les ajustements et l'installation: (en supposant que les tubes soient soudés)

Étape (description)	Temps en minutes
Hauteur des courroies (2)	2
Tension des courroies (4)	4
Hauteur du dossier	2
Largeur des appuis	2
Nombre total: 10 minutes ⇒ 75	

1.4 Coûts

Pièce	Nombre	Coût unitaire (\$)	Coût (\$)
Courroie	4	1.00	4.00
Bague de position	4	10.00	40.00
Tube pour appui latéral	2	5.00	10.00
Attache pour appui latéral	4	50.00	200.00
Soudure des tubes	2	10.00	20.00
Velcro	700 cm ²	20\$ / 82"×2"	2.00
Mousse (néocor)	2500 cm ³	9\$ / 50"×48"×1/2"	2.00
Toile de Nylon	8000 cm ²	4\$ / 40"×60"	4.00
Fabrication du treillis	1 h	20\$/h	20.00
Couture du dossier	4 h	20\$/h	80.00
Coût total: 382.00 \$ ⇒ 60			

1.5 Aération

Épaisseur moyenne du dossier: 2.5 cm ⇒ 100

Type de matériau utilisé: Nylon et mousse

1.6 Discrétion

Le recouvrement des appuis latéraux alourdi un peu le design ainsi que l'ajout de tubes, mais dans l'ensemble, il est discret. On accorde donc 3.5 sur 5 ⇒ 60

2- Dossier flexible avec éléments de forme intégrés

Cette solution ressemble un peu au concept plaque/coussin dans le sens que le dossier est composé de différents éléments de forme pouvant accommoder différentes géométries de dos. Le maintien latéral est offert par l'ajout d'appuis latéraux courbés aux montants actuels. Voici les principales caractéristiques de ce concept (figure C-2) :

- Toile de fond en Nylon tendue entre les montants du dossier et recouverte de velcro pour placer les éléments de forme à différentes hauteurs.
- Différents éléments de forme en néocor (formes lombaires 2 et 3.5 cm d'épaisseur, biseaux multi haut et multi-bas 2 et 3.5 cm d'épaisseur) à choisir pour reproduire le mieux possible la géométrie du dos du sujet.
- Appuis latéraux rigides en mousse et en plastique pouvant être ajustés en hauteur et en rotation grâce à des mécanismes de rotation composés de dents en aluminium.
- Couche de néocor de 1 cm d'épaisseur et recouvrement par une toile de Nylon.

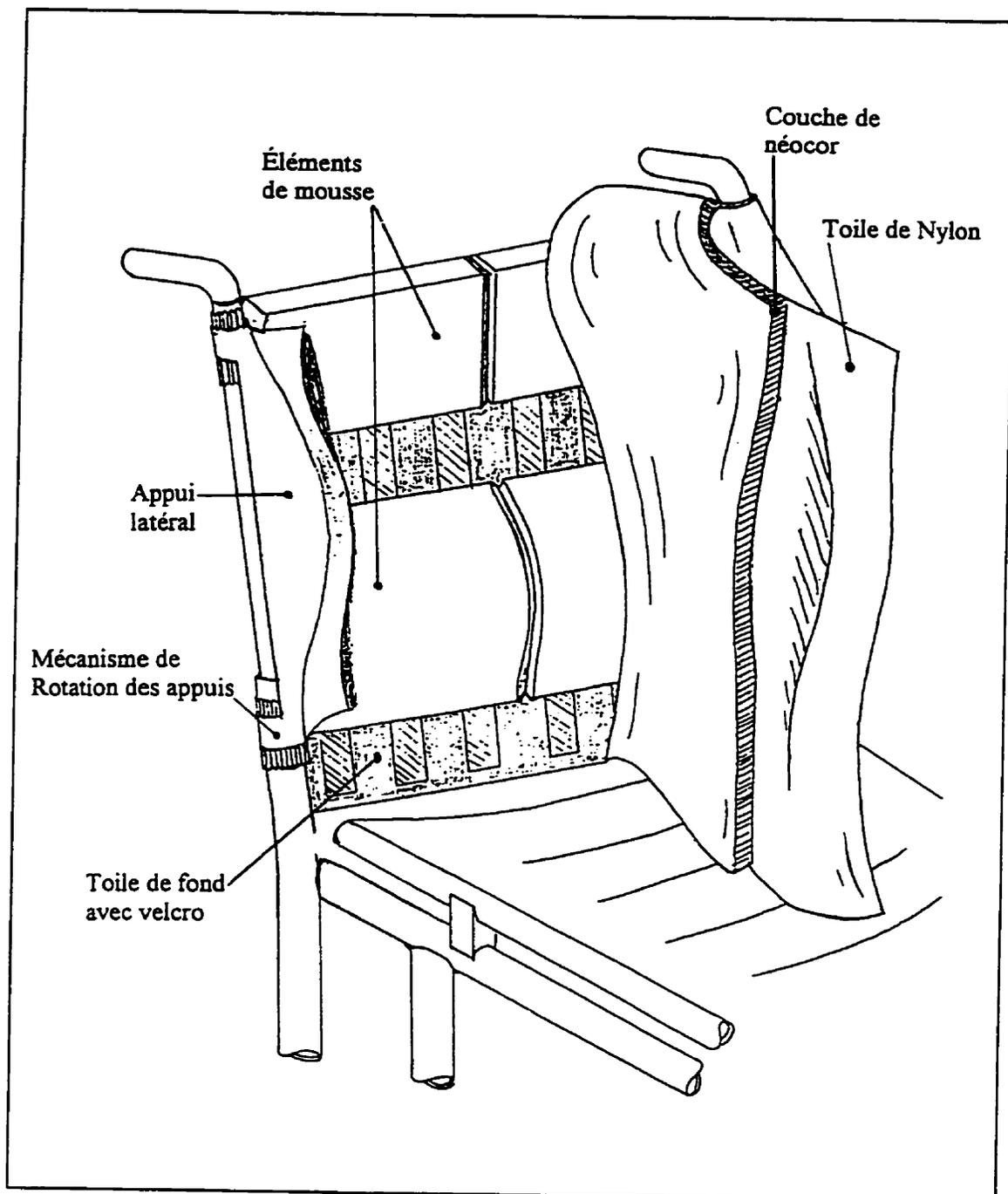


Figure C-2 : Dossier flexible avec éléments de forme

2.1 Soutien-maintien

2.1.1 Ajustements:

Intervalle de largeur des appuis latéraux:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle d'épaisseur du support lombaire:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur du dossier:	+ 5.0 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur du support lombaire:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur des appuis latéraux:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle de prof. de la zone de maintien latéral:	0 cm	⇒	0
Intervalle de longueur du support lombaire:	0 cm	⇒	0

2.1.2 Alignement du bassin et du tronc requis:

Reproduction de l'alignement du bassin dans le plan sagittal:

Avec les supports lombaires, il est possible de bloquer le bassin en bascule antérieure. Avec un biseau multi-bas, le bassin peut être maintenu en bascule postérieure. On retrouve donc la position optimale ⇒ **100**

Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan sagittal:

Avec les différents éléments de forme, les lordoses autant que les cyphoses peuvent être accommodées. Toutefois, il est possible que la toile produise un effet hamac, ce qui peut nuire au soutien du dos. On retrouve donc une position neutre ⇒ **50**

Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan frontal:

En tournant les appuis latéraux vers l'intérieur, le profil de l'appui dans le plan transverse n'est plus celui désiré. En fait, si les appuis sont tournés, il n'y aura pas un contact uniforme au niveau des zones latérales du tronc. Il y a donc une variation moyenne par rapport à la position optimale ⇒ **50**

2.1.3 Distribution de pression:

Surface de contact:

Si les éléments de forme sont bien sélectionnés et bien positionnés, le contact sera très bon au niveau du dos. Par contre, lorsque les appuis latéraux sont tournés, il peut y avoir des vides sur les côtés. Il y a donc une diminution modérée du contact dans la zone de maintien \Rightarrow 50

Absence de zones de pression élevée:

Ce design agit un peu comme le concept plaque/coussin qui est reconnu cliniquement comme offrant une bonne distribution de pression \Rightarrow 100

2.2 Facilité d'utilisation

2.2.1 Capacité de propulsion: Aucune limite \Rightarrow 100

2.2.2 Durée des ajustements: La solidité du design repose sur la toile de fond. Si cette dernière est faite de Nylon et est conçue solidement, les ajustements seront durables, au moins 12 mois \Rightarrow 100

2.2.3 Facilité à plier le fauteuil: Aucune contrainte ajoutée \Rightarrow 100

2.2.4 Encombrement à l'arrière: 7.0 cm \Rightarrow 50

2.2.5 Augmentation du poids total:

Nom de la pièce	Nombre	quantité	Densité	poids total
Appui latéral (ABS)	2	244 cm ³	1.0 g/cm ³	488 g
Élément de forme (néocor)	---	6050 cm ³	0.08 g/cm ³	485 g
Attache appui latéral (acier)	4	7.2 cm ³	7.85 g/cm ³	227 g
Toile de fond (Nylon)	1	1680 cm ²	0.036 g/cm ²	60 g
Recouvrement (néocor)	1	2500 cm ³	0.08 g/cm ³	200 g
Velcro	---	950 cm ²	0.036 g/cm ²	34 g
Section dentée (Al)	4	11 cm ³	2.7 g/cm ³	119 g
Poids total de la solution : 1763 g ⇒ 60				

2.3 Simplicité

2.3.1 Complexité des techniques de fabrication:

Pièce à fabriquer	Niveau (1 à 5)	Nombre	Total
Toile de fond	5	1	5
Forme lombaire	5	2	10
Biseau multi-haut	5	2	10
Biseau multi-bas	5	2	10
Appui latéral	2	2	4
Attache appui latéral	1	4	4
Mousse de recouvrement	5	1	5
Toile de recouvrement	3	1	3
Section dentée	1	4	4
Total		19	55
Complexité des pièces		55/19 = 2.90	
Étape d'assemblage	Niveau (1 à 5)	Nombre	Total
Fixer les appuis latéraux	3	2	6
Fixer la toile de fond	4	1	4
Fixer les sections dentées	2	4	8
Fixer les éléments	5	2 (moyenne)	10
Coudre le velcro	5	1	5
Coudre la toile	3	1	3
Contourner les appuis latéraux	1	2	2
Total		13	38
Complexité de l'assemblage		38/13 = 2.92	
Complexité totale = (2.90 + 2.92)/2 = 2.91 ⇒ 40			

2.3.2 Nombre de pièces principales:

Nom de la pièce	Nombre
toile de fond	1
forme lombaire	2
biseau multi-haut	2
biseau multi-bas	2
appui latéral	2
Mousse de recouvrement	1
Toile de recouvrement	1
Attache pour appui latéral	4
section dentée	4
Nombre total: 20 pièces ⇒ 50	

2.3.3 Nombre de modifications au fauteuil Prima:

Nombre total: 0 modification ⇒ 100

2.3.4 Temps pour les ajustements et l'installation:

Étape (description)	Temps en minutes
hauteur du dossier	2
choix et placement des formes	5
hauteur des appuis latéraux	2
rotation des appuis latéraux	2
Nombre total: 11 minutes ⇒ 50	

2.4 Coûts

Pièce	Nombre	Coût unitaire (\$)	Coût (\$)
Forme lombaire	2	20.00	40.00
Biseau multi-haut	2	20.00	40.00
Biseau multi-bas	2	20.00	40.00
Appui latéral	2	20.00	40.00
Mousse de recouvrement	2500 cm ³	9\$ / 50"×48"×1/2"	2.00
Toile de Nylon	8000 cm ²	4\$ / 40"×60"	4.00
Velcro	700 cm ²	20\$ / 82'×2"	2.00
Attache pour appui latéral	4	35	140.00
Section dentée	4	35	140.00
Couture du dossier	4 h	20\$/h	80.00
coût total: 528.00 \$ ⇒ 20			

2.5 Aération

Épaisseur moyenne du dossier: 7.0 cm ⇒ 40

Type de matériau utilisé: Nylon et mousse

2.6 Discrétion

Le design ressemble de près au concept plaque/coussin qui est moins discret et plus épais qu'un dossier flexible conventionnel. On accorde donc 3.5/5 ⇒ 60

3- Dossier contour flexible

L'idée de base de ce concept repose principalement sur le fait que le soutien du dos est offert par des baleines verticales et des courroies « ajustables » alors que le maintien est offert par l'utilisation de montants de dossier courbés pouvant être ajustés en hauteur et en rotation. Voici les principales caractéristiques de ce concept (figure C-3) :

- Insertion de 4 baleines en aluminium à l'intérieur du dossier à l'aide de pochettes. La forme des baleines peut être modifiée manuellement.
- Utilisation de 3 courroies en Nylon permettant de supporter les baleines et de varier la profondeur du dossier.
- Les montants de dossier en aluminium sont courbés dans le plan sagittal et peuvent être ajustés en hauteur et en rotation grâce à un mécanisme de rotation composé de dents en aluminium.
- Couche de néocor de 1 cm d'épaisseur et recouvrement par une toile de Nylon.

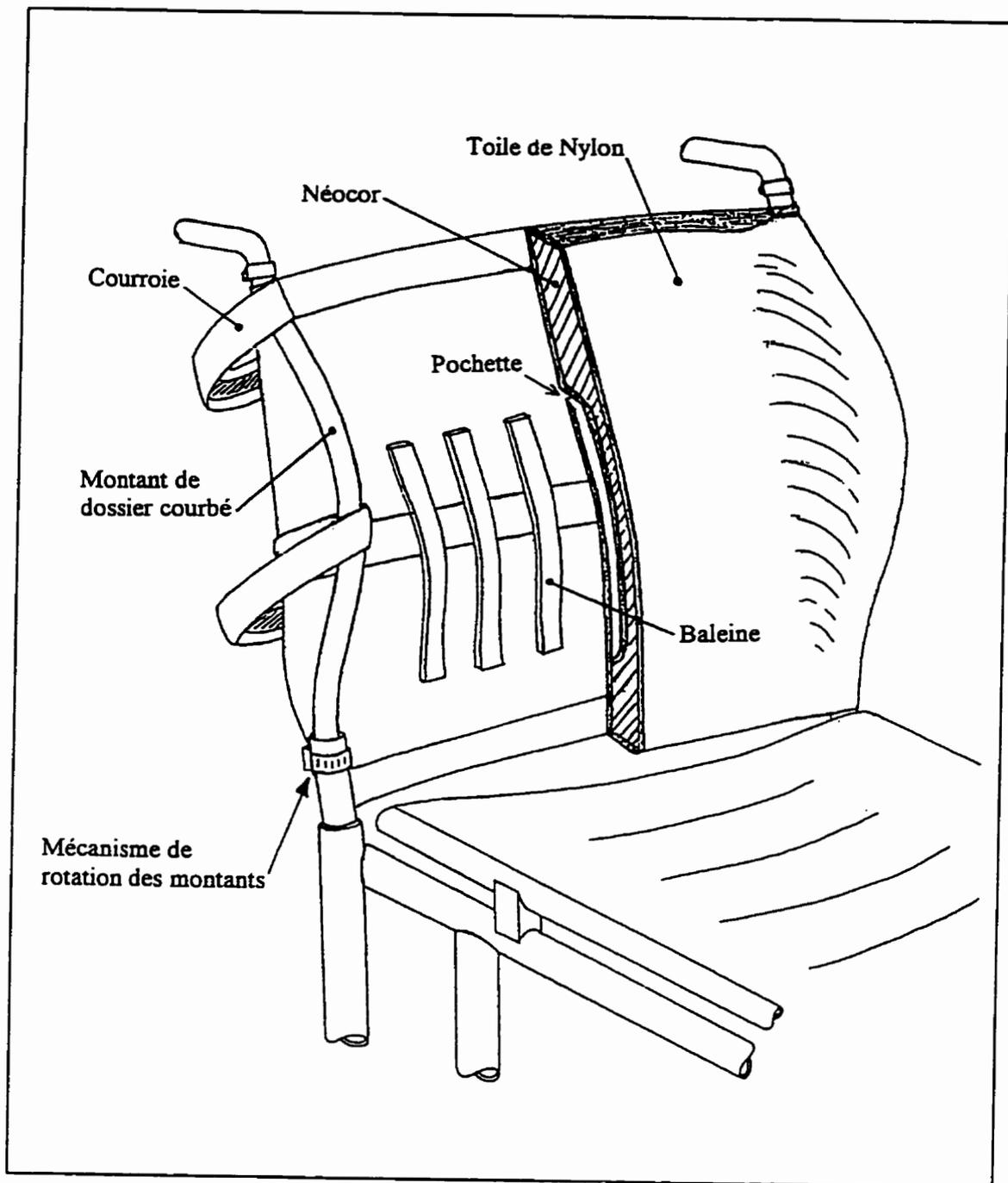


Figure C-3 : Dossier contour flexible

3.1 Soutien-maintien

3.1.1 Ajustements:

Intervalle de largeur des appuis latéraux:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle d'épaisseur du support lombaire:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur du dossier:	5.0 cm	⇒	80
Intervalle de hauteur du support lombaire:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur des appuis latéraux:	0 cm	⇒	0
Intervalle de prof. de la zone de maintien latéral:	0 cm	⇒	0
Intervalle de longueur du support lombaire:	+ 7.5 cm	⇒	100

3.1.2 Alignement du bassin et du tronc requis:

Reproduction de l'alignement du bassin dans le plan sagittal:

Les baleines viennent reproduire la courbure lombaire et maintiennent en même temps le bassin en bascule antérieure. De plus, il y a une courroie lombaire qui vient améliorer le maintien de la bascule antérieure du bassin. Par contre, il est difficile d'accommoder des cyphoses au niveau de la courroie sacrée ⇒ 75

Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan sagittal:

Il est facile d'accommoder des cyphoses avec ce design. Pour l'accommodation des lordoses, cela repose sur les baleines et la courroie lombaire qui viennent épouser la courbure lombaire selon plusieurs configurations. On retrouve la position optimale ⇒ 100

Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan frontal:

Le rapprochement des montants du dossier vers l'intérieur implique un bon maintien du tronc et ce peut importer la rotation des montants. Par contre, la hauteur des appuis dépendent de la hauteur du dossier, ce qui peut nuire dans certains cas. Il y a donc une légère variation par rapport à la position optimale ⇒ 75

3.1.3 Distribution de pression:

Surface de contact:

Dans les cas de cyphoses, il est possible qu'il y ait une légère diminution du contact dans la région sacrée et coccygienne ⇒ 75

Absence de zones de pression élevée:

Le dossier contour épouse les formes du dos, ce qui implique que la distribution de pression sera bonne ⇒ 100

3.2 Facilité d'utilisation

3.2.1 Capacité de propulsion: aucune limitation ⇒ 100

3.2.2 Durée des ajustements: l'utilisation de velcro implique que les ajustements seront durables, au moins 12 mois. Quant à l'utilisation de baleines, il ne devrait pas y avoir de problèmes d'affaissement si la rigidité est assez élevée ⇒ 100

3.2.3 Facilité à plier le fauteuil: aucune contrainte ajoutée ⇒ 100

3.2.4 Encombrement à l'arrière: 2.0 cm ⇒ 100

3.2.5 Augmentation du poids total:

Nom de la pièce	Nombre	Quantité	densité	poids total
Montant profilé (ajout d'Al)	2	2.7 cm ³	2.7 g/cm ³	15 g
Baleine (Al)	4	7.7 cm ³	2.7 g/cm ³	83 g
Bague de serrage et bloc (Al)	2	3.6 cm ³	2.7 g/cm ³	20 g
Courroie (Nylon)	3	480 cm ²	0.137 g/cm ²	198 g
Cylindre (Al)	2	11 cm ³	2.7 g/cm ³	60 g
Velcro	---	700 cm ²	0.036 g/cm ²	25 g
Mousse du dossier (néocor)	---	2500 cm ³	0.08 g/cm ³	200 g
Toile du dossier (Nylon)	---	6750 cm ²	0.036 g/cm ²	243 g
Tige dentelée (Al)	2	8 cm ³	2.7 g/cm ³	44 g
Mousse appui latéral (néocor)	---	220 cm ³	0.08 g/cm ³	17 g
Poids total de la solution : 905 g ⇒ 100				

3.3 Simplicité

3.3.1 Complexité des techniques de fabrication:

Pièce à fabriquer	Niveau (1 à 5)	Nombre	Total
Montant courbé	2	2	4
Cylindre	3	2	6
Bague de serrage et bloc	1	2	2
Toile	4	1	4
Baleine	4	4	16
Tige dentelée	1	2	2
Total		13	34
Complexité des pièces		34/13 = 2.62	
Étape d'assemblage	Niveau (1 à 5)	Nombre	Total
Souder les cylindres	3	2	6
Fixer les montants	4	2	8
Souder les tiges dentelées	2	2	4
Placer les courroies	4	3	12
Placer la mousse	3	1	3
Coudre le velcro	5	1	5
Coudre la toile	4	1	4
Coudre le dossier	2	1	2
Coudre les pochettes	5	4	20
Total		17	64
Complexité de l'assemblage		64/17 = 3.76	
Complexité totale = (2.62 + 3.76)/2 = 3.19 ⇒ 60			

3.3.2 Nombre de pièces principales:

Nom de la pièce	Nombre
Courroie	3
Montant de dossier courbé	2
Mousse du dossier	1
Cylindre	2
Toile de recouvrement	1
Baleine	4
Bague de serrage et bloc	2
Tige dentelée	2
Nombre total: 17 pièces ⇒ 50	

3.3.3 Nombre de modifications au fauteuil Prima:

Partie à modifier

Type de modification

tubulure du dossier

coupure pour ajout du mécanisme de rotation

Nombre total: 1 modification ⇒ 75

3.3.4 Temps pour les ajustements et l'installation:

Étape (description)	Temps en minutes
Tension des courroies (3)	3
Hauteur et rotation des montants	3
Former et placer les baleines	4
Nombre total: 10 minutes ⇒ 75	

3.4 Coûts

Pièce	Nombre	Coût unitaire (\$)	Coût (\$)
Montant de dossier	2	25.00	50.00
Baleine	4	1.00	4.00
Bague de serrage et bloc ¹	2	50.00	100.00
Cylindre	2	15.00	30.00
Courroie	3	1.00	3.00
Tige dentelée	2	100.00	200.00
Toile de Nylon	6750 cm ²	4\$ / 40"×60"	3.00
Velcro	700 cm ²	20\$ / 82"×2"	2.00
Mousse (néocor)	2700 cm ³	9\$ / 50"×48"×1/2"	3.00
Couture du dossier	4 h	20\$/h	80.00
Coût total: 475.00 \$ ⇒ 40			

3.5 Aération

Épaisseur moyenne du dossier: 2 cm ⇒ 100

Type de matériau utilisé: Nylon et mousse

3.6 Discrétion

Le fait d'utiliser les cannes comme appuis latéraux donne au dossier l'impression d'être un tout. On accorde donc 4/5 ⇒ 80

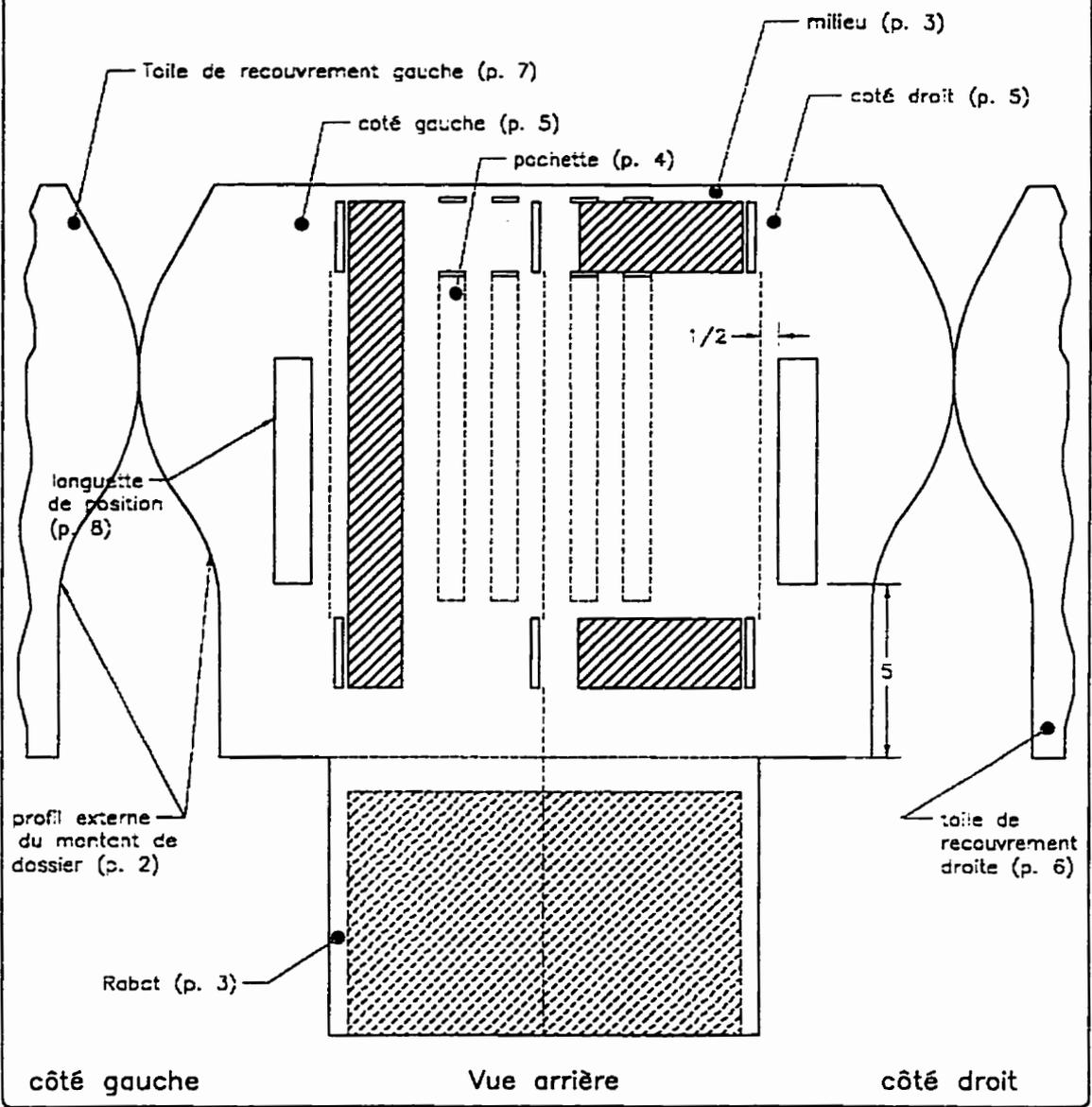
Annexe D

Plans du dossier contour flexible

Lors de la présentation du dossier contour flexible (article #1), un croquis a été utilisé pour expliquer les différentes caractéristiques du dossier. Cet annexe a donc pour but de présenter plus en détails les différentes parties du dossier avec les dimensions utiles pour une fabrication ultérieure. On y retrouve donc les plans détaillés des patrons de couture du dossier, des montants de dossier courbés et des mécanismes de rotation de ceux-ci.

Dossier (vue d'ensemble)
matériel: Nylon et velcro
Dimensions en pouces

Note:
Chaque élément du dossier
est détaillé à la page
indiquée.



ECOLE POLYTECHNIQUE

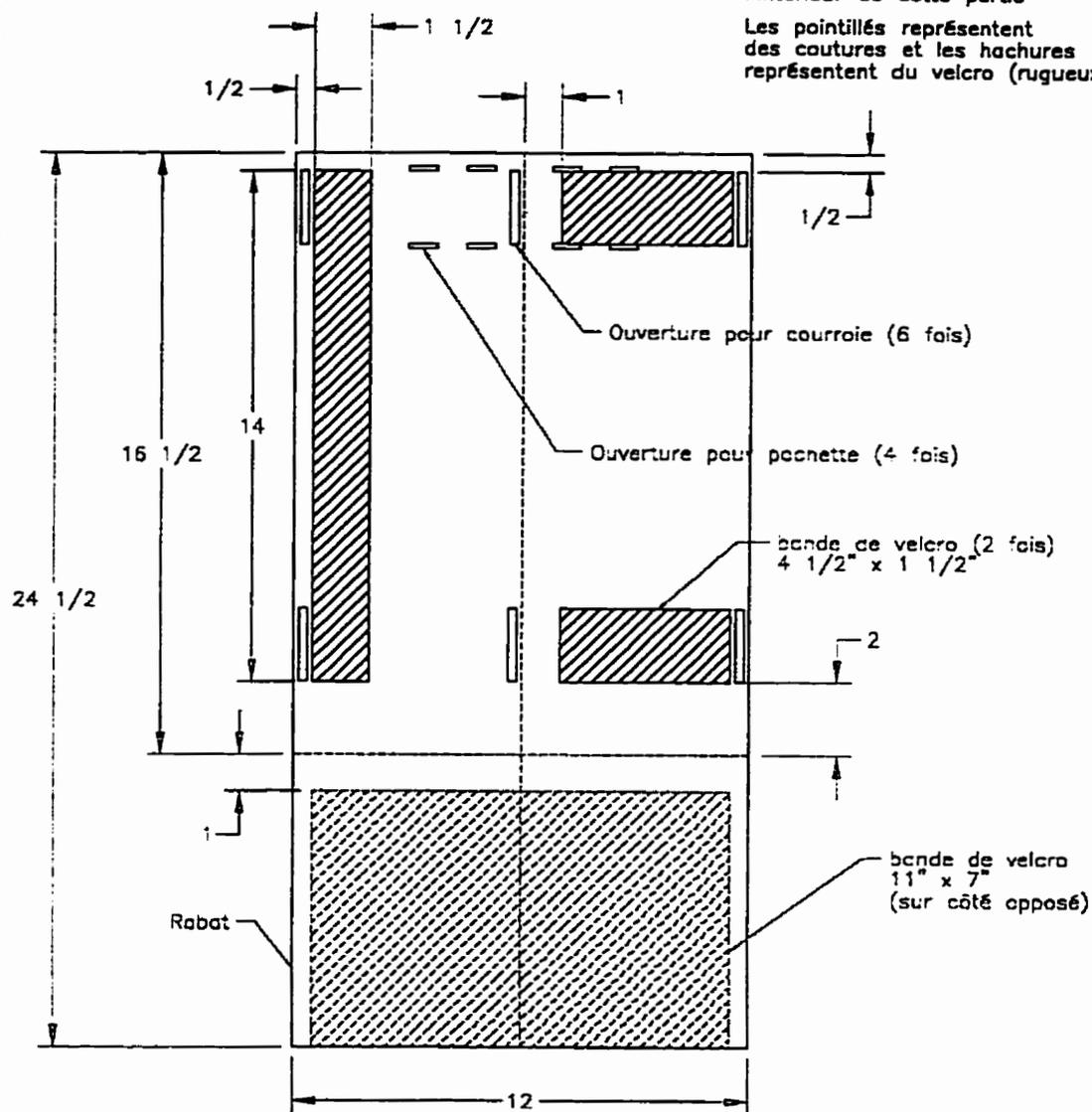
Milieu du dossier (vue arrière)
matériel: Nylon et velcro
Dimensions en pouces

Notes:

Cette partie est symétrique
à l'exception des ouvertures
et des bandes de velcro

Il y a une couche de néocor
de 1/2" d'épaisseur à
l'intérieur de cette partie

Les pointillés représentent
des coutures et les hachures
représentent du velcro (rugueux)



ECOLE POLYTECHNIQUE

Nom: Frédéric Parent

Date: 96-11-12

Tel: 340-4864

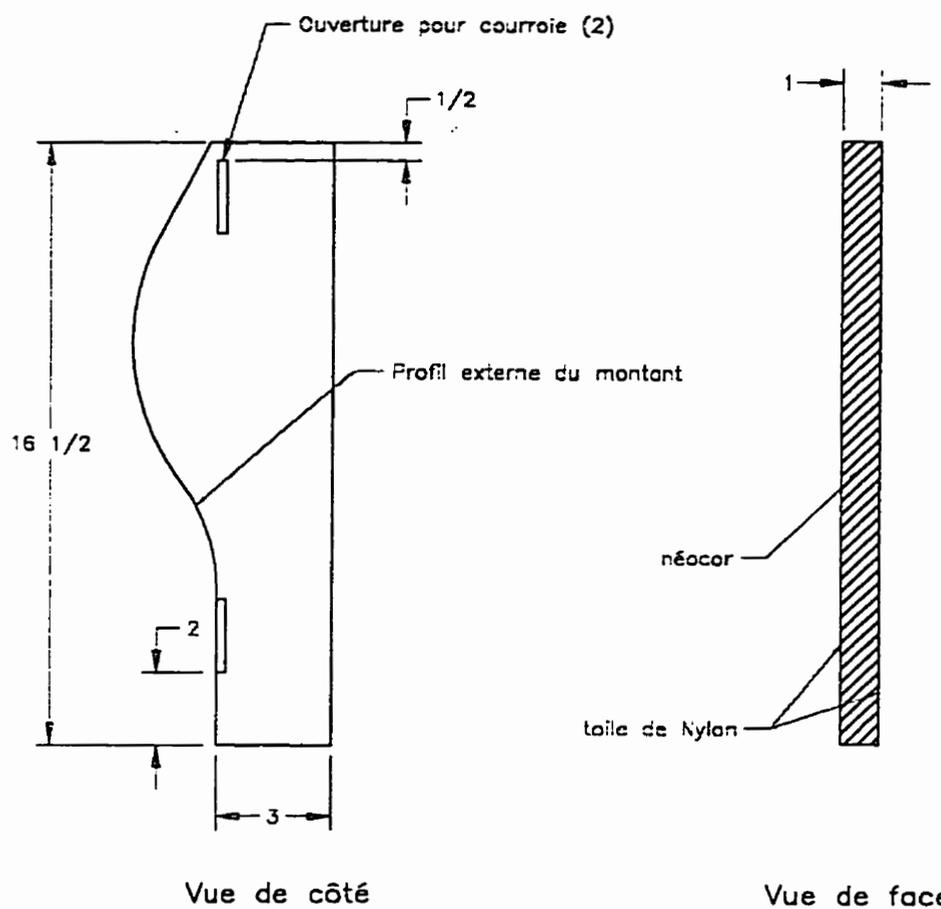
Page 2 de 14

Cote du dossier (2 fois)
 materiel: Nylon et neocor
 Dimensions en pouces

Notes:

Le côté droit est identique
 au côté gauche sauf qu'il
 est inversé

Il y a une couche de néocor
 de 1" d'épaisseur à l'intérieur
 de chaque côté



ECOLE POLYTECHNIQUE

Nom: Frédéric Parent

Date: 96-11-12

Tel: 340-4864

Page 3 de 14

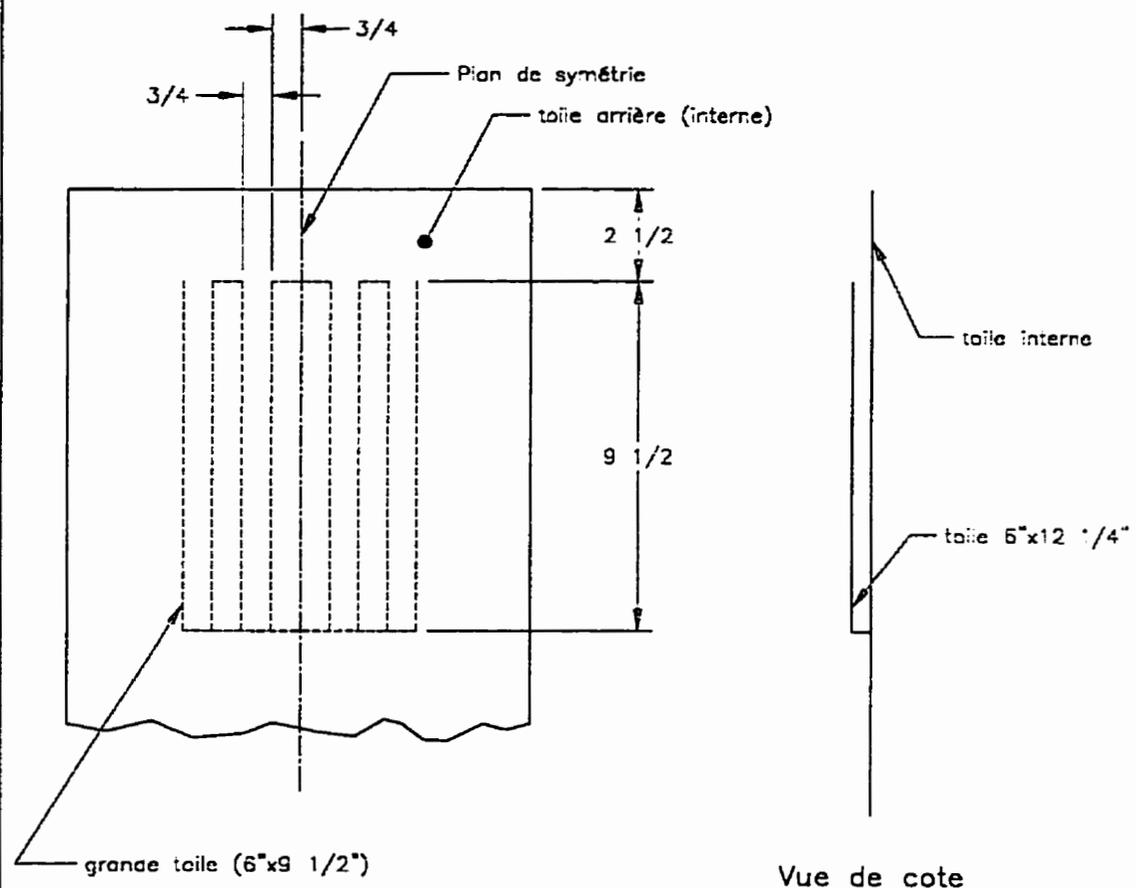
Pochettes du dossier
matériel: Nylon
Dimensions en pouces

Notes:

Les 4 pochettes sont créées en ajoutant une toile de Nylon sur la partie interne de la toile

Les pochettes mesurent $3/4" \times 9 1/2"$ et sont distancées de $3/4"$ les unes p/r aux autres

Les pointillés représentent des lignes de coutures



ECOLE POLYTECHNIQUE

Nom: Frédéric Parent

Date: 96-11-12

Tel: 340-4864

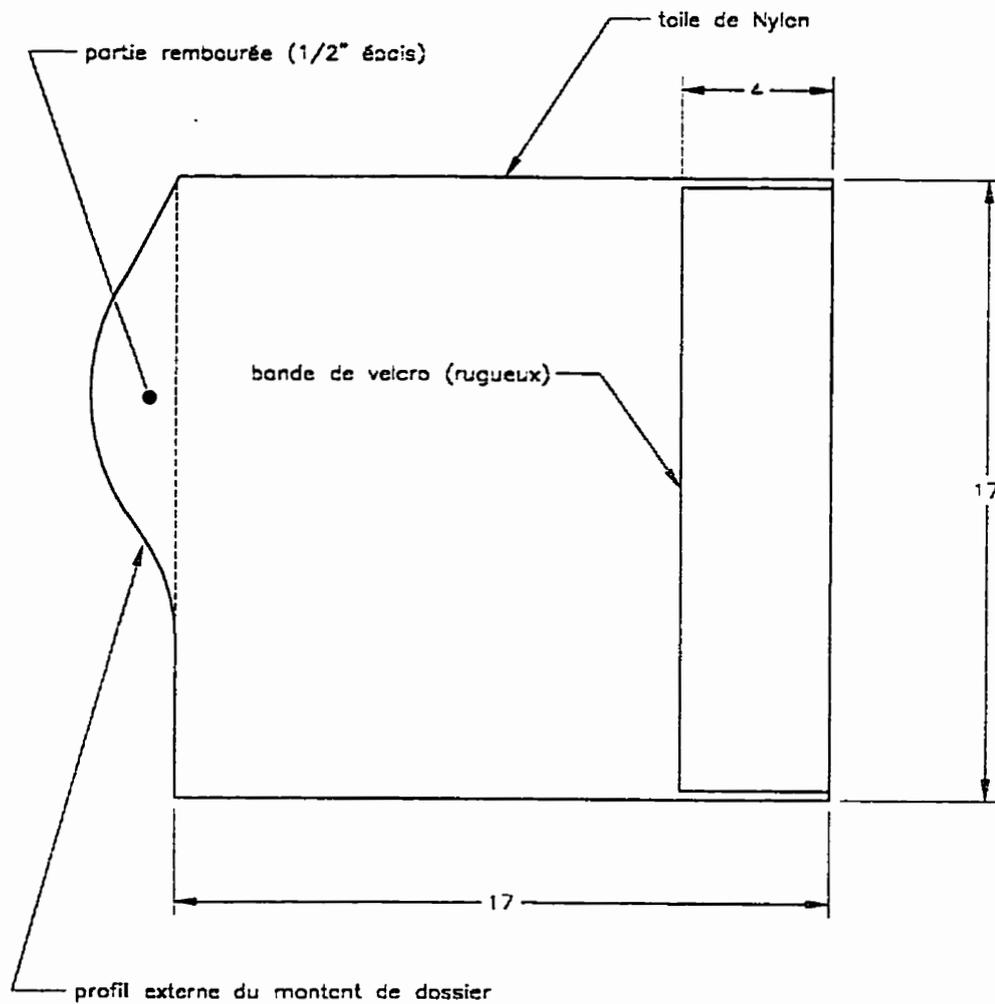
Page 4 de 14

Toile de recouvrement droit
 matériel: Nylon et velcro
 Dimensions en pouces

Notes:

La partie qui contourne
 le montant droit du dossier
 est rembourrée de néocor

La toile est cousue sur le
 côté droit du dossier
 (voir page 1)



ECOLE POLYTECHNIQUE

Nom: Frédéric Parent

Date: 96-11-12

Tel: 340-4864

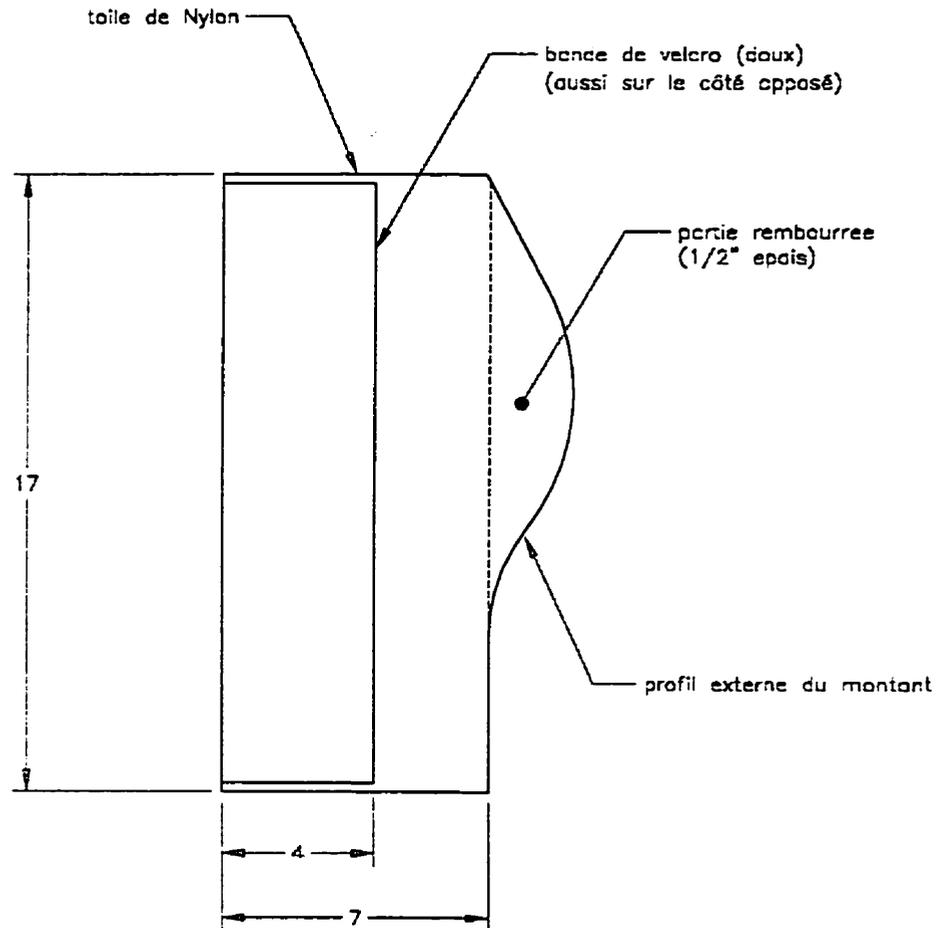
Page 5 de 14

Toile de recouvrement gauche
 matériel: Nylon et velcro
 Dimensions en pouces

Notes:

La partie qui contourne
 le montant gauche du dossier
 est rembourrée de néocor

La toile est cousue sur le
 côté gauche du dossier
 (voir page 1)



ECOLE POLYTECHNIQUE

Nom: Frédéric Parent

Date: 96-11-12

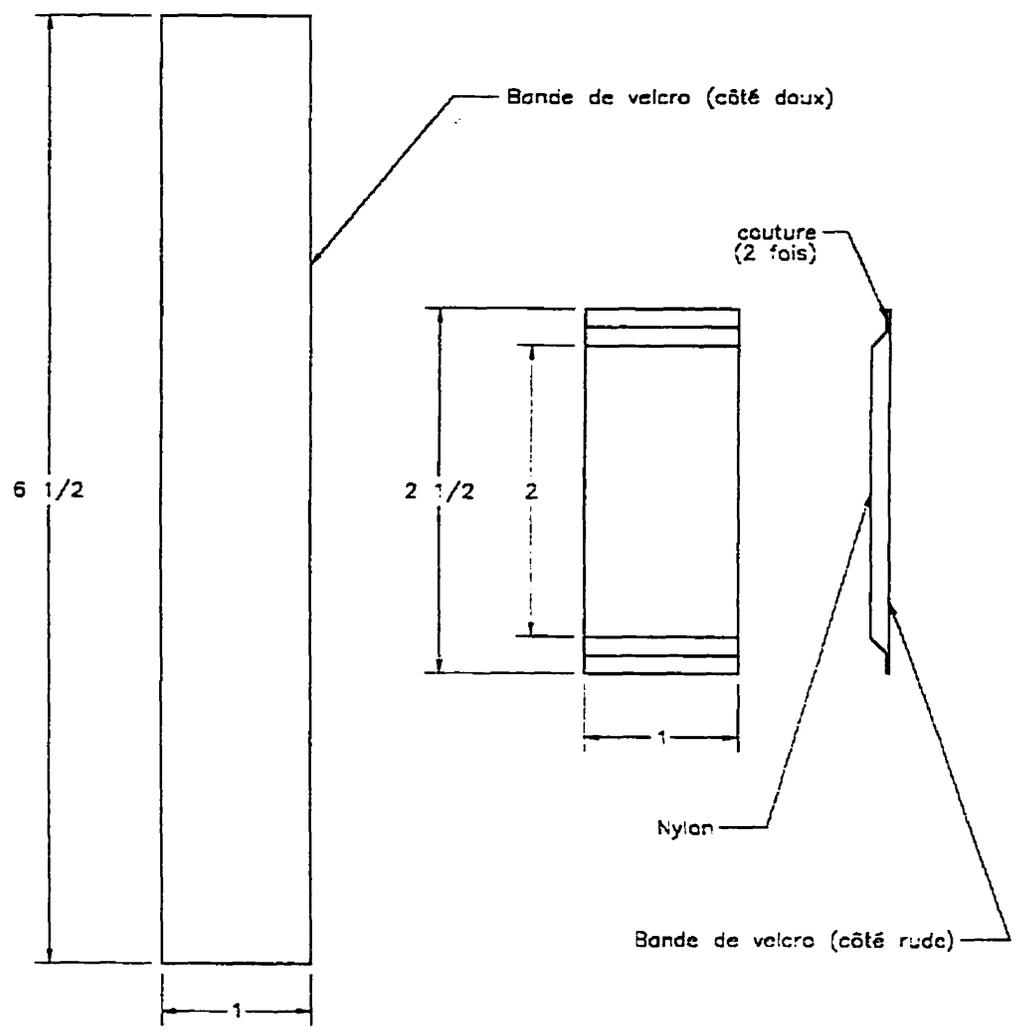
Tel: 340-4864

Page 6 de 14

Langnette de position (2 fois)
matériel: Nylon et velcro
Dimensions en pouces

Notes:
La courroie lamboire est insérée à l'intérieur de la petite langnette. Cette dernière est positionnée sur la grande langnette à la hauteur désirée.

Les langnettes sont cousues sur les côtés du dossier



ECOLE POLYTECHNIQUE

Nom: Frederic Parent

Date: 96-11-12

Tel: 340-4864

Page 7 de 14

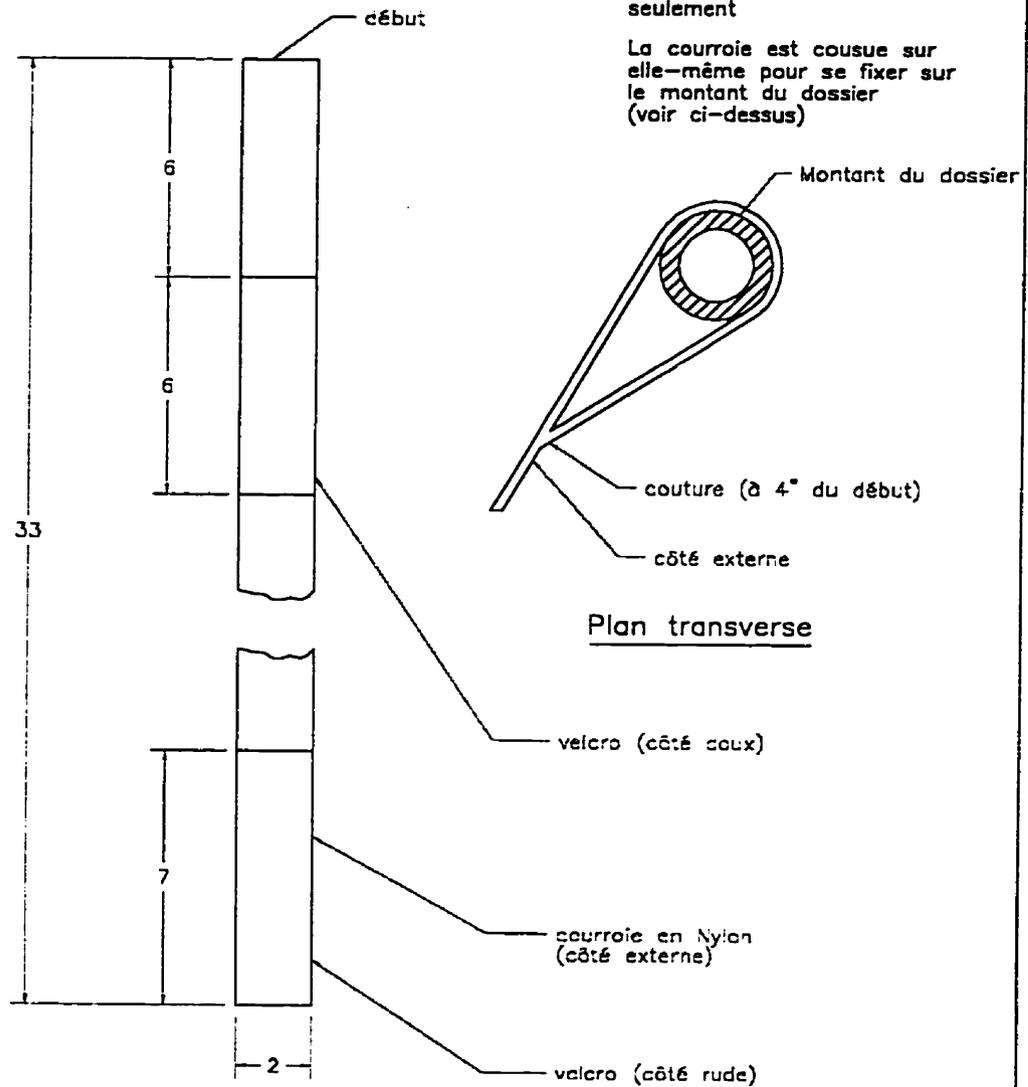
Courroie lombaire
matériel: Nylon et velcro
Dimensions en pouces

Notes:

La courroie du centre
n'est plus intégrée à
l'intérieur du dossier

Il y a du velcro sur le
côté externe de la courroie
seulement

La courroie est cousue sur
elle-même pour se fixer sur
le montant du dossier
(voir ci-dessus)



ECOLE POLYTECHNIQUE

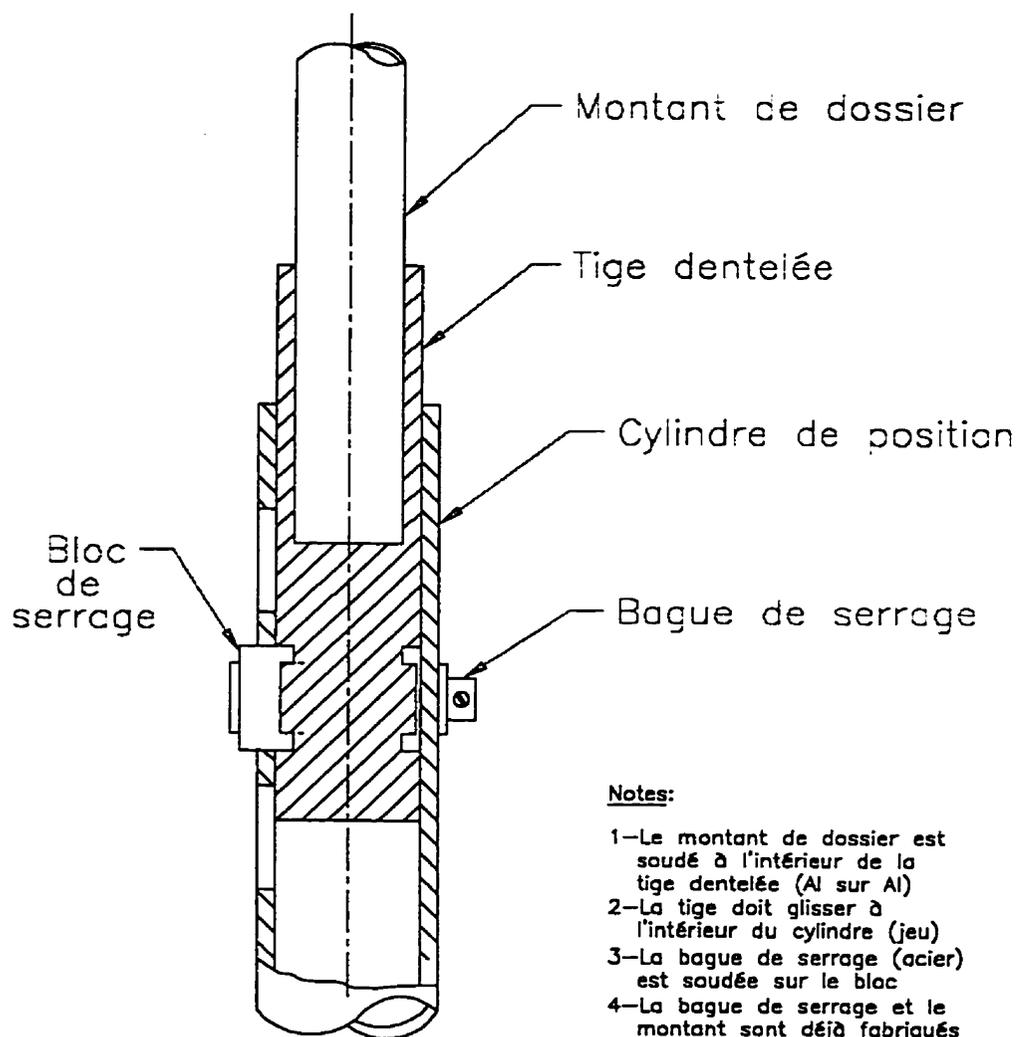
Nom: Frédéric Parent

Date: 96-11-12

Tel: 340-4864

Page 8 de 14

Montage tige/bloc/cylindre/montant
Dimensions en pouces



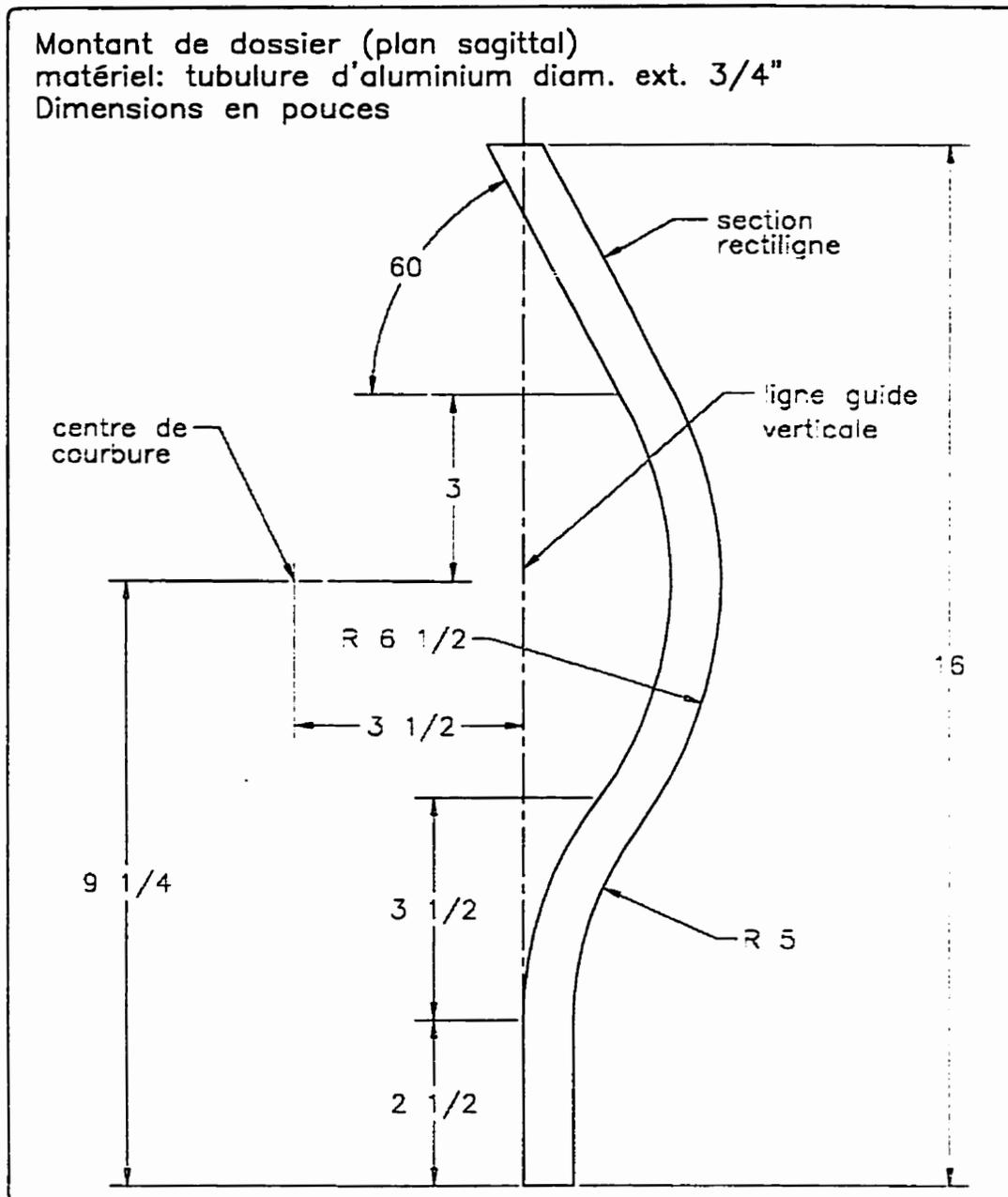
ECOLE POLYTECHNIQUE

Nom: Frédéric Parent

Tel: 340-4864

Date: 96-10-10

Page 9 de 14



ECOLE POLYTECHNIQUE

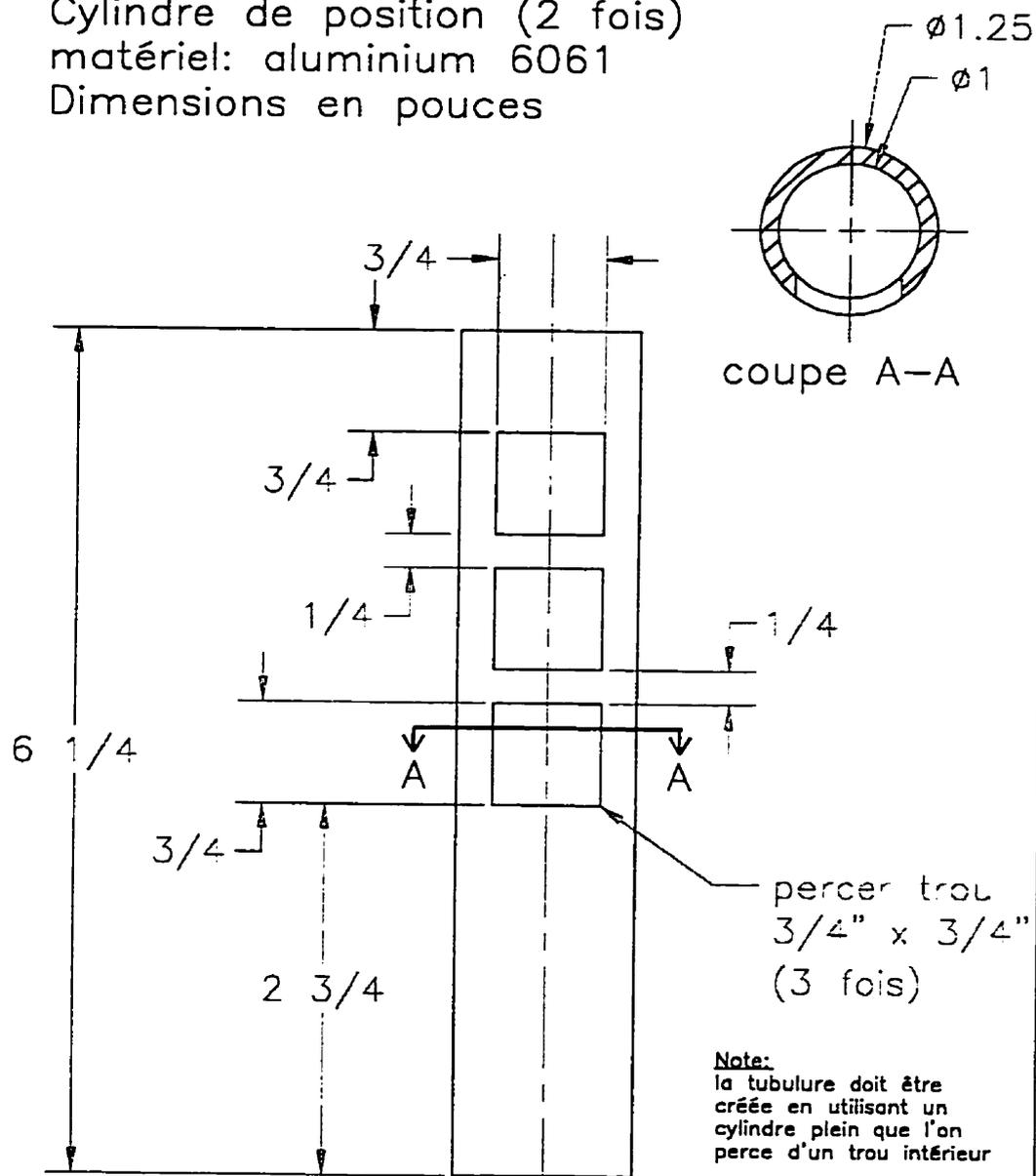
Nom: Frédéric Parent

Date: 96-11-07

Tel: 340-4864

Page 10 de 14

Cylindre de position (2 fois)
 matériel: aluminium 6061
 Dimensions en pouces



ECOLE POLYTECHNIQUE

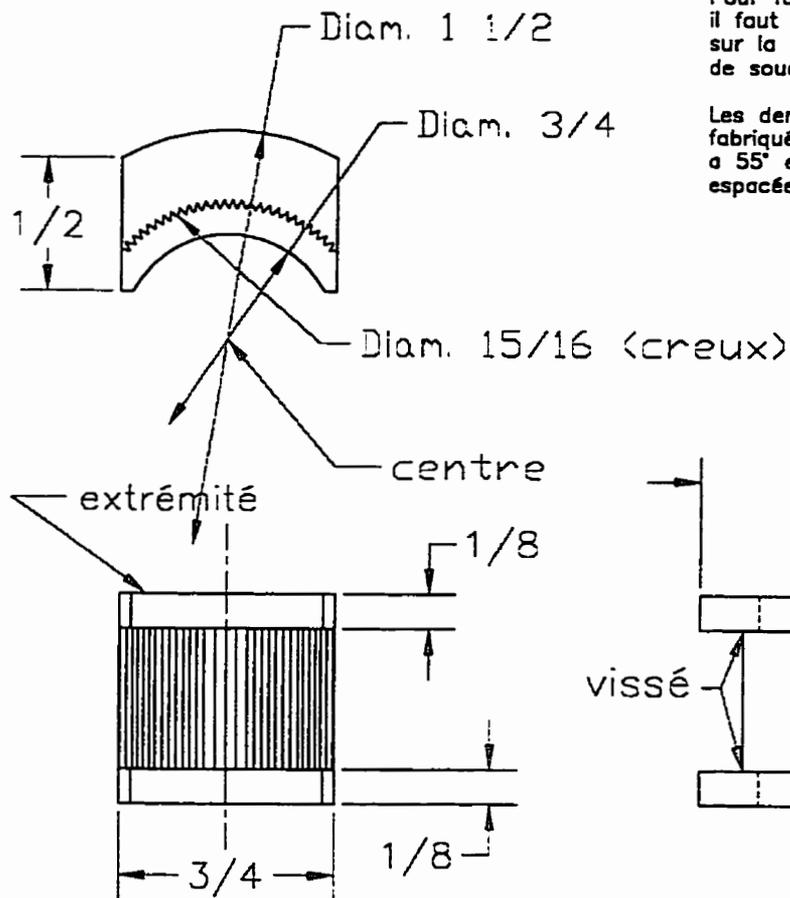
Nom: Frédéric Parent

Tel: 340-4864

Date: 96-10-10

Page 12 de 14

Bloc de serrage (2 fois)
 matériel: laiton
 Dimensions en pouces
 Dimensions en pouces



Notes:

Pour faire cette pièce,
 il faut fabriquer les dents
 sur la partie centrale avant
 de souder les extrémités.

Les dents sont
 fabriquées avec un outil
 à 55° et sont
 espacées de $5'$

ECOLE POLYTECHNIQUE

Nom: Frédéric Parent

Tel: 340-4864

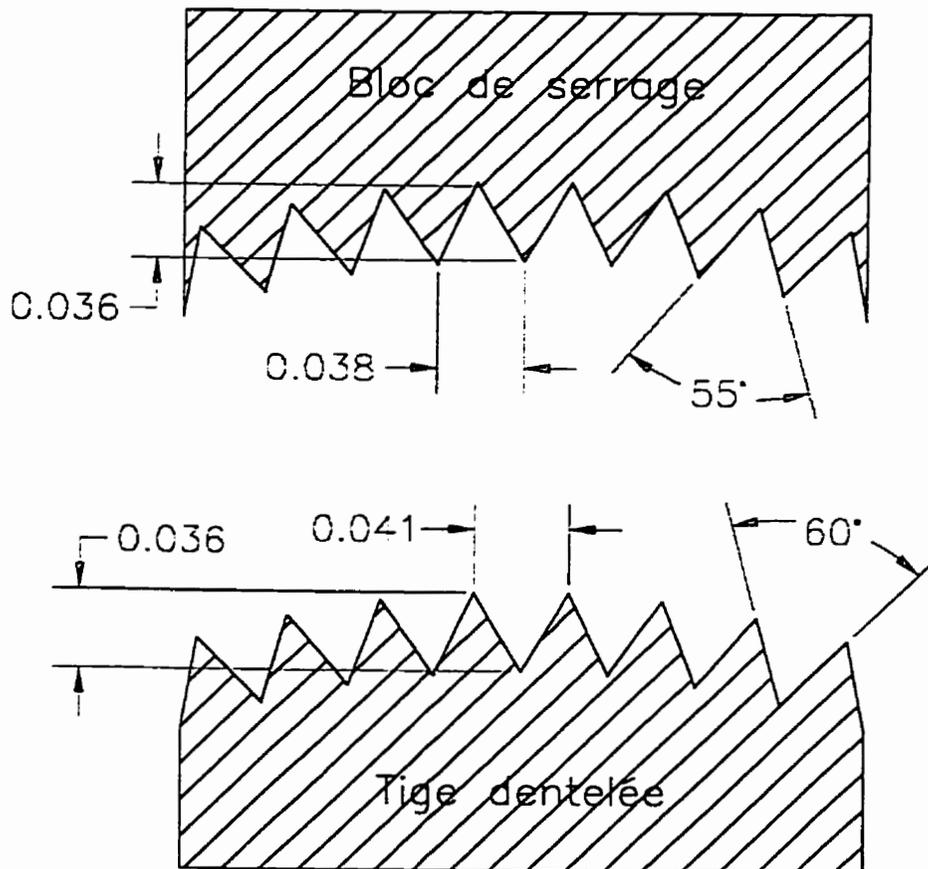
Date: 96-10-10

Page 13 de 14

Profil des dents (coupe transverse)
 matériel: aluminium et laiton
 Dimensions en pouces

Note:

Le diamètre externe de la tige (pointe des dents) est de $15/16"$. Il y a une dent à chaque $5"$



ÉCOLE POLYTECHNIQUE

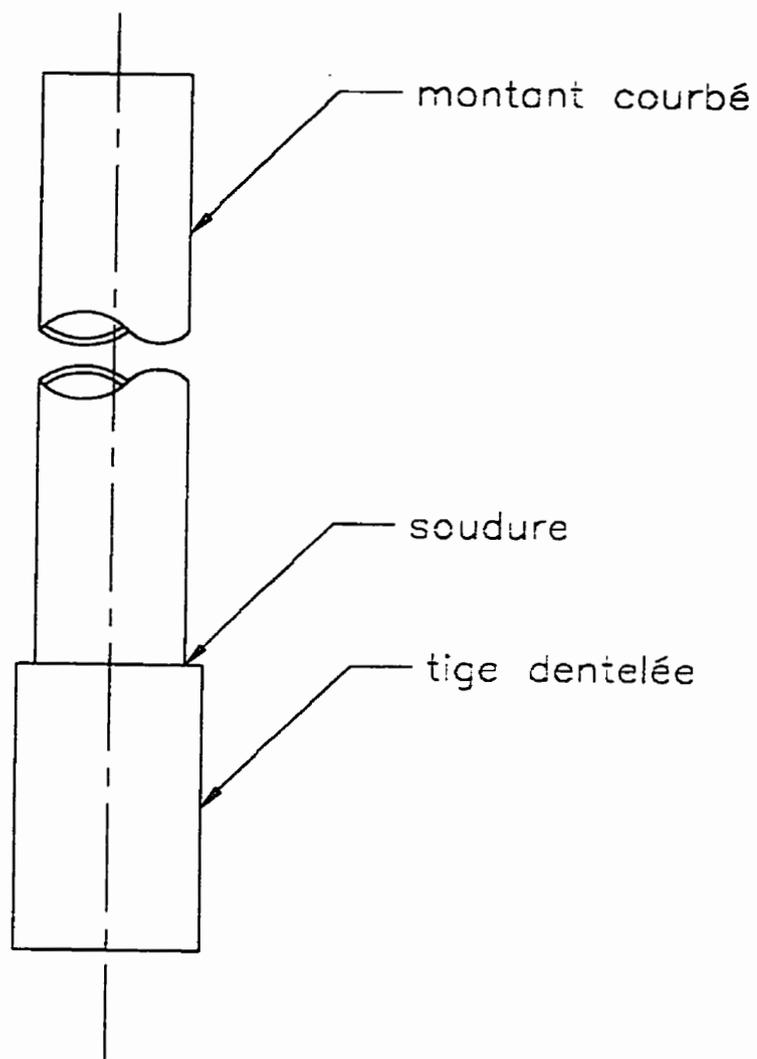
Nom: Frédéric Parent

Tel: 340-4864

Date: 96-10-03

Page 14 de 14

Soudure du montant au mécanisme rot.
matériel: aluminium 6061
Dimensions en pouces



ECOLE POLYTECHNIQUE

Nom: Frédéric Parent

Tel: 340-4864

Date: 96-11-28

Annexe E

Évaluation des critères de design pour les dossiers évalués : le dossier flexible conventionnel, le dossier à tensions « ajustables » et l'ensemble plaque/coussin

Le premier article présentait les résultats des évaluations du dossier contour flexible et trois dossiers actuellement sur le marché. Le but de cet annexe est de présenter en détail l'évaluation des critères de design pour chacun de ces trois dossiers, soit l'ensemble plaque/coussin (Promed Inc.), le dossier flexible conventionnel (Orthofab Inc.) et le dossier à tensions « ajustables » (Orthofab Inc.).

1- Dossier à tensions « ajustables » (Orthofab Inc.)

1.1 Soutien-maintien

1.1.1 Ajustements:

Intervalle de largeur des appuis latéraux:	0 cm	⇒	0
Intervalle d'épaisseur du support lombaire:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur du dossier p/r au siège	+ 5.0 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur du support lombaire:	0 cm	⇒	0
Intervalle de hauteur des appuis latéraux:	0 cm	⇒	0
Intervalle de prof. de la zone de maintien latéral:	0 cm	⇒	0
Intervalle de longueur du support lombaire:	0 cm	⇒	0

1.1.2 Alignement du bassin et du tronc:

Reproduction de l'alignement du bassin dans le plan sagittal:

Puisque la courroie lombaire ne peut s'ajuster en hauteur, il est difficile de bloquer le bassin en bascule antérieure. De plus, il n'est pas possible de tendre la courroie sacrée au-delà des montants du dossier et il devient difficile d'accommoder des bascules postérieures ⇒ **50**

Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan sagittal:

Il peut être difficile avec seulement trois courroies d'accommoder des lordoses et des cyphoses mais on retrouve toutefois une position acceptable ⇒ **75**

Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan frontal:

Le seul maintien latéral offert par le dossier se produit lorsque les courroies sont relâchées vers l'arrière. Le maintien est donc plus élevé que celui offert par le dossier flexible conventionnel, mais on retrouve cependant une position défavorable ⇒ **25**

1.1.3 Distribution de pression:

Surface de contact:

Puisqu'il n'est pas possible de tendre la courroie sacrée au-delà des montants du dossier, il est possible qu'il y ait une diminution importante du contact dans cette région dans les cas de cyphoses. De plus, il y a des vides dans les parties latérales du tronc puisque le dossier offre peu de maintien latéral ⇒ 25

Absence de zone de pression élevée:

La pression au niveau des courroies est plus élevée que la moyenne et il peut donc y avoir des inconforts à court terme ⇒ 50

1.2 Facilité d'utilisation

1.2.1 Capacité de propulsion: aucune limitation ⇒ 100

1.2.2 Durée des ajustements: l'utilisation de velcro implique que les ajustements seront durables, au moins 12 mois ⇒ 100

1.2.3 Facilité à plier le fauteuil: aucune contrainte ajoutée ⇒ 100

1.2.4 Encombrement à l'arrière: 2.75 cm ⇒ 100

1.2.5 Poids total du dossier: 0.65 kg ⇒ 100

1.3 Simplicité

1.3.1 Complexité des techniques de fabrication*:

Étape d'assemblage	Niveau (1 à 5)	Nombre	Total
Placer les courroies	4	3	12
Placer la mousse	5	1	5
Coudre le velcro	4	1	4
Coudre la toile	4	1	4
Coudre le dossier	3	1	3
Total		7	28
Complexité de l'assemblage		28/7 = 4.00	
Complexité totale = 4.00 ⇒ 80			

* Pour établir la complexité des techniques de fabrication, voir annexe C page 138.

1.3.2 Nombre de pièces principales:

Nom de la pièce	Nombre
Courroie	3
Mousse du dossier	1
Toile de recouvrement	1
Toile intermédiaire	1
Nombre total: 6 pièces ⇒ 100	

1.3.3 Nombre de modifications au fauteuil Prima:

Nombre total: 0 modification ⇒ 100

1.3.4 Temps pour les ajustements et l'installation:

Étape (description)	Temps en minutes
Tension des courroies (3)	3
Hauteur du dossier	2
Nombre total: 5 minutes ⇒ 75	

1.4 Coûts

Pièce	Nombre	Coût unitaire (\$)	Coût (\$)
Courroie	3	1.00	3.00
Velcro	700 cm ²	20\$ / 82"×2"	2.00
Mousse (néocor)	2500 cm ³	9\$ / 50"×48"×1/2"	2.00
Toile de Nylon	8000 cm ²	4\$ / 40"×60"	4.00
Couture du dossier	4 h	20\$/h	80.00
coût total: 91.00 \$ ⇒ 100			

1.5 Aération

Épaisseur moyenne du dossier: 2.75 cm ⇒ 80

Type de matériau utilisé: Nylon et mousse

1.6 Discretion

Dans l'ensemble, le dossier est très discret. On accorde donc 4.5 sur 5 ⇒ 100

2- Ensemble plaque/coussin (Promed Inc.)

2.1 Soutien-maintien

2.1.1 Ajustements:

Intervalle de largeur des appuis latéraux:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle d'épaisseur du support lombaire:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur du dossier:	+ 5.0 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur du support lombaire:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur des appuis latéraux:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle de prof. de la zone de maintien latéral:	+ 2.25 cm	⇒	100
Intervalle de longueur du support lombaire:	0 cm	⇒	0

2.1.2 Alignement du bassin et du tronc:

Reproduction de l'alignement du bassin dans le plan sagittal:

L'ensemble plaque/coussin représente une référence clinique ⇒ **100**

Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan sagittal:

L'ensemble plaque/coussin représente une référence clinique ⇒ **100**

Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan frontal:

L'ensemble plaque/coussin représente une référence clinique ⇒ **100**

2.1.3 Distribution de pression:

Surface de contact:

Si les éléments de forme sont bien sélectionnés et bien positionnés, le contact sera très bon au niveau des parties postérieures et latérales du tronc ⇒ 100

Absence de zone de pression élevée:

L'ensemble plaque/coussin est reconnu cliniquement comme offrant une bonne distribution de pression ⇒ 100

2.2 Facilité d'utilisation

- 2.2.1 Capacité de propulsion:** Le design avance l'utilisateur vers l'avant tout en augmentant le poids du fauteuil, il peut donc y avoir une limitation lors de la propulsion ⇒ 25
- 2.2.2 Durée des ajustements:** Les ajustements sont durables, au moins 12 mois ⇒ 100
- 2.2.3 Facilité à plier le fauteuil:** Il faut enlever le dossier pour plier ⇒ 0
- 2.2.4 Encombrement à l'arrière:** 8.5 cm ⇒ 25
- 2.2.5 Poids total du dossier (pour un dossier 16 po × 18 po avec un support lombaire et des biseaux multi-haut et bas) :** 3.05 kg ⇒ 0

2.3 Simplicité

2.3.1 Complexité des techniques de fabrication:

Pièce à fabriquer	Niveau (1 à 5)	Nombre	Total
Mousse de fond	5	1	5
Mousse de recouvrement	5	1	5
Plaque (ABS)	1	1	1
Forme lombaire	4	1	4
Biseau multi-haut	4	1	4
Biseau multi-bas	4	1	4
Attache du dossier	1	4	4
Appui latéral	2	2	4
Toile du dossier	3	1	3
Total		13	34
Complexité des pièces		34/13 = 2.62	
Étape d'assemblage	Niveau (1 à 5)	Nombre	Total
Fixer les appuis latéraux	5	2	10
Fixer les attaches	2	4	8
Mousses et éléments	5	1	5
Coudre le velcro	5	1	5
Coudre la toile	3	1	3
Contourner les appuis latéraux	2	2	4
Total		11	35
Complexité de l'assemblage		35/11 = 3.18	
Complexité totale = (2.62 + 3.18)/2 = 2.90 ⇒ 40			

2.3.2 Nombre de pièces principales (pour accommoder la plupart des géométries):

Nom de la pièce	Nombre
Mousse de fond	1
forme lombaire	2
biseau multi-haut	2
biseau multi-bas	2
appui latéral	2
Mousse de recouvrement	1
Toile de recouvrement	1
Attache du dossier	4
Plaque	1
Nombre total: 16 pièces ⇒ 50	

2.3.3 Nombre de modifications au fauteuil Prima:

Nombre total: 0 modification \Rightarrow 100

2.3.4 Temps pour les ajustements et l'installation:

Étape (description)	Temps en minutes
Choix et placement des formes	5
Placement des appuis latéraux	6
Fixation du dossier	5
Nombre total: 16 minutes \Rightarrow 0	

2.4 Coût du premier prototype

Pièce	Nombre	Coût unitaire (\$)	Coût (\$)
Forme lombaire	2	20.00	40.00
Biseau multi-haut	2	20.00	40.00
Biseau multi-bas	2	20.00	40.00
Appui latéral	2	20.00	40.00
Mousse de recouvrement	2500 cm ³	9\$ / 50"×48"×1/2"	2.00
Toile de Nylon	6000 cm ²	4\$ / 40"×60"	3.00
Velcro	200 cm ²	20\$ / 82"×2"	1.00
Attache du dossier	4	50	200.00
Plaque	1	200	200.00
Couture du dossier	3 h	20\$/h	60.00
coût total: 626.00 \$ \Rightarrow 0			

2.5 Aération

Épaisseur moyenne du dossier: 8.5 cm \Rightarrow 0

Type de matériau utilisé: Nylon et mousse

2.6 Discretion

L'ensemble plaque/coussin est beaucoup moins discret et plus épais qu'un dossier flexible conventionnel. On accorde donc 2.5/5 \Rightarrow 40

3- Dossier flexible conventionnel (Orthofab Inc.)

3.1 Soutien-maintien

3.1.1 Ajustements:

Intervalle de largeur des appuis latéraux:	0 cm	⇒	0
Intervalle d'épaisseur du support lombaire:	0 cm	⇒	0
Intervalle de hauteur du dossier:	+ 5.0 cm	⇒	100
Intervalle de hauteur du support lombaire:	0 cm	⇒	0
Intervalle de hauteur des appuis latéraux:	0 cm	⇒	0
Intervalle de prof. de la zone de maintien latéral:	0 cm	⇒	0
Intervalle de longueur du support lombaire:	0 cm	⇒	0

3.1.2 Alignement du bassin et du tronc:

Reproduction de l'alignement du bassin dans le plan sagittal:

Avec ce type de dossier, il n'est pas possible d'accommoder la bascule antérieure du bassin de même que la bascule postérieure car il n'est pas possible d'effectuer des ajustements. On retrouve donc une position défavorable ⇒ 25

Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan sagittal:

Avec ce type de dossier, il n'est pas possible d'accommoder des lordoses ou des cyphoses car aucun ajustement n'est permis. On retrouve donc une position défavorable ⇒ 25

Reproduction de l'alignement du tronc dans le plan frontal:

Avec ce dossier, il y a peu de maintien latéral. On retrouve donc une position défavorable ⇒ 25

3.1.3 Distribution de pression:

Surface de contact:

Il y a une diminution importante du contact dans la région sacrée dans les cas de cyphoses de même que pour la région lombaire dans les cas de lordoses. De plus, il y a des vides dans les parties latérales du tronc puisque peu de maintien latéral est offert ⇒ 25

Absence de zones de pression élevée:

Selon la littérature, ce type de dossier augmente la pression dans la partie sacrée-coccygienne et peut mener à des inconforts à court terme ⇒ 50

3.2 Facilité d'utilisation

3.2.1 Capacité de propulsion: aucune limitation ⇒ 100

3.2.2 Durée des ajustements: aucun ajustement ⇒ 100

3.2.3 Facilité à plier le fauteuil: aucune contrainte ajoutée ⇒ 100

3.2.4 Encombrement à l'arrière: 2.0 cm ⇒ 100

3.2.5 Poids total du dossier: 0.45 kg ⇒ 100

3.3 Simplicité

3.3.1 Complexité des techniques de fabrication:

Il n'y a pas de pièces à fabriquer, seulement le dossier à coudre. Cette étape est peu complexe et on accorde donc 5/5, ce qui donne 100.

3.3.2 Nombre de pièces principales:

Nom de la pièce	Nombre
Mousse du dossier	1
Toile de recouvrement	1
Nombre total: 2 pièces ⇒ 100	

3.3.3 Nombre de modifications au fauteuil Prima:

Nombre total: 0 modification ⇒ 100

3.3.4 Temps pour les ajustements et l'installation:

Il n'y a qu'une seule étape à réaliser, soit de placer le dossier sur les montants actuels du fauteuil roulant, ce qui dure moins de 5 minutes ⇒ 100

3.4 Coûts

Pièce	Nombre	Coût unitaire (\$)	Coût (\$)
Toile de Nylon	6750 cm ²	4\$ / 40"×60"	3.00
Mousse (néocor)	2700 cm ³	9\$ / 50"×48"×1/2"	3.00
Couture du dossier	2 h	20\$/h	40.00
Coût total: 46.00 \$ ⇒ 100			

3.5 Aération

Épaisseur moyenne du dossier: 2.0 cm ⇒ **100**

Type de matériau utilisé: Nylon et mousse

3.6 Discrétion

Ce type de dossier est très discret et s'harmonise bien avec un fauteuil roulant, on accorde donc 5/5 ⇒ **100**

Annexe F

Résultats complets pour chacun des sujets des mesures de posture et de confort pour chacun des dossiers évalués

L'objectif de cet annexe est de présenter les résultats obtenus pour les 15 sujets lors des évaluations du dossier contour flexible, de l'ensemble plaque/coussin (Promed Inc.) et du dossier à tensions « ajustables » (Orthofab Inc.) (résultats détaillés de l'article #2). Ainsi, les résultats reliés à la pression, à la forme du dos dans le plan sagittal et au confort sont présentés pour chaque sujet. Pour chaque dossier, une image typique de la distribution de pression obtenue est présentée (l'image de gauche représente l'assise alors que l'image de droite le dossier). Pour chaque dossier, les abréviations suivantes ont été utilisées :

DCF : Dossier Contour Flexible

EPC : Ensemble Plaque/Coussin

DTA : Dossier à tensions « ajustables »

Résultats pour le sujet #1

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	12.0 ± 10.2	11.6 ± 12.0	9.3 ± 15.1
Région sacrée	1.5 ± 3.2	8.0 ± 8.8	4.2 ± 5.4
Région lombaire	15.9 ± 10.6	2.4 ± 5.4	2.2 ± 4.0
Région thoracique	20.1 ± 8.4	16.9 ± 10.6	21.9 ± 20.0
Régions latérales: gauche droite	9.9 ± 9.1	16.1 ± 13.8	14.1 ± 19.9
	9.2 ± 7.3	15.9 ± 13.7	3.7 ± 7.8
Siège	40.3 ± 15.4	37.3 ± 13.8	37.7 ± 15.9
Ischions: gauche droit	68.4 ± 10.2	44.3 ± 14.1	54.6 ± 8.2
	56.3 ± 7.0	61.2 ± 8.1	49.7 ± 4.0
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	164	124	82

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindres carrés

entre (1) et (2) : 0.031 po
entre (1) et (3) : 0.031 po
entre (2) et (3) : 0.073 po

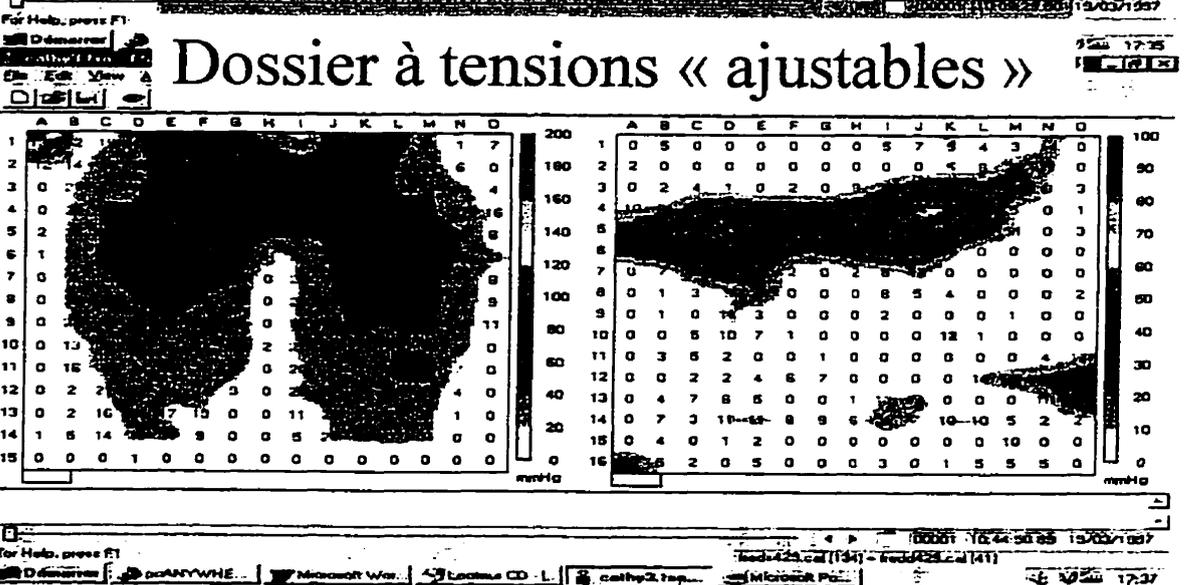
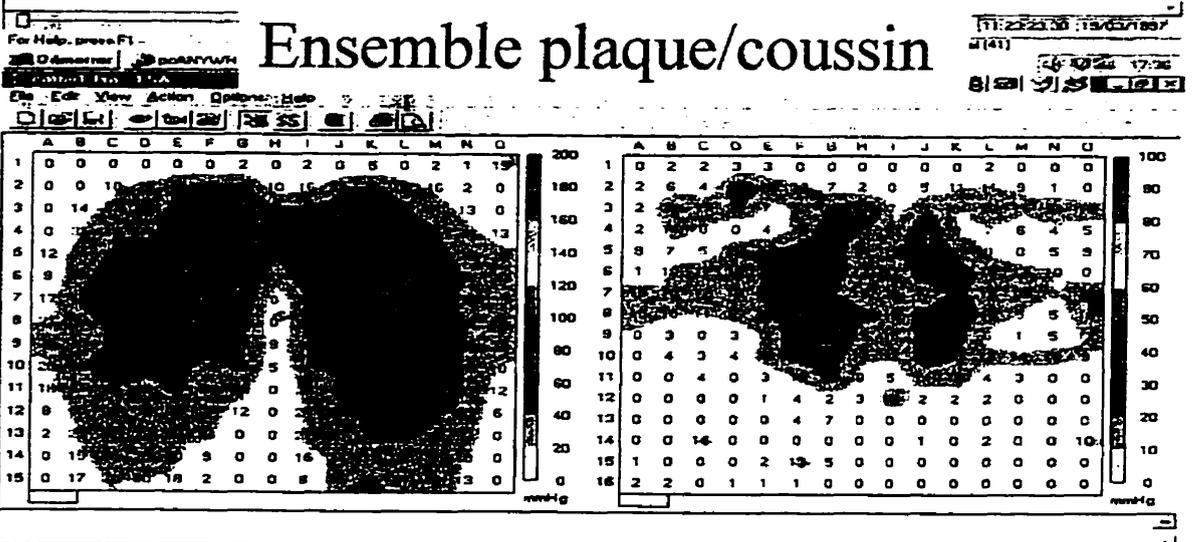
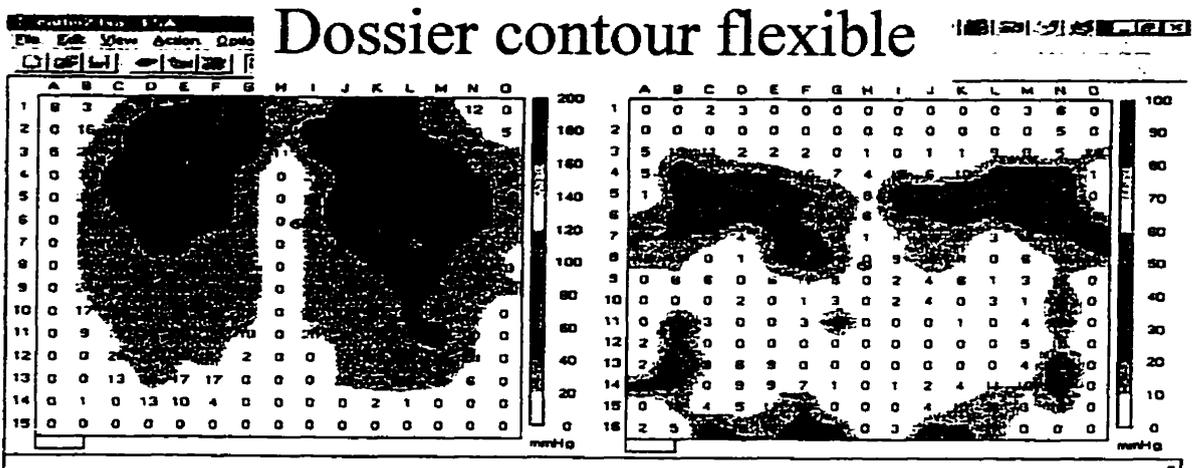
3. Confort

Échelle

1 : inconfortable

5 : confortable

Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	4	4	4
Dossier	4	4	3
Région sacrée	5	4	3
Région lombaire	3	4	4
Région thoracique	3	3	2
Régions latérales	4	3	3

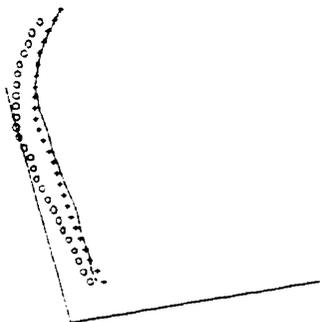


Résultats pour le sujet #2

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	16.2 ± 16.3	17.0 ± 15.3	18.8 ± 14.4
Région sacrée	1.7 ± 4.0	2.7 ± 4.7	4.3 ± 7.1
Région lombaire	33.4 ± 16.8	21.3 ± 15.8	29.6 ± 13.2
Région thoracique	24.5 ± 13.2	13.7 ± 12.9	27.6 ± 9.0
Régions latérales: gauche	6.7 ± 7.5	29.0 ± 15.1	11.2 ± 10.5
droite	7.6 ± 8.7	24.4 ± 11.7	16.7 ± 9.6
Siège	38.5 ± 13.8	34.5 ± 13.3	33.0 ± 13.9
Ischions: gauche	62.1 ± 6.2	50.1 ± 8.9	49.4 ± 11.6
droit	56.2 ± 10.6	45.3 ± 16.1	45.6 ± 19.4
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	169	143	143

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindre carrés

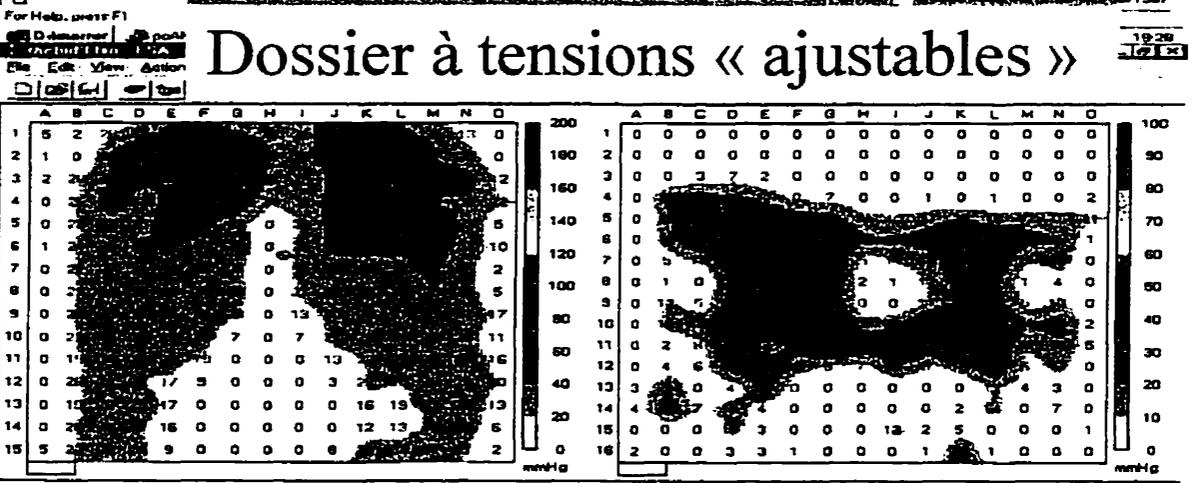
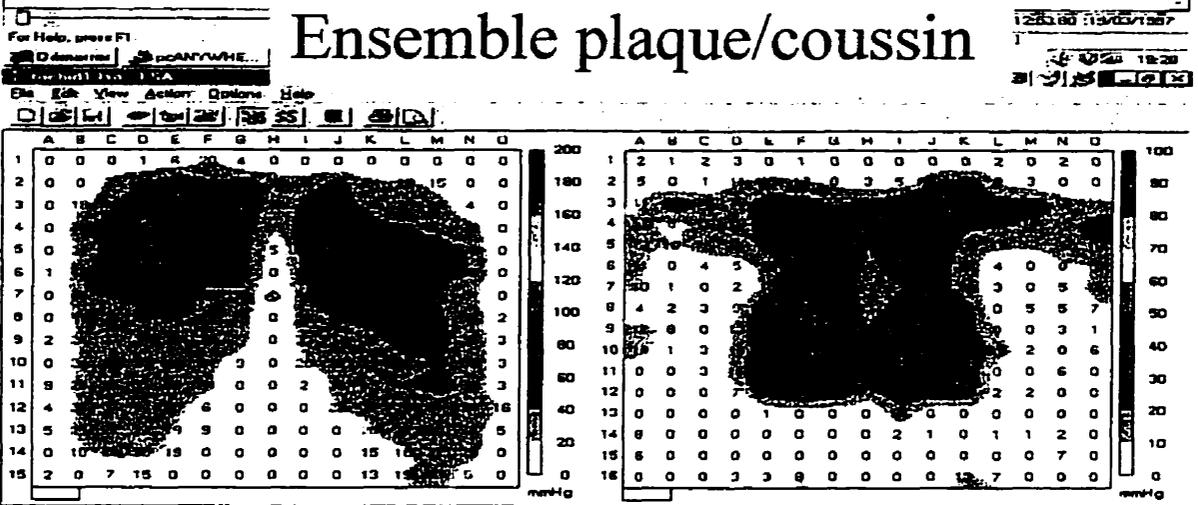
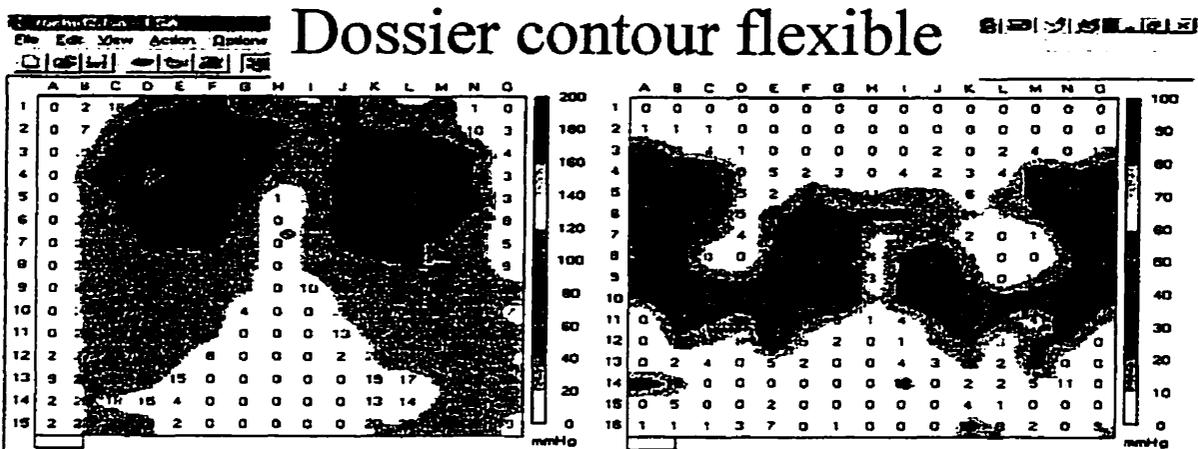
entre (1) et (2) :	0.092 po
entre (1) et (3) :	0.223 po
entre (2) et (3) :	0.226 po

3. Confort

Échelle

1 : inconfortable
5 : confortable

Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	3	4	4
Dossier	4	4	3
Région sacrée	4	3	2
Région lombaire	3	4	2
Région thoracique	4	5	2
Régions latérales	4	4	3

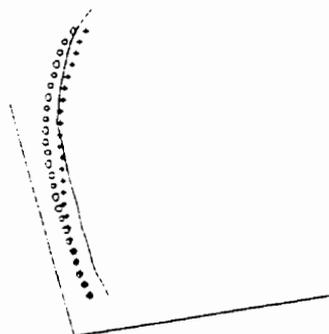


Résultats pour le sujet #3

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	12.2 ± 13.3	12.3 ± 13.9	14.2 ± 11.5
Région sacrée	11.7 ± 11.2	4.2 ± 7.7	6.0 ± 9.0
Région lombaire	30.8 ± 12.5	22.0 ± 14.8	20.3 ± 9.9
Région thoracique	2.9 ± 5.7	5.1 ± 10.7	22.0 ± 7.2
Régions latérales: gauche droite	14.6 ± 10.8 7.0 ± 9.3	18.0 ± 14.1 17.2 ± 12.1	15.2 ± 11.9 9.4 ± 10.2
Siège	41.0 ± 13.4	37.7 ± 13.7	37.8 ± 14.4
Ischions: gauche droit	50.0 ± 7.8 47.7 ± 8.7	50.3 ± 15.2 47.2 ± 11.8	42.2 ± 16.2 56.7 ± 10.8
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	131	116	133

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindre carrés

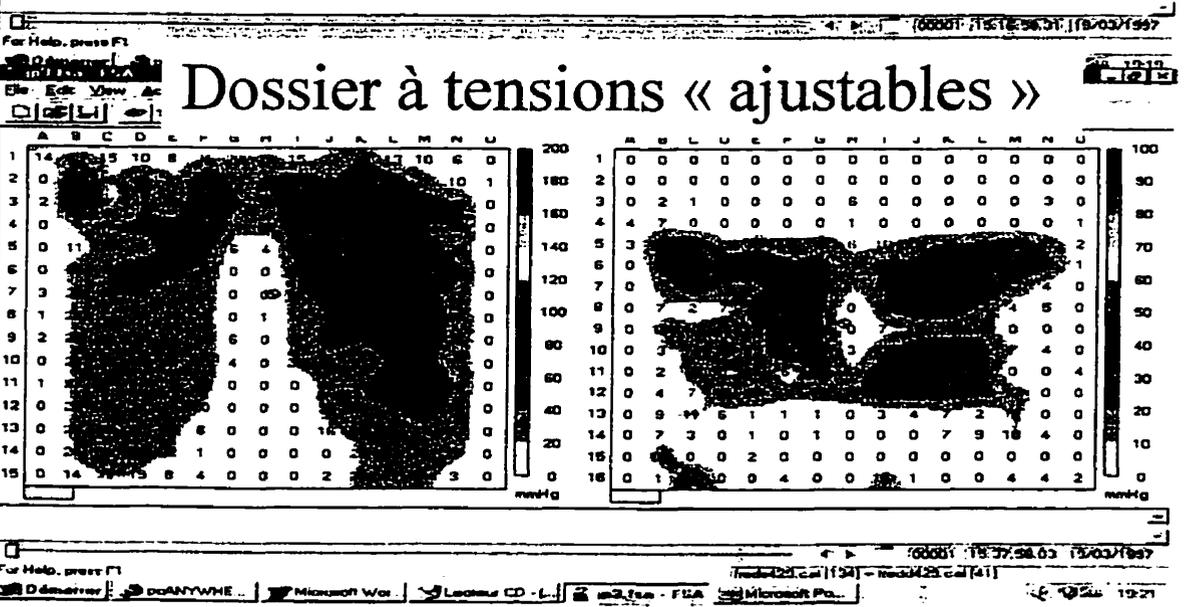
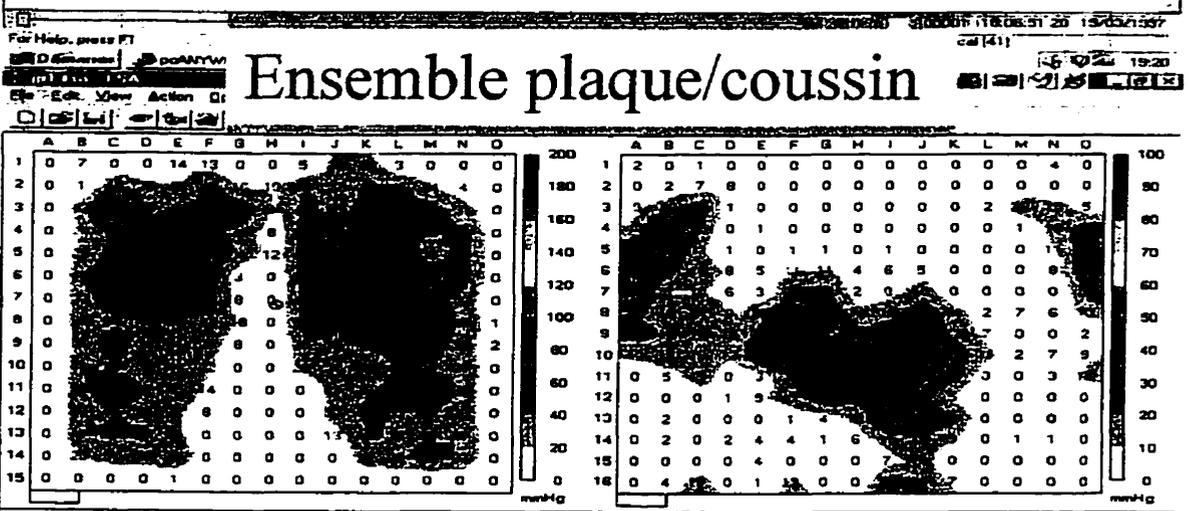
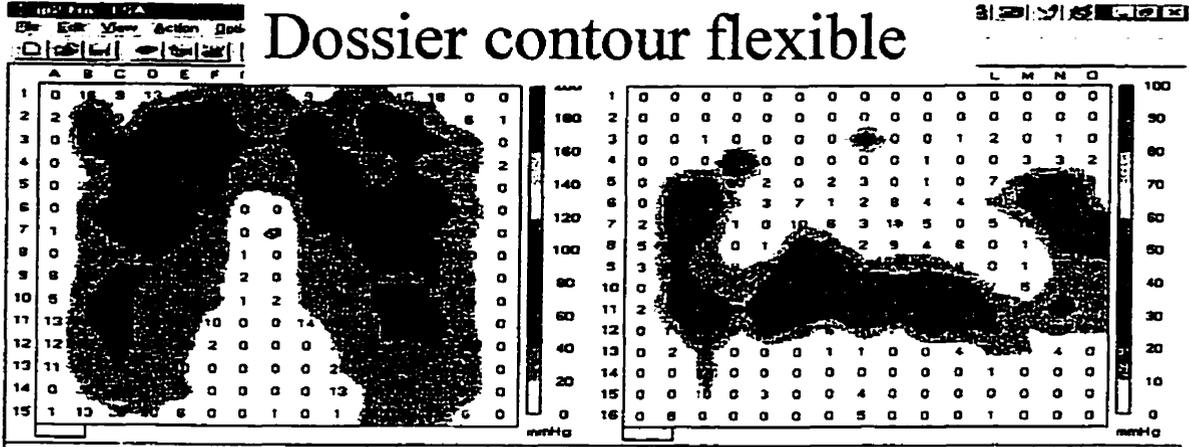
entre (1) et (2) :	0.020po
entre (1) et (3) :	0.305 po
entre (2) et (3) :	0.290 po

3. Confort

Échelle

1 : inconfortable
5 : confortable

Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	4	4	4
Dossier	4	4	3
Région sacrée	5	4	3
Région lombaire	3	4	4
Région thoracique	3	3	2
Régions latérales	3	3	3

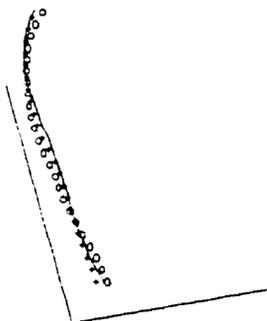


Résultats pour le sujet #4

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	11.6 ± 10.2	10.9 ± 10.4	13.7 ± 12.4
Région sacrée	6.1 ± 7.6	8.6 ± 7.5	6.5 ± 6.7
Région lombaire	19.6 ± 13.0	13.1 ± 11.9	15.5 ± 8.0
Région thoracique	14.2 ± 7.8	9.20 ± 9.5	30.5 ± 6.9
Régions latérales: gauche droite	8.5 ± 10.3	8.8 ± 9.8	8.7 ± 13.3
	11.2 ± 7.8	16.1 ± 12.3	8.1 ± 11.9
Siège	39.3 ± 13.6	38.9 ± 14.7	38.4 ± 13.3
Ischions: gauche droit	60.6 ± 8.6	53.8 ± 12.0	48.7 ± 8.3
	55.6 ± 9.1	63.8 ± 9.8	64.0 ± 6.5
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	152	127	123

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindres carrés

entre (1) et (2) :	0.037 po
entre (1) et (3) :	0.181 po
entre (2) et (3) :	0.317 po

3. Confort

Échelle

1 : inconfortable

5 : confortable

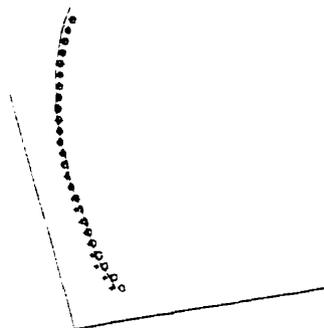
Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	4	3	3
Dossier	4	4.5	3
Région sacrée	3	3.5	3
Région lombaire	3	3.5	2
Région thoracique	5	4	3
Régions latérales	5	4	1

Résultats pour le sujet #5

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	13.2 ± 14.5	11.6 ± 11.7	13.4 ± 13.0
Région sacrée	5.5 ± 7.1	5.1 ± 6.0	4.3 ± 6.6
Région lombaire	7.4 ± 15.6	10.1 ± 13.6	29.5 ± 8.9
Région thoracique	29.9 ± 8.7	20.1 ± 8.9	18.3 ± 8.0
Régions latérales: gauche droite	12.2 ± 16.0	10.0 ± 12.0	7.9 ± 12.4
	15.5 ± 12.1	14.8 ± 12.4	7.7 ± 11.9
Siège	36.9 ± 13.8	35.3 ± 12.8	35.0 ± 12.9
Ischions: gauche droit	53.7 ± 11.9	52.1 ± 6.4	46.7 ± 7.0
	54.2 ± 9.5	50.7 ± 10.1	60.0 ± 8.9
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	133	130	111

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindres carrés

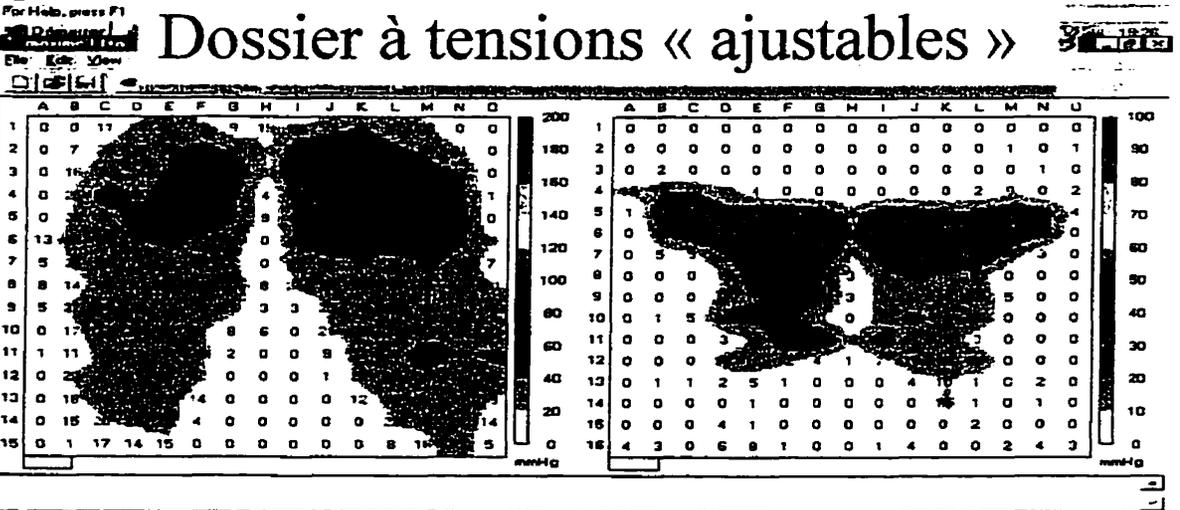
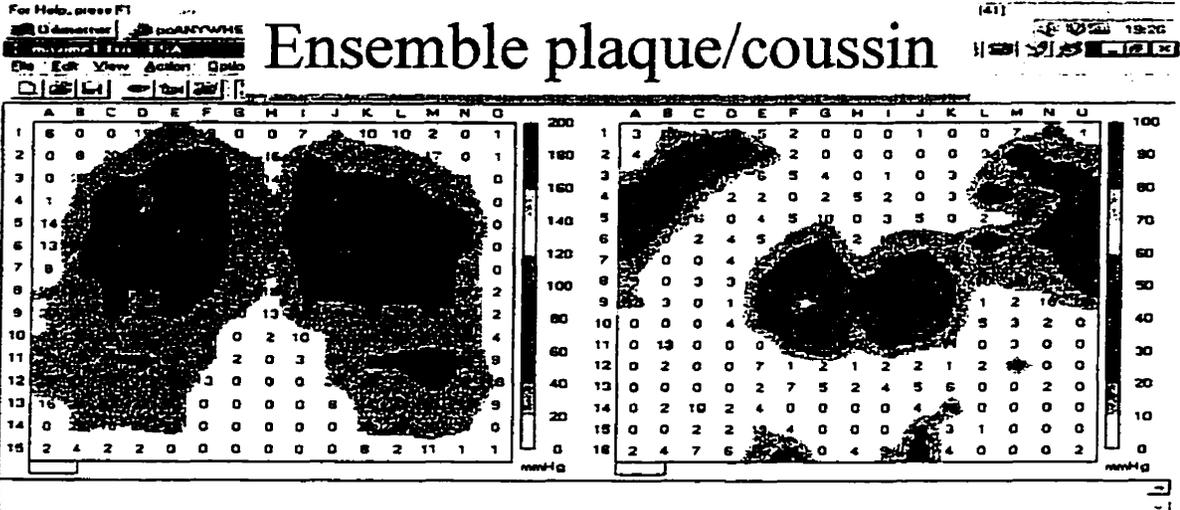
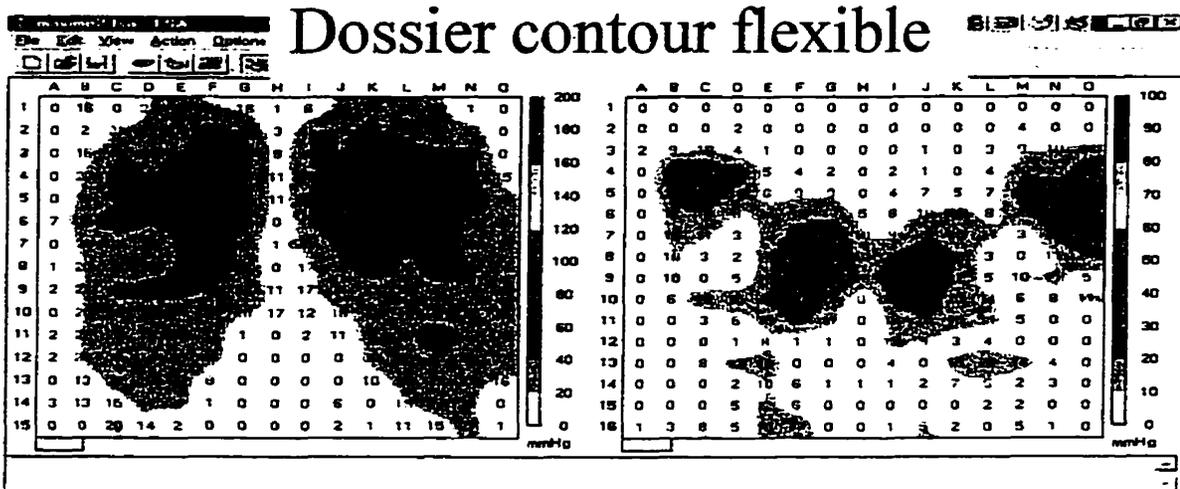
entre (1) et (2) :	0.022 po
entre (1) et (3) :	0.015 po
entre (2) et (3) :	0.036 po

3. Confort

Échelle

1 : inconfortable
5 : confortable

Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	4.5	4.5	4
Dossier	4.5	3.5	3
Région sacrée	3	3.5	3.5
Région lombaire	3.5	4	3.5
Région thoracique	3.5	4	3
Régions latérales	4	3	2.5

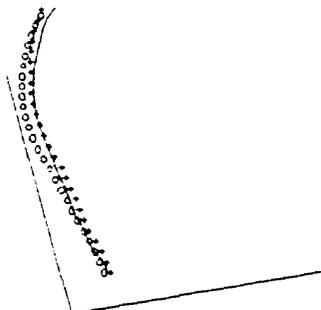


Résultats pour le sujet #6

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	10.6 ± 12.2	11.4 ± 13.4	13.1 ± 11.9
Région sacrée	9.8 ± 16.6	6.7 ± 8.6	7.5 ± 6.8
Région lombaire	9.4 ± 10.0	7.1 ± 7.2	10.6 ± 7.4
Région thoracique	14.2 ± 9.9	20.2 ± 15.2	25.8 ± 9.7
Régions latérales: gauche	8.5 ± 14.5	10.0 ± 13.0	8.4 ± 11.3
droite	9.3 ± 9.3	10.4 ± 16.2	8.8 ± 14.3
Siège	33.7 ± 10.7	29.6 ± 10.1	28.9 ± 9.8
Ischions: gauche	48.4 ± 9.1	39.1 ± 4.9	40.6 ± 15.7
droit	34.3 ± 22.4	42.0 ± 6.1	42.3 ± 4.7
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	135	125	136

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindre carrés

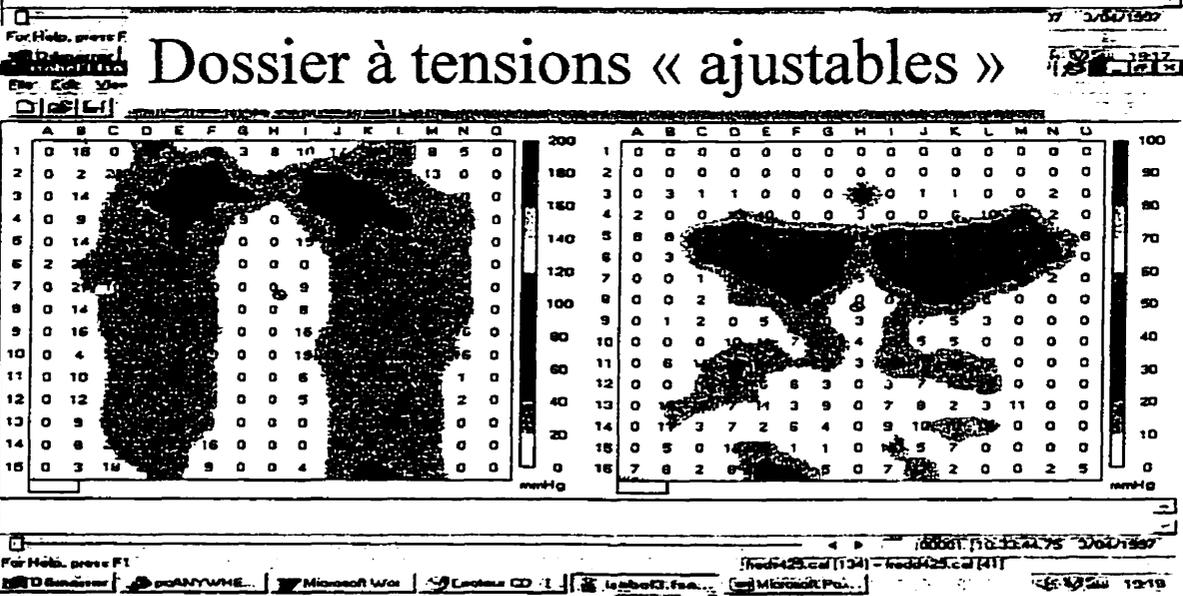
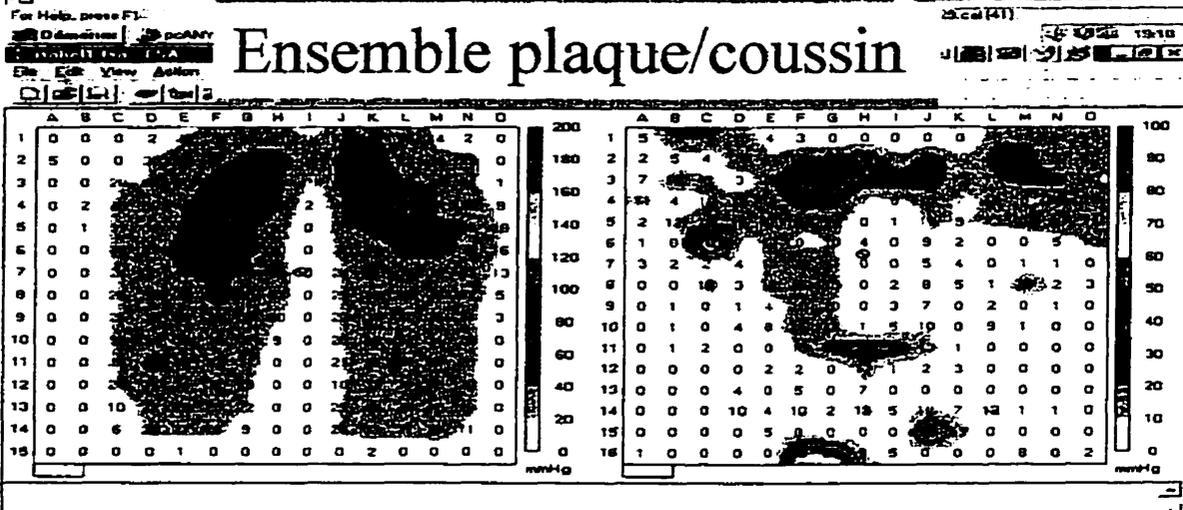
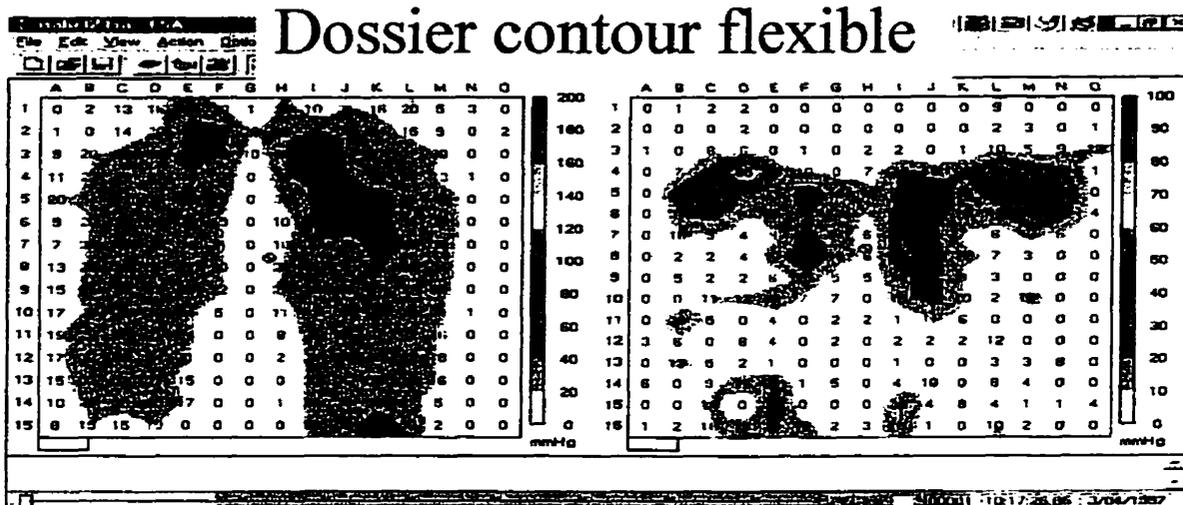
entre (1) et (2) :	0.039 po
entre (1) et (3) :	0.098 po
entre (2) et (3) :	0.055 po

3. Confort

Échelle

1 : inconfortable
5 : confortable

Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	4	4	4
Dossier	4	4.5	4
Région sacrée	3	3.5	3.5
Région lombaire	3.5	5	4.5
Région thoracique	4	5	4
Régions latérales	5	4	3

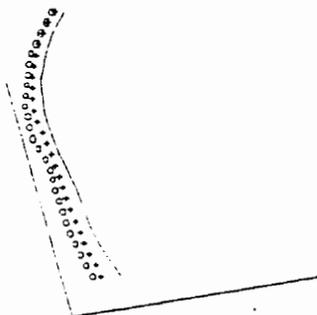


Résultats pour le sujet #7

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	12.6 ± 13.0	13.1 ± 13.9	15.2 ± 15.3
Région sacrée	9.4 ± 10.7	1.9 ± 3.7	5.9 ± 8.3
Région lombaire	27.1 ± 13.8	18.4 ± 17.2	13.4 ± 12.5
Région thoracique	9.9 ± 9.0	17.7 ± 13.0	29.4 ± 13.4
Régions latérales: gauche droite	11.7 ± 14.0	14.7 ± 11.6	8.4 ± 13.8
	9.0 ± 10.6	11.6 ± 12.9	10.0 ± 13.1
Siège	38.2 ± 13.3	35.8 ± 12.9	32.9 ± 12.0
Ischions: gauche droit	40.1 ± 25.9	56.8 ± 13.3	42.0 ± 20.4
	53.4 ± 9.6	51.1 ± 7.1	45.9 ± 12.4
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	146	127	130

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindres carrés

entre (1) et (2) :	0.016 po
entre (1) et (3) :	0.313 po
entre (2) et (3) :	0.368 po

3. Confort

Échelle

1 : inconfortable
5 : confortable

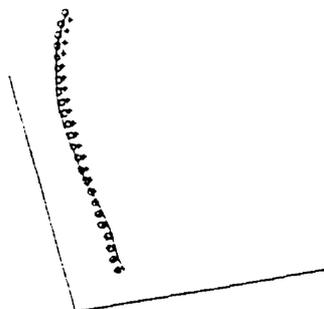
Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	4	4	3.5
Dossier	3	3	2.5
Région sacrée	3	4	3
Région lombaire	4	4	2
Région thoracique	2	3	2
Régions latérales	2	3	3.5

Résultats pour le sujet #8

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	10.7 ± 13.5	9.0 ± 12.1	10.3 ± 10.2
Région sacrée	2.3 ± 3.8	5.1 ± 5.7	11.6 ± 10.8
Région lombaire	17.4 ± 14.3	8.2 ± 9.6	13.8 ± 9.5
Région thoracique	13.5 ± 9.7	13.6 ± 16.3	14.2 ± 9.9
Régions latérales: gauche	9.2 ± 17.4	5.7 ± 8.5	1.8 ± 3.1
droite	7.9 ± 13.7	7.7 ± 10.5	0.5 ± 1.3
Siège	32.3 ± 11.5	31.5 ± 17.3	31.3 ± 16.4
Ischions: gauche	47.4 ± 8.2	54.4 ± 20.7	56.7 ± 14.5
droit	41.7 ± 11.7	58.6 ± 17.5	55.0 ± 13.2
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	129	111	131

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindre carrés

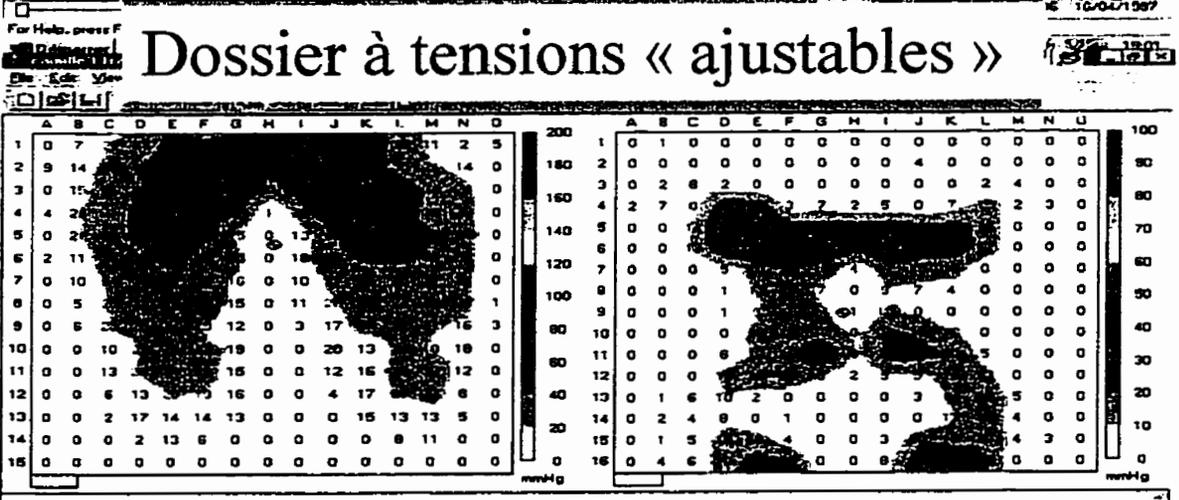
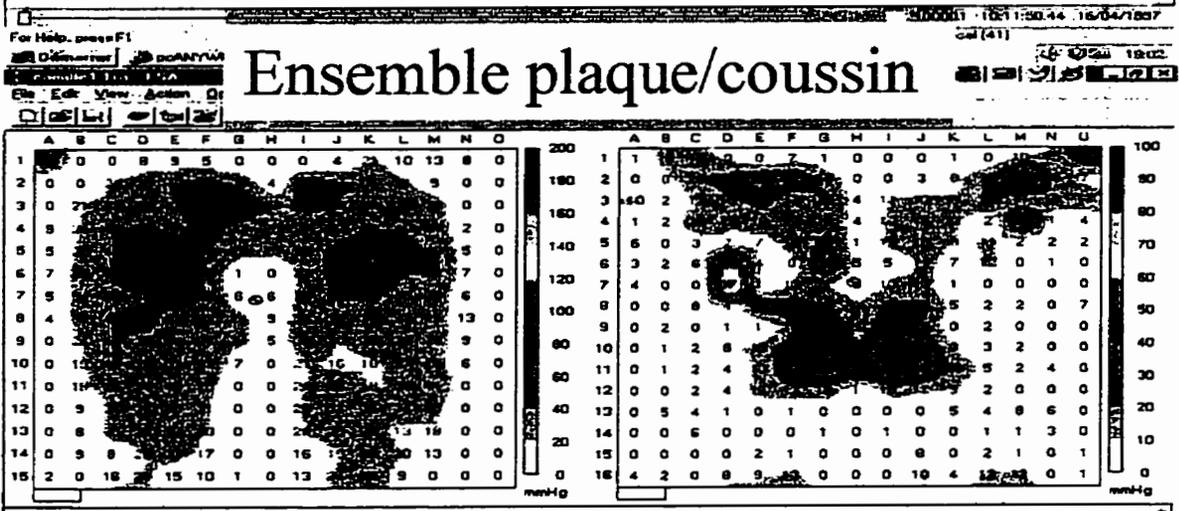
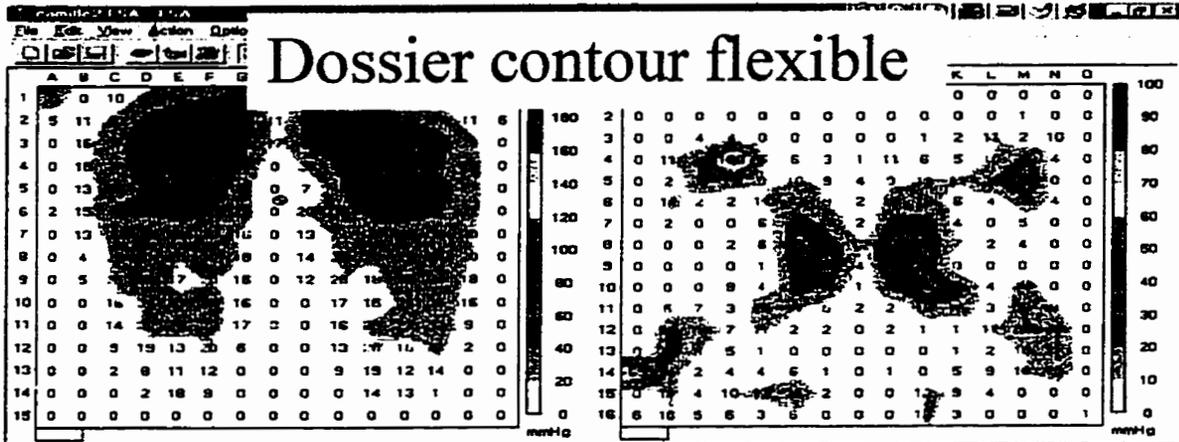
entre (1) et (2) :	0.283 po
entre (1) et (3) :	0.033 po
entre (2) et (3) :	0.157 po

3. Confort

Échelle

1 : inconfortable
5 : confortable

Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	4	4	4
Dossier	3.5	4	3
Région sacrée	4	5	3
Région lombaire	3	5	4
Région thoracique	3	4	1
Régions latérales	4	2	3

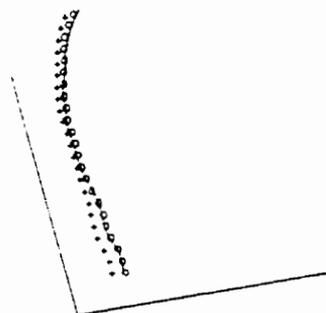


Résultats pour le sujet #9

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	10.0 ± 11.5	9.9 ± 10.9	12.5 ± 11.4
Région sacrée	8.6 ± 10.3	5.0 ± 4.3	8.7 ± 8.3
Région lombaire	17.0 ± 16.2	16.9 ± 15.5	16.8 ± 12.1
Région thoracique	10.3 ± 10.0	9.9 ± 8.5	20.8 ± 8.5
Régions latérales: gauche	7.3 ± 9.5	7.2 ± 9.6	3.2 ± 6.8
droite	6.1 ± 7.1	11.6 ± 10.3	8.2 ± 11.8
Siège	32.2 ± 11.5	34.4 ± 16.5	33.9 ± 15.4
Ischions: gauche	47.8 ± 18.4	65.9 ± 15.4	60.7 ± 19.3
droit	43.7 ± 15.9	56.2 ± 12.5	52.4 ± 14.6
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	135	121	131

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindres carrés

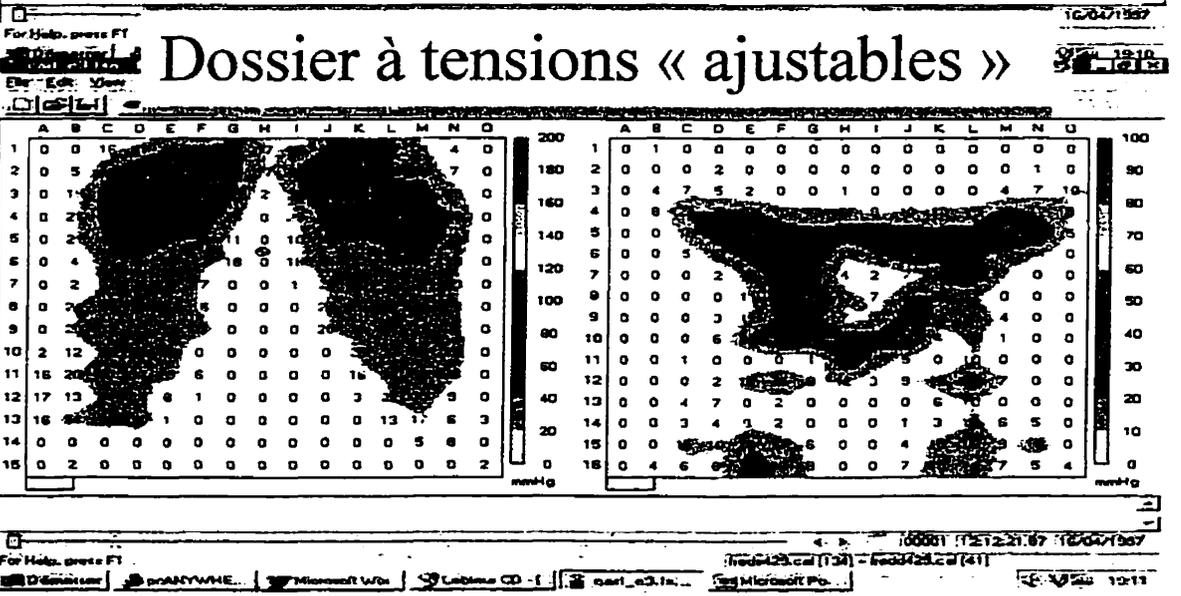
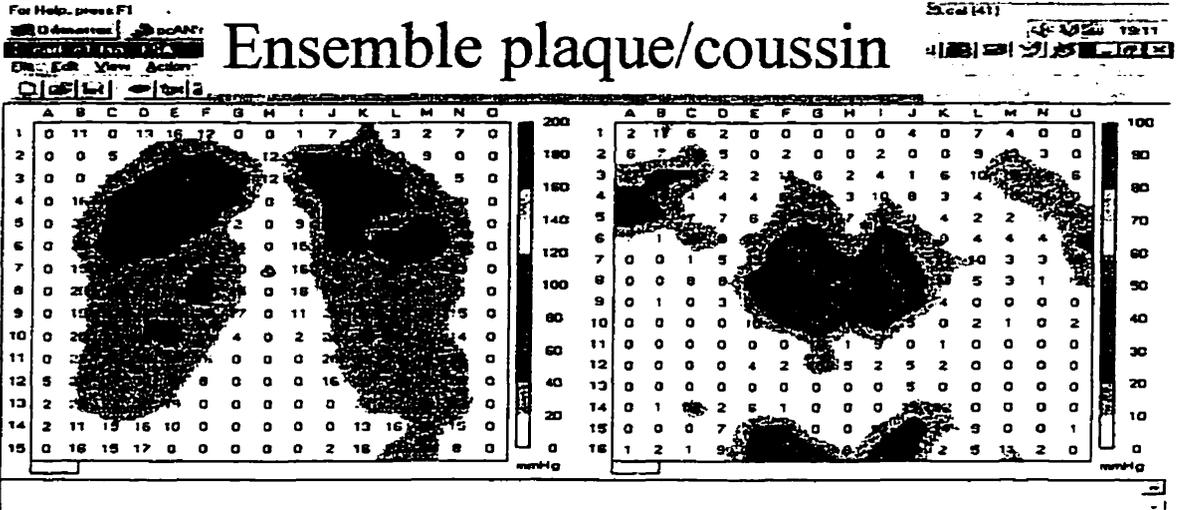
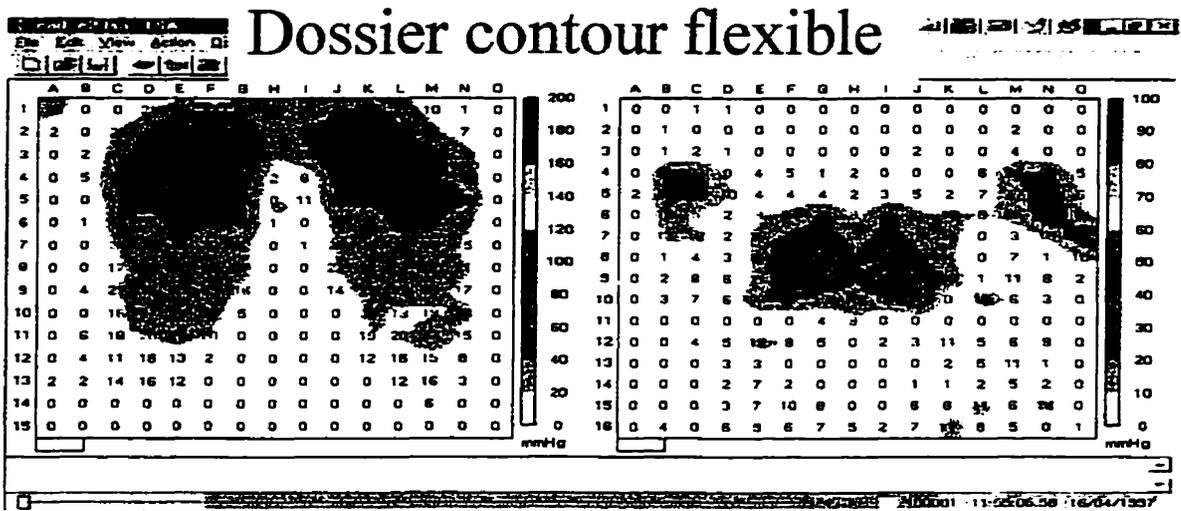
entre (1) et (2) :	0.056 po
entre (1) et (3) :	0.089 po
entre (2) et (3) :	0.148 po

3. Confort

Échelle

1 : inconfortable
5 : confortable

Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	3.5	4	3.5
Dossier	3	4	3.5
Région sacrée	4	4	4
Région lombaire	2.5	4	3.5
Région thoracique	4	4	4
Régions latérales	4	4	3

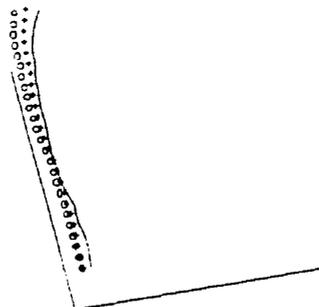


Résultats pour le sujet #10

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	12.7 ± 11.4	13.1 ± 15.0	13.5 ± 15.4
Région sacrée	5.1 ± 7.8	3.1 ± 7.1	4.1 ± 6.8
Région lombaire	21.6 ± 14.3	11.3 ± 11.6	13.1 ± 10.8
Région thoracique	18.1 ± 7.4	23.5 ± 15.4	33.4 ± 13.1
Régions latérales: gauche	8.8 ± 11.0	10.0 ± 12.4	4.0 ± 9.0
droite	11.2 ± 8.8	21.3 ± 18.1	8.8 ± 11.7
Siège	30.6 ± 12.1	30.8 ± 14.5	29.3 ± 12.0
Ischions: gauche	39.0 ± 11.3	48.7 ± 10.9	37.7 ± 5.5
droit	45.8 ± 10.7	56.0 ± 14.8	49.6 ± 13.5
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	152	123	119

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindre carrés

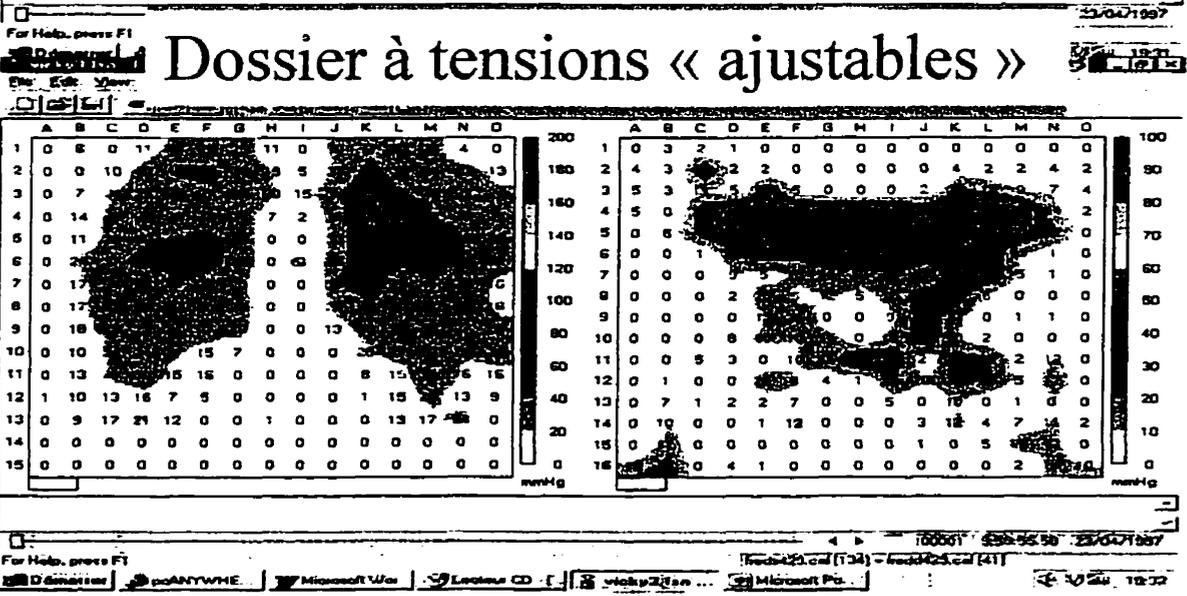
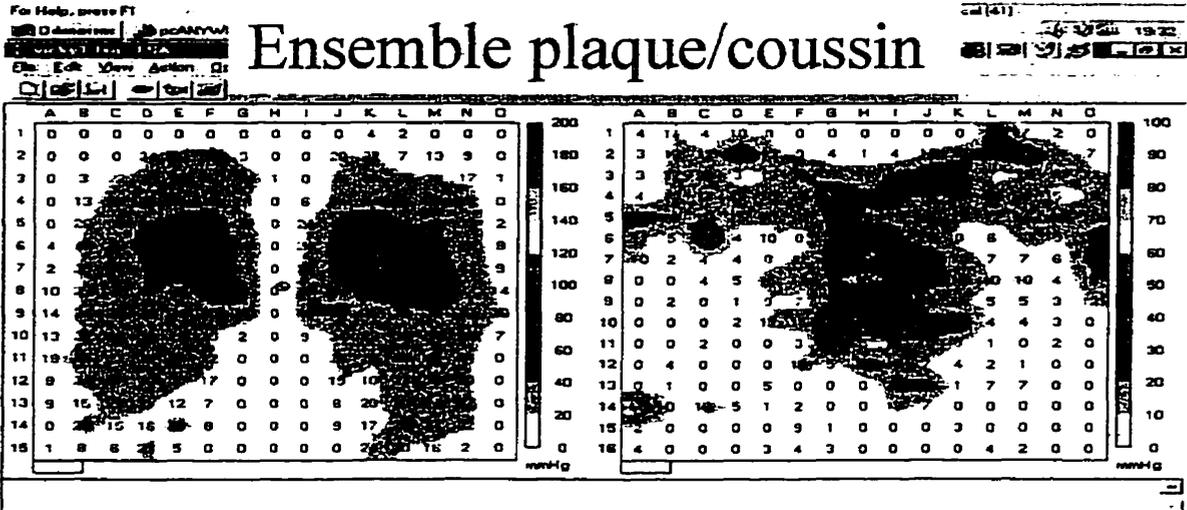
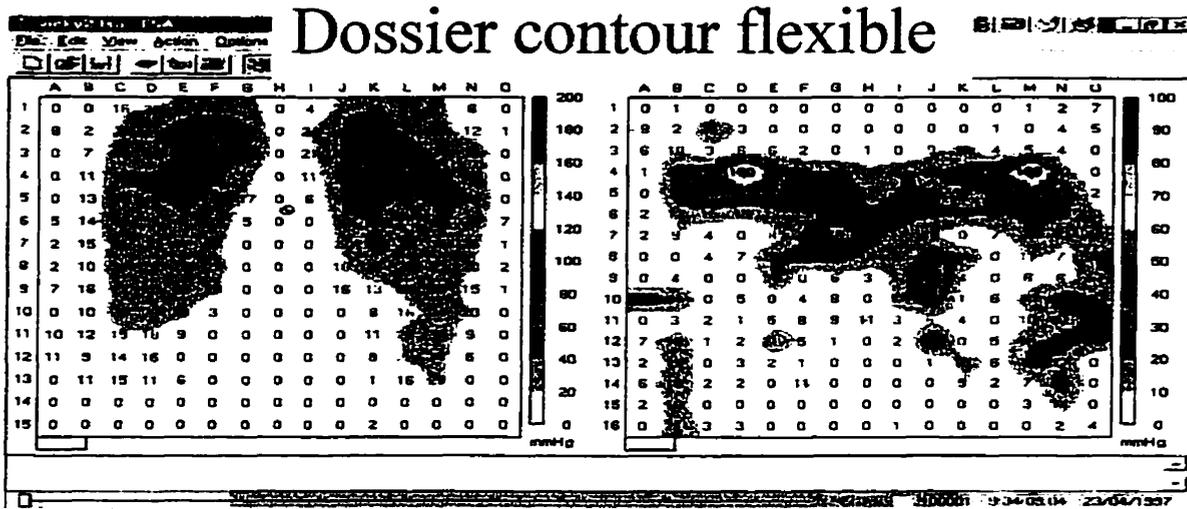
entre (1) et (2) : 0.261 po
entre (1) et (3) : 0.014 po
entre (2) et (3) : 0.209 po

3. Confort

Échelle

1 : inconfortable
5 : confortable

Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	5	5	4
Dossier	4.5	4	3.5
Région sacrée	4	4	4
Région lombaire	4.5	4	4
Région thoracique	4.5	3.5	3.5
Régions latérales	4	3.5	3.5

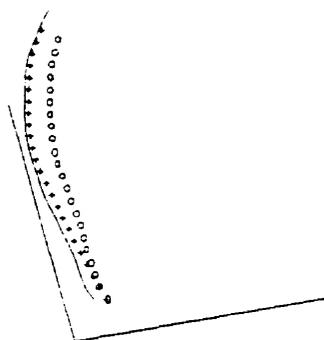


Résultats pour le sujet #11

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	11.7 ± 12.5	10.7 ± 11.2	12.5 ± 18.3
Région sacrée	2.3 ± 4.6	2.8 ± 4.8	1.3 ± 3.7
Région lombaire	24.4 ± 15.7	15.2 ± 12.8	16.8 ± 11.7
Région thoracique	11.2 ± 11.0	15.8 ± 10.5	33.1 ± 23.7
Régions latérales: gauche droite	11.8 ± 10.3	7.9 ± 9.1	2.9 ± 7.2
	11.2 ± 10.8	13.5 ± 12.1	2.9 ± 6.5
Siège	34.4 ± 9.9	34.8 ± 12.6	33.5 ± 10.2
Ischiens: gauche droit	41.9 ± 10.9	59.0 ± 17.4	45.3 ± 10.6
	34.3 ± 13.8	51.8 ± 12.3	46.9 ± 9.7
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	138	121	98

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindre carrés

entre (1) et (2) :	0.060 po
entre (1) et (3) :	0.279 po
entre (2) et (3) :	0.500 po

3. Confort

Échelle

1 : inconfortable
5 : confortable

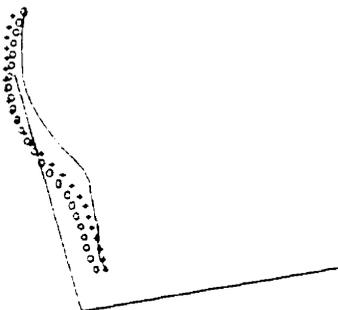
Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	4	5	5
Dossier	4	4	5
Région sacrée	4	4	5
Région lombaire	4	4	5
Région thoracique	4	3	4
Régions latérales	3	5	4

Résultats pour le sujet #12

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	12.8 ± 15.5	13.7 ± 17.3	15.2 ± 15.8
Région sacrée	19.4 ± 13.1	4.9 ± 5.7	9.2 ± 7.9
Région lombaire	12.0 ± 9.4	11.5 ± 17.2	13.8 ± 11.9
Région thoracique	16.0 ± 15.1	31.1 ± 20.7	32.9 ± 18.1
Régions latérales: gauche	10.2 ± 21.9	8.7 ± 11.0	7.2 ± 11.2
droite	6.2 ± 10.7	12.9 ± 14.7	7.2 ± 9.8
Siège	36.9 ± 13.4	33.8 ± 10.5	32.5 ± 9.9
Ischions: gauche	43.8 ± 9.1	42.8 ± 5.0	45.6 ± 6.1
droit	43.2 ± 8.5	46.9 ± 8.5	45.9 ± 7.5
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	121	121	135

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindre carrés

entre (1) et (2) :	0.250 po
entre (1) et (3) :	0.084 po
entre (2) et (3) :	0.557 po

3. Confort

Échelle
1 : inconfortable
5 : confortable

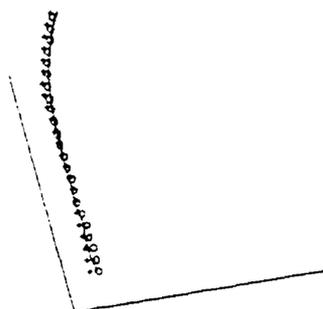
Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	4	4	4
Dossier	4	5	4.5
Région sacrée	4	4	5
Région lombaire	4	5	5
Région thoracique	4	4	3.5
Régions latérales	4	5	3

Résultats pour le sujet #13

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	13.7 ± 15.7	16.2 ± 15.1	16.2 ± 14.7
Région sacrée	27.5 ± 16.7	8.2 ± 7.6	13.3 ± 13.0
Région lombaire	16.1 ± 13.8	24.2 ± 15.5	18.9 ± 10.9
Région thoracique	1.9 ± 2.5	27.7 ± 17.0	34.9 ± 9.3
Régions latérales: gauche	8.1 ± 7.8	11.0 ± 13.5	3.8 ± 7.0
droite	12.1 ± 16.9	14.7 ± 13.3	6.2 ± 10.5
Siège	31.1 ± 12.4	29.9 ± 12.4	29.6 ± 12.8
Ischions: gauche	47.1 ± 10.2	53.2 ± 9.5	50.1 ± 12.7
droit	51.8 ± 6.6	46.8 ± 8.8	49.0 ± 12.0
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	124	139	130

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

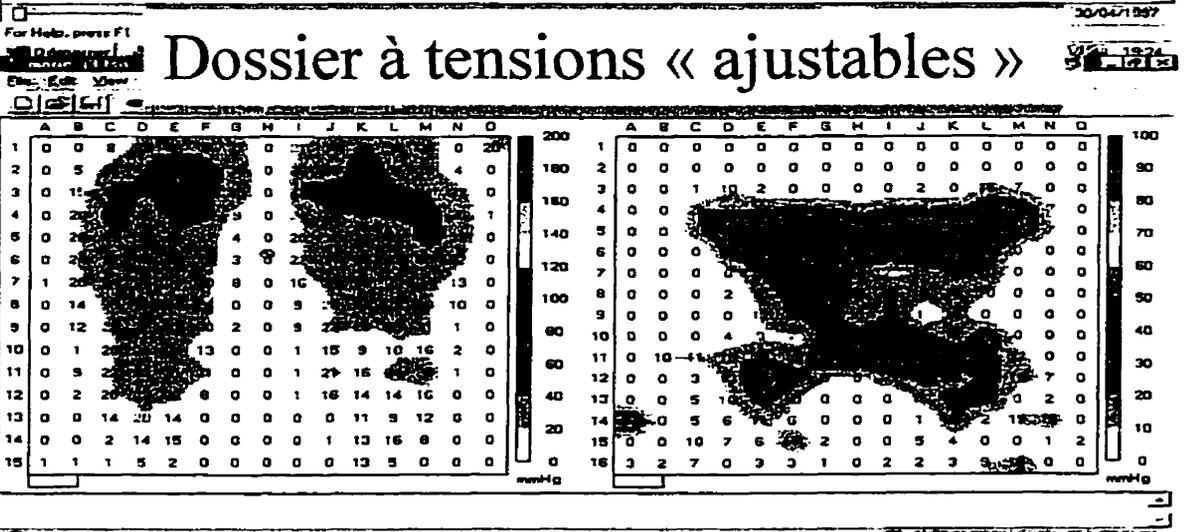
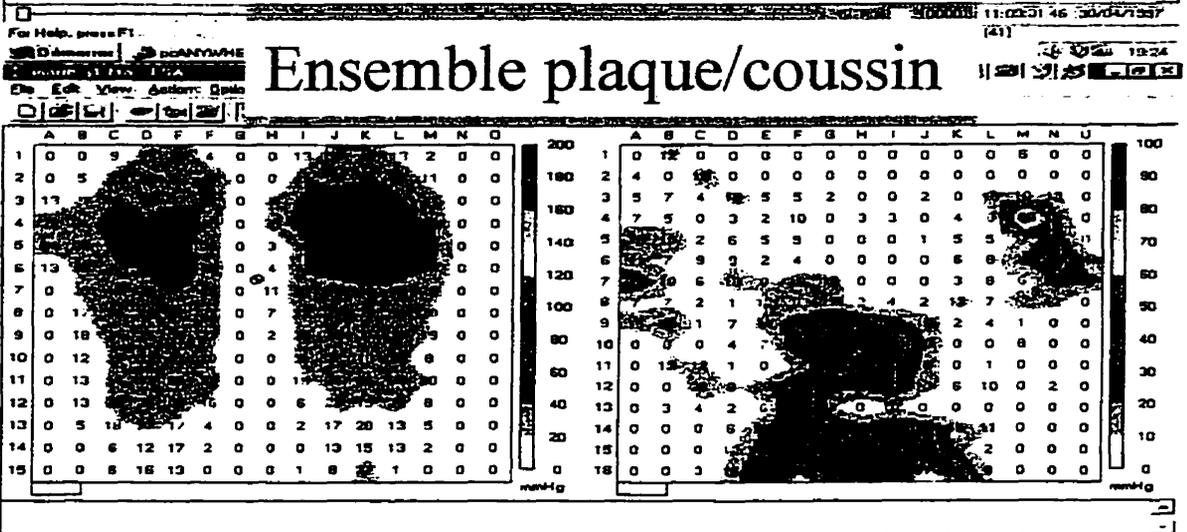
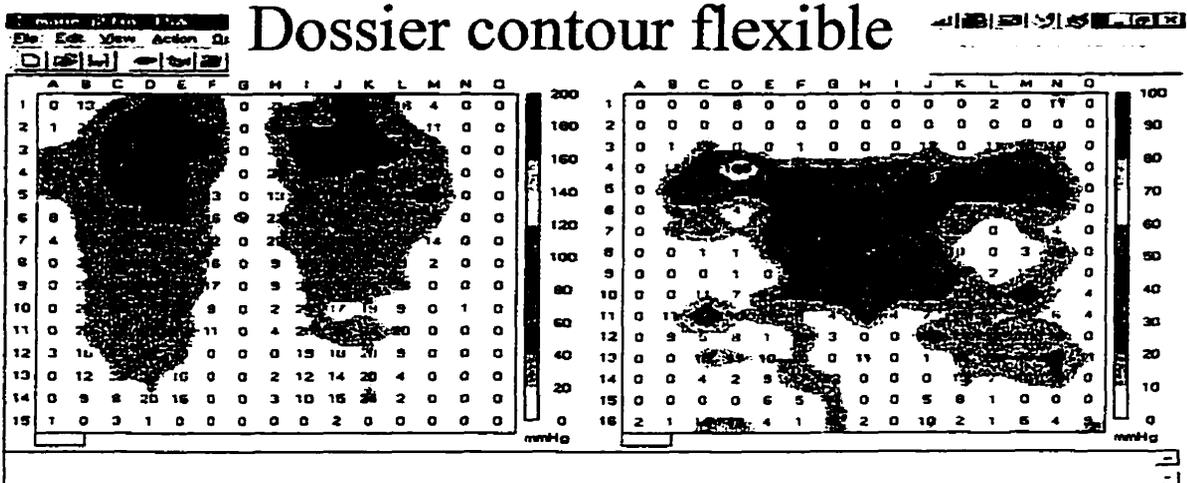
Erreur moyenne d'ajustement par moindre carrés

entre (1) et (2) :	0.106 po
entre (1) et (3) :	0.059 po
entre (2) et (3) :	0.015 po

3. Confort

Échelle
1 : inconfortable
5 : confortable

Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	4	4	4
Dossier	4	3.5	3
Région sacrée	5	3	3
Région lombaire	4	5	2
Région thoracique	4	4	3
Régions latérales	3	3	3.5

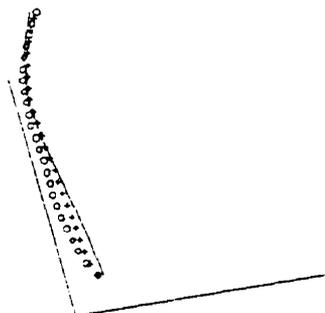


Résultats pour le sujet #14

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	15.3 ± 15.0	13.6 ± 15.1	16.0 ± 13.4
Région sacrée	17.4 ± 20.6	2.6 ± 7.5	5.8 ± 8.3
Région lombaire	19.8 ± 16.1	13.4 ± 15.8	15.5 ± 8.4
Région thoracique	18.4 ± 13.3	18.6 ± 14.0	27.6 ± 11.9
Régions latérales: gauche droite	11.0 ± 10.5 10.9 ± 13.9	17.5 ± 15.3 16.6 ± 16.8	12.2 ± 13.5 12.6 ± 12.9
Siège	31.0 ± 11.5	33.4 ± 14.0	31.9 ± 14.2
Ischions: gauche droit	36.4 ± 7.7 44.0 ± 7.3	52.0 ± 7.8 51.8 ± 18.1	53.4 ± 8.2 46.3 ± 20.4
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	157	123	157

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindre carrés

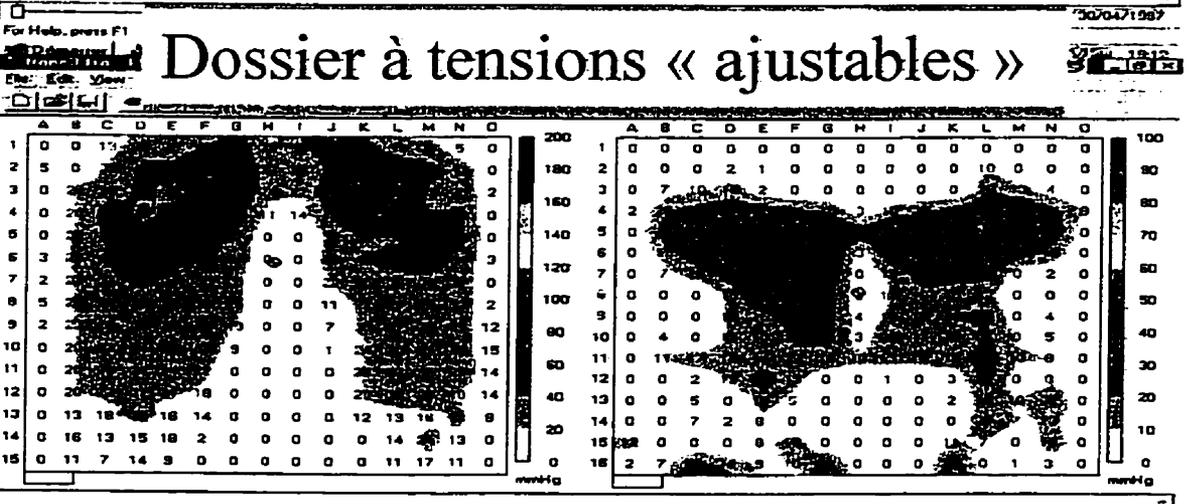
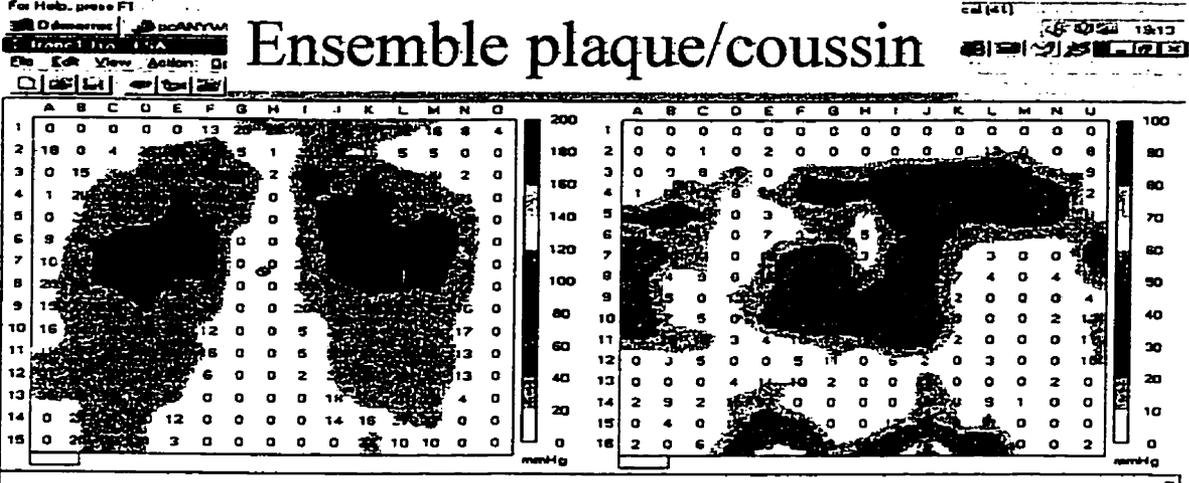
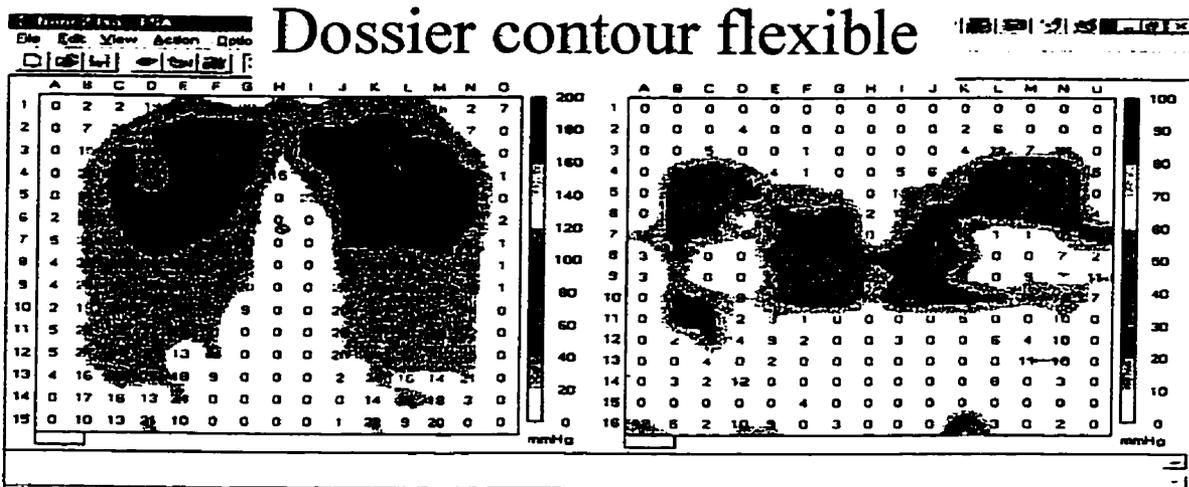
entre (1) et (2) :	0.021 po
entre (1) et (3) :	0.116 po
entre (2) et (3) :	0.089 po

3. Confort

Échelle

1 : inconfortable
5 : confortable

Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	4	4	4
Dossier	4	4	3.5
Région sacrée	4	4	3
Région lombaire	3	4	4
Région thoracique	5	5	4
Régions latérales	4	3	3

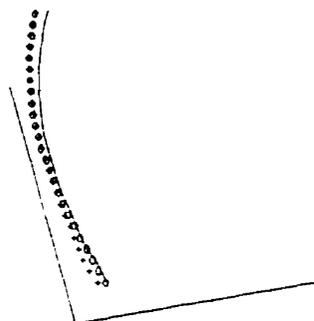


Résultats pour le sujet #15

1. Résultats de pression

Régions	Valeur moyenne et écart-type (mmHg) pour		
	EPC	DCF	DTA
Dossier	14.2 ± 14.6	15.1 ± 17.4	14.7 ± 14.5
Région sacrée	20.2 ± 13.8	10.9 ± 10.6	7.1 ± 9.3
Région lombaire	12.6 ± 17.5	11.8 ± 14.6	19.8 ± 17.1
Région thoracique	18.2 ± 11.3	24.9 ± 19.0	22.6 ± 11.9
Régions latérales: gauche droite	11.8 ± 19.3	11.9 ± 18.9	5.2 ± 9.3
	9.1 ± 8.21	6.6 ± 13.3	3.8 ± 8.2
Siège	28.0 ± 10.7	30.2 ± 12.0	28.1 ± 11.3
Ischions: gauche droit	44.0 ± 8.5	47.0 ± 8.4	45.0 ± 8.3
	42.1 ± 7.0	47.1 ± 12.6	35.4 ± 10.5
Nombre de capteur matrice de dossier > 5 mmHg	164	133	147

2. Formes du dos dans le plan sagittal



- + Dossier contour flexible (1)
- Ensemble plaque/coussin (2)
- o Dossier à tensions « ajustables » (3)

Erreur moyenne d'ajustement par moindre carrés

entre (1) et (2) :	0.033 po
entre (1) et (3) :	0.029 po
entre (2) et (3) :	0.017 po

3. Confort

Échelle

1 : inconfortable
5 : confortable

Régions	Confort ressenti par le sujet pour		
	EPC	DCF	DTA
Siège	4	4	4
Dossier	4	4	3.5
Région sacrée	4	3	3.5
Région lombaire	5	5	5
Région thoracique	5	5	5
Régions latérales	3	5	4

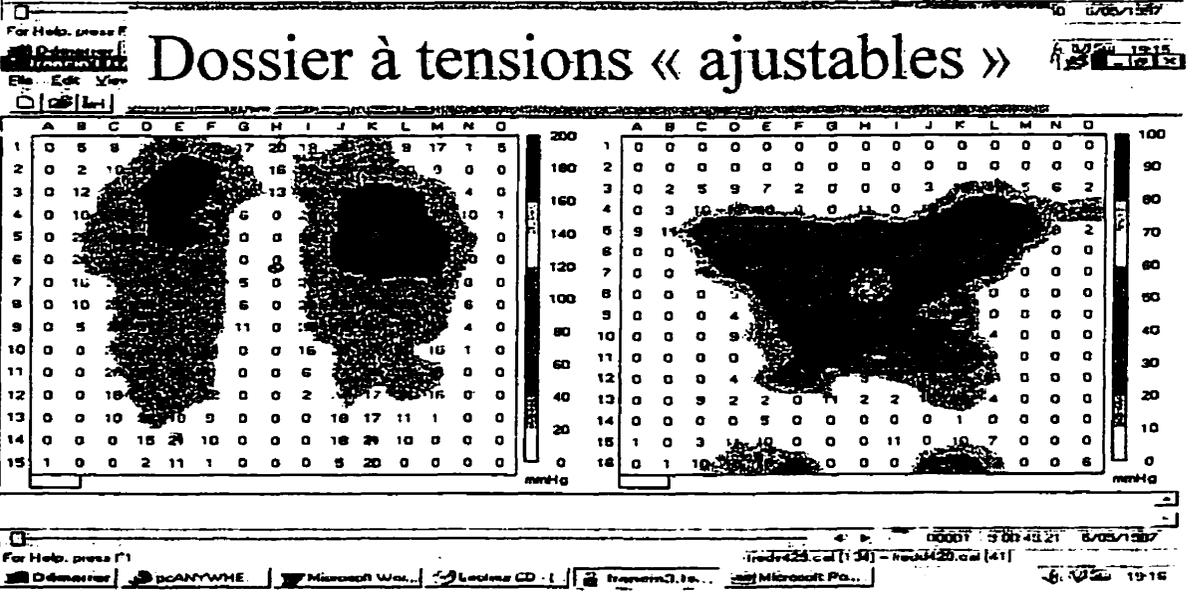
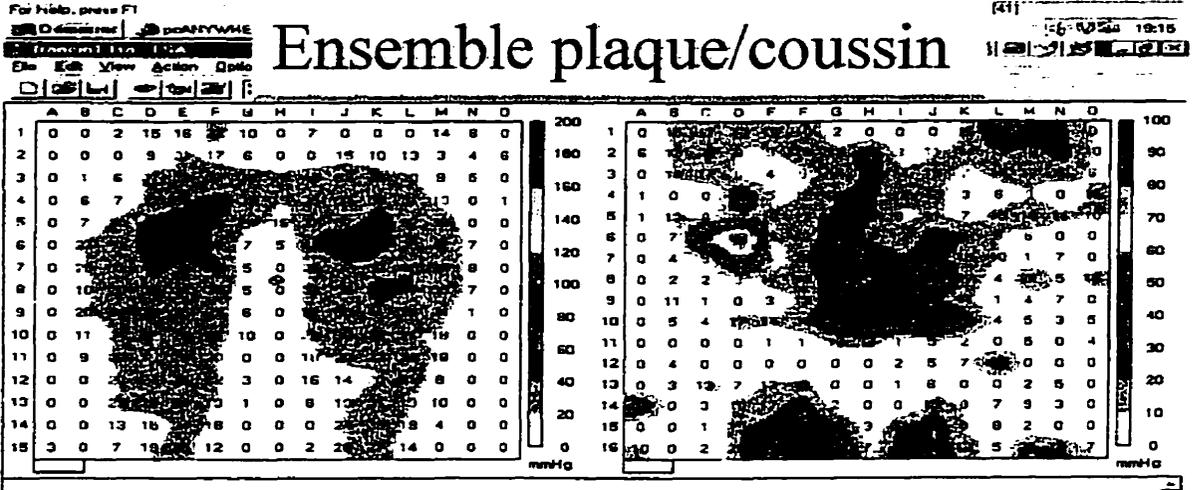
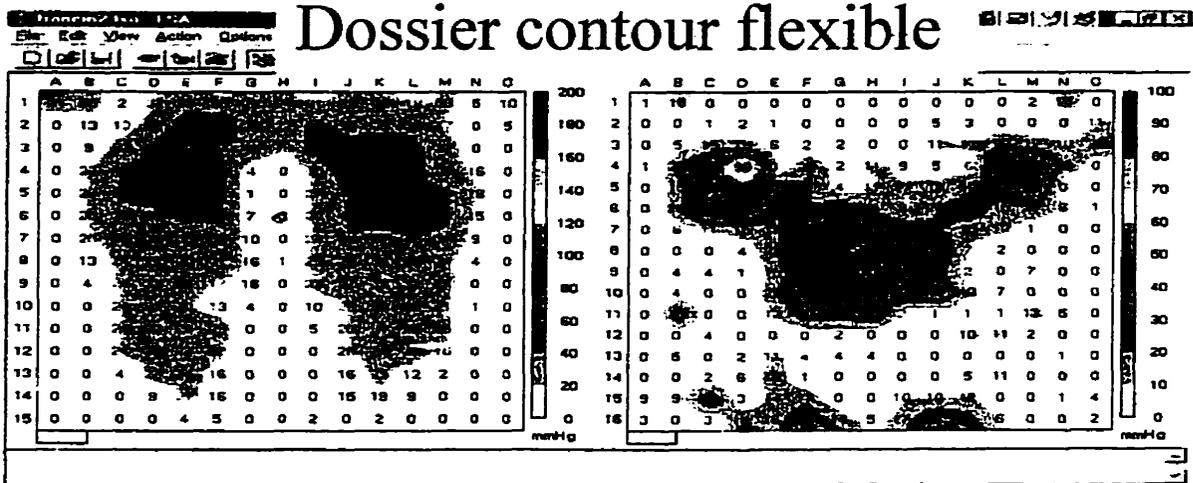
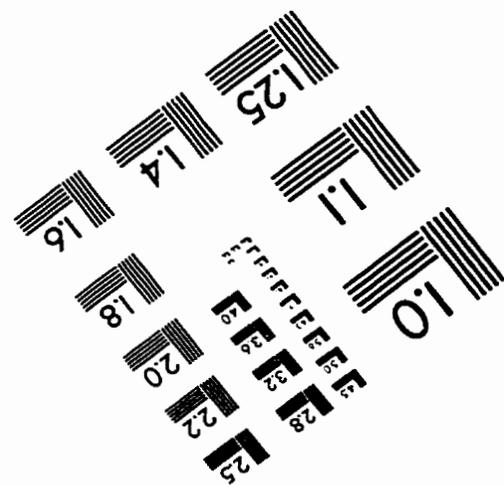
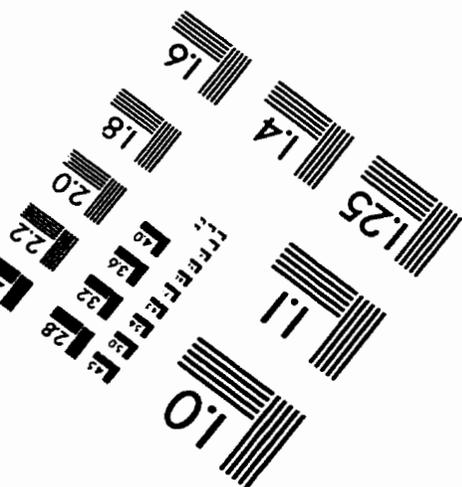
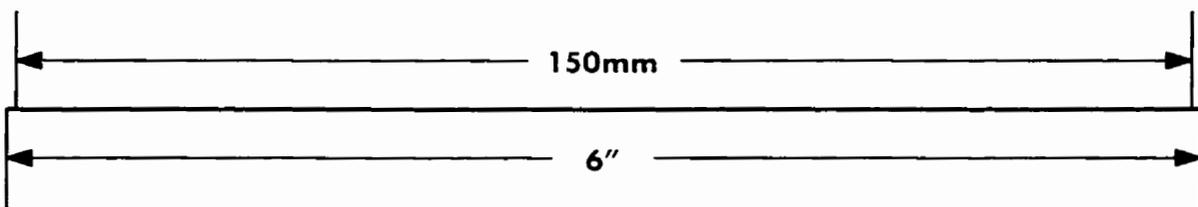
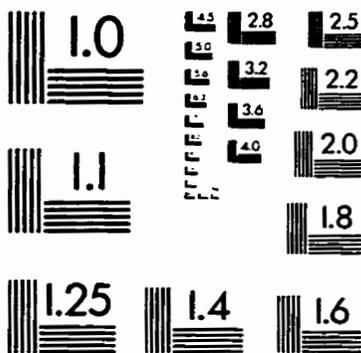
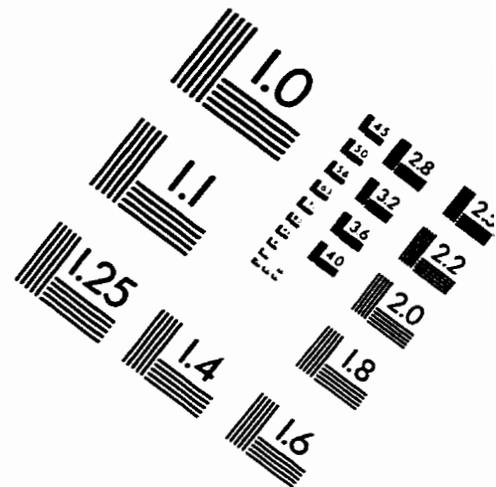
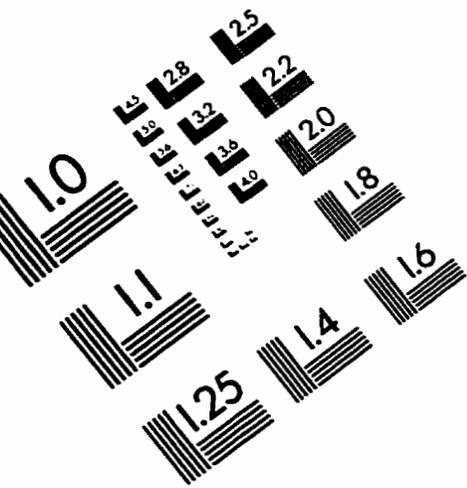


IMAGE EVALUATION TEST TARGET (QA-3)



APPLIED IMAGE, Inc
 1653 East Main Street
 Rochester, NY 14609 USA
 Phone: 716/482-0300
 Fax: 716/288-5989

© 1993, Applied Image, Inc., All Rights Reserved