POLYPUBLIE

Adaptation du simulateur pour évaluations et mesures (SEM) en outil de recherche sur les aides techniques à la posture

Jean-Philippe Ringuette

Document en libre accès dans PolyPublie
Open Access document in PolyPublie

Date	1997
Type	Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis Mémoire de maîtrise/Master's thesis
URL de PolyPublie PolyPublie URL	https://publications.polymtl.ca/6843/
Conditions d'utilisation Terms of use	© Tous droits réservés / All rights reserved
Référence Citation	Ringuette, J.-P. (1997). Adaptation du simulateur pour évaluations et mesures (SEM) en outil de recherche sur les aides techniques à la posture [Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie. https://publications.polymtl.ca/6843/

Détails de la thèse
Thesis details

Directeurs de recherche Advisors	Jean Dansereau
Programme Program	Non spécifié

Ce fichier a été téléchargé à partir de PolyPublie, le dépôt institutionnel de Polytechnique Montréal
This file has been downloaded from PolyPublie, the institutional repository of Polytechnique Montréal
https://publications.polymtl.ca

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ADAPTATION DU SIMULATEUR POUR ÉVALUATIONS ET MESURES (SEM) EN OUTIL DE RECHERCHE SUR LES AIDES TECHNIQUES À LA POSTURE

JEAN-PHILIPPE RINGUETTE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES
(GÉNIE MÉCANIQUE)
JUIN 1997

© Jean-Philippe Ringuette, 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.

0-612-37460-2

Canada

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé:

ADAPTATION DU SIMULATEUR POUR ÉVALUATIONS ET MESURES (SEM) EN OUTIL DE RECHERCHE SUR LES AIDES TECHNIQUES À LA POSTURE

présenté par: RINGUETTE Jean-Philippe
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. GILBERT Robert, Ph.D., membre

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce travail de recherche n'aurait pu être possible sans l'assistance de nombreuses personnes. Tout d'abord, je tiens à remercier mon directeur de recherche, M. Jean Dansereau, pour m'avoir donné la chance de m'initier au monde de la recherche et de la réadaptation. La rigueur de la méthode de travail inculquée me servira d'atout dans l'exercice de ma profession, j'en suis convaincu.

Également, je veux remercier le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) pour la bourse d'études qui m'a été accordé. Cette contribution financière m'a permis de me consacrer entièrement à la réalisation de mon projet de recherche. De plus, je veux souligner l'apport de tous les membres associés à la Chaire Industrielle CRSNG sur les aides techniques à la posture, dont en particulier les entreprises Promed et Orthofab de même que le CRSNG pour les subventions de recherche accordées à mon projet.

Enfin, je tiens à remercier mes proches pour leur support moral et leurs multiples encouragements qu'ils m'ont accordé pendant la réalisation de ce travail.

RÉSUMÉ

Le positionnement assis des usagers en fauteuils roulants a fait l'objet de nombreuses études depuis les dernières décennies. En effet, pour ces personnes ayant des incapacités posturales et devant demeurer assises pendant de longues périodes, l'évaluation de leur positionnement assis constitue la base de l'évaluation de leur condition. Pour cette raison, des travaux de recherches se sont attardés à qualifier et quantifier le positionnement assis afin d'identifier et de caractériser le positionnement assis qui serait optimal (prévention des escarres, déformations orthopédiques et contractions musculaires et amélioration des fonctions physiologiques de base). Des processus d'évaluation ont alors été définis et des paramètres géométriques et mécaniques du positionnement assis mesurés.

La simulation du positionnement assis a souvent été utilisée afin d'identifier le positionnement adéquat se voulant le plus optimal possible. Plusieurs compagnies et centres de recherches ont développé des fauteuils de simulation du positionnement assis; ces fauteuils sont des appareils à ajustements géométriques multiples (angles et distances). Pour la plupart de ces outils, les ajustements géométriques et la prise de mesures de ces paramètres sont manuels, car ils sont utilisés à des fins cliniques et dans ce contexte, cette méthode est simple, adéquate et suffisamment précise.

Afin d'évaluer quantitativement et efficacement le positionnement assis et les aides techniques à la posture, il est donc nécessaire d'utiliser un tel outil de simulation. Toutefois, afin de l'utiliser dans un contexte de recherches appliquées, l'outil clinique doit être adapté afin de permettre la mesure des paramètres géométriques et mécaniques les plus étudiés dans la littérature. Ainsi, l'objectif principal de ce projet de recherche est de réaliser l'adaptation du SEM (simulateur pour évaluations et mesures), outil clinique développé par la compagnie Promed (Montréal) en un outil de recherche sur les aides techniques à la posture.

Pour ce faire, des instruments de mesures ont été intégrés à sa structure et reliés à un ordinateur. Tout d'abord, des potentiomètres rotatifs ont été installés sur le

SEM afin de mesurer les paramètres géométriques les plus étudiés dans la littérature (6 angles et 7 distances). Les potentiomètres sont reliés à un ordinateur portable par l'intermédiaire d'une carte d'acquisition de données. Un logiciel a été développé afin de réaliser la gestion de l'acquisition des mesures de même que pour le calibrage du système. Les mesures prises ont été validées; le critère de précision de ± 0.4 cm pour les distances a été respecté pour tous les paramètres linéaires tandis que celui de ± 1° pour les angles n'a pas été respecté pour les angles d'appui-jambe et d'appui-pied gauche. Cette validation vient combler un manque d'informations à ce sujet dans la littérature, puisqu'un seul auteur (Shapcott 1990) a spécifié les résultats de validation de mesures de paramètres géométriques (± 2° et ± 1.3cm).

Également, le système Force Sensing Array a été utilisé afin de mesurer la distribution de pression sur le siège et le dossier tandis que le Microscribe 3DL a permis la mesure de la position 3D des capteurs de pression. Afin de représenter l'ensemble de ces mesures sur une même image, le logiciel de visualisation PRESSEM a été développé. Unique en son genre, le logiciel permet de réunir les différentes mesures prises sur le SEM et de réaliser la représentation graphique des résultats. Le modèle peut être visualisé selon divers points de vue et options d'affichage; de plus, les résultats numériques sont présentés dans une fenêtre. Ainsi, l'outil de recherche peut être utilisé afin d'étudier l'influence de variations de positionnements assis sur la distribution de pression pour des aides techniques données ainsi que l'influence de ces aides techniques sur la distribution de pression pour un positionnement assis donné. L'outil de recherche est ouvert à l'incorporation de systèmes permettant la mesure de paramètres mécaniques et géométriques additionnels (tels les contraintes de cisaillement à l'interface usager-siège et la géométrie externe de l'usager). Les résultats de ces mesures pourraient être intégrés dans PRESSEM afin de rendre encore plus complète l'évaluation du positionnement de l'usager.

ABSTRACT

For the last decades, seating of wheelchair users has interested many researchers. It can be explained by the fact that in the case of disabled persons having to sit for several hours without repositioning, seating evaluation is the basis of the evaluation of their status. Some researches tried to qualify and quantify seating in order to identify and caracterize the optimal seating (prevention of pressure sores, orthopedic deformities and muscle contractures and improvement of physiological skills). Evaluation process have been defined as well as geometrical and mechanical parameters measured.

Seating simulation has been often used in trying to obtain the adequate seating that would be optimal. So, several companies and research centers have developed seating simulators; these multi-adjustable devices allow variation of geometrical parameters (angles and distances) like the seat-to-back angle, the tilt angle and the back height. For the majority of the devices founded in the literature, adjustments and measurements are done manually, because the simulators were designed and used for clinical purposes; in this context, this method is simple, efficient and enough accurate.

In order to make a quantitative and efficient evaluation of a wheelchair user seating and seating devices, the use of a simulation tool is necessary. But, for applied researches uses and purposes, the clinical simulator has to be adapted into a research tool allowing measurements of the most studied geometrical and mechanical parameters in the literature. Therefore, the main objective of this research project consists in the adaptation of the SEM (Simulator for Evaluations and Measurements), a clinical tool developed by Promed (Montréal), into a research tool on seating and seating devices.

In order to adapt the SEM into a research tool, instruments were installed on the simulator and connected to a computer. First, rotary potentiometers allow the

measurement of the most studied geometrical parameters in the literature (6 angles and 7 distances). These instruments are connected to a laptop via a data acquisition card; a software was developed in order to manage data acquisition and make system calibration. Measurements taken by this system were validated; the accuracy obtained for the linear parameters respects the limit of ± 0.4 cm established in the design process. For the angular parameters, the criteria of ± 0.5° was not respected for the left legrest and footrest angles. The validation process developed and applied for this project fills a lack of information about this topic in the literature. Only one author (Shapcott 1990) has specified results of the validation process used for measurement of geometrical parameters (± 2° and ± 1.3 cm).

Also, the Force Sensing Array system was used for the measurement of pressure distribution on the seat and the back interfaces while the Microscibe 3DL allowed measurements of the 3D position of the pressure sensors. In order to get a global representation of all measurements taken on the SEM, a visualization software was developed. Its originality lies in the fact that it gathers the different measurements taken on the simulator and makes a graphical representation of the results on the same image. The software offers several options for the visualization of the model like differents view points; numerical results are also shown in a separate window. Therefore, with the use of the installed instrumentation and the visualization software, the new research tool will allow studies of the influence of seated posture variations on pressure distribution for a set of seating devices and the influence of seating devices on the pressure distribution for a given seated posture. There is also the possibility of incorporating others systems in order to measure additional geometrical and mechanical parameters (like for example shear stress at the user-seat interface and external geometry of the user). Results of those measurements could be integrated in the visualization software in order to make the user seating evaluation more complete.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS iv
RÉSUMÉ v
ABSTRACT vii
TABLE DES MATIÈRES ix
LISTE DES ANNEXES xi
LISTE DES TABLEAUX xii
LISTE DES FIGURES xiii
INTRODUCTION 1
CHAPITRE 1. REVUE DE LITTÉRATURE 4
1.1 Simulation du positionnement assis 4
1.1.1 Préambule 4
1.1.2 Critique de la simulation du positionnement assis 8
1.1.2.1 Simulation sans outil 8
1.1.2.2 Simulation avec outil 9
1.2 Les outils de simulation du positionnement assis 12
1.2.1 Nomenclature 12
1.2.2 Critères de conception des outils de simulation 18
1.2.3 Revue des outils de simulation du positionnement assis 19
1.2.4 Autres types de simulation 33
1.2.4.1 Simulation de la propulsion 33
1.2.4.2 Simulation de la forme des contours 34
CHAPITRE 2. MÉTHODOLOGIE 36
2.1 Situation générale du projet 36
2.2 Définition du cahier de charges du projet 37
2.2.1 Instrumentation 37
2.2.1.1 Mesures des paramètres géométriques sur le SEM 38
2.2.1.2 Mesure de la distribution de pression sur le siège et le dossier 41
2.2.1.3 Mesure de la position relative des matrices de pression par rapport au SEM 41
2.2.2 Développement d'un logiciel de représentation des mesures 42
2.2.3 Validation de l'outil de recherche 45
2.3 Instrumentation du SEM 46
2.3.1 Paramètres géométriques du SEM 47

2.3.1.1 Choix des équipements 48
2.3.1.2 Fonctionnement et installation des équipements 51
2.3.1.3 Choix de l'interface de communication avec la carte d'acquisition . 56
2.3.1.4 Procédure de calibrage des potentiomètres 58
2.3.2 Distribution de pression sur le siège et le dossier 60
2.3.3 Position relative des matrices de pression par rapport au SEM 63
2.4 Logiciel de représentation des mesures PRESSEM 67
2.4.1 Choix du support de programmation 67
2.4.2 Utilisation de MATLAB 69
2.4.3 Structure du logiciel de représentation des mesures PRESSEM 70
2.5 Procédure de validation de l'outil de recherche 78
2.5.1 Choix du système de mesures de référence 78
2.5.2 Identification du système d'axes et des repères utilisés pour la validation 80
2.5.3 Protocole expérimental de validation 82
2.6 Procédure d'utilisation des équipements 84
2.7 Identification de cas types de positionnement assis 88
CHAPITRE 3. RÉSULTATS 90
3.1 Résultats de validation de l'outil de recherche 90
3.2 Représentation des mesures dans PRESSEM 92
CHAPITRE 4. DISCUSSION 111
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 121
BIBLIOGRAPHIE 124

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A - INVENTAIRE DES SOLUTIONS POUR LA MESURE DES PARAMÈTRES GÉOMÉTRIQUES DU SEM 131

ANNEXE B – DESSINS DE DÉTAILS DES PIÈCES CONÇUES POUR L'INSTALLATION DES POTENTIOMÈTRES SUR LE SEM 137

ANNEXE C – DESSINS DE DÉTAILS DES PIÈCES DU SUPPORT DU NUMÉRISEUR 3D 150

ANNEXE D – CODE SOURCE DES PROGRAMMES DÉVELOPPÉS SUR MATLAB ET C++ 155

ANNEXE E – GUIDE D'UTILISATION DU LOGICIEL PRESSEM 224

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 – Synthèse des critiques de la simulation du positionnement assis trouvées dans la littérature 13
Tableau 1.2 – Ajustements angulaires des différents modèles de fauteuils de simulation 28
Tableau 1.3 – Ajustements linéaires des différents modèles de fauteuils de simulation 29
Tableau 2.1 – Plage d'ajustements des paramètres angulaires du SEM 39
Tableau 2.2 – Plage d'ajustements des paramètres linéaires du SEM 39
Tableau 2.3 – Liste des équipements achetés pour la mesure des paramètres géométriques 52
Tableau 2.4 – Méthode de calculs des paramètres géométriques à partir des coordonnées des repères 82
Tableau 2.5 – Ensemble des conditions d'ajustements géométriques du SEM étudiées pour la validation de l'outil de recherche 83
Tableau 2.6 – Cas types de positionnement assis dans le SEM 89

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 – Courbe du temps de tolérance des tissus selon le niveau de pression appliqué 6
Figure 1.2a – Nomenclature des paramètres géométriques angulaires 17
Figure 1.2b – Nomenclature des paramètres géométriques angulaires et linéaires .. 17
Figure 1.2c – Nomenclature des paramètres géométriques linéaires 18
Figure 1.3 – KISS (Pin Dot Products) 20
Figure 1.4 – Flamingo (Thallahassee Therapeutic) 21
Figure 1.5 – TOPS Simulator (Canadian Wheelchair Mfg) 21
Figure 1.6 – SEM (Promed) 22
Figure 1.7 – ExpertSeat (Ergorecherche) 22
Figure 1.8 – Simulateur (Équipements adaptés Physipro) 23
Figure 1.9 – Simulateur du Dundee Limb Fitting Centre 23
Figure 1.10 – Simulateur du I.W.K. Children's Hospital 24
Figure 1.11 – Simulateur du Rockwood Hospital 24
Figure 1.12 – Simulateur du University of Virginia 25
Figure 1.13 – Simulateur du Rehabilitation Technology Center 25
Figure 2.1 – Interactions du logiciel de représentation des mesures avec les différentes sources de données 43
Figure 2.2 – Vue d'ensemble des équipements utilisés pour le projet de recherche . 47
Figure 2.3 – Équipements achetés de Newark Electronics 53
Figure 2.4 – Équipements achetés de National Instrument 53
Figure 2.5 – Exemple de montage utilisé pour les potentiomètres 1 tour 55
Figure 2.6 – Exemple de montage utilisé pour les potentiomètres 10 tours 55
Figure 2.7 – Interface de communication CARTEDAQ.EXE 58
Figure 2.8 – Montage pour le calibrage des potentiomètres rotatifs 59
Figure 2.9 – Courbe de calibrage typique (potentiomètre 1 tour) 60
Figure 2.10 – Système de mesures de pression FSA (Force Sensing Array) 61
Figure 2.11 – Exemple d'acquisition de la distribution de pression obtenue avec FSA32 62
Figure 2.12 – Microscribe 3DL 64
Figure 2.13 – Système de support du numériseur utilisé 65
Figure 2.14 – Système de support du numériseur conçu 66
Figure 2.15 – Structure du logiciel de représentation des mesures PRESSEM 70

Figure 2.16 – Options des menus Fichier et Visualisation de PRESSEM 74
Figure 2.17 – Système d'axes et repères utilisés pour la validation 81
Figure 2.18 – Étapes de la procédure d'utilisation des équipements 85
Figure 3.1 – Moyennes et écart-types des différences absolues des mesures angulaires (sans et avec chargement) 90
Figure 3.2 – Moyennes et écart-types des différences absolues des mesures linéaires (sans chargement) 91
Figure 3.3 – Schéma des différentes zones d'affichage de PRESSEM 92
Figure 3.4 – Vue isométrique du cas #1 95
Figure 3.5 – Vue isométrique du cas #2 96
Figure 3.6 – Vue isométrique du cas #3 97
Figure 3.7 – Vue isométrique du cas #4 98
Figure 3.8 – Vue de profil du cas #2 100
Figure 3.9 – Vue de face du cas #2 101
Figure 3.10 – Vue en élévation du cas #2 102
Figure 3.11 – Vue personnalisée du cas #2 103
Figure 3.12 – Couleurs brutes des données de distribution de pression (cas #2) 105
Figure 3.13 – Échelle relative des couleurs de distribution de pression (cas #2) 106
Figure 3.14 – Zoom sur le cas #2 107
Figure 3.15 – Affichage isolé de la distribution de pression sur le siège (cas #2) 108
Figure 3.16 – Zone de saisie des coordonnées de repères mesurées avec le numériseur 3D 109
Figure 3.17 – Fiche clinique du cas #2 110

INTRODUCTION

Le positionnement assis des usagers en fauteuils roulants a fait l'objet de nombreuses études depuis les dernières décennies. En effet, pour des personnes ayant des incapacités posturales et devant demeurer assises pendant de longues périodes sans pouvoir se repositionner, le positionnement assis est la base de l'évaluation de leur condition. Le professeur Elaine Trefler , ergothérapeute, fait partie des premiers chercheurs à avoir étudier ce domaine de la réadaptation. En effet, ses travaux de recherches (Trefler, 1984 et 1987) ont permis de définir un processus d'évaluation du positionnement assis pour les usagers de fauteuils roulants et de soutenir qu'un bon positionnement assis permettait la prévention des escarres, des déformations orthopédiques et des contractions musculaires de même qu'une amélioration qualitative de la respiration, de la digestion, de la fréquence cardiaque et des capacités fonctionnelles.

Bon nombre d'ingénieurs ont également effectué des recherches sur le positionnement assis (par exemple, Hobson 1984, Shapcott 1990, et Bardsley 1982); ils se sont principalement intéressés à quantifier des paramètres géométriques et mécaniques permettant de mieux évaluer le positionnement assis. La majorité de ces chercheurs considèrent que la distribution de pression sur le siège[1] est un paramètre à étudier avec attention dans l'évaluation du positionnement assis. En effet, pour des personnes ayant peu ou pas de capacités à se repositionner dans leur fauteuil roulant, la distribution de pression doit être contrôlée, car les fortes pressions subies par les tissus humains pendant une période prolongée (dans la région des ischions notamment) peuvent mener à un blocage des vaisseaux sanguins et ainsi à une diminution de l'apport en nutriments, à l'endommagement des tissus mous et au développement d'escarres.

Étant donné l'importance d'un bon positionnement assis en fauteuil roulant,

---

[1] Le mot siège est utilisé comme synonyme du plan d'assise

plusieurs intervenants oeuvrant dans ce domaine de la réadaptation ont utilisé la simulation du positionnement assis afin d'identifier un positionnement adéquat se voulant le plus optimal possible. En effet, depuis une quinzaine d'années, plusieurs compagnies et centres de recherches ont développé des fauteuils de simulation pour le positionnement assis; ces fauteuils sont des appareils à ajustements géométriques multiples (angles et distances) tels que l'angle de bascule, l'angle siège-dossier et la hauteur du dossier.

Pour la plupart des outils de simulation répertoriés dans la littérature, les ajustements sont manuels, à l'exception de quelques prototypes permettant des ajustements assistés pour certains paramètres géométriques. Toutefois, la prise des mesures géométriques sur tous les fauteuils de simulation répertoriés est faite manuellement à l'aide de goniomètres et de règles: aucun instrument de mesures géométriques assisté ou permettant l'acquisition assistée par ordinateur n'est installé sur ceux-ci. L'absence de ce type d'instrumentation vient du fait qu'en général les fauteuils de simulation sont utilisés comme outils cliniques. En effet, pour des fins cliniques, l'utilisation de goniomètres et de règles pour mesurer des angles et des distances sur le fauteuil de simulation est considérée comme une façon simple, adéquate et suffisamment précise (Trefler 1987, Presperin 1990 et Shapcott 1990). Très peu d'informations a été trouvée dans la littérature en ce qui concerne la validation de ces mesures. En effet, il n'a été répertorié aucune description de procédure de validation des mesures de la géométrie des fauteuils de simulation et une seule étude (Shapcott 1990) en a présenté les résultats. Enfin, un seul des outils de simulation recensés permet la mesure de la distribution de pression sur le siège et le dossier (Reger 1985).

Afin d'évaluer quantitativement et efficacement le positionnement assis et les aides techniques à la posture, il est nécessaire d'utiliser un outil de recherche. Ainsi, l'objectif principal de ce projet de recherche est de d'effectuer l'adaptation d'un fauteuil de simulation clinique en un outil de recherche sur les aides techniques à la posture. Le fauteuil de simulation utilisé est le SEM (simulateur pour évaluations et mesures)

développé par la compagnie Promed (Montréal). Le SEM, initialement conçu pour des évaluations cliniques, a fait la preuve de son utilité dans ce domaine. Cependant, afin de l'utiliser dans un contexte de recherches appliquées, il doit être modifié de façon significative. En effet, les objectifs spécifiques visent l'intégration d'instruments de mesures à sa structure et reliés à un ordinateur, le développement d'une procédure de validation afin de déterminer la précision de l'outil de recherche et la conception d'un logiciel de visualisation de l'ensemble des mesures prises. L'outil de recherche ainsi développé deviendra alors un banc d'essai pour l'étude du positionnement assis et des effets produits par les aides techniques à la posture.

Ce mémoire se compose donc de quatre chapitres. Le premier chapitre présente une revue de la littérature sur la simulation et les outils de simulation du positionnement assis. Les informations répertoriées sont compilées et analysés afin de donner une vue d'ensemble des travaux qui ont été réalisés en ce qui concerne la simulation du positionnement assis. Ensuite, le chapitre 2 décrit en détails la méthodologie utilisée pour réaliser les principaux objectifs de ce projet, à savoir l'installation d'instruments de mesures sur le SEM et le développement d'un logiciel de représentation des mesures de l'ensemble des résultats. Le chapitre 3 présente les résultats de validation de l'outil de recherche et du développement du logiciel de visualisation; ces résultats sont discutés en relation avec les objectifs fixés dans le cadre de ce projet de recherche ainsi que des informations tirées de la revue de littérature au chapitre 4. Une conclusion sur l'ensemble du travail accompli permettra d'identifier des recommandations sur l'issue de cette recherche.

CHAPITRE 1. REVUE DE LITTÉRATURE

Ce chapitre présente une revue de la littérature sur la simulation et les outils de simulation du positionnement assis pour les usagers de fauteuils roulants. La première partie porte sur la simulation comme moyen d'évaluation du positionnement assis alors que la seconde partie présente les différents fauteuils de simulation qui ont été développés. Les caractéristiques de ces fauteuils y sont comparées et discutées.

1.1 Simulation du positionnement assis

1.1.1 Préambule

Le positionnement assis en fauteuil roulant a fait l'objet de nombreuses études au cours des dernières années. Trefler (1984), Bergen (1985), Colangelo (1985), Bergmann (1987) et Presperin (1990) sont des pionnières dans le domaine du positionnement assis en fauteuil roulant. Elles ont soutenu qu'un bon positionnement assis et une bonne posture étaient directement reliés à la prévention des escarres, des déformations orthopédiques et des contractions musculaires de même qu'à une amélioration qualitative de la respiration, de la digestion, de la fréquence cardiaque et des capacités fonctionnelles. Leurs arguments ont plus tard été repris par plusieurs chercheurs dont St-Georges et coll. (1989). Elles ont été les premières à défendre l'importance d'un bon positionnement dans un fauteuil roulant. Leur travail sur les méthodes d'évaluation, de mesures et de prescription d'aides techniques à la posture a fourni les bases de l'étude du positionnement assis pour les usagers de fauteuils roulants.

Également pionnière dans le domaine, Taylor (1987) a présenté un processus d'évaluation des usagers de fauteuils roulants aidant à la caractérisation des aides techniques à la posture. Les grandes lignes de ce processus sont les suivantes :

- obtention d'informations au niveau neuromoteur et orthopédique;
- détermination de l'état des sensations et des capacités motrices (précises ou non);
- évaluation de la force de l'individu de même que ses activités quotidiennes;
- compilation des données sur les aspects psychosocial et du travail de la personne.

Une fois ces informations obtenues, les buts recherchés pour le positionnement doivent être identifiés. Selon Taylor (1987), St-Georges et coll. (1989) et Trefler et coll. (1991), les objectifs d'un positionnement adéquat sont les suivants:

- minimiser les effets de tonus musculaire et de réflexes anormaux ;
- accommoder, retarder ou prévenir le développement ou la progression de déformations orthopédiques ;
- augmenter les capacités fonctionnelles ;
- accommoder les sensations douloureuses ;
- contrôler la distribution de pression sur le siège ;
- fournir un niveau acceptable de confort ;
- faciliter les fonctions physiologiques ;
- améliorer l'image de soi ;
- rehausser la qualité de vie ;
- promouvoir l'accomplissement de diverses activités.

Ces idées ont été reprises par plusieurs auteurs dans la littérature, dont Mundy (1986), Raymond et coll. (1993) et Hundertmark (1985). Il est bon de noter que la distribution de la pression sur le siège a fait l'objet de nombreuses études depuis les années 70. En effet, ce paramètre a été identifié comme un des éléments importants à contrôler dans le cas de personnes ayant peu ou pas de capacités à se repositionner dans leur fauteuil roulant. Les fortes pressions subies par les tissus dans la région des ischions pendant une période prolongée peuvent mener à un blocage des vaisseaux

sanguins et ainsi à une diminution de l'apport en nutriments, à l'endommagement des tissus mous et au développement d'escarres. Afin d'étudier l'influence du temps d'application d'un niveau de pression donné sur l'endommagement des tissus soumis à ces contraintes, Reswick et coll. (1976) a établi une courbe permettant d'estimer la durée maximale d'application d'un niveau de pression donné pour la prévention du développement de problèmes physiologiques. Cette courbe est présentée à la figure 1.1.

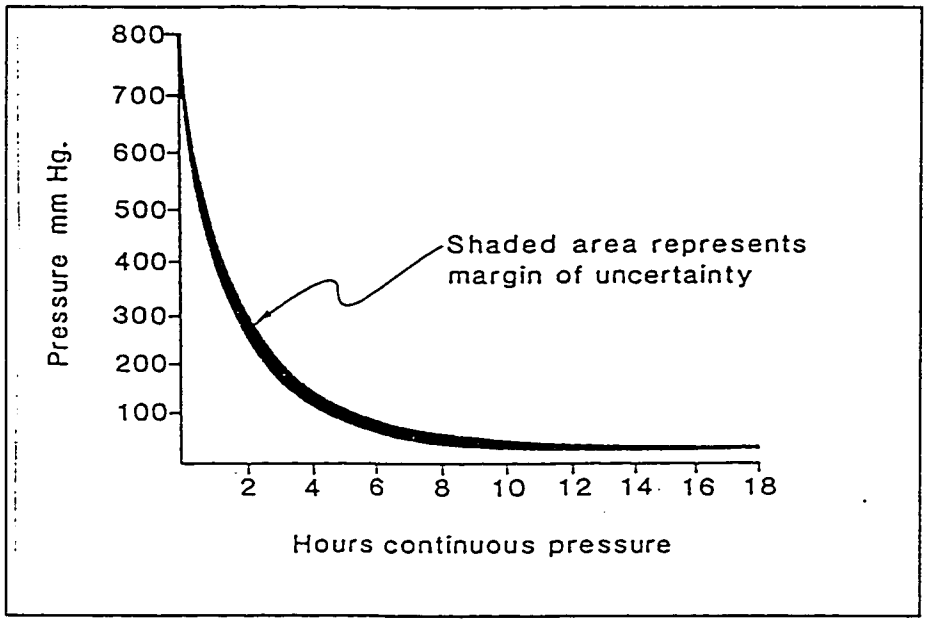


Figure 1.1 - Courbe du temps de tolérance des tissus selon le niveau de pression appliqué (tirée de Reswick et coll., 1976)

En théorie, l'objectif général de la simulation du positionnement assis vise la vérification des buts recherchés par le positionnement. Cependant, il est difficile d'anticiper si l'ensemble des caractéristiques de positionnement citées ci-dessus peuvent être atteintes par la simple simulation, car ces caractéristiques sont dépendantes de multiples facteurs, souvent difficilement quantifiables et sujets à une perception peu objective de la situation. La simulation du positionnement assis peut donc être définie comme un processus itératif qui tente d'identifier les besoins d'un

usager de fauteuil roulant en terme d'aides techniques à la posture et de reproduire les conditions réelles d'utilisation de celles-ci (Taylor (1987), Bullard (1989), Ward (1994)). Également, elle peut être vue comme un moyen de vérifier les effets de la variation de posture et des composants de posture (aides techniques) sur l'usager. Ainsi, la simulation est un processus d'évaluation dans lequel les thérapeutes observent l'interaction dynamique entre le patient et les aides techniques.

Selon Ward (1994), lors de la simulation, le thérapeute concentre son attention sur la qualité des réponses du patient aux changements imposés. Une simulation réussie dépend des connaissances et des habiletés des thérapeutes. Les habiletés nécessaires sont les suivantes:

- comprendre les besoins du patient et déterminer son potentiel avec l'appareillage de positionnement-mobilité;
- créer un environnement ayant l'appareillage et les technologies nécessaires;
- combiner et assortir différents appareils afin d'obtenir les meilleures combinaisons;
- faciliter l'interaction avec le patient pour obtenir les meilleurs résultats;
- adopter une ouverture d'esprit afin de considérer toutes les solutions possibles.

Bien qu'il soit difficile d'avancer que la simulation permet d'atteindre l'ensemble des objectifs d'un positionnement adéquat ou optimal, il existe un certain consensus dans la littérature spécifiant l'utilité et la pertinence de la simulation du positionnement assis. Celle-ci consiste à déterminer le meilleur compromis entre le confort et la fonctionnalité de l'usager. Dans sa revue du positionnement assis, Presperin (1990) rapporte que Saftler (1988), Waugh (1988) et Winters (1988) ont été capables de déterminer la position optimale du patient en ce qui concerne la tolérance au temps d'assise, la distribution de pression et les capacités fonctionnelles. Un seul groupe de chercheurs rencontrés dans la littérature (Toney et coll. (1995)) soutient qu'aucune

recherche a été entreprise jusqu'à maintenant pour supporter l'idée que l'utilisation de la simulation permet d'obtenir un positionnement optimal.

Aussi, il est généralement admis que la simulation a pour objectif de caractériser les aides techniques à la posture nécessaires pour le positionnement adopté. En effet, la simulation réalisée à l'aide d'un fauteuil de simulation instrumenté permet d'amasser des informations objectives et quantitatives sur le positionnement étudié. Ces données peuvent alors être utilisées dans la définition des caractéristiques et propriétés des aides techniques à la posture nécessaires.

L'utilisation et la pertinence de la simulation du positionnement assis est discutée plus en détails aux sections suivantes et une description objective des différents fauteuils de simulation existants y est présentée.

1.1.2 Critique de la simulation du positionnement assis

1.1.2.1 Simulation sans outil

Cette forme de simulation du positionnement assis a de nombreux détracteurs. Motlock (1977), Taylor (1987) et Trefler et coll. (1991) affirment que soutenir avec ses mains un patient sur une table d'examen dans différentes positions est une méthode d'évaluation inadéquate qui ne fournit pas d'informations objectives sur les aspects suivants:

- les effets du positionnement assis sur le tonus musculaire;
- l'intensité des forces devant être appliquées pour maintenir le positionnement;
- l'acceptation du positionnement par l'usager;
- les capacités fonctionnelles de l'usager.

De plus, selon Bardsley (1984), cette technique est limitée aux enfants dont le poids peut être soutenu. L'efficacité de la technique dépend du temps auquel la position peut être maintenue et est limitée par un contrôle inadéquat de la posture de même que par l'incapacité à simuler correctement les supports nécessaires. Les coussins de siège produits avec cette technique ont eu souvent à être retournés ou modifiés à cause d'erreurs d'évaluation. Bref, d'une manière générale, les chercheurs s'entendent pour dire que cette méthode par essais et erreurs sans outil ne donne pas les résultats escomptés.

1.1.2.2 Simulation avec outil

L'outil utilisé pour réaliser la simulation du positionnement assis en fauteuil roulant est le fauteuil de simulation. Cet appareil à ajustements multiples (angles et distances) permet de reproduire tous les réglages possibles sur un fauteuil roulant de même que les composants de posture devant y être intégrés. Les différents fauteuils de simulation qui ont été développés au cours des dernières années sont présentés à la section 1.2.

Selon Bardsley et coll. (1982) et Bardsley (1984), les usagers de fauteuils roulants ont besoin d'un positionnement qui leur est propre à cause de leurs caractéristiques morphologiques spécifiques. Étant donné les difficultés rencontrées lors du choix du système de positionnement et des éléments de posture appropriés, une approche empirique itérative au problème utilisant le fauteuil de simulation est justifiée. Le développement d'un tel fauteuil de simulation est réalisé dans le but d'identifier les besoins en positionnement des sujets traités. Ainsi, le fauteuil de simulation qui essentiellement est un outil clinique peut devenir un outil de recherche pour le développement de nouveaux systèmes de positionnement, de nouvelles aides techniques à la posture de même que pour l'étude de la position assise.

Hobson (1983), Taylor (1987), Trefler et coll. (1991) et Raymond et coll. (1993) soutiennent que l'usage d'un fauteuil de simulation permet au thérapeute d'amasser de l'information technique nécessaire à la prescription du système de positionnement,

établissant ainsi une méthode de communication fiable et concrète entre le thérapeute et le technicien chargé de la fabrication et/ou assemblage du système. De plus, suite à l'évaluation, le thérapeute a déterminé le positionnement fonctionnel et le type d'équipement approprié pour la prescription. St-Geoges et coll. (1989) ajoutent que la simulation vise à faciliter la tâche des intervenants en réadaptation lors de la réalisation du devis technique de fabrication d'une orthèse de positionnement assis. Ainsi, selon St-Georges et coll. (1989), Lefeber et coll. (1989), Smith et coll. (1990) et Raymond et coll. (1993), cette étape du processus d'évaluation permet de simuler l'unité de posture anticipée pour le client à partir du profil clinique, des besoins fonctionnels et des disponibilités d'équipements. La simulation permet donc une mise en situation à partir de différents composants individualisés et standards proposés pour la fabrication de l'unité de posture.

Pour leur part, Taylor (1984), Presperin (1990) et Hunt (1993) soutiennent que la simulation permet d'observer les réponses en tonus musculaire et en comportements face aux changements de position de même que l'effet des forces stabilisantes sur le corps. St-Georges et coll. (1989) ajoutent que la simulation offre la possiblité fort appréciable d'observer et d'évaluer l'impact des éléments de posture sur le fonctionnement de l'individu et ce avant même la prescription finale, la conception et la fabrication. La simulation permet également d'évaluer la pertinence et l'efficacité de l'unité de posture proposée ainsi que d'expérimenter et visualiser l'unité de posture proposée et ce, à un coût minimal. Certaines hypothèses mécaniques peuvent alors être validées par l'observation des résultats d'une solution proposée.

Dans un même ordre d'idée, la majorité des auteurs s'entendent pour dire que la modification d'un seul paramètre du positionnement assis à la fois constitue un avantage important. En effet, il est possible d'observer et d'étudier l'effet de ce paramètre sur la fonctionnalité, le confort ou la distribution de pression (si cette instrumentation est disponible). Le fauteuil de simulation étant un appareil à ajustements multiples, il est ainsi possible d'étudier l'influence de différents paramètres sur le positionnement. Il devient alors possible de trouver un compromis

entre la posture idéale et les contraintes imposées par les systèmes de positionnement.

Il est généralement admis que l'utilisation de la simulation permet de sauver du temps et de réduire les coûts associés aux révisions des systèmes prescrits; ces révisions sont causées par des ajustements inadéquats provoquant des douleurs ou de l'inconfort. En effet, selon Bardsley et coll. (1982), même si la simulation demande plus de temps au niveau de l'évaluation, la prescription résultante est plus adaptée à la réalité et les modifications ultérieures y sont presqu'éliminées. Lefeber et coll. (1989) soutiennent que pour les thérapeutes d'expérience, le fauteuil de simulation permet une utilisation plus efficace de leur temps. Par contre, Sprigle (1996) est en désaccord avec cette idée puisqu'il affirme que l'utilisation des fauteuils de simulation demande beaucoup de temps et qu'elle est justifiée seulement pour les personnes sévèrement handicapées. Selon lui, les fauteuils de simulation doivent faire concurrence avec les composants modulaires qui peuvent être ajoutés aux fauteuils existants. Il conclut en disant que plusieurs centres et institutions se débrouillent très bien sans fauteuil de simulation.

Cependant, selon St-Georges et coll. (1989), Presperin (1990) et Ward (1994), la simulation permet d'éviter les décisions erronées et d'atténuer les différences entre le positionnement proposé et le positionnement réel. Smith et coll. (1990) ajoute que la simulation permet aux thérapeutes de prendre des décisions plus éclairées et de réaliser des évaluations plus précises de l'usager. Selon Taylor (1984), le thérapeute peut ainsi recommander avec plus de confiance un système de positionnement après l'avoir simulé. La solution proposée peut alors être justifiée si elle a été obtenue avec un outil de simulation. Enfin, Lefeber et coll. (1989) mentionnent que pour les nouveaux thérapeutes, le fauteuil de simulation permet de prendre des décisions appropriées en se basant sur des informations objectives. Il devient alors un outil d'apprentissage où une méthode de travail claire et efficace facilite la compréhension de la problématique du positionnement.

Pour de nombreux auteurs qui ont utilisé des fauteuils de simulation dans leurs recherches tels Bardsley et coll. (1982), Bardsley (1984), Reger (1985), Weidhaas (1988) et Shapcott (1990), l'outil qu'est le fauteuil de simulation s'est révélé d'une grande aide; ils jugent que le fauteuil de simulation permet des ajustements de posture rapides et précis. Il s'agit donc d'un outil clinique valable pour l'étude du positionnement. Taylor (1984) abonde dans le même sens en affirmant que les fauteuils de simulation permettant de multiples ajustements sont des outils de grande valeur dans le processus d'évaluation. Enfin, selon la majorité des auteurs, le fauteuil de simulation permet d'effectuer des mesures précises de paramètres géométriques linéaires ou angulaires.

Le tableau 1.1 (pages suivantes) présente une synthèse de l'argumentation trouvée dans la littérature quant à l'utilisation de la simulation du positionnement assis dans l'évaluation des usagers de fauteuils roulants.

1.2 Les outils de simulation du positionnement assis

1.2.1 Nomenclature

Avant de présenter les caractéristiques des différents fauteuils de simulation, il est nécessaire d'établir une nomenclature afin de décrire les différents paramètres géométriques variables qu'on y retrouve. En effet, ces paramètres peuvent être regroupés sous deux catégories : les paramètres angulaires et les paramètres linéaires. Les ajustements angulaires font appel à un degré de liberté de rotation alors que les ajustements linéaires font appel à un degré de liberté de translation. Ils sont représentés aux figures 1.2a à 1.2c.

Tableau 1.1 - Synthèse des critiques de la simulation du positionnement assis trouvées dans la littérature

Auteurs	Buts de la recherche	Outil de simulation utilisé ou cité[1]	Critique de la simulation	Conclusion de la recherche
Raymond et coll. (1993)	• Clarifier le processus d'évaluation ; • Établir la pertinence de l'utilisation d'outils d'évaluation ; • Identifier les caractéristiques désirées pour ces outils.	• SEM (Promed, Montréal)	• Modification d'un paramètre à la fois et de plusieurs paramètres; • Minimisation des révisions et modifications ; • Possibilité d'essayer une solution et d'avoir l'acceptation du patient ; • Mode de communication clair pour la fabrication et l'assemblage.	• Une approche systématique d'évaluation est nécessaire pour rendre l'intervention clinique valable.
Mann et coll. (1991)	• Définir le rôle de l'ergothérapeute par rapport aux aides techniques à la posture.	• Rockwood (Shapcott et coll., Angleterre) ; • Rehabilitation Technology Center (Lefeber et coll., Indianapolis).	• Essai de plusieurs solutions et comparaison des résultats ; • Intégration d'éléments de contact.	• Un bon positionnement est nécessaire à l'usage efficient des aides techniques.
Trefler et coll. (1991)	• Définir le processus d'évaluation des usagers de fauteuils roulants et de prescription des aides techniques.	• KISS (Pin Dot Products, Illinois) ; • Modular Plastic Insert (Tennessee).	• Mode de communication clair pour la fabrication et l'assemblage ; • Essai de plusieurs solutions et comparaison des résultats ; • Identification du positionnement optimal.	• Le processus d'évaluation est essentiel pour caractériser les aides techniques nécessaires.
Shapcott et (1990)	• Développer un prototype permettant de varier rapidement le positionnement assis avec une grande variété d'ajustements afin de rendre le processus d'évaluation plus efficace.	• Rockwood (Angleterre)	• Essai de plusieurs solutions et comparaison des résultats ; • Identification du positionnement optimal.	• Le prototype est un outil de valeur qui permet d'identifier le positionnement approprié, les aides techniques nécessaires et qui peut servir à la formation d'intervenants.

[1] Les outils de simulation utilisés ou cités sont illustrés et présentés plus en détails à la section 1.2

Tableau 1.1 - Synthèse des critiques de la simulation du positionnement assis trouvées dans la littérature (suite)

Auteurs	Buts de la recherche	Outil de simulation utilisé ou cité	Critique de la simulation	Conclusion de la recherche
Presperin (1990)	• Définir les technologies de la réadaptation dont entre autres les systèmes de positionnement assis.	• Hôpital Marie-Enfant (Montréal); • Rehabilitation Technology Center (Lefeber et coll., Indianapolis) ; • University of Iowa, Iowa City ; • IWK Children's Hospital (Weldhaas, Nouveau-Brunswick); • Flamingo (Thallahassee Therapeutics, Floride) ; • KISS (Pin Dot Products, Illinois).	• Essai de plusieurs solutions et comparaison des résultats ; • Identification du positionnement optimal ; • Minimisation des révisions et modifications ; • Réduction du temps requis pour l'évaluation.	• Les concepts de nouvelles technologies doivent être partagés entre tous les intervenants en positionnement afin d'éviter de toujours réinventer la roue.
Lefeber et coll. (1989)	• Développer un prototype afin d'améliorer la qualité des produits prescrits lors de l'évaluation des usagers de fauteuils roulants.	• Rehabilitation Technology Center (Indianapolis)	• Mise en situation avec les composantes de la solution proposée ; • Temps utilisé plus efficacement pour l'évaluation ; • Mesures précises ; • Minimisation des révisions et modifications .	• Le prototype permet de sauver du temps d'évaluation et de minimiser les erreurs.
Bullard et coll. (1989)	• Utiliser une bascule dynamique pour résoudre des problèmes de positionnement.	• Flamingo (Thallahassee Therapeutics, Floride)	• Essai de plusieurs solutions et comparaison des résultats ; • Minimisation des révisions et modifications .	• La bascule dynamique permet de choisir l'orientation optimale pour une activité.

Tableau 1.1 - Synthèse des critiques de la simulation du positionnement assis trouvées dans la littérature (suite)

Auteurs	Buts de la recherche	Outil de simulation utilisé ou cité	Critique de la simulation	Conclusion de la recherche
St-Georges et coll. (1989)	• Intégrer la CAO afin de concevoir et fabriquer à partir d'une banques de données de composants standards une orthèse de positionnement assis.	• Fauteuil de l'IRM (Institut de réadaptation de Montréal)	• Réalisation du devis technique plus facile ; • Mise en situation avec les composantes de la solution proposée ; • Essai de plusieurs solutions et comparaison des résultats ; • Minimisation des révisions et modifications.	• L'approche de la CAO est un outil efficace qui complète et simplifie le design des aides techniques.
Weldhaas et coll. (1988)	• Développer un prototype permettant d'évaluer l'efficacité des aides techniques à la posture.	• IWK Children's Hospital (Nouveau-Brunswick)	• Minimisation des révisions et modifications ; • Essai de plusieurs solutions et comparaison des résultats.	• Le prototype est un outil efficace pour l'évaluation du positionnement qui permet de sauver du temps.
Saftler et coll. (1988)	• Définir les principes directeurs du positionnement assis pour l'évaluation des patients.	Aucune mention	• Mise en situation avec les composantes de la solution proposée ; • Essai de plusieurs solutions et comparaison des résultats ; • Minimisation des révisions et modifications.	• L'utilisation de principes directeurs et d'un fauteuil de simulation lors de l'évaluation donne une approche thérapeutique valable.
Taylor (1987)	• Définir les lignes directrices pour l'évaluation du positionnement de l'usager et la prescription d'aides techniques.	• KISS (Pin Dot Products, Illinois); • Bead Seat Simulator (Hobson, Pittsburgh).	• Mode de communication clair pour la fabrication et l'assemblage ; • Essai de plusieurs solutions et comparaison des résultats ; • Identification du positionnement optimal.	• Le processus d'évaluation est essentiel pour caractériser les aides techniques nécessaires.

Tableau 1.1 - Synthèse des critiques de la simulation du positionnement assis trouvées dans la littérature (suite)

Auteurs	Buts de la recherche	Outil de simulation utilisé ou cité	Critique de la simulation	Conclusion de la recherche
Reger et coll. (1985)	• Développer un prototype afin d'étudier le positionnement assis et de réaliser la mesure de certains paramètres.	• University of Virginia	• Mise en situation avec les composantes de la solution proposée ; • Essai de plusieurs solutions et comparaison des résultats ; • Minimisation des révisions et modifications.	• Le prototype est utile pour caractériser les aides techniques nécessaires et fournit des données sur la forme, la pression et la posture.
Hundertmark (1985)	• Définir le processus d'évaluation du positionnement assis pour les adultes atteints de paralysie cérébrale.	Aucune mention	• Mise en situation avec les composantes de la solution proposée ; • Essai de plusieurs solutions et comparaison des résultats.	• Tous les patients ne peuvent être positionnés selon le processus, certains ont besoin d'une correction chirurgicale; • Le fauteuil de simulation peut aider à identifier les réflexes de posture ou l'hypertonicité.
Hobson et coll. (1983)	• Étudier le potentiel d'une technique de mise sous vide pour la consolidation d'élément de contact de plastique.	• Bead Seat Simulator (Pittsburgh).	• Essai de plusieurs solutions et comparaison des résultats ; • Minimisation des révisions et modifications ; • Mode de communication clair pour la fabrication et l'assemblage.	• L'expérience clinique du système démontre un bon potentiel qui devrait donner un an plus tard des produits commerciaux.
Bardsley et coll. (1982)	• Développer un prototype suffisamment ajustable afin de simuler toutes les configurations possibles.	• Dundee Limb Fitting Center (Écosse)	• Essai de plusieurs solutions et comparaison des résultats ; • Identification du positionnement optimal ; • Minimisation des révisions.	• Le prototype est un outil efficace pour la caractérisation des aides techniques.

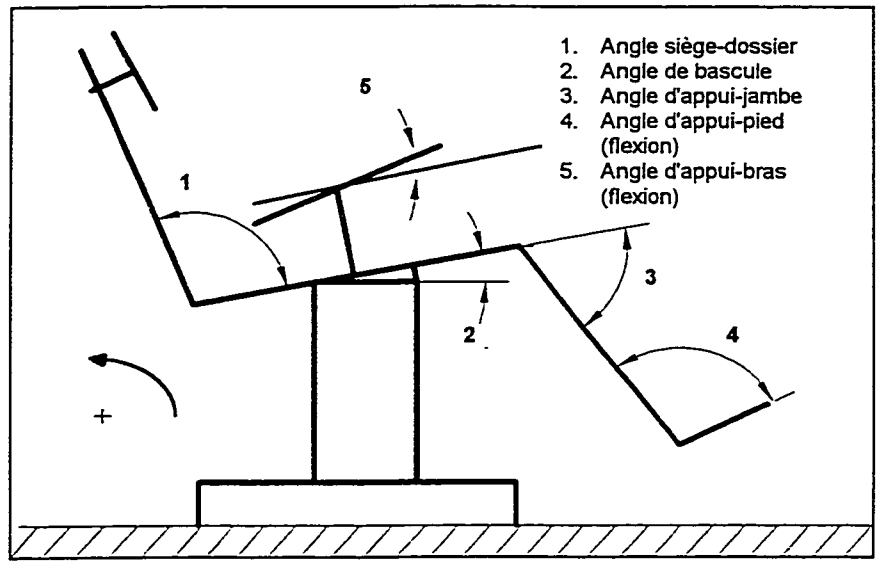


Figure 1.2a - Nomenclature des paramètres géométriques angulaires

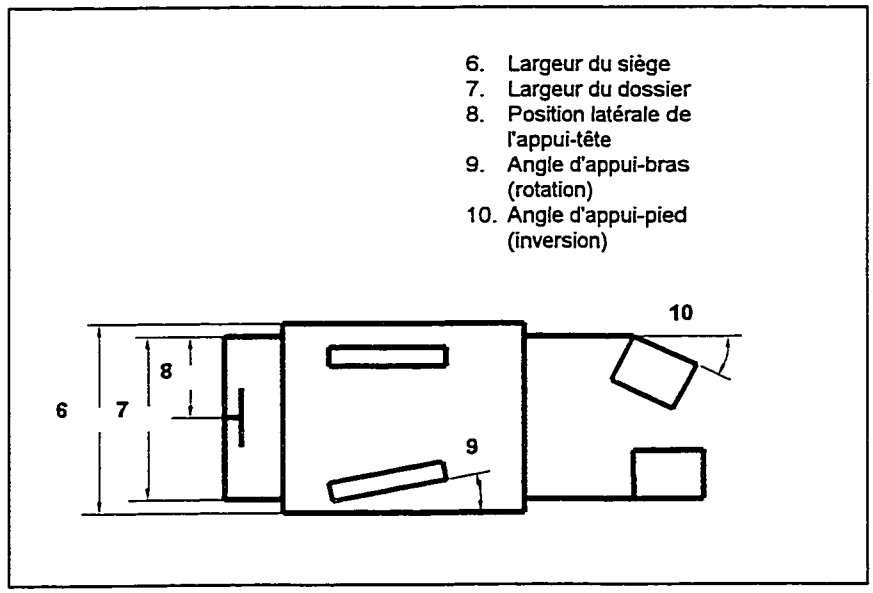


Figure 1.2b - Nomenclature des paramètres géométriques angulaires et linéaires

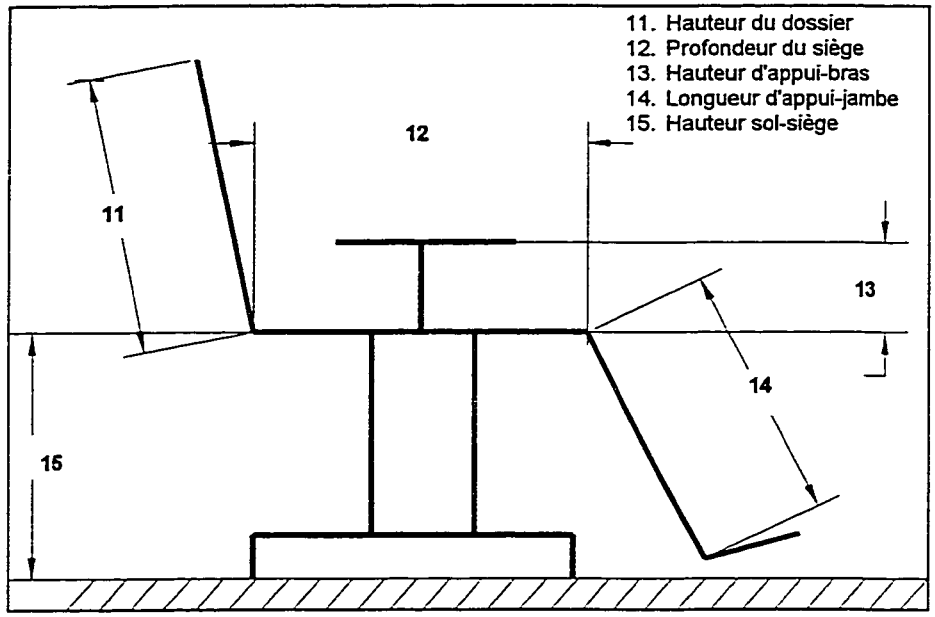


Figure 1.2c - Nomenclature des paramètres géométriques linéaires

1.2.2 Critères de conception des outils de simulation

La majorité des auteurs rencontrés dans la littérature s'entendent sur l'identification des paramètres géométriques variables que l'on doit retrouver sur un fauteuil de simulation. Ces paramètres sont ceux qui sont le plus fréquemment étudiés en regard de leur influence sur le positionnement. Il s'agit de :

- Angle siège-dossier ;
- Angle de la bascule ;
- Angle d'appui-jambe ;
- Angle d'appui-pied ;
- Profondeur du siège ;
- Hauteur du dossier ;
- Hauteur sol-siège ;
- Hauteur d'appui-bras ;
- Longueur d'appui-jambe.

De plus, il est généralement admis que le fauteuil de simulation doit comporter une ceinture pelvienne, qu'il puisse être compatible aux différentes formes de canevas sur le marché et qu'il doive pouvoir s'adapter pour l'incorporation d'un sac de moulage (dans le cas de déformations corporelles importantes) et permettre le développement de techniques améliorées pour la production de coussins moulés.

Quelques auteurs ont avancé des critères de conception plus généraux, qui doivent guider les lignes directrices de la conception du fauteuil de simulation. En effet, Bardsley et coll. (1982) et Bardsley (1984) soutiennent qu'étant donné que le fauteuil de simulation est un outil clinique, son apparence et ses méthodes d'ajustements doivent être acceptables pour les sujets qui y prennent place. De plus, tous les mécanismes doivent être gardés hors d'atteinte des surfaces d'assise afin de permettre un accès facile au fauteuil pour l'usager. Shapcott et coll. (1990) précisent que les ajustements doivent pouvoir être faits sans avoir à retirer l'usager du fauteuil de simulation. Ces derniers auteurs, en plus de Lefeber et coll. (1989), jugent que le fauteuil de simulation doit être transportable. En effet, il doit pouvoir être déplacé facilement et son encombrement ne doit pas être trop grand. Également, selon Lefeber et coll. (1989), le fauteuil de simulation doit être stable et sécuritaire. De leur côté, Reger et coll. (1985) croient que le fauteuil de simulation doit être instrumenté de telle sorte que le centre de gravité du patient puisse être localisé. Enfin, Zollars (1993) dans la revue de littérature qu'elle a effectuée a conclu que le fauteuil de simulation devrait s'ajuster à l'intérieur du fauteuil roulant de l'usager afin de vérifier si le système de positionnement n'interfère pas avec les capacités fonctionnelles de celui-ci.

1.2.3 Revue des outils de simulation du positionnement assis

Les différents outils de simulation qui ont été développés au cours des dernières années relèvent de deux sources : le milieu industriel et les centres de recherche. Les fauteuils de simulation du positionnement assis répertoriés sont illustrés aux figures 1.3 à 1.13. Cette section présente une brève analyse de l'état

actuel du marché des fauteuils de simulation. Par la suite, les caractéristiques de ces fauteuils (tableaux 1.2 et 1.3) sont comparées et discutées plus en détails.

Selon Sprigle (1996), le marché des fauteuils de simulation est très petit et peu de compagnies en produisent. Aux Etats-Unis, le KISS (figure 1.3) est un outil clinique produit par la compagnie Pin Dot Products, filiale de Invacare Corporation Inc, qui est établie dans l'Illinois aux États-Unis. Il a été développé à la fin des années 80 et mis sur le marché en 1991. Le Flamingo (figure 1.4) est également un outil clinique, produit par la compagnie Thallahasse Therapeutic Equipment qui était établie en Floride. Schmeler (1996) et Sprigle (1996) ont confirmé la fermeture de cette entreprise. Ce fauteuil de simulation a été mis sur le marché au début des années 90 mais n'est plus disponible commercialement.

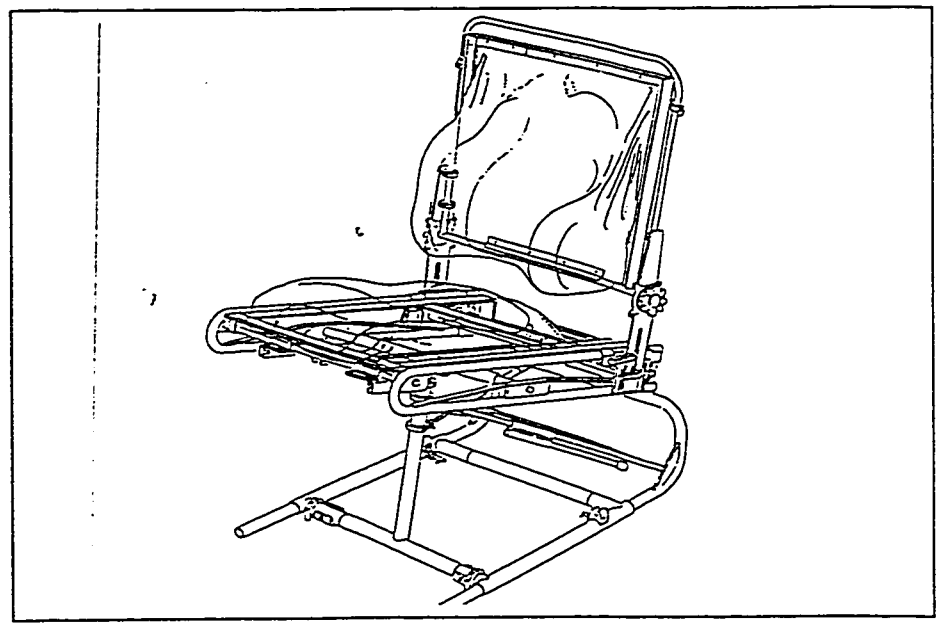


Figure 1.3 - KISS (Pin Dot Products)

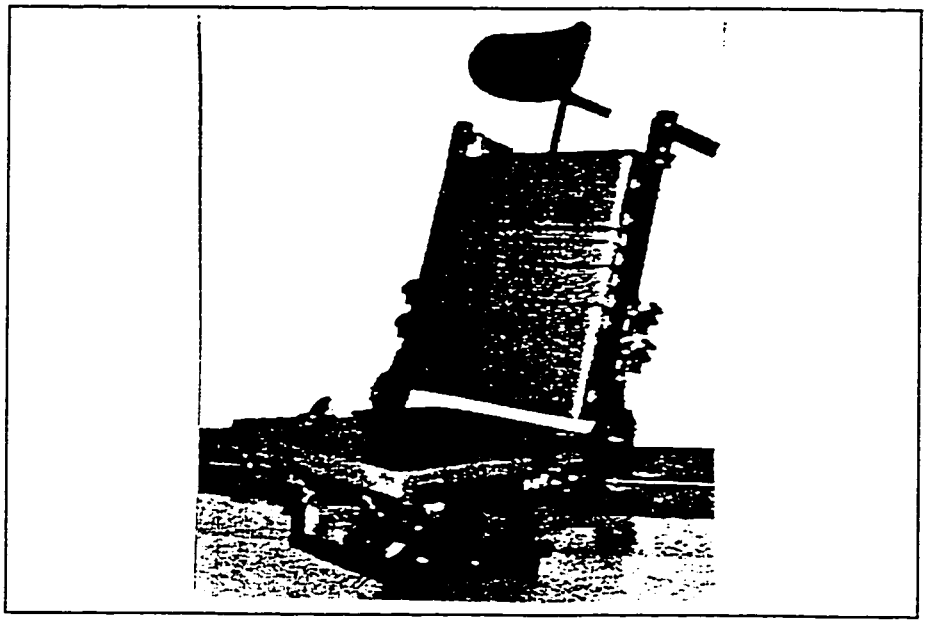


Figure 1.4 - Flamingo (Thallahassee Therapeutic)

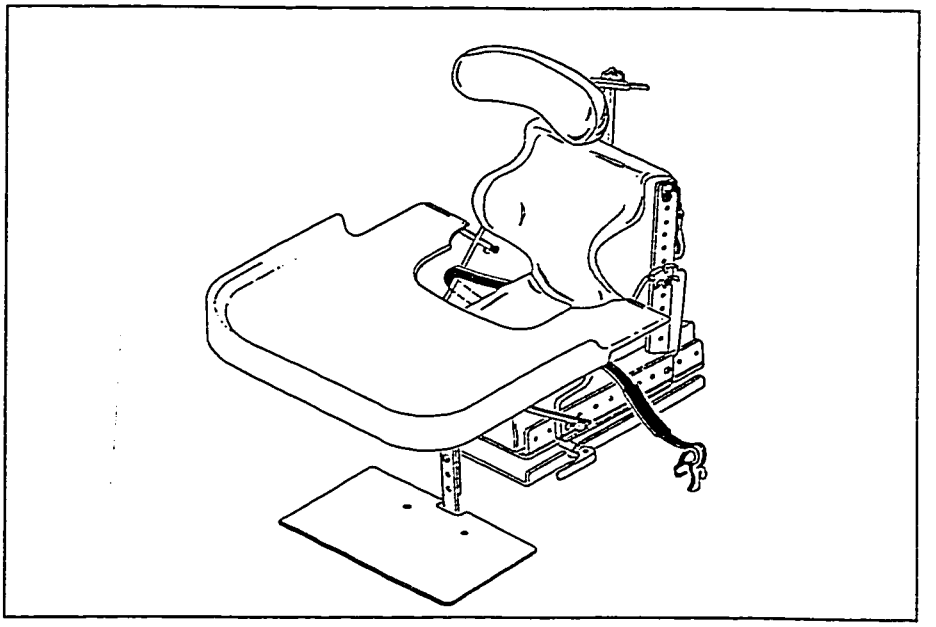


Figure 1.5 - TOPS Simulator (Canadian Wheelchair Mfg)

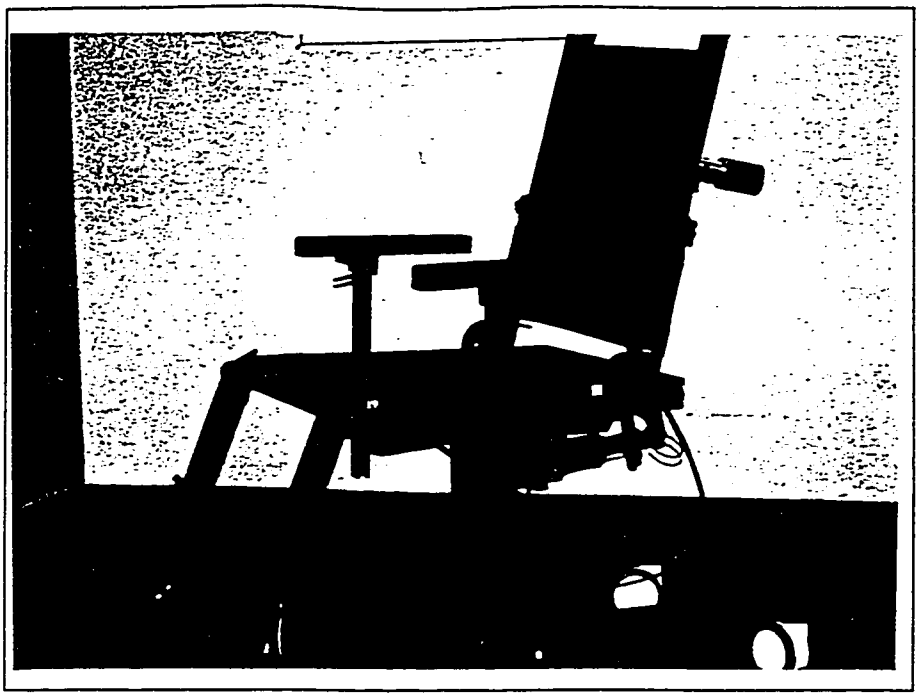


Figure 1.6 - SEM (Promed)

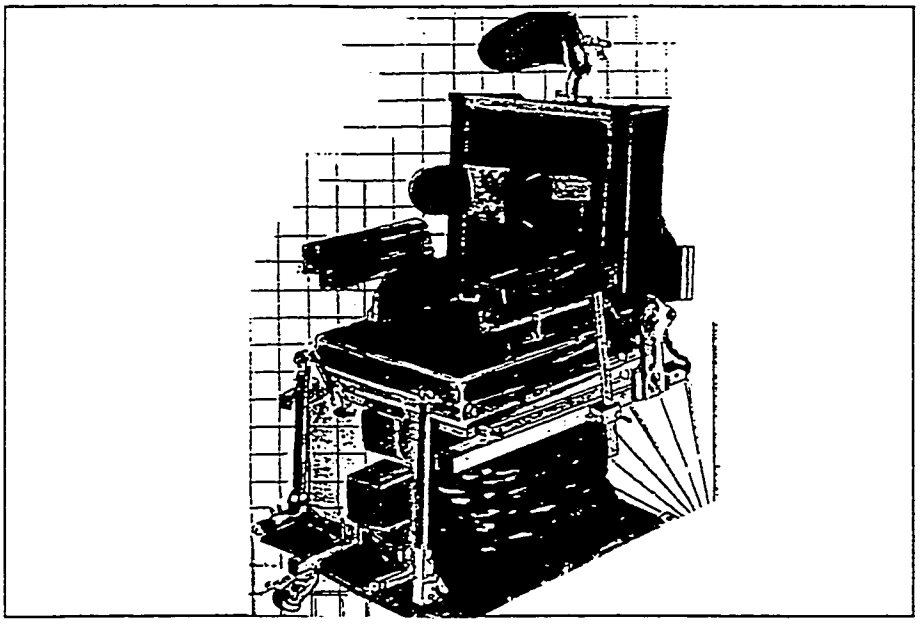


Figure 1.7 - ExpertSeat (Ergorecherche)

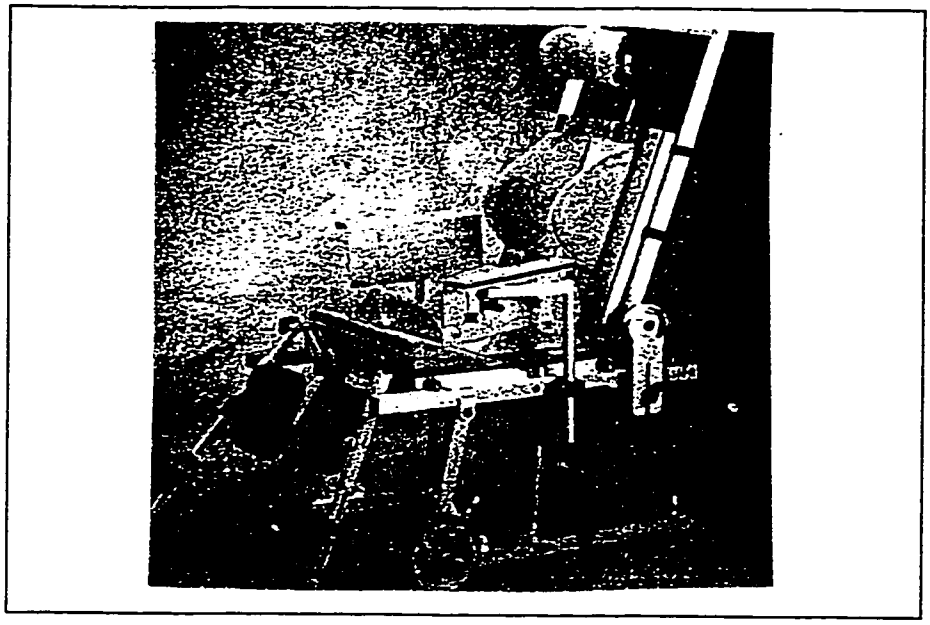


Figure 1.8 - Simulateur (Équipement adaptés Physipro)

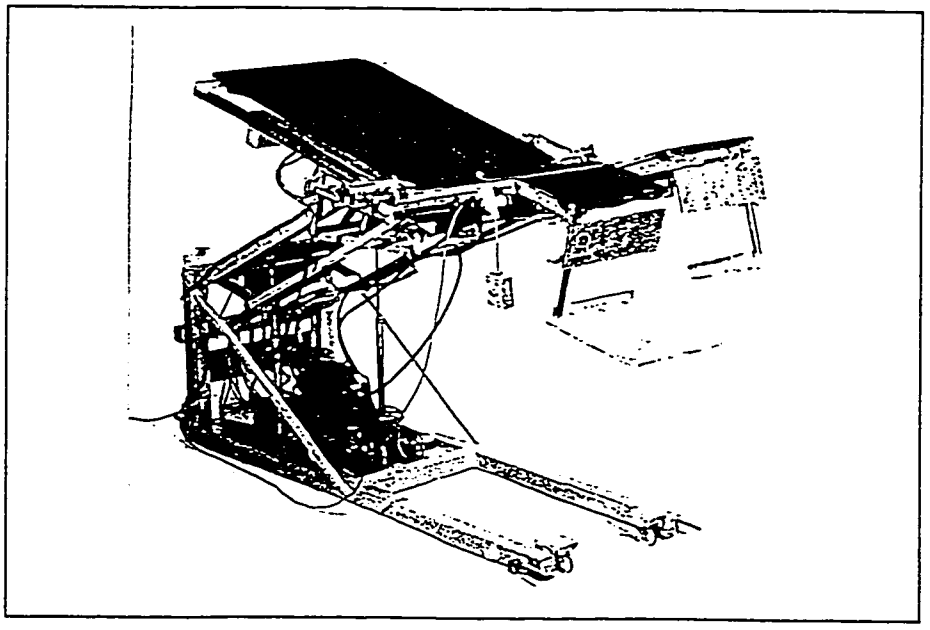


Figure 1.9 - Simulateur du Dundee Limb Fitting Centre (tirée de Bardsley et coll., 1982)

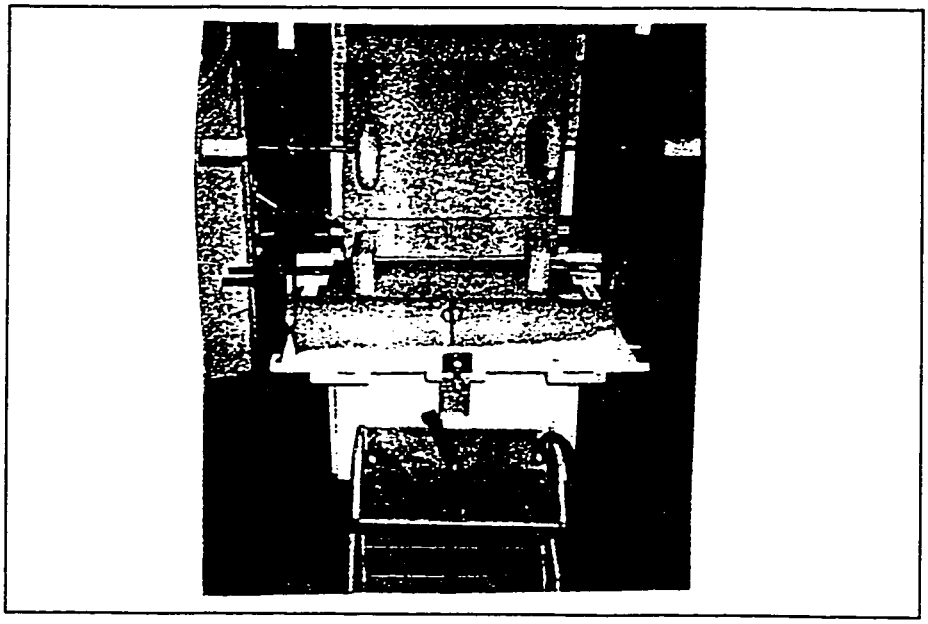


Figure 1.10 - Simulateur du I.W.K. Children's Hospital (tirée de Weidhaas et coll., 1988)

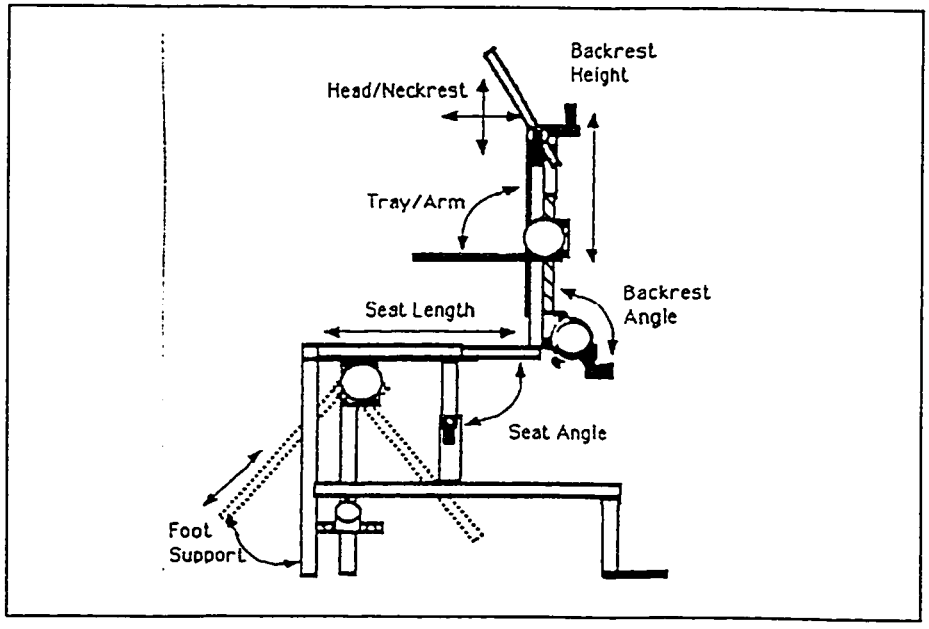


Figure 1.11 - Simulateur du Rockwood Hospital (tirée de Shapcott et coll., 1990)

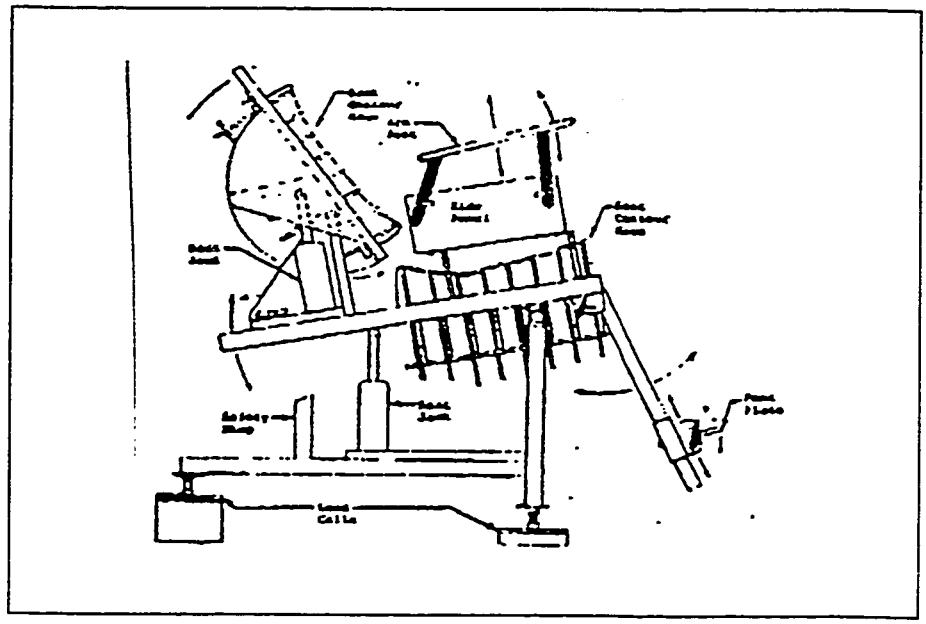


Figure 1.12 - Simulateur du University of Virginia (tirée de Reger et coll., 1985)

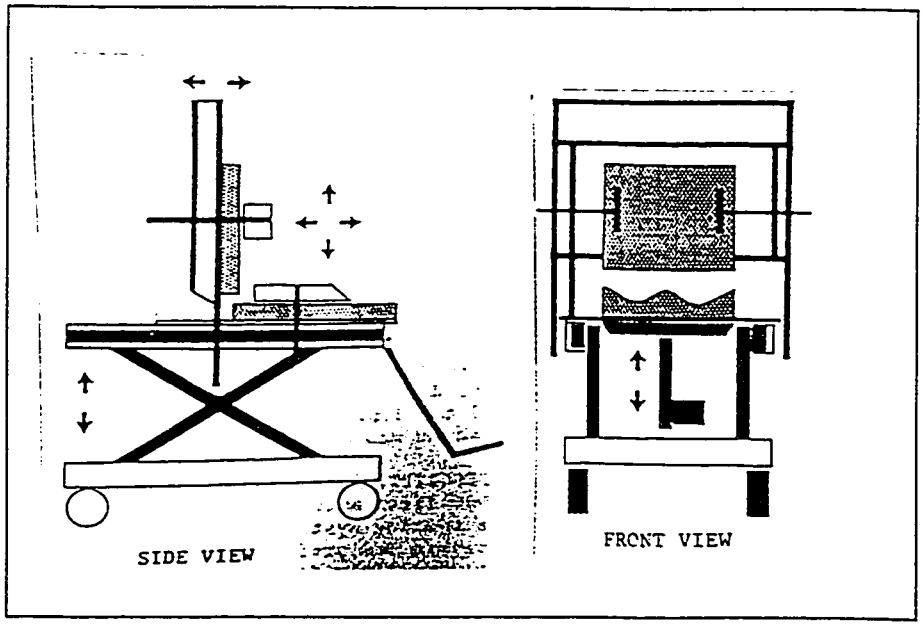


Figure 1.13 - Simulateur du Rehabilitation Technology Center (tirée de Lefeber et coll., 1989)

En Europe, l'action s'est concentrée au Royaume-Uni. En effet, la compagnie Clinical Engineering Design Ltd, établie en Angleterre, a commercialisé le prototype

(figure 1.11) développé par une équipe de chercheurs (Shapcott et coll., 1990) de l'hôpital Rockwood. Il n'est cependant plus produit actuellement, la compagnie ayant déménagé et changé de domaine de production, selon Barret (1996).

Au Canada, le TOPS Simulator (figure 1.5) est distribué par la compagnie Canadian Wheelchair Mfg. Ltd. La documentation a été obtenue du Toronto Orthopedic Appliance Services Ltd. C'est un produit disponible actuellement sur le marché qui s'adresse à la clientèle pédiatrique. Le développement du SEM (figure 1.6) chez Promed (Montréal) a commencé au début des années 90 et un premier prototype a été présenté en 1993. Des raffinements ont alors été effectués jusqu'en 1996. Il existe deux autres compagnies produisant des fauteuils de simulation au Québec : Ergorecherche (Montréal) (figure 1.7) et Équipements adaptés Physipro (Sherbrooke) (figure 1.8). Peu d'informations sur les produits de ces entreprises ont pu être répertoriées. Le fauteuil de Physipro est un outil clinique avec les mêmes paramètres variables que la majorité des fauteuils recensés. Les ajustements et mesures géométriques sont manuels. Quant au fauteuil d'Ergorecherche, il possède des ajustements géométriques asservis et intègre des capteurs de pressions. La mesure de distribution de pression sur le siège est utilisée dans un algorithme de calcul afin de définir la forme de coussin de siège qui optimise la distribution de pression; ces données sont par la suite transmises à une machine-outil numérique qui fabrique le coussin. Il est à noter que l'entreprise a déposé une demande de brevet pour cette méthode de conception et fabrication de ses coussins.

Du côté asiatique, il a été impossible d'identifier des entreprises produisant des fauteuils de simulation. Aucun brevet n'a été répertorié pour un fauteuil de simulation dans cette région du monde au cours des dernières années. De plus, une recherche sur Internet s'est avérée infructueuse dans l'obtention de telles informations.

En ce qui concerne les centres de recherches, le modèle de Bardsley et coll. (1982), présenté à la figure 1.9, a été développé au Dundee Limb Fitting Centre en Écosse. Le modèle de Weidhaas (1988), illustré à la figure 1.10, a été développé au

I.W.K. Children's Hospital au Nouveau-Brunswick alors que celui de Reger et coll. (1985), illustré à la figure 1.12, a été conçu au University of Viriginia Rehabilitation Engineering Center. Enfin, le modèle de Lefeber et coll. (1989), pésenté à la figure 1.13, a été développé au Rehabilitation Technology Center à Indianapolis. Les objectifs de ces recherches ont été présentés dans le tableau 1.1.

Aucun développement imminent sur les fauteuils de simulation n'est prévu pour ces centres de recherches. Cependant, les chercheurs de l'Université de Pittsburgh (Hobson et coll.) ont déposé des demandes de subventions pour poursuivre le développement d'un fauteuil de simulation (communication électronique personnelle, Schmeler 1996).

Les caractéristiques des différents fauteuils de simulation sont présentés aux tableaux 1.2 et 1.3. Afin de compléter l'information fournie dans ces tableaux, les particularités de ces fauteuils doivent être présentées. En effet, pour le KISS (figure 1.3) et le SEM (figure 1.6), il est possible d'effectuer un moulage de la géométrie de l'usager. Ainsi, une ouverture pratiquée dans le dossier de ces fauteuils de simulation permet d'y introduire un sac pour le moulage. Ce passage permet également de bien positionner le sac avant l'opération de moulage. Pour le modèle de l'Université de Virginie développé par Reger et coll. (1985) (figure 1.12), il est possible de mesurer la pression à l'interface siège-usager à l'aide 144 capteurs développés au Texas Institute of Rehabilitation Research (TIRR). Des lectures de pressions pouvant aller jusqu'à 100 mm de Hg peuvent être effectuées avec cette instrumentation. De plus, la forme du contour du siège et du dossier peuvent être mesurées à l'aide de 2 ensembles de 64 jauges de déformations. Ces potentiomètres linéaires permettent la mesure de la forme du contour pour la siège et le dossier; ces informations sont utilisées pour la fabrication des coussins et canevas contour. Enfin, une caractéristique commune à tous les fauteuils répertoriés, la prise de mesures des paramètres géométriques est effectuée manuellement à l'aide de goniomètres et de règles.

Tableau 1.2 - Ajustements angulaires des différents modèles de fauteuils de simulation

Modèles	Angle bascule	Angle siège-dossier	Angle appui-jambe	Angle appui-pied (flexion)	Angle appui-pied (inversion)	Angle appui-bras (flexion)	Angle appui-bras (rotation)
KISS (Pin Dot Products)	-6° à 35°	0° à 180°	n/s	n/s	n/a	n/a	n/a
Flamingo (Thallahassee Therapeutic)	-10° à 45°	70° à 180°	-120° à 0°	0° à 45°	n/a	n/a	n/a
TOPS Simulator (Canadian Wheelchair Mfg)	0° à 30°	90° à 115°[1]	n/s	n/s	n/a	n/a	n/a
SEM (Promed)	0° à 41°	85° à 137°	-90° à 0°	0° à 360°	-45° à 45°	n/a	n/a
Dundee Limb Fitting Centre (Bardsley et coll.)	0° à 80°*	60° à 150°*	-105° à 0°*	n/s	n/a	n/a	n/a
I.W.K. Children's Hospital (Wendhaas)	0° à 30°	90° à 160°	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Rockwood Hospital (Shapcott et coll.)	-8° à 20°	65° à 180°	-145° à -42°	0° à 360°	n/a	0° à 170°	n/a
University of Virginia (Reger et coll.)	0° à 20°*	90° à 135°*	-70° à 0°	-38° à 12°	n/a	-20° à 20°	n/a
Rehabilitation Technology Center (Lefebvre et coll.)	0° à 35°	90° à 135°	n/s	n/s	n/a	n/a	n/a
CRIQ/IRM (Archambault)	-10° à 30°	90° à 135°	n/s	n/s	n/a	n/a	n/a

* ajustements assistés avec un système hydraulique

[1] Ajustements discrets à tous les 10°

Tableau 1.3 - Ajustements linéaires des différents modèles de fauteuils de simulation

Modèles	Hauteur dossier (cm)	Largeur dossier (cm)	Profondeur siège (cm)	Largeur siège (cm)	Hauteur sol-siège (cm)	Hauteur appui-bras (cm)	Longueur appui-jambe (cm)	Position latérale appui-tête (cm)
KISS (Pin Dot Products)	25.4 à 38.1	68.6	20.3 à 61.0	68.6	n/a	n/s	n/s	n/s
Flamingo (Thallahassee Therapeutic)	30.5 à 61.0	jusqu'à 50.8	15.2 à 45.7	jusqu'à 50.8	n/a	n/s	n/s	n/s
TOPS Simulator (Canadian Wheelchair Mfg)	27.9 à 40.6	30.5	17.8 à 27.9	30.5	n/a	n/s	n/s	n/s
SEM (Promed)	30.5 à 59.7	50.8	33.0 à 53.3	50.8	39.4 à 55.9	15.9 à 36.2	26.7 à 47.0	-22.9 à 22.9
Dundee Limb Fitting Centre (Baldsley et coll.)	96.5	49.5	15.2 à 36.8	61.0	14.0 à 74.9	n/a	15.2 à 50.2	n/a
I.W.K. Children's Hospital (Weidhaas)	15.2 à 61.0	n/s	7.6 à 61.0	n/s	n/a	n/a	n/s	n/a
Rockwood Hospital (Shapcott et coll.)	45.7 à 55.9	n/s	33.0 à 48.3	n/s	n/a	15.2 à 40.6	15.2 à 49.5	-15.2 à 15.2
University of Virginia (Reger et coll.)	n/s	n/s	22.2 à 43.8	n/s	n/a	25.4 à 34.9	12.7 à 63.5	n/a
Rehabilitation Technology Center (Lefeber et coll.)	n/s	15.2 à 55.9	20.3 à 61.0	jusqu'à 61.0	55.9 à 73.7	n/s	n/s	-20.3 à 20.3
CRIQ/IRM (Archambault)	n/s	variation de 10.2	30.5 à 50.8	n/s	n/a	15.2 à 30.5	variation de 25.4	n/a

n/s : non-spécifié (l'ajustement est possible mais la plage est inconnue)
n/a : non-applicable (l'ajustement n'est pas possible)

En examinant les caractéristiques des différents fauteuils de simulation, il est possible de noter que le TOPS Simulator (figure 1.5) est un fauteuil de simulation destiné à la clientèle pédiatrique étant donné ses petites plages d'ajustements et la largeur du siège du fauteuil. En observant le tableau 1.2 concernant les ajustements angulaires, il est possible de constater que tous les modèles répertoriés (à l'exception du *I.W.K.,* figure 1.10) permettent un ajustement au niveau de l'angle de bascule du fauteuil, de l'angle siège-dossier, de l'angle de l'appui-jambe et de l'angle de flexion de l'appui-pied.

Pour l'angle de bascule, cinq modèles permettent un angle de bascule négatif, c'est-à-dire une bascule antérieure : les angles varient de -6° à -10°. En ce qui concerne la bascule postérieure, un angle de 45° semble être la limite pour ce paramètres. Pour l'angle siège-dossier, la plupart des modèles ont une plage d'ajustement débutant avec un angle d'environ 90°. Il est à noter que ces deux derniers ajustements (angle siège-dossier et angle de bascule) peuvent être difficiles à effectuer s'ils ne sont pas assistés mécaniquement, étant donné qu'une grande partie du poids de l'usager doit être supportée et déplacée. En effet, le modèle de Bardsley et coll. (1982) (figure 1.9) et celui de Reger et coll. (1985) possèdent un système hydraulique (moteur électrique, pompe et pistons hydrauliques) permettant d'ajuster sans effort ces deux paramètres. Toutefois, l'intégration d'un tel système au fauteuil de simulation augmente son encombrement et son poids en plus de le rendre difficilement transportable. Le SEM, quant à lui, possède un ajustement assisté (à l'aide de ressorts) au niveau de l'angle siège-dossier. Ce système a l'avantage d'être léger et discret et ne nuit pas à l'encombrement et au transport du fauteuil.

Pour l'appui-jambe, les caractéristiques des modèles diffèrent les unes des autres, mais en général la plage de -90° à 0° est couverte par les ajustements. Enfin, pour l'appui-pied, l'angle de flexion permis par les différents modèles varie beaucoup lui aussi. En général, la plage de 0° à 45° est couverte.

En ce qui concerne les trois autres ajustements angulaires (angle d'inversion de l'appui-pied, angle de flexion de l'appui-bras et angle de rotation de l'appui-bras), ce ne sont pas tous les modèles qui les permettent. En effet, seul le SEM permet d'ajuster l'angle d'inversion de l'appui-pied. Aucun modèle permet un ajustement au niveau de l'angle d'appui-bras en rotation: cette situation peut être expliquée par le fait que ce paramètres est fixe sur les fauteuils roulants. Pour l'angle de flexion de l'appui-bras, le modèle de Shapcott et coll. (1990) (figure 1.11) et celui de Reger et coll. (1985) permettent des ajustements dont la plage varie beaucoup. Il est donc possible de constater que ces ajustements angulaires sont marginaux par rapport à ceux discutés précédemment et retrouvés sur la grande majorité des modèles de fauteuils de simulation recensés.

En observant le tableau 1.3 concernant les ajustements linéaires des différents modèles trouvés dans la littérature, il est possible de noter que tous les fauteuils de simulation permettent des ajustements au niveau de la hauteur du dossier de même que la profondeur du siège. En effet, pour ces deux paramètres géométriques, les plages d'ajustements varient sensiblement de la même façon à l'exception du TOPS Simulator bien entendu qui, lui, est destiné à la clientèle pédiatrique. Quant à la largeur du dossier et celle du siège, elle est généralement la même sauf pour le fauteuil de Bardsley et coll. (1982). Elle est variable seulement pour deux modèles : le Flamingo (figure 1.4) et le modèle de Lefeber et coll. (1989) (figure 1.13). Pour tous les autres modèles, la largeur du dossier et du siège est fixe.

La hauteur sol-siège est un paramètre variable pour seulement trois modèles : le SEM, le fauteuil de Bardsley et coll. (1982) et celui de Lefeber et coll. (1989). Les plages d'ajustements de ce paramètre varient beaucoup : le SEM permet une variation de 39.4 à 55.9 cm pour la hauteur sol-siège alors que le fauteuil de Lefeber et coll. (1989) en permet une de 55.9 à 73.7 cm et celui de Bardsley et coll. (1982) une de 14 à 74.9 cm. Pour que le fauteuil de simulation soit adapté à la réalité, il est nécessaire que cette plage d'ajustement reflète celle des fauteuils roulants existants, ce qui est le

cas du SEM. L'ajustement de la hauteur sol-siège est essentielle puisqu'il permet des transferts plus faciles de l'usager de son fauteuil roulant au fauteuil de simulation.

Pour les autres paramètres géométriques linéaires tels la hauteur de l'appui-bras et la longueur de l'appui-jambe, les plages permises pour les ajustements sur les différents modèles sont similaires. Enfin, il est possible de remarquer que la plupart des modèles permettent un ajustement de la position latérale de l'appui-tête et que les plages d'ajustements sont semblables.

En plus de toutes les caractéristiques qui viennent d'être décrites, la majorité des fauteuils de simulation permettent d'incorporer des composantes de maintien, telles des appuis thoraciques, des appuis pelviens, une ceinture pelvienne et des butées d'abduction. Cependant, aucune donnée sur les plages d'ajustements de ces composantes n'est disponible. Finalement, il est important de mentionner que le Flamingo est un système particulier qui peut être installé sur des bases de fauteuils roulants de 40.6 ou 45.7 cm (16 ou 18 po) de largeur. Le Flamingo diffère donc des autres fauteuils de simulations qui sont, eux, entièrement indépendants de la structure de fauteuils roulants.

Enfin, très peu d'informations dans la littérature sont spécifiées en ce qui concerne la validation des outils de simulation développés. En effet, pour tous les modèles répertoriés, aucune mention n'est faite sur l'élaboration d'une procédure de validation des mesures géométriques prises sur les fauteuils de simulation. Il est donc impossible de savoir si une validation des modèles a été effectuée et de quelle façon elle aurait été effectuée. Comme la mesure des paramètres géométriques sur ces modèles est prise à la main, il est possible de croire que la mesure et la validation étaient faits simultanément avec le même instrument (par exemple, un goniomètre pour les angles). La seule donnée disponible concerne le prototype développé par Shapcott et coll. (1990). Pour cette recherche, les auteurs mentionnent qu'ils obtiennent une précision de ± 2° pour les mesures angulaires et ± 1.3 cm pour les mesures linéaires. Toutefois, la procédure de validation utilisée pour arriver à ces

résultats n'est pas mentionnée. Bref, il y a un manque de données dans la littérature concernant l'élaboration d'une procédure de validation des mesures géométriques prises sur les fauteuils de simulation du positionnement assis et les résultats de telles procédures.

1.2.4 Autres types de simulation

Cette section a pour but de présenter brièvement les autres types de simulation possibles pour l'évaluation des usagers de fauteuils roulants. La description des caractéristiques de ces outils sera sommaire puisqu'elle ne touche pas au sujet principal de cette revue de littérature, à savoir la simulation du positionnement assis en fauteuil roulant.

Deux autres types de simulation peuvent être identifiés: la simulation de la propulsion où une évaluation dynamique (mobilité) de l'usager en fauteuil roulant est effectuée (la simulation du positionnement assis est une évaluation statique); la simulation de la forme des contours de la personne pour la fabrication de coussins de siège et canevas personnalisés.

1.2.4.1 Simulation de la propulsion

Étant donné que le fauteuil roulant est à la fois un système de positionnement assis et un appareil mobile, beaucoup de chercheurs selon Shapcott (1986) et Redford (1993) se sont intéressés à l'évaluation de la propulsion à l'aide d'un outil de simulation. Ces deux rôles du fauteuil roulant ne sont pas indépendants; en effet les aspects positionnement et mobilité s'influencent plutôt l'un l'autre. Ainsi, l'usager doit être bien positionné dans son fauteuil roulant pour qu'il ait une force de propulsion adéquate. La position du siège par rapport aux jantes doit être appropriée pour que l'usager ait une propulsion efficace.

Les outils de simulation développés afin de simuler, d'évaluer et de mesurer la propulsion sont assez nombreux dans la littérature. Samuelson et coll. (1989) et Asato

et coll. (1993) ont développé des simulateurs permettant de varier la position assise de l'usager (angle siège-dossier, angle de bascule, hauteur sol-siège) et de mesurer certains paramètres pour quantifier l'efficacité de propulsion: mouvement des bras, mouvement des épaules, couple appliqué sur la jante des roues. Ces études ont permis d'établir des relations entre les différentes positions assises et la capacité à se propulser manuellement.

D'autres outils permettent la mesure de paramètres additionnels. Glaser et coll. (1979), Niesing et coll. (1990), Hughes et coll. (1992) et Veeger et coll. (1992) ont développé des outils de simulation qui mesurent les réponses métaboliques et cardio-respiratoire de l'usager lors de la propulsion. Il s'agit essentiellement d'outils qui permettent de mesurer la quantité d'oxygène consommée et la quantité de gaz carbonique rejeté par l'usager ainsi que son rythme cardiaque. Encore ici, différentes positions assises ont été étudiées afin d'identifier des relations entre ces positions et les réponses métaboliques et cardio-respiratoires de l'usager.

Ainsi, les outils développés visent à une meilleure compréhension des mécanismes de la propulsion manuelle en fauteuil roulant.

1.2.4.2 Simulation de la forme des contours

La simulation de la forme des contours consiste en la mesure spatiale de la géométrie externe de l'usager afin de fabriquer des coussins contours pour le siège et des canevas contours pour le dossier. Elle permet donc d'obtenir des données permettant de produire des éléments de contact personnalisés.

Pour ce faire, Fernie (1986), McGrew (1987), Chung et coll. (1989), Pin Dot (1996) et Akron (1996) ont développé des systèmes de simulation permettant de varier la position d'assise (angle siège-dossier, angle de bascule, hauteur des appuis-bras et appuis-pieds) en plus de mesurer la forme que devrait avoir les coussins et canevas contour. Les mesures sont rendues possibles grâce à des jauges de

déformations et un système d'acquisition de données relié à un ordinateur qui calcule les coordonnées en 3D du coussin et du canevas. Ces données sont ensuite utilisées pour fabriquer les éléments de contact à l'aide de machines-outils numériques. Cette procédure élimine donc les moulages et permet de produire rapidement avec efficacité les éléments nécessaires. Brienza (1996), un chercheur qui travaille avec Chung, dirige présentement des travaux de recherche sur la simulation de la forme des contours à l'Université de Pittsburgh. En mesurant la géométrie des contours pour le siège ainsi que la distribution de pression sur cette interface, il possède les informations nécessaires à la fabrication de coussins contour de siège en mousse. Cette approche (système CASS) s'avère abordable pour la production d'éléments de contact personnalisés; de plus, les coussins ainsi fabriqués ont permis de mieux répartir la distribution de pression et d'augmenter le soutien et le confort de l'usager.

Enfin, mentionnons que le système développé par la compagnie Ergorecherche (ExpertSeat), tel que vu dans la section 1.2.3, définit la géométrie de coussins de siège à partir de prises de mesures de la distribution de pression sur le siège. Un algorithme de calcul par éléments finis (dont les critères ne sont pas connus) permet d'obtenir ces informations qui sont transmises à une machine-outil numérique qui fabrique les coussins avec les matériaux choisis.

CHAPITRE 2. MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre présente les moyens qui ont été développés afin de réaliser l'objectif de ce projet de recherche, à savoir réaliser l'adaptation du SEM en un outil de recherche sur les aides techniques à la posture. Un cahier des charges a été défini afin d'identifier les besoins et objectifs spécifiques de ce projet. Par la suite, le matériel employé est décrit en détails de même que la procédure de validation de l'outil de recherche instrumenté. Enfin, la procédure d'utilisation de tout le matériel nécessaire à l'adaptation du SEM en outil de recherche sur les aides techniques à la posture est présentée.

2.1 Situation générale du projet

Le SEM, tel que développé par la compagnie Promed, est un fauteuil de simulation portable, adapté pour les évaluations cliniques. En effet, il est utilisé régulièrement dans ce milieu par une équipe de cliniciens de la compagnie Promed depuis quelques années et a fait la preuve de son utilité dans le processus d'évaluation des usagers de fauteuils roulants. De plus, le SEM offre la possibilité d'intégrer à sa structure divers composants de posture existants (tels les appuis pelviens et thoraciques) de même que des systèmes de mesures sur le marché (tels les systèmes de mesures de la distribution de pression). Également, les structures modulaires de siège et de dossier du SEM permettent d'intégrer à la structure du SEM une composante entière de fauteuil roulant telle un dossier.

Tel que mentionné à la section 1.2.3, la prise des mesures des paramètres géométriques du SEM (angles et distances) est effectuée manuellement à l'aide de règles graduées et de goniomètres. Pour les besoins d'une évaluation clinique, cette façon de procéder est adéquate, car elle est peu onéreuse et une grande précision des mesures n'est pas recherchée. Cependant, dans le cadre de recherches appliquées sur les aides techniques à la posture, le SEM doit être adapté afin de

devenir un outil de recherche performant et efficace. Ainsi, un cahier des charges définissant les objectifs spécifiques de cette adaptation a été élaboré et est présenté à la section 2.2. Il est à noter que pour la réalisation de ce projet de recherche, il n'était pas nécessaire de suivre toutes les étapes de la méthodologie du design puisqu'il s'agissait principalement d'une adaptation d'un produit existant et non la conception d'un nouveau produit. C'est pourquoi l'approche synthèse du cahier de charge a été retenue afin de définir précisément les besoins du projet et d'identifier des pistes de solutions.

2.2 Définition du cahier de charges du projet

Tel que mentionné précédemment, le but premier du cahier de charges du projet est d'identifier les objectifs spécifiques du travail de recherche à réaliser dans le cadre de ce projet de maîtrise et de décrire les critères de conception qui devront être respectés pour adapter le SEM en outil de recherche sur les aides techniques à la posture. Ils peuvent être regroupés sous trois catégories: l'instrumentation, le logiciel de représentation des mesures et la procédure de validation.

2.2.1 Instrumentation

Étant donné l'état des mesures prises sur le SEM développé par la compagnie Promed, il est nécessaire que des instruments de mesures soient installés sur celui-ci et reliés à un ordinateur afin que des études portant sur l'évaluation d'aides techniques existantes puissent être réalisées et apporter ainsi des recommandations sur la conception de nouvelles aides techniques encore mieux adaptées. En effet, il est nécessaire d'obtenir des données quantitatives sur ces aides techniques si une évaluation de celles-ci est désirée.

Ainsi, des instruments permettant la mesure de paramètres géométriques sur le SEM de même que pour l'évaluation de la distribution de pression sur le siège et le dossier doivent être installés sur le SEM afin de réaliser l'adaptation en un outil de

recherche. Ces paramètres doivent être mesurés sur le SEM, car ce sont ceux qui sont le plus souvent étudiés dans la littérature (section 1.1 et 1.2). De plus, la position tridimensionnelle des capteurs de pression par rapport à la structure du SEM doit également être mesurée. Ces informations serviront à la représentation de l'ensemble des mesures dans le logiciel de visualisation. De cette façon, le fauteuil instrumenté permettra d'étudier l'influence des variations de position assise sur la distribution de pression pour une aide technique donnée ainsi que l'influence d'une aide technique sur cette même distribution de pression pour une position assise donnée.

2.2.1.1 Mesures des paramètres géométriques sur le SEM

Les paramètres géométriques sur les fauteuils de simulation ont traditionnellement été mesurés à la main à l'aide de règles pour les distances et de goniomètres ou d'inclinomètres pour les angles (section 1.2.3). Cette procédure est inadéquate pour un outil de recherche appliquée, étant donné l'existence d'instruments de mesures et de systèmes d'acquisition de données informatiques rendant la prise de mesures rapide et précise. La rapidité de la prise de mesure est désirée puisque des recherches sur des aides techniques à la posture existantes demanderont l'étude de plusieurs conditions d'utilisation (différentes positions assises et évaluations de différentes aides techniques). Quant aux résultats, ils doivent être le plus précis possible (précision égale ou supérieure à ce qui a été trouvé dans la littérature) afin de rendre les travaux de recherche sur le SEM le plus valable possible. En effet, avec des résultats fiables, des corrélations entre les différents paramètres étudiés pourront être effectuées.

Dans le cadre du présent projet de recherche, il a été convenu que les paramètres géométriques des fauteuils de simulation les plus étudiés et répertoriés dans la littérature sont ceux qui doivent être obtenus à l'aide d'un système d'acquisition électronique relié au SEM. Ainsi, les paramètres géométriques devant être acquis de manière électronique sur le SEM sont :

- l'angle siège-dossier ;

- l'angle de la bascule ;
- les angles d'appui-jambe (gauche et droit);
- les angles d'appui-pied (en flexion, gauche et droit) ;
- la hauteur du dossier ;
- la hauteur sol-siège ;
- les hauteurs d'appui-bras (gauche et droit);
- la profondeur du siège ;
- les longueurs d'appui-jambe (gauche et droit).

L'instrumentation installée sur le fauteuil de simulation doit permettre la mesure des paramètres géométriques selon les plages d'ajustements permises par le SEM. Celles-ci sont présentées aux tableaux 2.1 et 2.2 (se référer à la section 1.2.1 pour la convention de signe):

Tableau 2.1 - Plages d'ajustements des paramètres angulaires du SEM

Paramètre	Plage		Type d'ajustement
angle siège-dossier	81°	à 137°	continu
angle de bascule	0°	à 41°	continu
angles d'appui-jambe	-100°	à 0°	discret (pas de 7.5°)
angles d'appui-pied *	60°	à 180°	discret (pas de 7.5°)

* l'expression angle d'appui-pied sera désormais utilisée pour désigner un angle d'appui-pied en flexion afin d'alléger le texte.

Tableau 2.2 - Plages d'ajustements des paramètres linéaires du SEM

Paramètre	Plage (cm)	Type d'ajustement
hauteur du dossier	30.5 à 60.3	discret (pas de 1.3 cm)
hauteur sol-siège	39.4 à 55.9	continu
hauteur d'appui-bras	15.9 à 34.3	continu
profondeur du siège	33.0 à 53.0	continu
longueur d'appui-jambe	26.0 à 46.4	discret (pas de 1.3 cm)

Afin de déterminer la précision requise des mesures géométriques prises sur le fauteuil de simulation, les travaux de recherche de Shapcott (1990) sur le développement d'un fauteuil de simulation à l'Hôpital Rockwood (Angleterre) ont servi

de référence pour ce projet. En effet, une précision de ± 2° pour les angles et de ± 1.3 cm pour les distances avait été déterminée lors de ces travaux. Toutefois, la prise de ces mesures était manuelle ; il est donc possible de poser l'hypothèse qu'une plus grande précision peut être atteinte avec des capteurs reliés à un système d'acquisition électronique. Ainsi, une valeur moyenne absolue de 1° pour les angles et de 0.4 cm pour les distances est voulue afin d'adapter le SEM en outil de recherche sur les aides techniques à la posture. Ces limites incluent un écart-type à l'intérieur des valeurs moyennes. Un objectif de précision de ± 0.5° pour les angles et de ± 0.4 cm a tout d'abord fait l'objet d'une requête par courrier électronique: Shapcott (1996) a considéré ces critères valables. Toutefois, compte tenu des jeux mécaniques présents sur le SEM et de sources d'erreurs potentielles associées au calibrage par exemple, il a été convenu que les objectifs de précision pour ce projet soient de ± 1° pour les angles et ± 0.4 cm pour les distances. Pour des plages d'ajustement de 40° et de 16 cm, ces critères représentent des erreurs d'environ 2.5%.

Enfin, la visualisation des mesures des paramètres géométriques doit être possible à l'aide d'une fenêtre d'affichage servant d'interface de communication entre les instruments et l'ordinateur. Les mesures doivent apparaître en unités de longueur (cm) pour les paramètres linéaires ou en unités d'angles (degrés) pour les paramètres angulaires. De cette façon, l'interface de communication permet de visualiser en continu l'état des mesures des paramètres géométriques du SEM. Il est alors possible à l'aide de cette fenêtre graphique d'effectuer des ajustements appropriés sur le SEM afin d'atteindre le positionnement désiré. Enfin, l'interface de communication doit pouvoir être lancé à l'intérieur du logiciel de représentation des mesures et il doit permettre une exportation facile des résultats des mesures géométriques vers d'autres types d'application (dont entre autres, le logiciel de représentation des mesures). Finalement, le système d'acquisition de mesures des paramètres géométriques doit être portable, conserver la modularité du SEM et son coût ne doit pas dépasser 6000$ (ordinateur portable inclus). En effet, l'adaptation du SEM en outil de recherche doit conserver la portabilité du prototype développé par la compagnie Promed tout en conservant un prix abordable.

2.2.1.2 Mesure de la distribution de pression sur le siège et le dossier

De nombreuses recherches ont démontré que la distribution de pression sur le siège et le dossier d'un usager de fauteuil roulant était un paramètre à considérer avec attention dans l'évaluation globale du positionnement et dans l'attribution d'aides techniques à la posture. En effet, tel que spécifié dans la revue de littérature présentée au chapitre 1, un des buts recherchés pour le positionnement optimal de l'usager est de contrôler la distribution de pression sur le siège et le dossier afin de prévenir le développement d'irritations cutanées ou d'escarres. C'est pourquoi la Chaire industrielle CRSNG sur les aides techniques à la posture a fait l'achat d'un système de mesures de la distribution de pression sur le siège et le dossier pour ses travaux de recherches. Ce système consiste en deux matrices de capteurs de pression pour le siège et le dossier de même qu'un système d'acquisition de données et un logiciel de gestion de l'acquisition.

Pour le présent projet de recherche, il s'agit d'utiliser ce système afin de mesurer la distribution de pression sur le siège et le dossier pour les diverses conditions d'utilisation de l'outil de recherche et d'enregistrer les résultats de mesures dans un fichier afin de les récupérer dans le logiciel de représentation des mesures.

2.2.1.3 Mesure de la position relative des matrices de pression par rapport au SEM

Afin de représenter graphiquement les matrices de pression dans le logiciel de représentation des mesures, il est nécessaire de mesurer la position relative des matrices de capteurs de pression par rapport à la structure du SEM. Pour ce faire, un numériseur 3D est utilisé: cet appareil permet la mesure de la position tridimensionnelle de repères selon un référentiel défini. Ainsi, pour le présent projet de recherche, il s'agit d'utiliser le numériseur 3D que possède la Chaire industrielle CRSNG sur les aides techniques à la posture afin de mesurer la position relative des matrices de pression par rapport au SEM.

2.2.2 Développement d'un logiciel de représentation des mesures

Afin de réaliser l'adaptation du SEM en un outil de recherche sur les aides techniques à la posture, un logiciel permettant de visualiser l'ensemble des mesures prises sur le SEM (paramètres géométriques, distribution de pression sur le siège et le dossier et position relative des matrices de pression) doit être développé. Ainsi, le but premier du logiciel est de rassembler les mesures prises sur le SEM provenant des différentes sources de mesures et de représenter tous ces résultats (numériques et graphiques) sur une seule image. Le modèle ainsi créé peut alors être étudié sous divers points de vue. De cette façon, le logiciel de représentation des mesures permet de répondre aux besoins d'expérimentations futures utilisant le fauteuil de simulation instrumenté, en fournissant une représentation graphique de tous les résultats et en servant de lien entre les différents systèmes d'acquisition de données.

Afin d'illustrer ces propos, un schéma représentant les interactions que le logiciel de représentation des mesures doit avoir avec les sources de données est présenté à la figure 2.1. Ce schéma permet de donner une idée d'ensemble de la structure de base sur laquelle le logiciel doit être bâti.

Ainsi, il y a trois entrées différentes d'informations dans le logiciel de représentation des mesures: les résultats provenant des mesures géométriques du SEM, de la distribution de pression (système FSA) sur le siège et le dossier et de la mesure de la position relative des matrices de pression par rapport au SEM. Afin de développer un logiciel permettant de représenter l'ensemble de ces données, il est nécessaire de définir des critères de conception. Ces critères vont guider la programmation et permettre d'atteindre les objectifs visés par le projet de recherche.

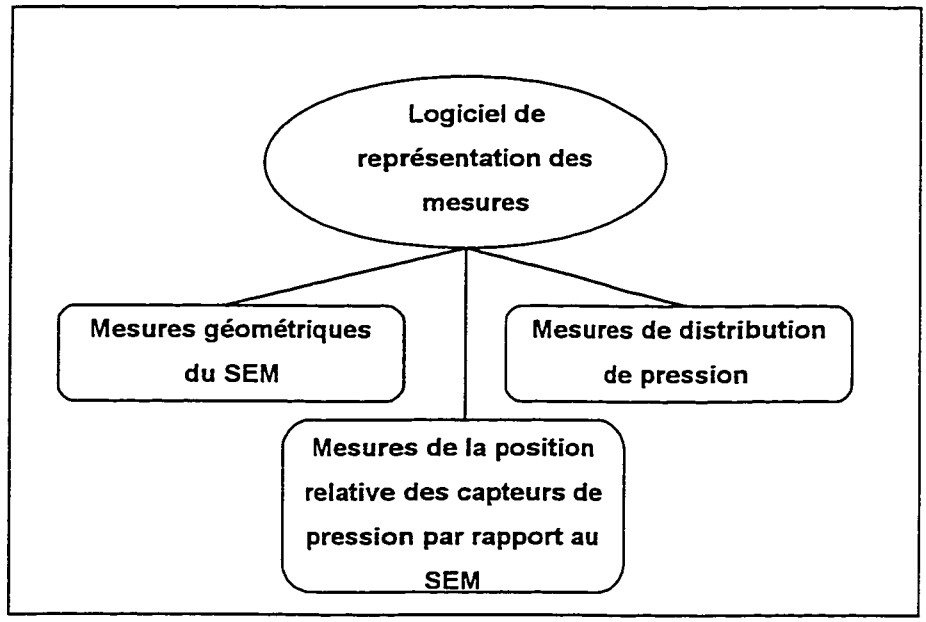


Figure 2.1- Interactions du logiciel de représentation des mesures avec les différentes sources de données

Tout d'abord, au point de vue fichier ou importation/exportation de données, le logiciel de représentation des mesures doit offrir les options que l'on retrouve généralement pour tous les logiciels ou applications. Ces options sont les suivantes:

- Sélectionner des fichiers de données de divers formats;
- Effectuer la saisie de données sous un format défini;
- Ouvrir des fichiers de données existants (format d'enregistrement du logiciel de représentation des mesures);
- Enregistrer des données dans un fichier sous un format préétabli;
- Imprimer des résultats;
- Quitter le logiciel.

Ainsi, pour l'entrée de données, il doit être possible d'ouvrir des fichiers de formats différents afin d'y extraire les valeurs recherchées. En effet, il est nécessaire de répertorier les informations associées aux mesures géométriques prises sur le SEM, celles de la distribution de pression générées par le système FSA et celles

obtenues par la mesure de la position relative des matrices de capteurs de pression par rapport à la structure du SEM. Le logiciel doit également être ouvert à l'intégration éventuelle de données additionnelles provenant de la géométrie de l'usager et celle de divers éléments de contact: pour ce faire, sa structure d'entrée de données doit être flexible et générale. Enfin, une dernière option d'entrée de données est celle permettant d'ouvrir un fichier de format préétabli, fichier généré par le logiciel de représentation des mesures, afin de récupérer un travail réalisé antérieurement avec le logiciel de représentation des mesures.

Implicitement à cette dernière possibilité, le logiciel doit comporter une option d'enregistrement des données globales sous un format binaire. Cette option a l'avantage de contenir toutes les informations d'une évaluation dans un seul fichier. Aussi, il doit être possible d'imprimer des résultats graphiques et numériques de la visualisation. Enfin, une option de fermeture du logiciel de représentation des mesures doit permettre de quitter le programme afin de terminer un travail.

En ce qui concerne la visualisation du modèle du SEM et des résultats de la mesure de la distribution de pression sur le siège et le dossier, le logiciel se doit d'offrir plusieurs choix à l'utilisateur, tels que:

- Visualisation selon différents points de vues (préétablis ou définis par l'utilisateur);
- Réalisation de panoramiques et de zooms;
- Visualisation des pressions seulement.

Ainsi, il doit être possible de choisir le point de vue selon lequel les résultats graphiques (modèle du SEM, distribution de pression sur le siège et le dossier et éléments de contact) sont étudiés. En effet, ceux-ci peuvent être visualisés selon des points de vue fixes (profil, face, élévation, isométrique) ou selon un point de vue déterminé par l'utilisateur.

Également, le logiciel doit offrir la possibilité de déplacer le modèle graphique créé dans la fenêtre d'affichage (panoramiques) et d'effectuer des zooms sur une région particulière du modèle. Des options permettant de revenir à l'affichage initial doivent compléter ces possibilités.

Enfin, une dernière option de visualisation consiste en l'affichage dans une fenêtre indépendante de la fenêtre principale des résultats de la mesure de la distribution de pression sur le siège ou sur le dossier. Ce choix peut être utile si l'utilisateur du logiciel veut considérer seulement la distribution de pression; il n'a alors pas à retourner au logiciel du système d'acquisition de pressions pour l'étudier.

Étant donné que le logiciel de représentation des mesures permet de rassembler un ensemble de résultats numériques provenant de différentes sources de mesures, il devient alors essentiel de pouvoir les afficher dans la fenêtre principale. En effet, il doit être possible d'afficher les mesures géométriques:

- du SEM;
- des éléments de contacts;
- de l'usager.

Pour ce projet de recherche, seules les mesures géométriques prises sur le SEM sont considérées. Toutefois, la structure de la programmation de l'affichage des résultats numériques doit être ouverte à l'intégration de paramètres additionnels.

2.2.3 Validation de l'outil de recherche

Une fois l'installation de l'instrumentation sur le SEM et le développement du logiciel de représentation des mesures réalisés, une procédure de validation doit être développée afin de permettre de déterminer la précision des mesures des paramètres géométriques du SEM. Cette procédure s'applique seulement aux mesures géométriques du SEM, car la précision des autres systèmes de mesures utilisés est

connue (distribution de pression et position tridimensionnelle de repères). Toutefois, la précision de la position 3D des capteurs de pression doit être estimée puisque deux sources d'erreurs sont impliquées: une première provenant de l'irrégularité de l'espacement des capteurs de pression et la seconde de l'erreur du système de mesures de position tridimensionnelle.

Ainsi, la précision du système d'acquisition des mesures géométriques développé doit être mesurée. Pour ce faire, les résultats obtenus avec ce système d'acquisition doivent être comparés aux mesures obtenues avec un moyen de référence, pour lequel la précision est grande. Le moyen de référence pour ce projet sera le numériseur 3D, car son utilisation est simple et la précision des mesures est grande (le numériseur 3D est décrit en détails à la section 2.3). Des calculs simples permettront de déterminer les angles et distances voulues à partir des coordonnées des repères mesurées. Le détail de la procédure de validation est présenté à la section 2.5.

2.3 Instrumentation du SEM

Cette section a pour principal objectif de présenter en détails les systèmes de mesures qui ont été utilisés pour réaliser l'adaptation du SEM en outil de recherche sur les aides techniques à la posture. Ces systèmes permettent la mesure de trois types de paramètres: géométrie du SEM, distribution de pression sur le siège et le dossier et position tridimensionnelle de repères associés aux matrices de capteurs de pression.

Afin de donner une vue d'ensemble des liens entre ces différents systèmes de mesures, le schéma de la figure 2.2 présente de façon sommaire les branchements entre les équipements nécessaires à l'adaptation du SEM en outil de recherche.

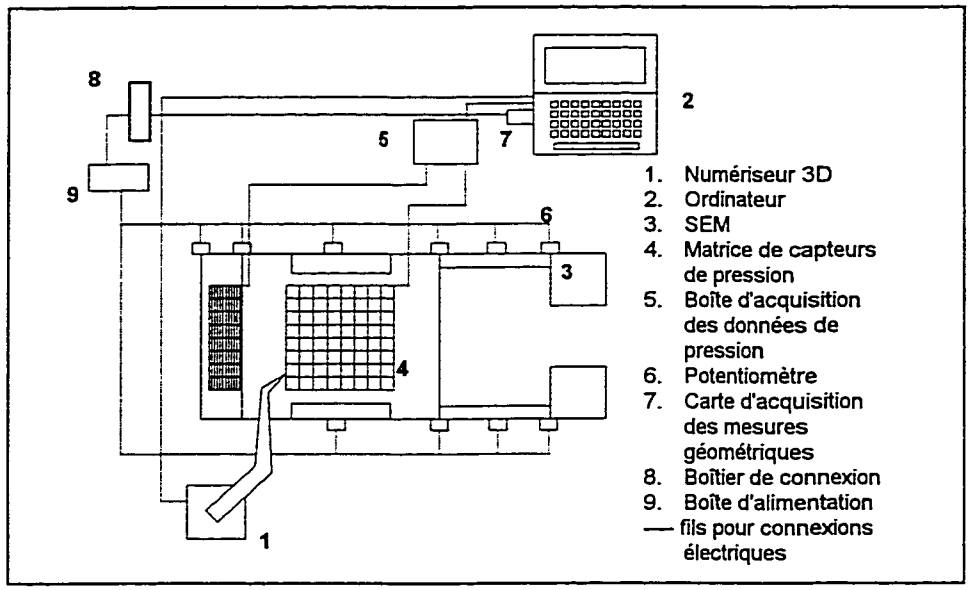


Figure 2.2- Vue d'ensemble des équipements utilisés pour le projet de recherche

Ainsi, les paramètres géométriques du SEM sont mesurés à l'aide de potentiomètres rotatifs reliés à une carte d'acquisition de données gérée par un programme. La mesure de la distribution de pression sur le siège et le dossier quant à elle est réalisée grâce à deux matrices de capteurs de pression reliées à une boîte d'acquisition gérée par le logiciel produit et distribué par le fabricant. Enfin, la position relative des capteurs de pression par rapport à la structure du SEM est mesurée à l'aide d'un numériseur 3D, également relié à l'ordinateur. L'ensemble de ces équipements est décrit en détails dans les sections 2.3.1 à 2.3.3.

2.3.1 Paramètres géométriques du SEM

Tel que défini dans le cahier de charges de la section précédente, l'adaptation du SEM en outil de recherche passe par la mesure des paramètres géométriques du fauteuil de simulation les plus étudiés dans la littérature. Ces paramètres sont les suivants:

- angle siège-dossier ;
- angle de la bascule ;

- angles d'appui-jambe (gauche et droit);
- angles d'appui-pied (en flexion, gauche et droit) ;
- hauteur du dossier ;
- hauteur sol-siège ;
- hauteurs d'appui-bras (gauche et droit);
- profondeur du siège ;
- longueurs d'appui-jambe (gauche et droit).

Il y a donc six paramètres angulaires et sept paramètres linéaires à mesurer sur le SEM. Afin de rencontrer les objectifs de précision des mesures géométriques mentionnés dans le cahier des charges (± 1° pour les angles et ± 0.4 cm) pour les distances), il est nécessaire de choisir les bons équipements. C'est pourquoi la section 2.3.1.1 présente la démarche suivie pour la sélection de la meilleure solution.

2.3.1.1 Choix des équipements

Afin de mesurer les paramètres géométriques mentionnés précédemment, diverses solutions quant à l'instrumentation et l'acquisition des données ont été recensées et évaluées. Cette section présente une synthèse des caractéristiques de celles-ci; l'annexe A fournit une description détaillée de ces instruments. Il est à noter que toutes les solutions étudiées comportaient un système d'acquisition électronique, puisque cela constitue un des objectifs définis dans le cahier des charges.

Pour les instruments de mesures, les critères suivants ont permis d'évaluer les différentes options afin d'identifier la meilleure:

- précision;
- dimensions;
- plage d'ajustements;
- coût;
- facilité d'installation;

- disponibilité du produit.

Pour la mesure des paramètres angulaires, la solution la plus simple consistait à installer des potentiomètres 1 tour sur la structure du SEM afin de mesurer les angles voulus. Ces derniers sont petits (donc peu encombrants), d'installation facile, très précis, peu coûteux (environ 20$) et disponibles rapidement sur le marché. Ces instruments sont parfaitement adaptés pour faire partie d'un système d'acquisition de données électroniques.

Quant à la mesure des paramètres linéaires, deux options étaient possibles. Tout d'abord, des potentiomètres rotatifs 10 tours montés avec une poulie représentaient une première solution. Ceux-ci sont petits, très précis, peu coûteux (environ 20$) et disponibles rapidement comme les potentiomètres rotatifs 1 tour. Une rondelle de caoutchouc entourant la poulie permet de garder le contact entre la composante en translation et la poulie: le mouvement de translation est alors transformé en mouvement de rotation mesurable par le potentiomètre. Par contre, l'installation de ces instruments demande un montage mécanique; la poulie doit être fixée sur l'arbre du potentiomètre et doit toujours être en contact avec l'élément du fauteuil en translation. L'autre solution consistait en l'installation de potentiomètres linéaires sur le SEM. Ceux-ci sont d'installation facile, très précis et disponibles rapidement. Cependant, ils sont plus dispendieux (plus de 150$), limités sur leur course maximale (quelques centimètres seulement alors que les plages d'ajustements des paramètres linéaires exigent des courses allant de 15.2 à 27.9 cm) et peuvent être endommagés plus facilement. Ces inconvénients importants ont orienté le choix de l'instrumentation vers la première solution, à savoir les potentiomètres rotatifs 10 tours avec montage mécanique.

En ce qui concerne l'acquisition des données, elle se doit d'être électronique, tel que défini dans le cahier des charges. En effet, comme l'objectif du projet de recherche est de rendre la prise de mesures sur le SEM plus rapide, il apparaît alors évident que l'acquisition de données se doit d'être reliée à un ordinateur via un

système d'acquisition électronique. Les critères suivants ont permis d'évaluer les différentes options étudiées:

- flexibilité du branchement;
- compatibilité avec un ordinateur portable;
- nombre de canaux d'acquisition;
- visualisation de l'ensemble des mesures;
- enregistrement facile des mesures;
- disponibilité du produit.

Les cartes d'acquisitions ont été préférées aux boîtes d'acquisition à cause de l'impossibilité pour ces dernières à réaliser un affichage de toutes les mesures simultanément et du fait que l'enregistrement des données y est plus compliqué qu'avec les cartes d'acquisition. La visualisation de toutes les mesures géométriques simultanément est essentielle au bon déroulement d'expérimentations futures sur le fauteuil de simulation, car elle permet de connaître rapidement l'état du positionnement du fauteuil et d'effectuer les ajustements nécessaires, tout en vérifiant avec les valeurs affichées, afin d'obtenir le positionnement désiré. Ainsi, une carte d'acquisition de données offrant la possibilité de recueillir plusieurs signaux à la fois s'avérait la seule solution pour rendre la prise de mesures géométriques sur le SEM rapide et précise.

Les cartes d'acquisition de données peuvent être externes ou internes à l'ordinateur. La carte externe a l'avantage d'être compatible avec un ordinateur portable et d'être flexible au niveau de son branchement (pourvu que le logiciel d'exploitation de la carte soit installé et qu'il y ait une entrée disponible pour la carte), ce qui n'est pas le cas de la carte interne, dépendante de l'ordinateur où elle est installée. Ainsi, le choix de la carte externe s'imposait pour plus de flexibilité pour l'outil de recherche. Ensuite, le nombre de canaux d'entrées analogiques de la carte devait être choisi : généralement, les cartes ont 8 ou 16 entrées analogiques. Étant donné qu'il y a 13 paramètres géométriques (6 angles et 7 distances) à mesurer sur le SEM,

donc 13 signaux analogiques différents provenant des instruments de mesures, il devint évident que la carte devait avoir 16 entrées analogiques. Les entrées analogiques supplémentaires offrent la possibilité d'installer ultérieurement des instruments de mesures additionnels sur le SEM et de les relier à la carte.

Une fois le type d'équipements choisi pour les mesures des paramètres géométriques du SEM, il a été possible de choisir les produits qui convenaient à la réalisation de ce projet de recherche, tout en gardant en vue les objectifs de précision des mesures désirés. En effet, le tableau 2.3 fait une synthèse des équipements qui ont été achetés.

Il est à noter qu'un potentiomètre de plus de chaque type (1 tour et 10 tours) a été acheté afin de disposer d'une réserve s'il venait à y avoir un bris quelconque sur l'un d'eux. De plus, mentionnons qu'un ordinateur portable (IBM ThinkPad) a été acheté par la Chaire industrielle CRSNG sur les aides techniques à la posture pour la somme de 3830$. Cet achat a été réalisé afin de conserver la portabilité des équipements utilisés pour étudier le positionnement assis et les aides techniques à la posture.

2.3.1.2 Fonctionnement et installation des équipements

Les équipements achetés afin de mesurer les paramètres géométriques sur le SEM doivent être reliés entre eux afin de rendre le système de mesures opérationnel. La figure 2.2 présentait un schéma illustrant les différents branchements entre les équipements achetés.

Tableau 2.3 - Liste des équipements achetés pour la mesure des paramètres géométriques

Équipements nécessaires	Quantité	Coût unitaire	Total
• Carte d'acquisition externe DAQCard-700 National Instrument Caractéristiques : Logiciels d'acquisition (DAQWare,Labview,CVI) 16 entrées de canaux SE 4 entrées digitales, 4 sorties digitales 2 compteurs 12 bits Branchement par entrée PCMCIA type II	1	805.50$	805.50$
• Boîtier de connexion National Instrument	1	94.50$	94.50$
• Câble de 2 m National Instrument	1	108.00$	108.00$
• Boîte d'alimentation 24V 1.2A Newark Electronics	1	76.04$	76.04$
• Potentiomètres rotatifs 1 tour Newark Electronics	7	16.06$	112.42$
• Potentiomètres rotatifs 10 tours Newark Electronics	8	24.53$	196.24$
Sous-total :			1392.70$
taxes :			194.35$
TOTAL :			1587.05$

Les figures 2.3 et 2.4 présentent de façon succincte les équipements achetés afin de mesurer les paramètres géométriques sur le SEM.

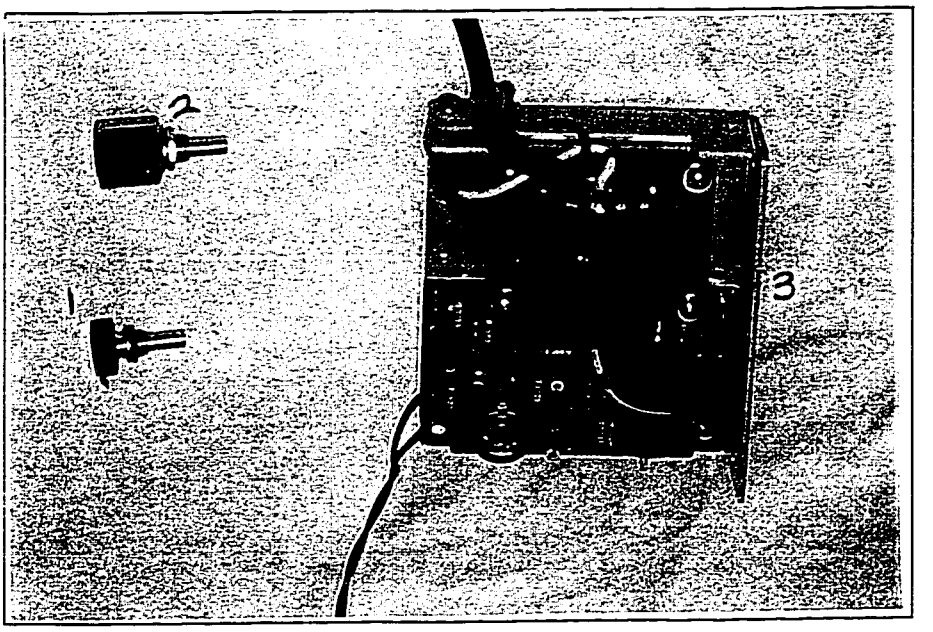


Figure 2.3 - Équipements achetés de Newark Electronics: 1-Potentiomètre 10 tours; 2-Potentiomètre 1 tour; 3-Boîte d'alimentation

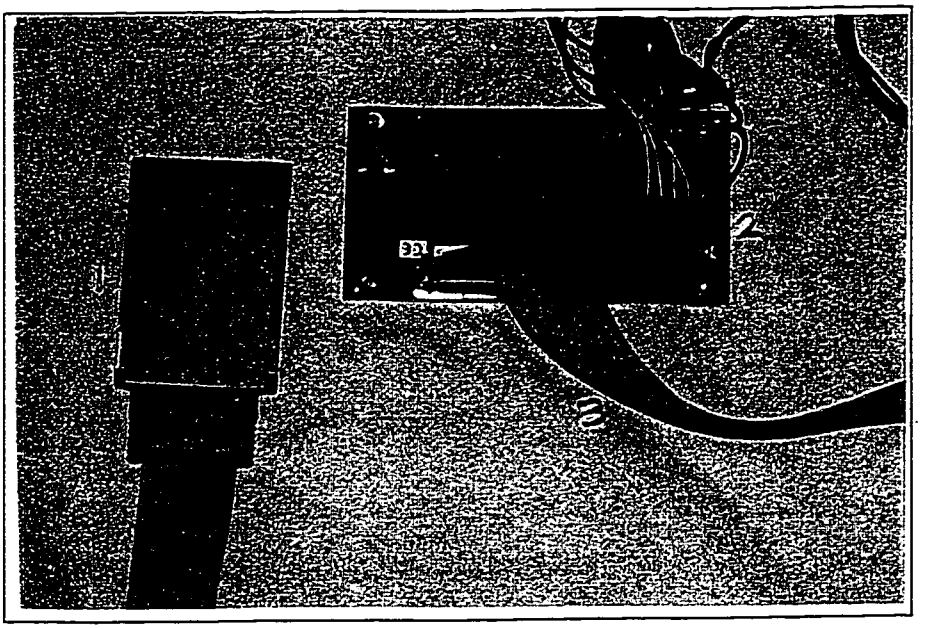


Figure 2.4 - Équipements achetés de National Instrument: 1-DAQCard-700; 2-Boîtier de connexion; 3-Câble de connexion

Ainsi, la carte DAQCard-700 peut être branchée sur n'importe quel ordinateur pourvu qu'il y ait une entrée PCMCIA disponible et que le support de développement d'interface soit installé. Étant de type "Plug and Play", la configuration de la carte d'acquisition dans l'ordinateur est gérée par le système d'exploitation (Windows 95). Un programme fourni avec la carte (WDAQCONF) permet de changer les paramètres de cette configuration automatique. Par exemple, il est possible de changer la plage (en volts) des signaux analogiques d'entrée: pour ce projet, la plage -10V à 10V sera utilisée avec les canaux en RSE (Referential Single Ended).

Un câble de 2 m relie la DAQCard-700 au boîtier de connexion fixé à la structure de base du SEM. Ce boîtier reçoit par l'intermédiaire de fils les différences de potentiel existant sur les divers potentiomètres installés sur le SEM. Une boîte d'alimentation 24V 1.2A est utilisée pour fournir les tensions nécessaires sur les instruments de mesures. Étant donné que la tension fournie aux potentiomètres (24V) est supérieure au maximum de la plage des signaux d'entrée de la carte (10V), des résistances (R=12Ω) ont été installées en série avec les instruments de mesures: ceci permet de ramener la tension fournie aux instruments à environ 10V (24V-12Ω*1.2A=9.6V).

En ce qui concerne l'installation des potentiomètres sur la structure du SEM, il a été nécessaire de concevoir et de faire fabriquer divers types de supports et accouplements afin d'effectuer la mesure des paramètres géométriques désirés. La figure 2.5 et la figure 2.6 présentent un exemple de montage utilisé pour chaque type de potentiomètres. Les dessins de détails des pièces conçues pour l'installation des potentiomètres sont présentés à l'annexe B.

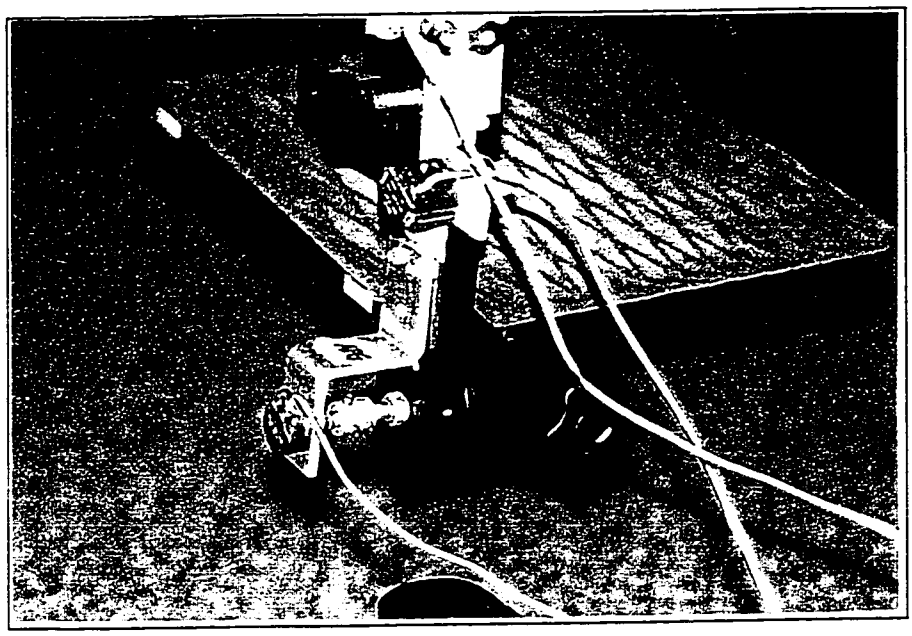


Figure 2.5 - Exemple de montage utilisé pour les potentiomètres 1 tour



Figure 2.6 - Exemple de montage utilisé pour les potentiomètres 10 tours

2.3.1.3 Choix de l'interface de communication avec la carte d'acquisition

La carte d'acquisition externe (DAQCard-700 de National Instrument (Texas)) fonctionne avec le système de la norme PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association). Lors de l'installation de la carte dans l'ordinateur, il est possible de choisir le type d'interface de communication à installer afin de pouvoir lire les valeurs des signaux recueillis par la carte.

Afin de bien choisir le type d'interface, les critères définis dans le cahier des charges ont servi à l'évaluation des différentes options possibles. En effet, l'interface doit permettre d'être lancé à partir du logiciel de représentation des mesures, d'afficher dans une fenêtre toutes les mesures géométriques en unités d'angle et de longueur et d'enregistrer les résultats dans un format défini afin de les récupérer dans le logiciel de représentation des mesures.

Tout d'abord, la première option consistait à utiliser le logiciel DAQWare (fourni avec la carte d'acquisition) afin de visualiser les mesures des signaux lus par la carte. Ce logiciel est très simple d'utilisation, mais son utilisation vise principalement à vérifier le bon fonctionnement du système d'acquisition de données, car les valeurs des mesures des canaux ne peuvent être affichées qu'en mode binaire ou en unités de tension (volts). Toutefois, il est possible d'exporter des résultats par un enregistrement dans un fichier sous différents types de formats. Le logiciel DAQWare ne répondant pas entièrement aux critères essentiels de l'interface de programmation, il n'a pas été retenu comme support de développement.

Également, il est possible de choisir de développer un interface de programmation sous Labview, Lab for Windows et CVI. Ces options sont adaptées lorsqu'il y a beaucoup de mesures à effectuer (les paramètres à mesurer varient dans le temps), car elles permettent de développer des environnements conviviaux avec l'utilisateur pour l'acquisition et la sauvegarde des résultats. Pour ce projet de recherche, ces structures sont beaucoup trop complexes pour les besoins de l'interface: en effet, les paramètres géométriques du SEM ne varient pas dans le

temps. De plus, le lancement d'un interface développé sur ces supports ne peut être fait que dans des applications particulières. C'est pourquoi ces options n'ont pas été choisies pour le développement de l'interface de communication.

La dernière option de développement de l'interface consistait en l'utilisation d'un langage de programmation et de fonctions fournies avec la carte. Le langage de programmation C++ s'avérait la meilleure solution, car il répondait très bien à tous les besoins de l'interface. En effet, il est possible de créer un programme exécutable qui peut être lancé dans divers applications, de faire afficher une fenêtre graphique avec les mesures de chacun des paramètres géométriques correctement calibrées et d'enregistrer les résultats sous un format défini afin de pouvoir les récupérer facilement. Ainsi, les librairies de développement de C++ (fournies avec la carte et contenant de nombreuses fonctions permettant de communiquer avec celle-ci) ont été installées et utilisées pour l'élaboration de l'interface permettant de lire les signaux recueillis par la carte. Pour ce projet, la version Borland 4.5 de C++ a été utilisée afin de développer l'interface. Le code source de ce programme est présenté à l'annexe D. La figure 2.7 illustre un exemple d'acquisition obtenue avec l'interface de communication développé avec Borland C++ 4.5 (programme CARTEDAQ.EXE). Le logiciel permet la lecture en unités de mesure de longueur ou d'angle et en volts afin de faire le calibrage du système (tension initiale lue pour une orientation ou dimension donnée).

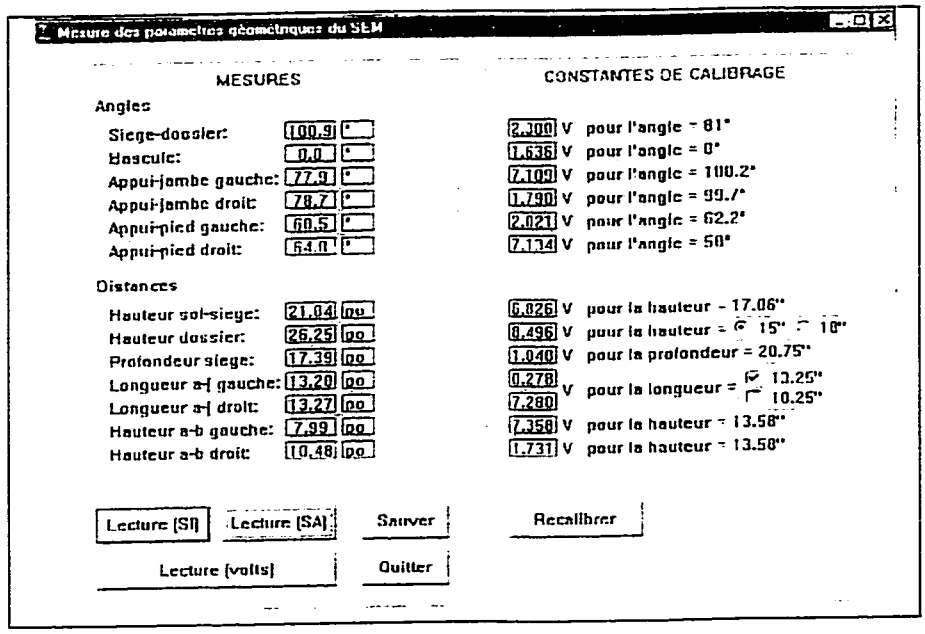


Figure 2.7 - Interface de communication CARTEDAQ.EXE

2.3.1.4 Procédure de calibrage des potentiomètres

Étant donné que la carte d'acquisition lit et retourne les valeurs des différences de potentiel présentes sur les potentiomètres, il est devenu alors nécessaire d'élaborer une procédure de calibrage permettant de convertir en unités de mesures adéquates (cm ou degrés) les valeurs des mesures obtenues en volts. Ainsi, un montage simple en bois sur lequel un goniomètre a été collé, illustré par le schéma de la figure 2.8, a été utilisé pour réaliser le calibrage des potentiomètres. Avec ce montage, la structure externe de l'instrument de mesures est fixe et son arbre, placé au centre du goniomètre , est libre de tourner. Il est alors possible de faire varier l'angle de rotation du potentiomètre et de lire la valeur de tension correspondante avec le logiciel DAQWare.

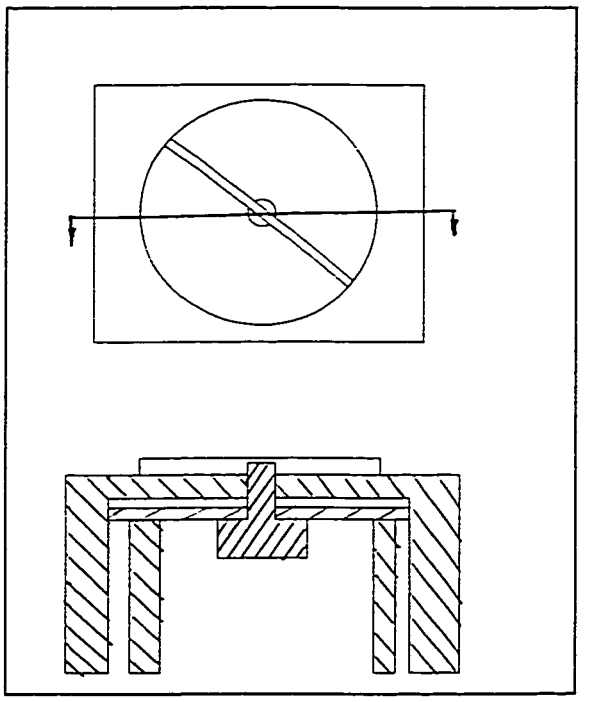


Figure 2.8 – Montage pour le calibrage des potentiomètres rotatifs

Ainsi, des mesures de tension ont été prises à tous les 15° dans le cas des potentiomètres 1 tour et à tous les 90° dans le cas des potentiomètres 10 tours sur l'ensemble de leur plage d'ajustement respective pour chacun des 13 potentiomètres. Par la suite, pour chacun de ces instruments de mesures, une corrélation linéaire a été obtenue entre les valeurs d'angles de rotation de l'arbre et les valeurs de tension mesurées: un exemple typique de courbe de calibrage obtenue est présentée à la figure 2.9. Étant donné la grande précision des corrélations linéaires (coefficient R^2 > 0.999 dans tous les cas), les pentes de ces droites ont pu être introduites dans le programme CARTEDAQ afin de réaliser les conversions nécessaires des mesures de tension. Il est à noter que la plage 2-7 V est celle où les corrélations linéaires sont les plus précises; les potentiomètres sont donc installés sur le fauteuil pour couvrir cette plage. L'erreur associée à cette procédure de calibrage est de ± 0.3° sur l'angle de rotation de l'arbre des potentiomètres.

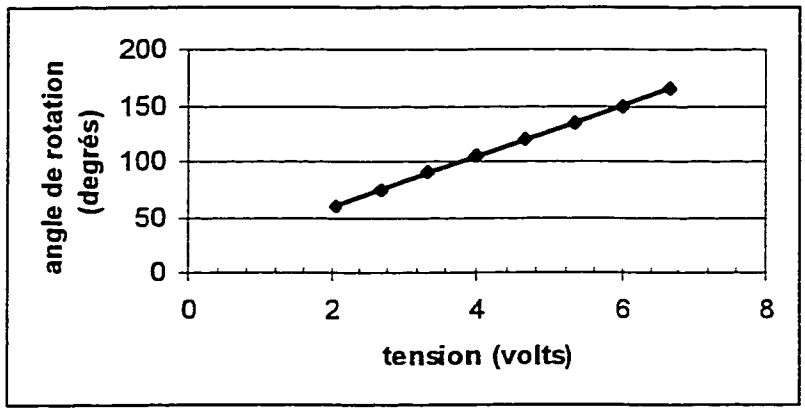


Figure 2.9 - Courbe de calibrage typique (potentiomètre 1 tour)

2.3.2 Distribution de pression sur le siège et le dossier

Tel que mentionné dans la section définissant le cahier de charges du projet, la distribution de pression sur le siège et le dossier du fauteuil de simulation est mesurée à l'aide d'un système que possède la Chaire industrielle CRSNG sur les aides techniques à la posture. Le système de mesures, produit par la compagnie Vista Medical Ltd (Winnipeg), consiste en une matrice de 225 capteurs capacitifs (15X15) pour le siège et d'une autre matrice de 240 capteurs capacitifs (16X15) pour le dossier. Une boîte d'acquisition qui se branche à un port série d'un ordinateur, le logiciel de gestion de l'acquisition FSA32 (Force Sensing Array, version 3.2) et un système de calibrage complètent l'instrumentation. La figure 2.10 présente ces équipements.

La matrice pour le siège peut mesurer des pressions variant jusqu'à 300 mm de Hg alors que celle du dossier ne peut dépasser plus de 100 mm de Hg. Vista Medical Ltd a conçu ses capteurs de cette façon puisque les pressions mesurées sont beaucoup plus élevées sur le siège que sur le dossier. Toutefois, la matrice du dossier est fabriquée avec des capteurs plus sensibles, améliorant ainsi la précision des mesures. Les matrices consistent en un réseau conçu à la main de minces capteurs carrés de 2.54 cm de côté et espacés de 2.86 $\pm$ 0.1 cm dans les deux dimensions (tel

que mesuré par M. François Poulin à l'aide du numériseur 3D dans le cadre d'un projet de fin d'études) . L'aire effective de ces capteurs est de 1.35 cm x 1.91 cm. Les capteurs sont entourés de fils extensibles et conducteurs et recouverts sur chacune des faces par un mince couche de latex. L'épaisseur totale de chacune des matrices est de 0.09 cm.

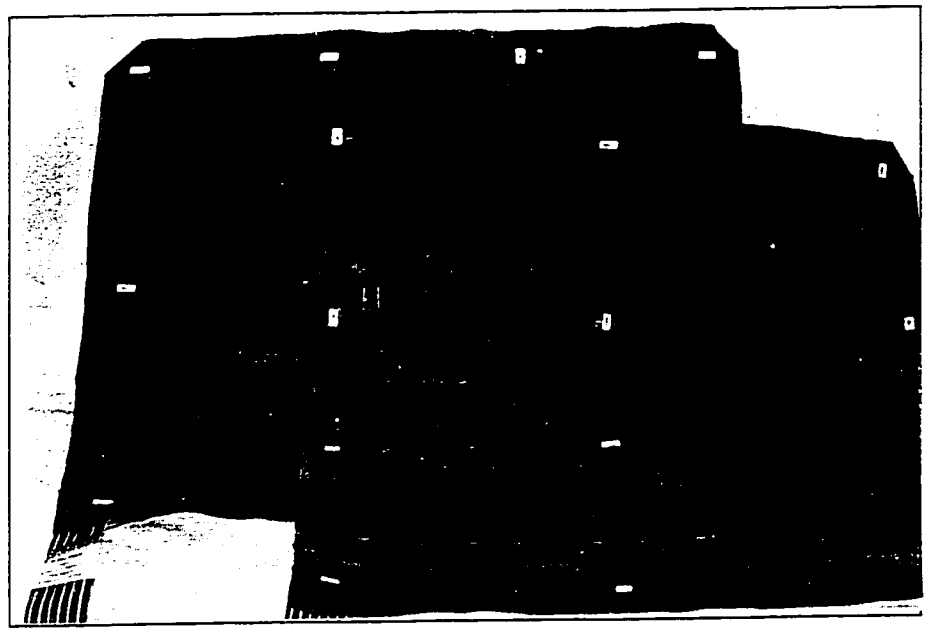


Figure 2.10 - Système de mesures de pression FSA (Force Sensing Array)

L'acquisition des données de la distribution de pression sur le siège et le dossier est gérée par le logiciel FSA32. Un exemple d'une telle acquisition est présenté à la figure 2.11: le graphique situé à la gauche représente la distribution de pression sur le siège alors que celui situé à droite illustre la distribution de pression sur le dossier.

Ainsi, le logiciel FSA32 offre divers choix de représentations des résultats de même que la possibilité d'enregistrer ceux-ci dans un fichier sous un format binaire (*.FSA). Étant donné que plusieurs acquisitions ("frames") peuvent être effectuées lors d'une séance de saisie données (leur nombre dépend de la fréquence d'acquisition du système ou celle définie par l'utilisateur), le logiciel offre la possibilité de visualiser

toutes ces acquisitions et de choisir celles qui doivent être enregistrées dans le fichier *.FSA. De plus, le logiciel FSA32 permet l'incorporation d'une zone de texte servant à la rédaction de commentaires pour chacune des acquisitions. Ces notes sont également enregistrées dans le fichier *.FSA.

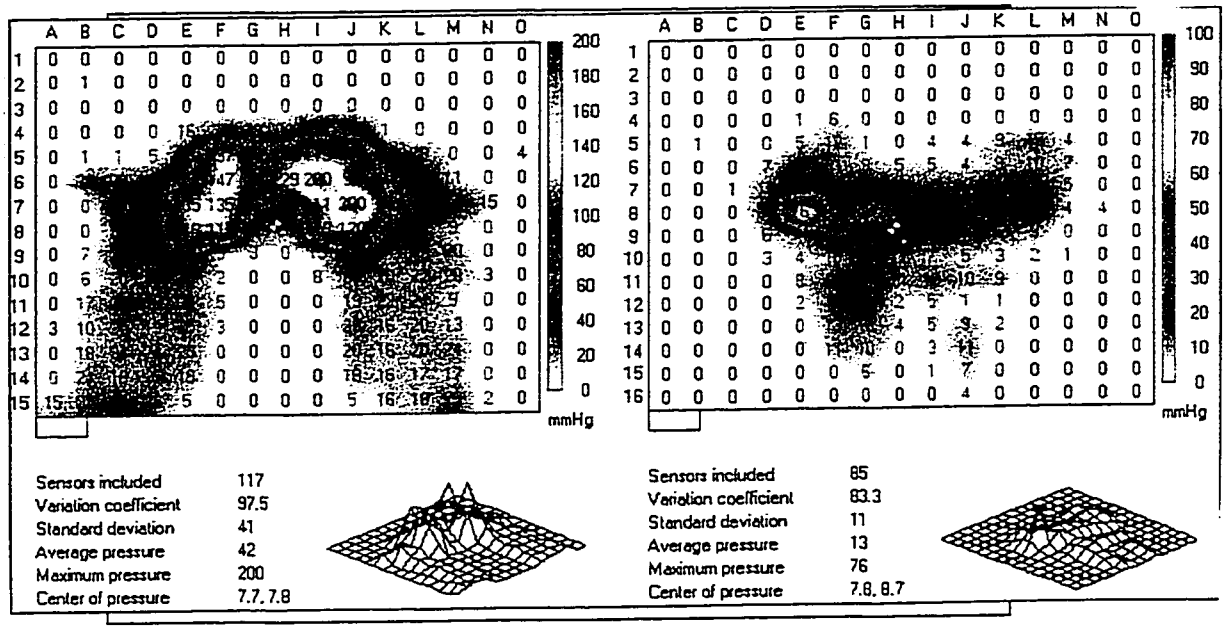


Figure 2.11 - Exemple d'acquisition de la distribution de pression obtenue avec FSA32 (matrice de siège et de dossier)

Enfin, le système d'acquisition possède une option "remote": la boîte d'acquisition peut être débranchée du données à l'aide d'une pile 9V. Les données sont alors gardées en mémoire dans la boîte d'acquisition et peuvent être transférées ultérieurement dans le logiciel FSA32. Comme ce format d'acquisition fait appel à une mémoire tampon, la quantité de données qui peut y être recueillies est limitée. Cette option peut être utile pour effectuer des acquisitions lorsqu'il n'y a pas possibilité de relier la boîte à un ordinateur.

Quant à la précision de ce système de mesures, pour chacune des matrices, elle dépend fortement de la qualité de leur calibrage. En effet, la procédure de calibrage, incluse dans le logiciel d'acquisition, génère un fichier de calibrage (*.CAL)

permettant de traduire en unités de pression les signaux analogiques lus par le système d'acquisition. Plus cette procédure est bien suivie, plus le fichier de calibrage sera représentatif de l'état des matrices de capteurs et plus les résultats seront précis. Quantitativement, selon les spécifications fournies par le fabricant, cette précision peut varier entre ± 5% et ± 10% selon la qualité du calibrage et la région de la plage. Enfin, la fréquence d'acquisition du système FSA est de 8 Hz pour l'acquisition des données d'une matrice de capteurs et est quelque peu inférieure à 8 Hz pour l'acquisition des données de pression des deux matrices simultanément.

Afin de fixer les matrices de capteurs de pressions sur le SEM, du ruban gommé, des pinces (comme celles utilisées pour retenir des feuilles) ainsi que du velcro peuvent être utilisés selon les besoins.

2.3.3 Position relative des matrices de pression par rapport au SEM

Pour le présent projet de recherche, les matrices de capteurs de pression sont directement placées sur le siège et le dossier du SEM, et l'acquisition se fait à l'aide du logiciel FSA32. Comme il est nécessaire de connaître la position relative dans l'espace des matrices de pression par rapport à la structure du SEM afin de pouvoir les visualiser dans le logiciel de représentation des mesures, un numériseur 3D est utilisé pour effectuer ces mesures. Le numériseur 3D est un appareil qui permet de mesurer la position dans l'espace de repères selon un référentiel défini.

Le numériseur 3D utilisé pour ce projet de recherche, le Microscribe 3DL, est celui acheté par la Chaire industrielle CRSNG sur les aides techniques à la posture. Cet instrument consiste en quatre membrures articulées avec potentiomètres et est fabriqué par la compagnie Immersion Corporation (Californie). Il est représenté à la figure 2.12.

Cet appareil peut mesurer la position tridimensionnelle de n'importe quel repère dans une hémisphère de 83.8 cm de rayon et possède une précision de ± 0.064 cm (erreur spécifiée par le fabricant).

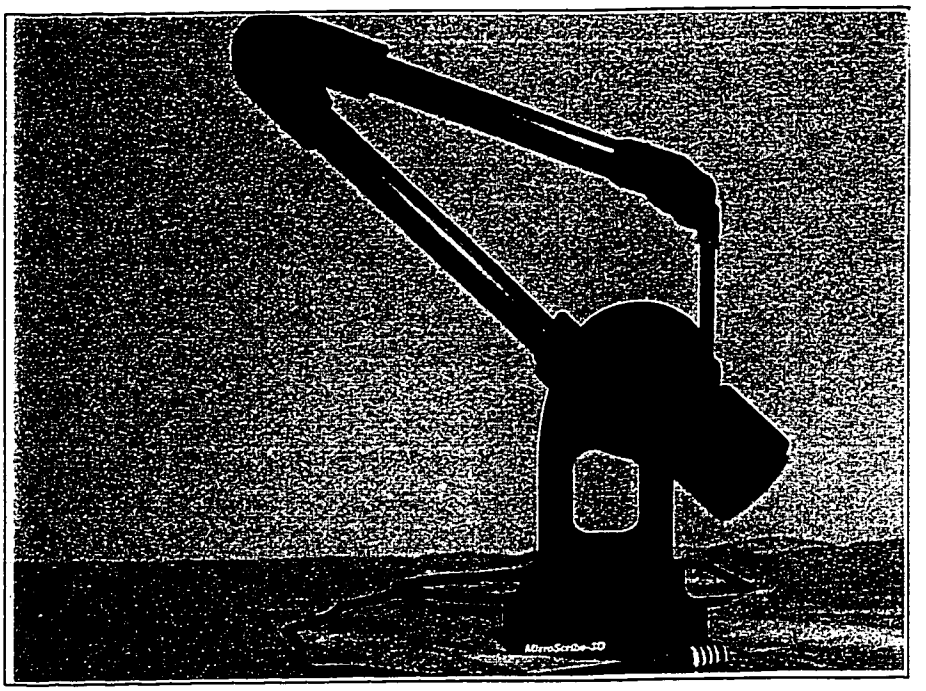


Figure 2.12 -Microscribe 3DL

En effet, en déplaçant les membrures du numériseur, le pointeur peut être positionné sur le repère et la mesure de ses coordonnées (x,y,z) est effectuée en utilisant un bouton pressoir. Il est possible, avant de procéder à ces mesures, de définir un référentiel bien précis dans lequel les coordonnées spatiales des repères sont mesurées.

Le numériseur, relié à un ordinateur par un port série, possède un interface (logiciel INSCRIBE) permettant de choisir dans quel type d'application (Excel, Word, Notepad, Autocad, Matlab, etc) les résultats des mesures sont transférés. Il s'agit alors par la suite de réaliser le traitement nécessaire de ces coordonnées pour obtenir les informations recherchées. Ainsi, le numériseur 3D peut servir à définir la position et la forme de n'importe quel objet dans un référentiel défini par défaut ou par l'utilisateur.

Afin d'intégrer le numériseur à la structure du SEM, un système simple de support a été utilisé pour ce projet de recherche et est illustré à la figure 2.13.

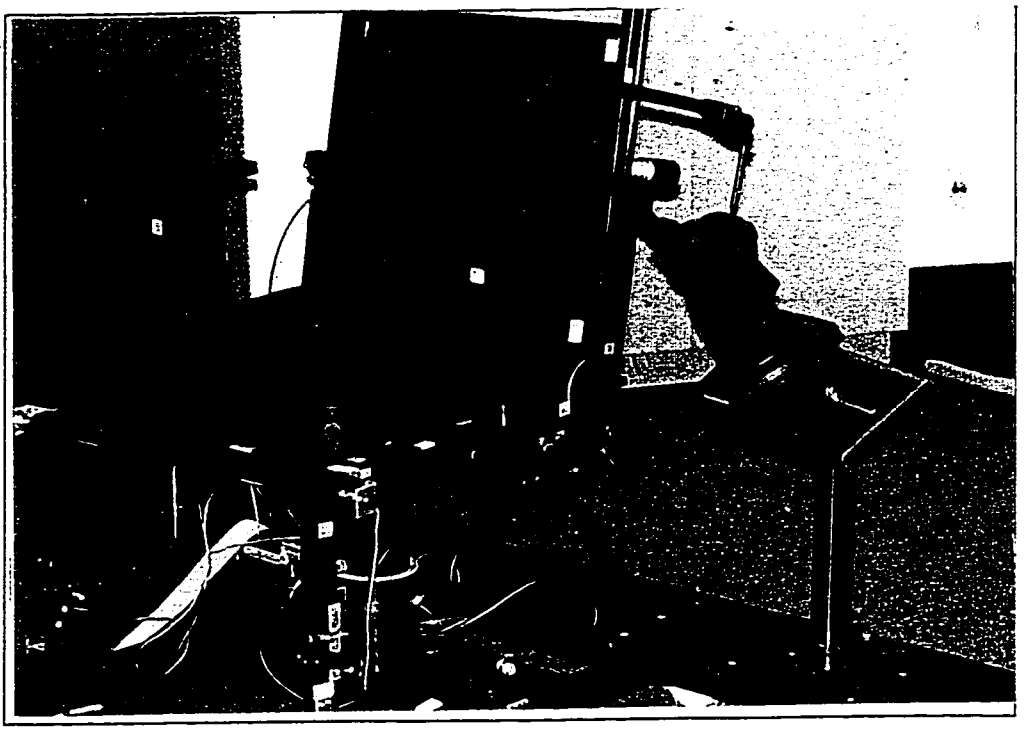


Figure 2.13 - Système de support du numériseur utilisé

Toutefois, comme ce système est quelque peu encombrant et peu discret, une solution pour un nouveau système de support du numériseur a été identifiée et est présentée à la figure 2.14. Cette solution s'intègre facilement à la structure du SEM tout en permettant des ajustements dimensionnels afin de positionner le numériseur à l'endroit désiré. Les dessins de détails des pièces du système sont présentés à l'annexe C. Il est à noter que le nouveau système n'a pas été fabriqué.

La position tridimensionnelle de repères sur la matrice de pression du siège et du dossier du SEM peut être mesurée à l'aide du Microscribe 3DL. Les coordonnées des repères mesurées sont alors transmises au logiciel de représentation des mesures qui réalisera le traitement de ces données afin de pouvoir générer l'affichage des surfaces correspondant à la forme des matrices de capteurs de pressions. Tel que

mentionné précédemment, un travail préalable fait par M. François Poulin sur la position exacte des capteurs de pressions dans la matrice (mesurée avec le numériseur 3D) a démontré que les capteurs sont espacés d'un pas de 2.86 ± 0.1 cm. Étant donné le faible écart-type, il est possible de supposer un pas régulier afin de réaliser la représentation tridimensionnelle des matrices de pressions dans le logiciel de visualisation.

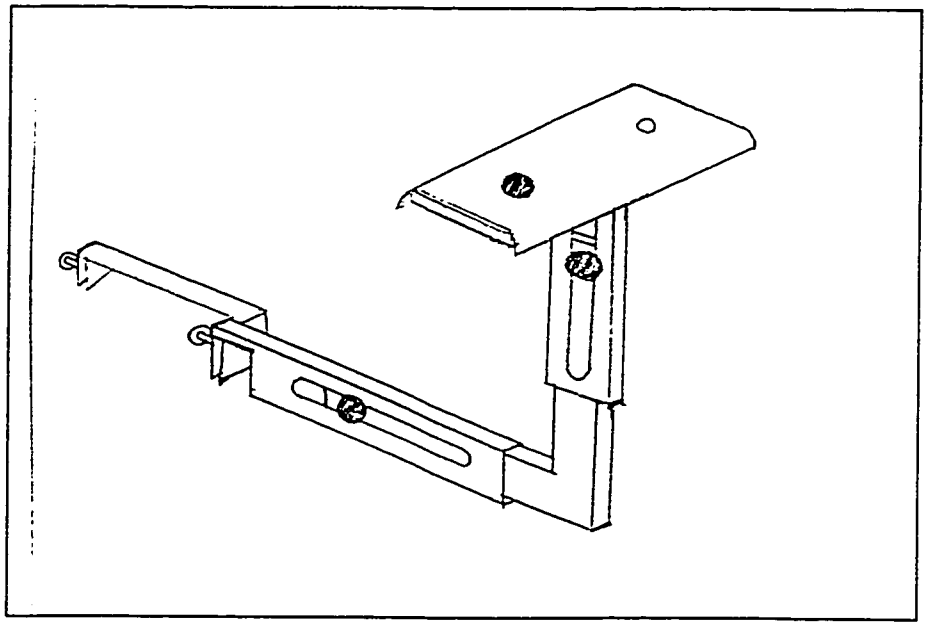


Figure 2.14 - Système de support du numériseur conçu

Les repères utilisés sur les matrices de capteurs de pression définissent le contour de celles-ci. En effet, afin de pouvoir représenter graphiquement leur forme 3D, il est nécessaire de mesurer la position de repères situés le long des extrémités des matrices. De plus, la position d'un certain nombre de repères situés à l'intérieur du contour est mesurée afin de compléter l'information nécessaire au logiciel de représentation des mesures. Leur nombre exact et la séquence de la prise de mesures sont discutés plus en détails à la section 2.6.

2.4 Logiciel de représentation des mesures PRESSEM

Afin d'effectuer l'adaptation du SEM en un outil de recherche sur les aides techniques à la posture, un logiciel permettant de visualiser l'ensemble des mesures prises sur le SEM (paramètres géométriques, distribution de pression sur le siège et le dossier et position relative des matrices de pression) a été développé. Ainsi, le but premier du logiciel est de rassembler les mesures prises sur le SEM provenant des différentes sources de mesures et de représenter tous ces résultats (numériques et graphiques) sur une seule image.

Cette section présente la démarche qui a été suivie afin de choisir le bon support de programmation pour le développement du logiciel de représentation des mesures et de respecter les critères de conception établis dans le cahier des charges. Par la suite, le fonctionnement général du support de programmation choisi est décrit. Enfin, la structure du logiciel de représentation des mesures est présentée et expliquée en détails.

2.4.1 Choix du support de programmation

Les critères de conception du logiciel de représentation des mesures ayant été établis dans le cahier des charges, le choix du support de programmation a pu être fait en considérant ces critères. Tout d'abord, il fallait un support dont l'apprentissage était assez rapide et que des personnes ressources connaissaient bien, afin de pouvoir résoudre plus facilement les problèmes de programmation rencontrés. Également, les représentations graphiques devaient pouvoir être obtenues facilement et le support devait permettre de créer des interfaces de contrôles graphiques. En effet, un des objectifs du projet étant de visualiser un ensemble de résultats sous forme graphique, il devint alors évident que le support de programmation choisi devait permettre d'effectuer ces tâches aisément. Pour en faciliter son utilisation, il est essentiel que le support de programmation offre la possibilité de créer des interfaces de contrôles graphiques (menus, boutons, zones d'édition, listes déroulantes,...) retrouvés généralement dans les applications Windows. Enfin, l'importation et l'exportation de données devaient être possibles puisque celles-ci proviennent de diverses sources et

que l'information fournie par le logiciel peut être utilisée de diverses façons. Ainsi, le support choisi devait être en mesure d'échanger de l'information avec des logiciels ou applications de formats différents.

MATLAB a été choisi comme support de programmation, car il répondait très bien à ces exigences. En effet, à l'aide de fonctions simples et quelques lignes de commandes, il est possible de générer une vaste gamme de surfaces 3D et d'en régler l'apparence selon les besoins. Les interfaces de contrôles graphiques permettent de simplifier l'utilisation du logiciel par la création de barres de menus, menus déroulants, listes déroulantes et autres boutons. Avec MATLAB, il est possible d'importer des données provenant de diverses sources et d'exporter des résultats sous des formats définis. MATLAB permet également des échanges d'informations avec des programmes écrits en C à l'aide de fonctions de transferts prévues à cette fin. Il est également possible de lancer un autre type d'application à partir de MATLAB, ce dernier offrant la possibilité de retourner le contrôle au système d'exploitation. Dans MATLAB, toutes les variables sont construites sous forme de matrices ; les calculs matriciels sont alors très simples et très rapides à effectuer. Cette structure se prête donc bien à la création de surfaces tridimensionnelles. Enfin, MATLAB peut être utilisé sur diverses plates-formes; les programmes développés peuvent fonctionner sur des ordinateurs personnels ainsi que sur des stations de travail.

MATLAB a été préféré aux logiciels traditionnels de CAO (Autocad et Ideas par exemple), car ces logiciels ne permettent pas d'importer des données de diverses sources et la création de surfaces 3D aussi facilement que MATLAB. Également, avec ces logiciels, il est impossible de créer des interfaces de contrôles graphiques, objets essentiels au logiciel de représentation des mesures. Enfin, certains logiciels de CAO ne fonctionnent que sur des stations de travail (Ideas et Catia par exemple); étant donné que les systèmes d'acquisition de données fonctionnent sur des ordinateurs personnels, il est alors devenu évident que le choix de MATLAB était plus approprié que les logiciels de CAO.

MATLAB a également été préféré au langage de programmation C. En fait, MATLAB n'est pas étranger au langage C puisqu'il constitue une banque de fonctions de diverses natures (mathématiques, analyse de données, analyse de signal, graphiques, etc) programmées en C. Il est alors beaucoup plus simple d'utiliser MATLAB que de définir des procédures de représentations graphiques, car celles-ci sont déjà définies dans MATLAB. De plus, comme les échanges sont possibles entre les programmes écrits en C et MATLAB, le choix de MATLAB comme support de programmation n'exclut pas le développement de procédures en C pour des tâches bien spécifiques.

Ainsi, le choix de MATLAB comme support de programmation s'imposait, car il répondait très bien aux exigences de représentations graphiques, de définition d'interface de contrôle et d'importation et exportation des données.

2.4.2 Utilisation de MATLAB

Pour le développement du logiciel de représentation des mesures, l'approche des fichiers M ("M-File") a été adoptée. Ces fichiers (*.m), écrits dans un éditeur de texte, consistent en une série de commandes MATLAB qui permettent d'automatiser certaines tâches. Ces fichiers M peuvent être soit des fonctions soit des procédures, selon qu'ils retournent ou non des valeurs. Les fonctions reçoivent des arguments d'entrées, exécutent certaines tâches et retournent des valeurs de sortie. Les procédures, elles, peuvent recevoir des arguments d'entrées et ne retournent aucune valeur. De cette façon, en utilisation des fichiers M, un échange d'informations est possible entre les différentes fonctions et procédures. Ainsi, une banque de fonctions et procédures a été créée pour le logiciel de représentation des mesures; cette banque vient s'ajouter à la banque de fonctions et procédures standard de MATLAB. Enfin, comme son nom l'indique, le logiciel de représentation des mesures permet de représenter graphiquement les différentes mesures prises sur le SEM. Ainsi, les fonctions graphiques de MATLAB ont été utilisées afin de générer le modèle fauteuil-distribution de pression.

2.4.3 Structure du logiciel de représentation des mesures PRESSEM

Tel que mentionné précédemment, l'approche de l'utilisation des fichiers M a été adoptée pour le développement du logiciel de représentation des mesures. En effet, il s'agissait de développer des fichiers avec un rôle bien spécifique à jouer afin de couvrir l'ensemble des critères de conception du logiciel de représentation des mesures définis dans le cahier des charges.

La figure 2.15 illustre la structure du logiciel de représentation des mesures en présentant l'ensemble des fichiers M créés. Il est à noter que le code source des programmes développés est présenté à l'annexe D.

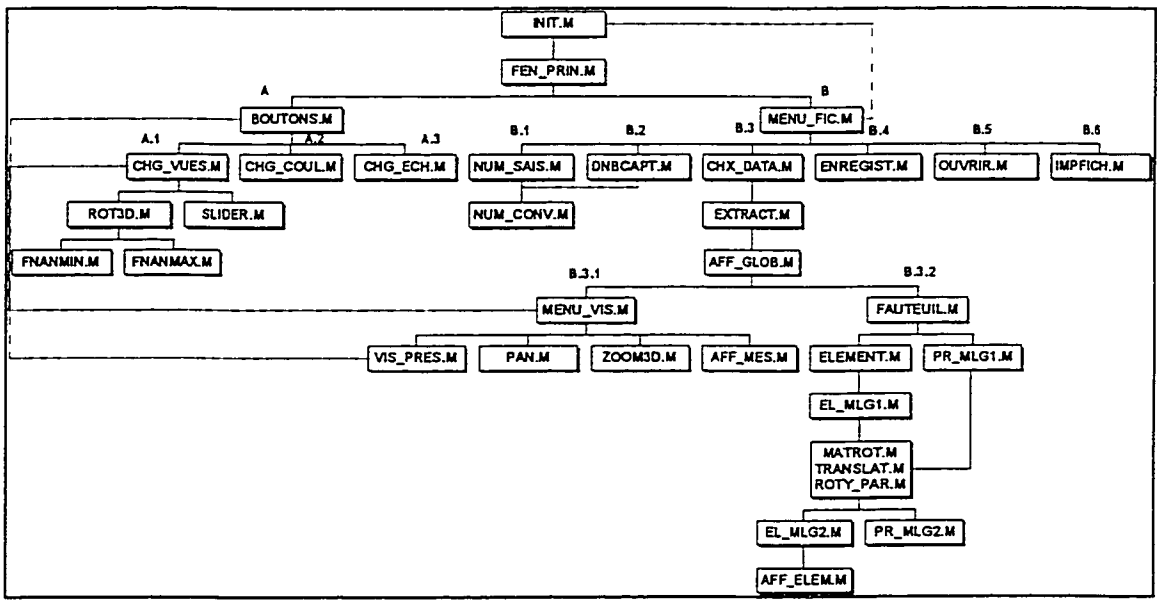


Figure 2.15 - Structure du logiciel de représentation des mesures PRESSEM

(les lettres en gras indiquent les différentes branches de la structure)

Les lettres en gras de la figure 2.15 indiquent les différentes branches de la structure hiérarchique de PRESSEM; ces dernières sont décrites plus en détails dans

les pages suivantes. Ainsi, le fichier INIT.M permet de lancer l'ensemble des programmes du logiciel de représentation des mesures à partir d'un appel dans la fenêtre de commande de MATLAB. Ce fichier permet également d'initialiser des variables globales utilisées dans les différents programmes de PRESSEM. Par la suite, l'appel au fichier FEN_PRIN.M permet de définir les propriétés de la fenêtre principale d'affichage de PRESSEM (dimensions, couleurs, etc.) de même que celles du système d'axes utilisé. En utilisant ces deux fichiers, il est donc possible d'afficher la fenêtre principale avec ses caractéristiques propres. Ensuite, le fichier FEN_PRIN.M fait appel à deux programmes qui scindent la structure hiérarchique du logiciel de représentation des mesures PRESSEM en deux branches distinctes: BOUTONS.M (branche A de la figure 2.15) et MENU_FIC.M (branche B de la figure 2.15).

Branche A

Tout d'abord, le fichier BOUTONS.M permet la création et l'affichage d'interface de contrôle graphique tels les listes déroulantes et les barres de défilement. Pour les listes déroulantes, les options ont été regroupées sous trois catégories: les points de vue, le type d'affichage des couleurs des résultats de la mesure de la distribution de pression sur le siège et le dossier et le type d'échelle utilisée pour représenter ces couleurs. Le fichier BOUTONS.M fait appel à trois programmes qui créent autant de branches: CHG_VUES.M (branche A.1), CHG_COUL.M (branche A.2) et CHG_ECH.M (branche A.3).

Branche A.1

Le fichier CHG_VUES.M permet de changer le point de vue d'observation du modèle du fauteuil de simulation selon quatre points de vue pré-établis (isométrique, face, profil, élévation) ou deux options permettant de générer un point de vue personnalisé. Pour ce dernier cas, le fichier CHG_VUES.M fait appel aux fichiers ROT3D.M qui permet de définir le point de vue avec les mouvements de la souris (bouton de gauche enfoncé) ainsi qu'au fichier SLIDER.M qui lui crée une barre de défilement pour chacune des variables définissant le point de vue (l'angle d'azimuth et l'angle d'élévation). L'utilisateur peut donc faire varier chacune des deux variables en

déplaçant le curseur sur la barre de défilement correspondante, voir afficher la nouvelle valeur de la variable ainsi que le modèle sous le nouveau point de vue spécifié. Finalement, il est bon de mentionner que le programme ROT3D.M a besoin des fichiers FNANMIN.M et FNANMAX.M pour être exécuté.

Branche A.2

Le fichier CHG_COUL.M permet de choisir le type d'affichage des couleurs des résultats de la mesure de la distribution de pression sur le siège et le dossier. En effet, il est possible de représenter ces résultats avec des couleurs brutes ou interpolées. Pour les couleurs brutes, chaque capteur est représenté par une couleur correspondant à la mesure prise. Pour les couleurs interpolées, MATLAB fait une interpolation 2D linéaire des résultats de le mesure de la distribution de pression afin de générer un patron de couleurs sous forme de contours. De cette façon, chaque capteur de pression est représenté par plus d'une couleur.

Branche A.3

Dernier programme appelé par BOUTONS.M, le fichier CHG_ECH.M permet de choisir le type d'échelles à appliquer sur les couleurs correspondant aux résultats de la distribution de pression. En effet, il est possible de représenter ces couleurs selon une échelle absolue (la valeur maximale du code de couleurs étant la valeur maximale de calibrage des matrices de capteurs de pression) ou selon une échelle relative (la valeur maximale du code de couleurs étant la valeur maximale des mesures de la distribution de pression sur le siège et le dossier).

Finalement, le fichier BOUTONS.M permet de créer une barre de couleurs avec graduation en mm de Hg servant de légende aux couleurs utilisées pour représenter la distribution de pression sur le siège et le dossier. Cette barre de couleurs est affichée dans le coin inférieur droit de la fenêtre principale. Selon les options choisies dans les listes déroulantes de changement de couleurs et d'échelle, la plage de la barre de couleurs est ajustée correctement grâce aux programmes CHG_COUL.M et CHG_ECH.M.

Branche B

L'autre branche principale de la figure 2.15 débute avec le fichier MENU_FIC.M. Comme son nom l'indique, ce fichier permet de définir et de faire afficher les éléments du menu Fichier de PRESSEM dont les options de la barre de menus sont présentées à la figure 2.16. Chacun de ces éléments de menu peut à son tour appeler d'autres fichier M. En effet, le fichier MENU_FIC.M fait appel à six programmes qui créent autant de branches: NUM_SAIS.M (branche B.1), DNBCAPT.M (branche B.2), CHX_DATA.M (branche B.3), OUVRIR.M (branche B.4), ENREGIST.M (branche B.5) et IMPFICH.M (branche B.6).

Branches B.1 et B.2

En ce qui concerne l'entrées de données dans le logiciel de représentation des mesures, plusieurs options sont offertes à l'utilisateur. En effet, il est possible de réaliser la saisie de coordonnées de repères mesurées à l'aide du numériseur 3D avec le fichier NUM_SAIS.M. Ce fichier permet de définir une fenêtre secondaire dans laquelle une zone d'édition permet d'effectuer la saisie des coordonnées des repères. Lorsque l'opération de saisie est terminée, le fichier fait appel au programme NUM_CONV.M qui convertit les chaînes de caractères saisies en matrices de trois colonnes (x,y,z) et enregistre ces matrices comme variables globales du logiciel de représentation des mesures. Également, dans le cas où des éléments de contact auraient été numérisés antérieurement, il est possible de récupérer le fichier contenant les données permettant d'afficher les éléments évalués. Enfin, pour des éléments de contact de siège et de dossier, le programme DNBCAPT.M fait alors apparaître une fenêtre secondaire dans laquelle l'usager entre le nombre de capteurs de pression recouvrant l'élément à afficher.

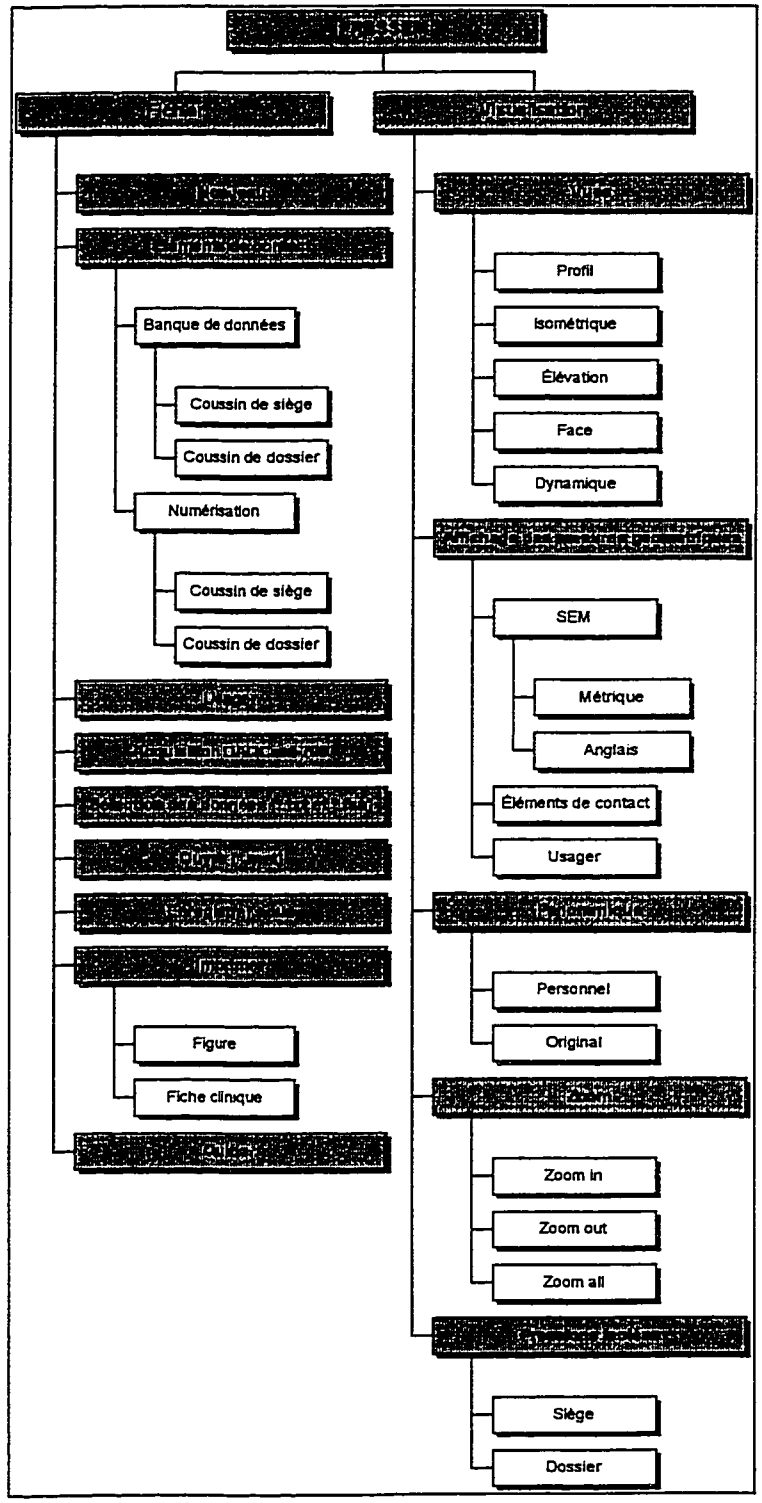


Figure 2.16 - Options des menus Fichier et Visualisation de PRESSEM

Branche B.3

Également, comme option d'entrée de données dans le menu Fichier, il est possible de choisir les fichiers contenant les résultats des mesures géométriques prises sur le SEM et ceux provenant de la mesure de la distribution de pression sur le siège et le dossier générés par le logiciel FSA32. En effet, des boîtes de dialogue permettent à l'utilisateur de sélectionner ces deux fichiers. Le programme CHX_DATA.M permet d'effectuer ces opérations. Une fois les fichiers de données choisis, le programme extrait les données et les enregistre comme variables globales dans le logiciel de représentation des mesures. Le programme EXTRACT.M permet d'extraire les résultats de la mesure de la distribution de la pression sur le siège et le dossier en faisant la moyenne des valeurs mesurées par chacun des capteurs pour toutes les acquisitions ("frames"). Ce programme retourne donc deux matrices de résultats: une de 15 par 15 pour le siège et une de 16 par 15 pour le dossier. Il est à noter que la saisie des mesures des paramètres géométriques du SEM doit être effectuée avant la sélection du fichier *.FSA des mesures de distribution de pression. L'utilisateur du logiciel de représentation des mesures doit respecter l'ordre des étapes à suivre afin de représenter les résultats provenant des différentes mesures.

Une fois toutes les données d'entrée choisies, extraites et enregistrées dans le logiciel de représentation des mesures comme variables globales, le fichier AFF_GLOB.M permet d'effectuer l'affichage de cet ensemble de résultats de même que des autres options de menus du logiciel. Il fait appel à deux programmes qui créent autant de branches: MENU_VIS.M (branche B.3.1) et FAUTEUIL.M (branche B.3.2).

Branche B.3.1

Afin d'effectuer des opérations de visualisation sur le modèle fauteuil-distribution de pression, le fichier AFF_GLOB.M appelle le programme MENU_VIS.M. Celui-ci permet de définir et d'afficher les éléments du menu Visualisation de PRESSEM dont les options sont présentées à la figure 2.16. Il est alors possible de

changer les points de vues (de la même façon qu'avec la liste déroulante décrite précédemment), d'effectuer des panoramiques (fichier PAN.M) et des zooms (fichier ZOOM3D.M) sur le modèle, de changer le type de mesures géométriques à afficher et de visualiser les courbes de distributions de pression de façon isolée dans une fenêtre secondaire (fichier VIS_PRES.M). En ce qui concerne le changement de point de vue, les options offertes sont les mêmes que celles décrites dans la branche A.1. Enfin, il est possible de changer l'affichage du type de mesures géométriques avec le fichier AFF_MES.M. Celui-ci permet d'effectuer l'affichage du type de mesures géométriques choisi (SEM, éléments de contact et usager) dans une zone de texte située à l'extrémité droite de la fenêtre principale d'affichage. Dans le cadre du présent projet de recherche, les mesures géométriques affichées par défaut dans PRESSEM sont celles prises sur le SEM. Toutefois, la structure de programmation permet l'incorporation de l'affichage de résultats des deux autres types de mesures géométriques.

Branche B.3.2

Le modèle du fauteuil de simulation est créé avec le programme FAUTEUIL.M. Les diverses composantes du fauteuil sont créées et orientées correctement dans l'espace grâce aux fichiers ELEMENT.M, EL_MLG1.M, EL_ML2.M ainsi que MATROT.M, TRANSLAT.M et ROTY_PAR.M. Le programme AFF_ELEM.M permet d'afficher chacune de ces composantes dans la fenêtre principale du logiciel de représentation des mesures. Chacune des composantes consiste en l'assemblage de six surfaces planes formant un prisme rectangulaire: chacune des surfaces est un maillage dont le nombre de mailles peut être varié. Il a été nécessaire de définir ainsi les composantes du fauteuil afin d'éliminer les problèmes de visualisation de MATLAB au niveau du découpage des surfaces lorsque celles-ci se superposent.

Le programme FAUTEUIL.M permet également de générer les surfaces représentant les matrices de capteurs de pressions avec les valeurs de pressions mesurées affichées sous formes de couleurs. Les surfaces peuvent être courbes ou plates, selon les valeurs obtenues par la saisie des coordonnées de repères mesurées

avec le numériseur 3D. Les côtés des coussins de siège et de dossier sont alors générés sous formes de surfaces planes et affichées afin de rendre le modèle plus complet. De plus, il est possible de représenter les matrices de pressions directement sur le siège et le dossier avec les fichiers PR_MLG1.M, PR_MLG2.M et MATROT.M, TRANSLAT.M et ROTY_PAR.M.

Branche B.4

Le fichier MENU_FIC.M (branche B de la figure 2.15) permet également l'enregistrement des différents résultats provenant des mesures prises sur le SEM sous forme de fichier binaire généré par MATLAB (*.mat) grâce au programme ENREGIST.M. Dans de tels fichiers *.mat, il est possible d'enregistrer plusieurs variables (nom et valeur). Ainsi, toutes les variables nécessaires à l'affichage du modèle du fauteuil de simulation pour une condition d'utilisation donnée peuvent être enregistrées dans un fichier *.mat pour pouvoir être récupérées ultérieurement afin de les visualiser. Cette méthode a donc l'avantage de réunir en un seul fichier toutes les données essentielles à la visualisation du modèle pour une condition d'utilisation donnée.

Branche B.5

Après avoir enregistré des données dans un fichier *.mat, il est possible de les recharger en mémoire à l'aide du fichier OUVRIR.M et de générer l'affichage du modèle dans la fenêtre principale de PRESSEM.

Branche B.6

Finalement, la dernière option du menu Fichier consiste en l'impression des résultats graphiques et numériques obtenus avec les prises de mesures sur le SEM et le logiciel de représentation des mesures PRESSEM. L'impression du modèle et de la barre de couleurs de la fenêtre principale est faite à partir du fichier MENU_FIC.M alors que la génération d'une fiche clinique contenant les coordonnées de l'usager et les différents résultats numériques est obtenue avec le programme IMPFICH.M. En effet, un fichier de type texte est généré et contient des informations sur l'usager

(obtenues avec une fenêtre secondaire de saisie) ainsi que les résultats des différentes mesures géométriques. L'utilisateur peut donc par la suite imprimer le contenu de ce fichier et le garder en mémoire pour fin d'archivage.

2.5 Procédure de validation de l'outil de recherche

Afin d'évaluer la précision des mesures géométriques prises sur le SEM, il est nécessaire d'élaborer une procédure permettant de connaître l'erreur du système de mesures développé pour ce projet de recherche. En effet, cette procédure est essentielle à la vérification de l'atteinte des objectifs de précision préalablement fixés: pour ce projet de recherche, une précision de ± 1° pour les mesures angulaires et de ± 0.4 cm pour les mesures linéaires a été établie dans le cahier des charges.

Un système de mesures indépendant du système de mesures développé doit donc être utilisé pour effectuer la validation des résultats obtenus avec l'outil de recherche. Il est nécessaire que la précision d'un tel système de référence soit connue de façon précise et respecte les objectifs visés. Ainsi, cette section a pour but de présenter la démarche suivie dans le choix de ce système de mesures de référence, l'identification du système d'axes et des repères utilisés ainsi que la méthode employée pour évaluer la précision de l'outil de recherche.

2.5.1 Choix du système de mesures de référence

Tel que mentionné précédemment, la précision du système de mesures de référence doit être connue et respecter les objectifs désirés pour ce projet de recherche (± 1° pour les angles et ± 0.4 cm pour les distances). Ces conditions sont nécessaires à la validation des résultats obtenus avec le système de mesures géométriques développé. Étant donné que le numériseur 3D est un instrument de mesure très précis (± 0.064 cm sur la position tridimensionnelle de repères selon les spécifications du fabricant) et qu'il peut être intégré facilement à la structure du SEM, le choix de cet instrument s'imposait comme système de mesures de référence. Il est

alors possible d'utiliser MATLAB et certaines fonctions de saisies créées dans PRESSEM afin de réaliser les calculs nécessaires à l'obtention des angles et distances voulus.

Ainsi, à l'aide de marqueurs disposés sur les différentes composantes du fauteuil de simulation instrumenté, il est possible de calculer des angles et des distances à partir de la mesure des coordonnées de ces repères. En effet, pour mesurer un angle, il suffit de définir deux repères sur chacune des deux membrures de l'articulation (l'une est fixe et l'autre peut se déplacer en rotation) et de mesurer les coordonnées de ces repères à l'aide du numériseur 3D. Les deux points de chacune des membrures définissent un vecteur et il est alors possible de calculer l'angle entre les deux vecteurs ainsi formés (formule du produit scalaire). Pour les distances, il suffit de mesurer les coordonnées de deux repères, un sur chacune des membrures de l'articulation (l'une est fixe et l'autre peut se déplacer en translation). La distance peut alors être calculée entre les deux points.

La précision du numériseur 3D de ± 0.064 cm porte sur la distance tridimensionnelle séparant le repère pointé et la mesure enregistrée. Il est possible de décomposer cette précision selon chacune des trois coordonnées spatiales. En effet, en assumant que l'erreur sur chacune des coordonnées est la même, il est possible de trouver la précision sur ces coordonnées à l'aide de l'équation suivante:

$$\varepsilon = \sqrt{\delta^2 + \delta^2 + \delta^2} = \sqrt{3\delta^2} = \sqrt{3}\delta = 0.064cm \qquad (2.1)$$

$$\delta = \frac{0.064}{\sqrt{3}} = 0.037cm$$

Pour ce projet de recherche, les repères sont définis dans des plans parallèles. La précision du calcul de la distance séparant deux repères peut alors être déterminée avec la formule:

$$\varepsilon = \sqrt{\delta^2 + \delta^2} = \sqrt{2\delta^2} = \sqrt{2}\delta$$
$$\varepsilon = \sqrt{2} \cdot 0.037 = 0.052cm \qquad (2.2)$$

Cette précision respecte donc très bien l'objectif de 0.4 cm défini dans le cahier des charges en ce qui concerne la mesure des paramètres géométriques linéaires. La précision du calcul des angles à partir de la définition de deux vecteurs peut être obtenue à l'aide de relations trigonométriques simples (en supposant l'erreur maximale):

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{2 \cdot \delta}{a_1}\right) + \tan^{-1}\left(\frac{2 \cdot \delta}{a_2}\right) \qquad (2.3)$$

où $\delta = 0.037$ cm;

a_1 = distance entre les points du premier vecteur;

a_2 = distance entre les points du deuxième vecteur.

Ainsi, la précision du calcul des angles (erreur maximale) dépend de la distance séparant les deux repères formant chacun des deux vecteurs utilisés. Plus cette distance est grande, plus faible est l'erreur associée au calcul. Par exemple, en utilisant l'équation 2.3, il est possible de trouver une précision de ± 0.5° si les vecteurs ont des grandeurs de 15 et 20 cm respectivement. Donc, en déterminant les distances appropriées entre les repères, il est possible de respecter le critère de ± 1° défini dans le cahier des charges.

2.5.2 Identification du système d'axes et des repères utilisés pour la validation

Maintenant que le choix du système de mesures de référence a été fait, il est nécessaire de définir un système d'axes approprié pour la mesure des coordonnées des repères avec le numériseur 3D. Ce système d'axes doit être gravitationnel afin de s'assurer de son orthogonalité et rattaché à un coin avant du siège du fauteuil de simulation (les côtés du siège sont parfaitement perpendiculaires). Ainsi, tel qu'illustré à la figure 2.17, les axes x et y sont définis sur chacun des côtés d'un coin avant du siège du SEM. L'axe z, quant à lui, est défini à l'aide de l'alignement d'un fil de plomb

le long d'une longue règle rattachée à un niveau bidirectionnel (plan x-y). Les repères utilisés pour effectuer la validation des mesures prises sur le SEM sont également illustrés à la figure 2.17. Il est à noter que tous les repères sont situés d'un même côté du SEM puisque les neuf paramètres géométriques différents peuvent être calculés sur un seul côté du fauteuil. En définissant le système d'axes de cette façon, les repères marqués sur le fauteuil de simulation se retrouvent tous dans des plans parallèles au plan x-z. Les membrures du SEM étant solidaires après les ajustements géométriques, il est possible de poser l'hypothèse qu'il n'y a pas de rotation selon l'axe y d'une membrure par rapport à une autre.

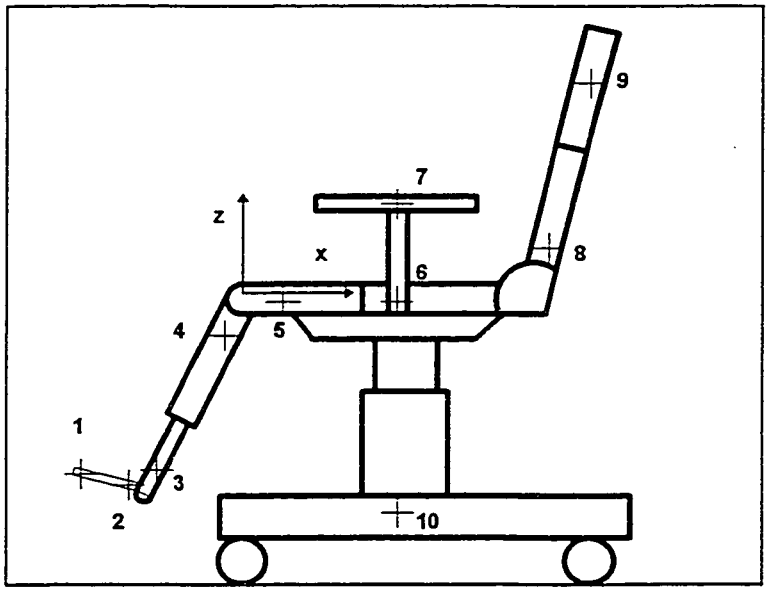


Figure 2.17 - Système d'axes et repères utilisés pour la validation

Ainsi, les angles et les distances entre les différents repères peuvent être calculés à l'aide des équations suivantes :

$$\theta = \arccos\left(\frac{V_1 \bullet V_2}{|V_1||V_2|}\right) \qquad (2.4)$$

où V_1 et V_2 sont les deux vecteurs utilisés pour calculer l'angle formés par quatre repères

$$d = |V_1| + c \qquad (2.5)$$

où V_1 est le vecteur utilisé pour calculer la distances entre deux repères et c une constante représentant la distance entre les repères et les extrémités du paramètre mesuré.

Il est à noter que les repères ont été marqués de façon précise sur le fauteuil de simulation et que les constantes c ont été mesurées à l'aide du numériseur. Les repères 1 à 6 ont été marqués de chaque côté du SEM afin de pouvoir évaluer les paramètres géométriques gauches et droits. La méthode employée pour mesurer chacun des paramètres géométriques est présentée au tableau 2.4 avec des références à la figure 2.17 et l'équation 2.3.

Tableau 2.4 - Méthode de calculs des paramètres géométriques à partir des coordonnées des repères

Paramètres	V_1	a_1 (cm)	V_2	a_2 (cm)	c (cm)
Angle d'appui-pied	points 1 et 2	(gauche) 16.25 (droit) 15.57	points 3 et 4	(gauche) 33.72 (droit) 33.41	—
Angle d'appui-jambe	points 3 et 4	(gauche) 33.72 (droit) 33.41	points 5 et 6	(gauche) 37.78 (droit) 35.32	—
Angle siège-dossier	points 5 et 6	37.78	points 8 et 9	37.10	—
Angle de bascule	points 5 et 6	37.78	2 points sur l'axe des x	10.00	—
Longueur d'appui-jambe	points 3 et 4	minimum (gauche) 21.02 (droit) 20.71	—	—	(gauche) 12.64 (droit) 12.95
Profondeur du siège	points 5 et 6	minimum 32.70	—	—	7.94
Hauteur d'appui-bras	points 6 et 7	minimum (gauche) 14.14 (droit) 13.00	—	—	(gauche) 6.16 (droit) 7.30
Hauteur du dossier	points 8 et 9	minimum 38.45	—	—	11.75
Hauteur sol-siège	points 6 et 10	minimum 25.36	—	—	15.24

2.5.3 Protocole expérimental de validation

Étant donné que le SEM permet des ajustements géométriques sur plusieurs paramètres, il est nécessaire d'effectuer la validation des mesures prises pour chacun

de ces paramètres. En effet, la précision des mesures pour chacun des neuf paramètres géométriques doit être déterminée afin de valider l'outil de recherche instrumenté.

Ainsi, la méthode expérimentale de validation consiste à l'étude d'un seul paramètre géométrique à la fois par la mesure de 5 conditions d'ajustements différentes pour ce paramètre et ce pour 2 conditions de chargement: avec et sans la présence d'une personne assise. Le système de mesures développé calibré (interface de communication avec la carte d'acquisition et instruments de mesures installés sur le SEM) est utilisé pour chacune des conditions de même que le système de mesures de référence (numériseur 3D) selon la méthode décrite précédemment. La moyenne des écarts absolus existants entre les mesures provenant des deux approches pour les 5 conditions d'ajustements géométriques peut alors être calculée et comparée aux critères de précision définis dans le cahier des charges. Il est à noter que pour effectuer ces calculs, il est nécessaire de faire l'hypothèse que les vecteurs définis par les repères sont parfaitement alignés avec les composantes du SEM.

Étant donné qu'il y a 13 paramètres géométriques différents à mesurer sur le SEM, 65 conditions d'ajustements sont donc étudiées pour la validation de l'outil de recherche. Le tableau 2.5 présente l'ensemble de ces conditions d'ajustements géométriques du SEM; elles ont été déterminées selon les plages d'ajustements permises par le SEM et la fonctionnalité du positionnement assis.

Tableau 2.5 - Ensemble des conditions d'ajustements géométriques du SEM étudiées pour la validation de l'outil de recherche

Paramètres géométriques	Ajustements étudiés
Angle siège-dossier	85° à 125° (pas de 10°)
Angle de bascule	5° à 35° (pas de 7.5°)
Angle d'appui-jambe	-90° à -30° (pas de 15°)
Angle d'appui-pied	70° à 130° (pas de 15°)
Hauteur du dossier	50.2 à 60.3 cm (pas de 2.5 cm)
Hauteur sol-siège	40.6 à 50.8 cm (pas de 2.5 cm)
Hauteur d'appui-bras	20.3 à 30.5 cm (pas de 2.5 cm)
Profondeur du siège	40.6 à 50.8 cm (pas de 2.5 cm)
Longueur d'appui-jambe	34.9 à 45.1 cm (pas de 2.5 cm)

Dans le cas de la condition avec charge, l'expérimentation est effectuée sur deux sujets non-handicappés de taille et poids différents (1.85 m et 100 kg pour le sujet #1 ainsi que 1.62 m et 54 kg pour le sujet #2). Les différences de résultats entre ces deux expérimentations vont permettre de porter un jugement sur les jeux mécaniques présents sur le SEM. Toutefois, seuls les 6 paramètres angulaires sont validés pour cette situation étant donné qu'il est impossible de faire varier les paramètres linéaires (ces derniers sont ajustés selon l'anthropométrie de la personne). Ainsi, un total de 125 conditions d'ajustements ont été considérées pour effectuer la validation de l'outil de recherche instrumenté.

2.6 Procédure d'utilisation des équipements

Le matériel requis pour réaliser l'adaptation du SEM en outil de recherche sur les aides techniques à la posture ayant été défini en détails, il s'agit maintenant d'élaborer une procédure d'utilisation de l'ensemble de ces équipements afin d'effectuer des expérimentations. En effet, pour que l'outil de recherche fonctionne adéquatement, il est nécessaire de définir les différentes étapes à suivre pour effectuer l'acquisition des données provenant des diverses sources de mesures: géométrie du SEM, distribution de pression sur le siège et le dossier et position relative des matrices de capteurs de pression par rapport à la structure du SEM. La figure 2.18 illustre ces différentes étapes.

Étape 1

Tout d'abord, la carte d'acquisition permettant de recueillir les mesures géométriques prises sur le SEM (DAQCard-700) est installée dans l'ordinateur. Le système FSA et le numériseur 3D sont reliés chacun à un port série de l'ordinateur; le numériseur est monté sur son support. Il est nécessaire de s'assurer que tous les fichiers nécessaires à l'exécution de PRESSEM, FSA32, INSCRIBE et CARTEDAQ soient installés; une fenêtre est ouverte pour chacune de ces applications.

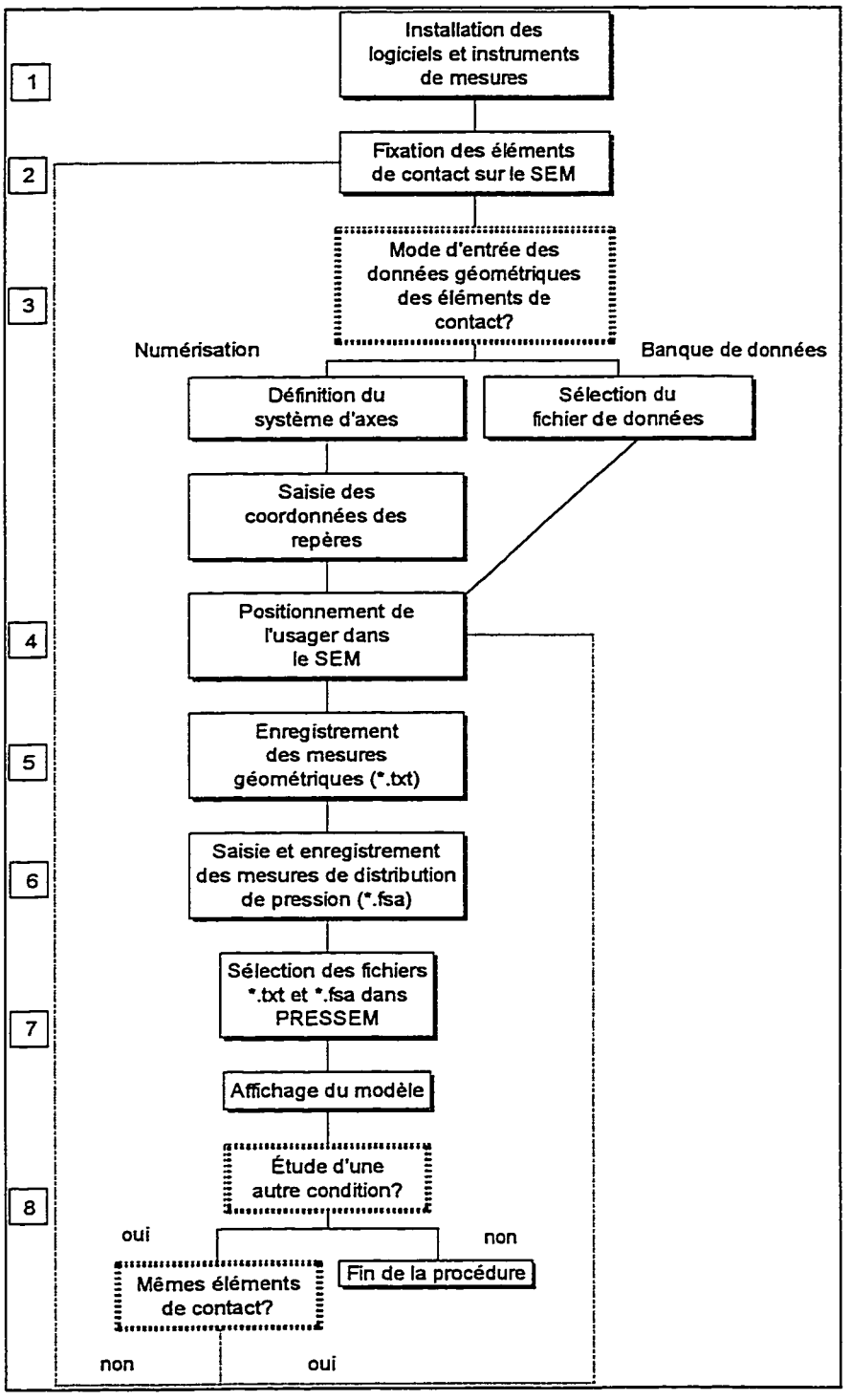


Figure 2.18 - Étapes de la procédure d'utilisation des équipements

Il est à noter qu'un guide de l'utilisateur du logiciel de représentation des mesures PRESSEM est présenté à l'annexe E.

Étape 2

Les éléments de contact à évaluer sur le SEM de même que les matrices de capteurs de pression sont installés et fixés sur la structure du fauteuil.

Étape 3

Le mode d'entrée des données géométriques des éléments de contact est choisi. S'il s'agit d'une banque de données disponible, le fichier correspondant est sélectionné dans PRESSEM. Sinon, le numériseur 3D est utilisé pour effectuer la mesure de la position tridimensionnelle des capteurs de pression par rapport au fauteuil. Le système d'axes utilisé est le même que celui défini à la section 2.5.2; l'angle de bascule doit être de 0° et celui entre le siège et le dossier de 90°. Le logiciel CARTEDAQ permet de vérifier l'état de ces deux paramètres.

Par la suite, le numériseur 3D est utilisé pour mesurer la position relative de repères sur les éléments de contact par rapport au SEM. Pour des éléments de contact de siège ou de dossier, les repères sont situés sur les matrices de capteurs de pression, le long de leur contour et espacés d'une distance environ équivalente à deux capteurs, afin d'obtenir une représentation adéquate de leur forme tridimensionnelle. La distance entre les repères n'a pas à être égale et une séquence précise de saisie n'est pas nécessaire. Une fenêtre de saisie de PRESSEM permet de recueillir ces données.

Étape 4

L'usager est positionné dans le SEM selon la posture étudiée. Pour ce faire, les ajustements géométriques nécessaires sont effectués sur le fauteuil;

le programme CARTEDAQ permet de vérifier l'état des mesures géométriques. Les éléments de contact subissent alors une déformation sous l'effet du poids de l'usager. Toutefois, il est impossible de mesurer la position de repères sur ces éléments de contact avec le numériseur une fois que l'usager est assis dans le fauteuil. Ainsi, la représentation des matrices de pression dans PRESSEM correspond à un état sans charge: cependant, pour des éléments de contact rigides, les déformations sont faibles et la représentation de l'état sans charge est adéquate.

Étape 5

Les résultats des mesures géométriques sur le SEM (angles et distances) sont enregistrés dans un fichier *.txt à l'aide du programme CARTEDAQ.

Étape 6

Le logiciel FSA32 est utilisé pour effectuer l'acquisition de la mesure de la distribution de pression sur le siège et le dossier. Ces données sont par la suite enregistrées dans un fichier *.fsa.

Étape 7

Les deux fichiers de résultats ainsi créés (*.txt et *.fsa) sont sélectionner dans PRESSEM afin de récupérer les données nécessaires à l'affichage du modèle fauteuil-distribution de pression. Le modèle peut alors être visualisé selon différentes options. Les résultats numériques et graphiques de cet affichage peuvent être enregistrés et imprimés par PRESSEM.

Étape 8

L'étude de cette condition d'utilisation étant complétée, les mêmes démarches sont reprises pour d'autres conditions. Si les éléments de contact demeurent les mêmes, la procédure peut débuter à l'étape 4. Les données concernant la géométrie des éléments de contact de siège et de dossier sont

déjà enregistrées dans le logiciel: il suffit alors de générer un nouveau fichier de mesures géométriques du SEM et de distribution de pression et d'effectuer l'affichage. Si les éléments de contact sont différents, il est nécessaire de recommencer la procédure depuis l'étape 2.

2.7 Identification de cas types de positionnement assis

Afin de pouvoir présenter les résultats graphiques obtenus avec le logiciel de représentation des mesures PRESSEM, des cas types de positionnement assis dans le fauteuil de simulation ont été définis. Un cas type de positionnement comprend les spécifications géométriques des paramètres variables du SEM de même que le type d'aides techniques évaluées.

Tel que mentionné dans le cahier des charges, l'outil de recherche développé permettra d'étudier l'influence des variations de positionnement (paramètres géométriques du SEM) sur la distribution de pression sur le siège et le dossier pour une aide technique donnée. L'outil permettra également l'étude de l'influence de l'aide technique sur cette distribution de pression pour un positionnement donné. Les cas types de positionnement choisis pour illustrer les résultats de PRESSEM doivent donc refléter le type de recherches qui pourront être effectuées sur le fauteuil de simulation instrumenté.

Ainsi, quatre cas types de positionnement assis ont été déterminés afin de pouvoir illustrer à l'aide du logiciel PRESSEM les résultats des différentes mesures prises sur le SEM; ils sont présentés au tableau 2.6. Une requête écrite de la compagnie Promed pour la mesure de distribution de pression sur différents types de coussins et pour divers positionnement assis a servi de référence pour l'élaboration des cas types. Pour chacun de ces cas type, une acquisition des mesures géométriques du SEM, de la distribution de pression sur le siège et le dossier de même que de la position tridimensionnelle de repères sur les matrices de capteurs de pression a été effectuée. L'ensemble de ces résultats est récupéré dans le logiciel de

représentation des mesures PRESSEM et présenté au chapitre 3. Il est à noter que ces mesures ont été prises avec un sujet non-handicappé (1.80 m et 75 kg) pour démontrer les possibilités du logiciel de représentation des mesures développé.

Tableau 2.6 - Cas types de positionnement assis dans le SEM

No cas	Aides techniques évaluées	Paramètres géométriques du SEM
1	• coussin de siège ISCUS[1] (40.6 cm de largeur, 45.7 cm de profondeur);	• angle siège-dossier: 95°; • angle de bascule: 0°; • angle d'appui-pied: 90°; • angle d'appui-jambe: 80°; • longueur d'appui-jambe: 36.2 cm • profondeur du siège: 45.7 cm; • hauteur du dossier: 50.8 cm; • hauteur d'appui-bras: 31.8 cm • hauteur sol-siège: 44.5 cm.
2	• coussin de siège ISCUS (40.6 cm de largeur, 45.7 cm de profondeur);	• angle siège-dossier: 120°; • angle de bascule: 20°; • angle d'appui-pied: 90°; • angle d'appui-jambe: 80°; • longueur d'appui-jambe: 36.2 cm • profondeur du siège: 45.7 cm; • hauteur du dossier: 50.8 cm; • hauteur d'appui-bras: 31.8 cm • hauteur sol-siège: 44.5 cm.
3	• coussin de siège StimuLITE[2] (40.6 cm de largeur, 45.7 cm de profondeur);	• angle siège-dossier: 95°; • angle de bascule: 0°; • angle d'appui-pied: 90°; • angle d'appui-jambe: 80°; • longueur d'appui-jambe: 36.2 cm • profondeur du siège: 45.7 cm; • hauteur du dossier: 50.8 cm; • hauteur d'appui-bras: 31.8 cm • hauteur sol-siège: 44.5 cm.
4	• aucun coussin de siège	• angle siège-dossier: 95°; • angle de bascule: 0°; • angle d'appui-pied: 90°; • angle d'appui-jambe: 80°; • longueur d'appui-jambe: 46.4 cm • profondeur du siège: 45.7 cm; • hauteur du dossier: 50.8 cm; • hauteur d'appui-bras: 26.7 cm • hauteur sol-siège: 48.3 cm.

[1] Coussin à relief ischiatique produit par la compagnie Promed inc. (Montréal, Québec)

[2] Coussin "Honeycomb" (alvéoles) produit par la compagnie Supracor (Sunnyvale, Californie)

CHAPITRE 3. RÉSULTATS

Ce chapitre a pour but de présenter les différents résultats obtenus à la suite de l'adaptation du SEM en outil de recherche sur les aides techniques à la posture. Il comporte deux grandes parties: la première porte sur les résultats de la validation des mesures géométriques prises sur l'outil de recherche alors que la seconde présente les résultats de l'utilisation du logiciel de représentation des mesures PRESSEM pour des cas types de positionnement assis en fauteuil roulant.

3.1 Résultats de validation de l'outil de recherche

Les mesures géométriques prises sur le fauteuil de simulation instrumenté (angles et distances) ont été validées à l'aide de la procédure décrite à la section 2.5. Cette procédure a permis de déterminer la précision des paramètres géométriques mesurés selon deux conditions: avec ou sans chargement sur le fauteuil de simulation (présence ou non d'un sujet dans le fauteuil). Les figures 3.1 et 3.2 présentent les résultats de la procédure de validation appliquée pour chacun des paramètres et pour chacune des deux conditions d'étude.

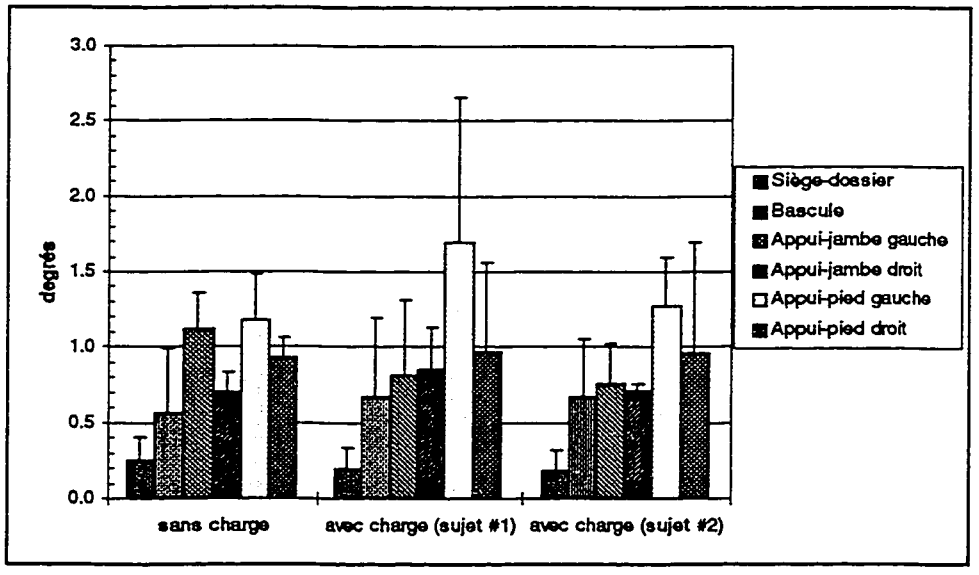


Figure 3.1 – Moyennes et écart-types des différences absolues des mesures angulaires (sans et avec chargement)

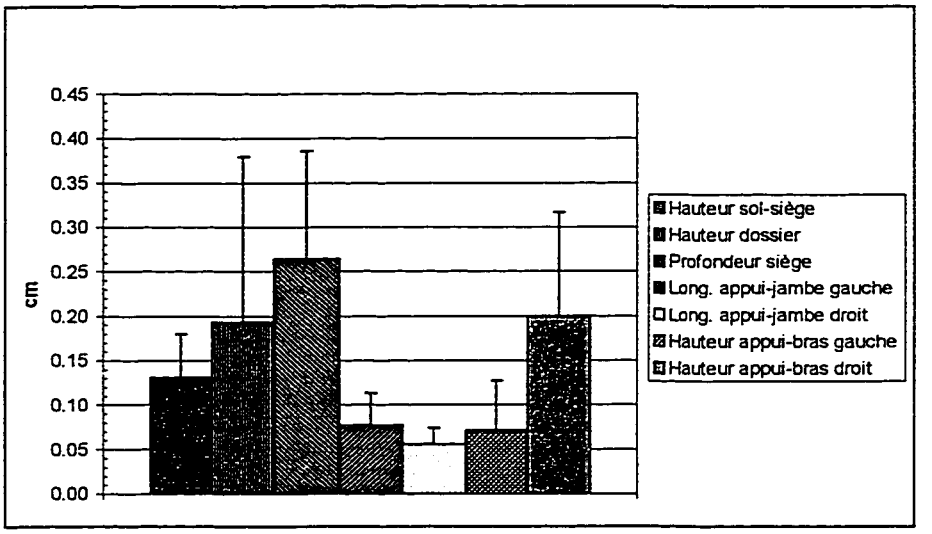


Figure 3.2 – Moyennes et écart-types des différences absolues des mesures linéaires (sans chargement)

En analysant les résultats de la figure 3.1, il est possible de noter que la limite de précision de 1° (définie dans le cahier des charges) est respectée pour la majorité des paramètres angulaires à l'exception des angles d'appui-jambe gauche (condition sans charge) et d'appui-pied gauche (condition avec charge et sans charge). Il est également possible de remarquer que les écarts-types de ces différences absolues moyennes sont relativement importants. De plus, la plus grande différence maximale pour les paramètres angulaires est de 2.7° et la plus petite 0.3°; ces valeurs sont donc situées à moins de 3 écarts-types des valeurs moyennes. Enfin, il est possible de noter que les valeurs moyennes de différences absolues varient peu selon qu'il y ait une charge ou non sur le fauteuil à l'exception des angles d'appui-jambe gauche et d'appui-pied gauche; dans le premier cas, les différences moyennes sont moindres pour les conditions avec charge que sans charge alors que dans le second cas, elles sont légèrement supérieures. De plus, il y a peu de différence entre les deux cas avec charge bien que le sujet #1 soit environ 2 fois plus lourd que le sujet #2.

Une analyse des résultats de la figure 3.2 permet de constater que les différences moyennes absolues obtenues respectent le critère de 0.4 cm pour tous les paramètres géométriques linéaires (incluant également la valeur de l'écart-type). Les différences sont semblables pour l'ensemble de ces paramètres à l'exception de la profondeur du siège et de la hauteur d'appui-bras droit où les différences sont quelque peu plus élevées. Enfin, la plus grande différence maximale pour l'ensemble des paramètres linéaires est de 0.44 cm, soit une valeur légèrement supérieure à la limite de 0.4 cm.

3.2 Représentation des mesures dans PRESSEM

Le logiciel de représentation des mesures PRESSEM offre à l'utilisateur une fenêtre graphique qui peut être divisée en zones tel qu'illustré à la figure 3.3.

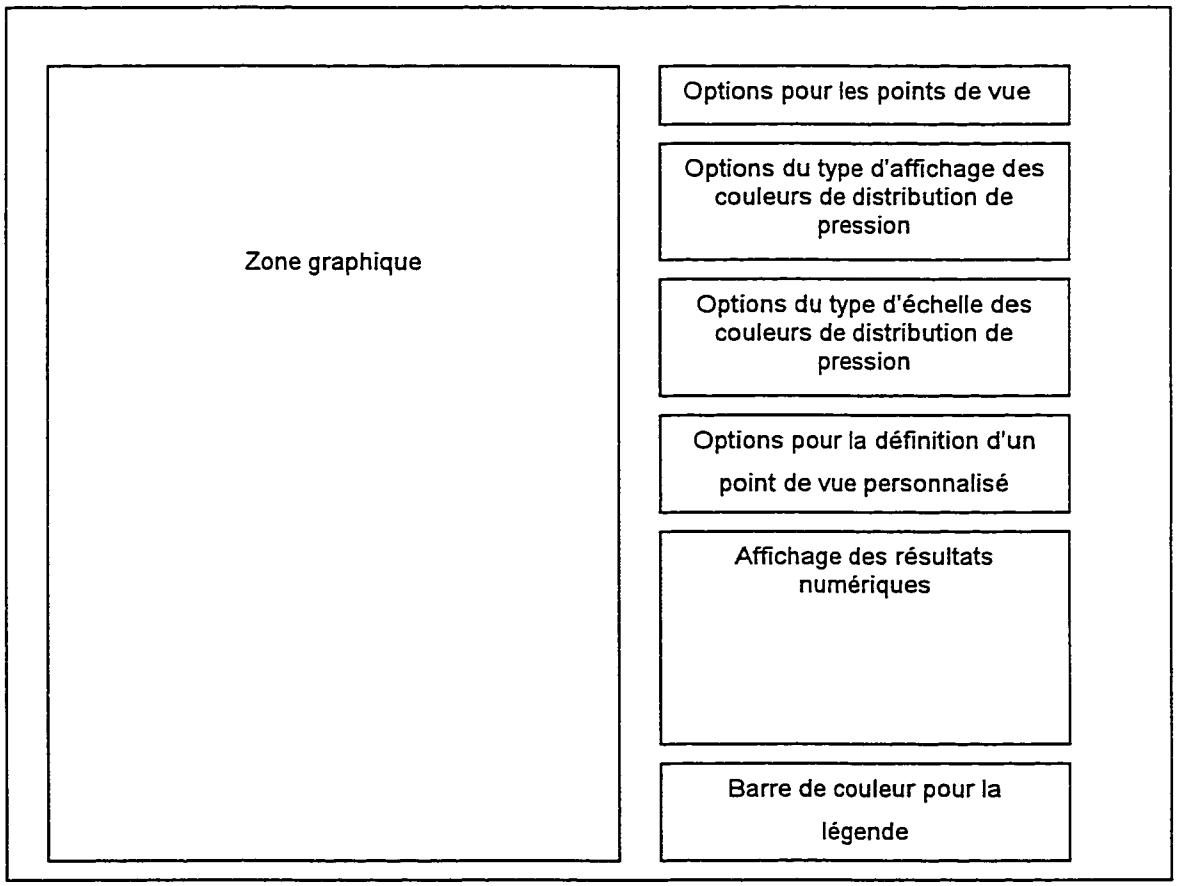


Figure 3.3 – Schéma des différentes zones d'affichage de PRESSEM

Ainsi, la zone centrale de l'écran correspond à la zone d'affichage graphique dans laquelle le modèle du fauteuil de simulation ainsi que la représentation des résultats de distribution de pression et des différents éléments de posture sont présentés. Dans la partie droite de l'écran sont affichées divers contrôles permettant de varier les paramètres graphiques et d'afficher des résultats numériques. En effet, la zone supérieure consiste en une liste déroulante permettant de modifier le point de vue du modèle présenté dans la zone graphique (les options des listes déroulantes sont décrites dans la section 2.4.3). Situées sous cette zone sont affichées deux autre listes déroulantes permettant de changer le type d'affichage et d'échelle des couleurs associées aux résultats de distribution de pression.

Également, deux barres de défilement sont affichées dans une zone permettant de définir un point de vue personnalisé, définissant ainsi les deux variables du point de vue : les angles d'azimuth et d'élévation. Ces deux variables sont ajustées à chaque fois que le point de vue est modifié. Les résultats numériques provenant des mesures de la géométrie du SEM sont quant à eux affichés dans une zone de texte; ils peuvent être présentés dans les systèmes de mesures anglais et métrique. Enfin, la dernière zone d'affichage consiste en une barre de couleurs servant de légende aux résultats de distribution de pression. Il est à noter que les valeurs de pression affichées sur cette barre sont en mm de Hg.

Les cas types de positionnement assis définis à la section 2.7 ont été utilisés pour illustrer l'ensemble des résultats générés par le logiciel de représentation des mesures PRESSEM. Ainsi, les données provenant des différentes prises de mesures sur le SEM (géométrie du SEM, distribution de pression sur le siège et le dossier et position relative des capteurs de pression) pour ces cas types ont été recueillies dans PRESSEM. Afin d'illustrer les diverses options permises par le logiciel de représentation des mesures, les paramètres affectant l'affichage des résultats ont été variés, tels le point de vue, le type d'affichage et d'échelle des couleurs de la distribution de pression, les zooms et l'affichage isolé de la distribution de pression sur le siège (figures 3.4 à 3.15). De plus, la zone de saisie des coordonnées de repères

mesurées avec le numériseur et un exemple de fiche clinique générées par PRESSEM sont présentés aux figures 3.16 et 3.17 respectivement.

L'outil développé permet une analyse intégrée et facilitée des différents cas de positionnements possibles. Ainsi, sur les figures 3.4 et 3.5, il est possible de constater qu'une variation du positionnement assis de l'usager (variation de paramètres géométriques du fauteuil de simulation) entraîne une variation de la distribution de pression sur le siège et le dossier lorsque les mêmes aides techniques sont évaluées. En effet, les cas de positionnement #1 (figure 3.4) et #2 (figure 3.5) montrent qu'une variation de l'angle siège-dossier et de l'angle de bascule du SEM provoque des changements de distribution de pression sur le siège et le dossier pour un même coussin de siège évalué (coussin ISCUS de Promed). En effet, alors que la distribution de pression sur le siège du cas #1 est relativement uniforme (avec des zones de plus fortes pressions sous les ischions), celle du cas #2 est plus concentrée sur la région postérieure, avec des valeurs de pressions encore plus élevées que dans le cas #1. Également, les pressions enregistrées sur le dossier sont plus élevées dans le cas #2 que pour le cas #1 étant donné qu'une plus grande charge y est appliquée à cause des angles de bascule et siège-dossier plus importants.

Également, les cas de positionnement #1 (figure 3.4), #3 (figure 3.6) et #4 (figure 3.7) montrent l'influence de la variation d'éléments de contact de siège sur la distribution de pression pour un positionnement assis donné. En effet, pour le cas #1, un coussin ISCUS (Promed) est utilisé; pour le cas #3 un coussin StimuLite (Supracor) alors que pour le cas #4, aucun coussin n'est utilisé: la matrice de capteurs de pression du siège est posée directement sur la plaque d'assise du fauteuil de simulation (aucun coussin de siège n'est illustré à la figure 3.7).

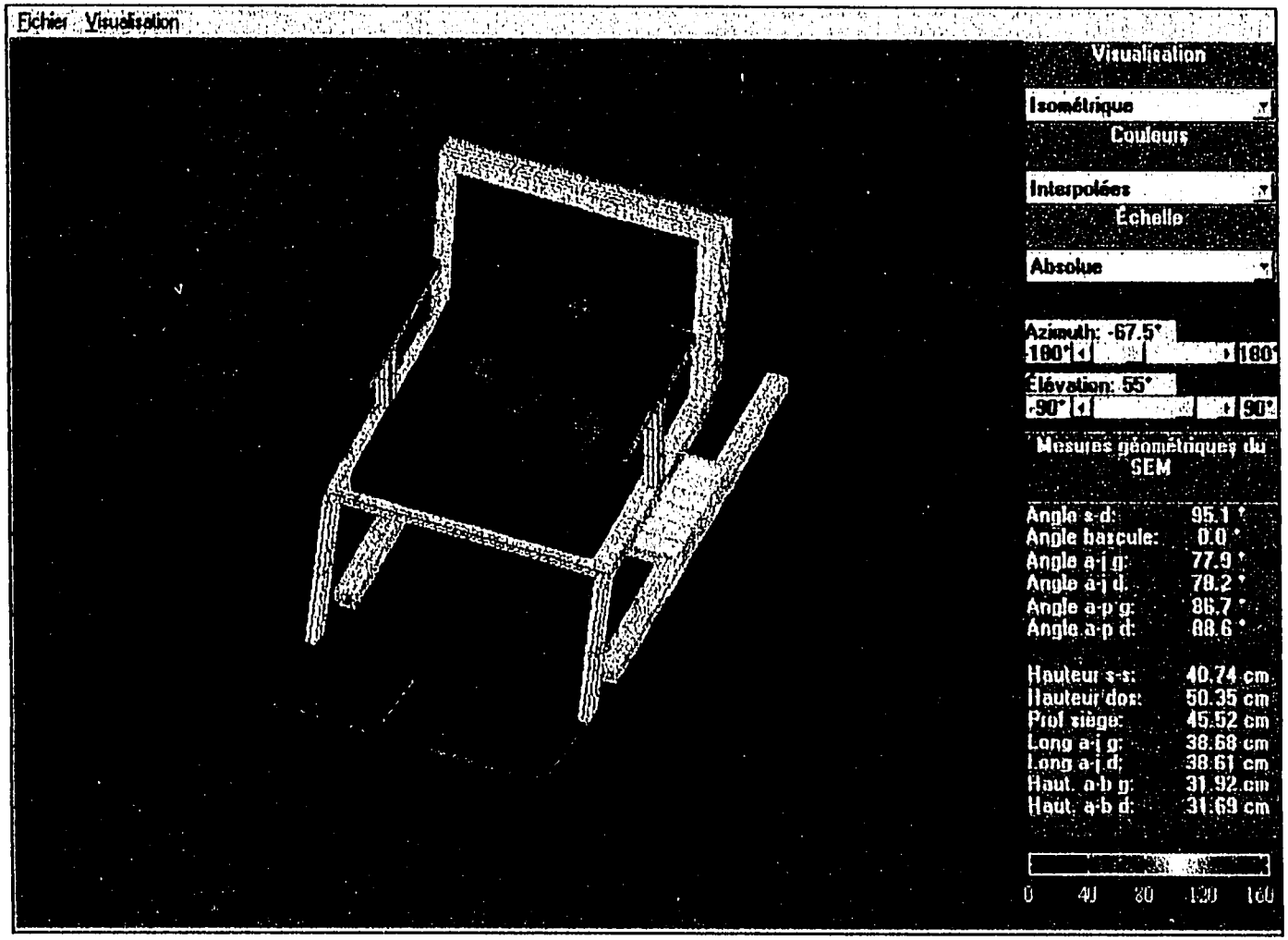


Figure 3.4 – Vue isométrique du cas #1

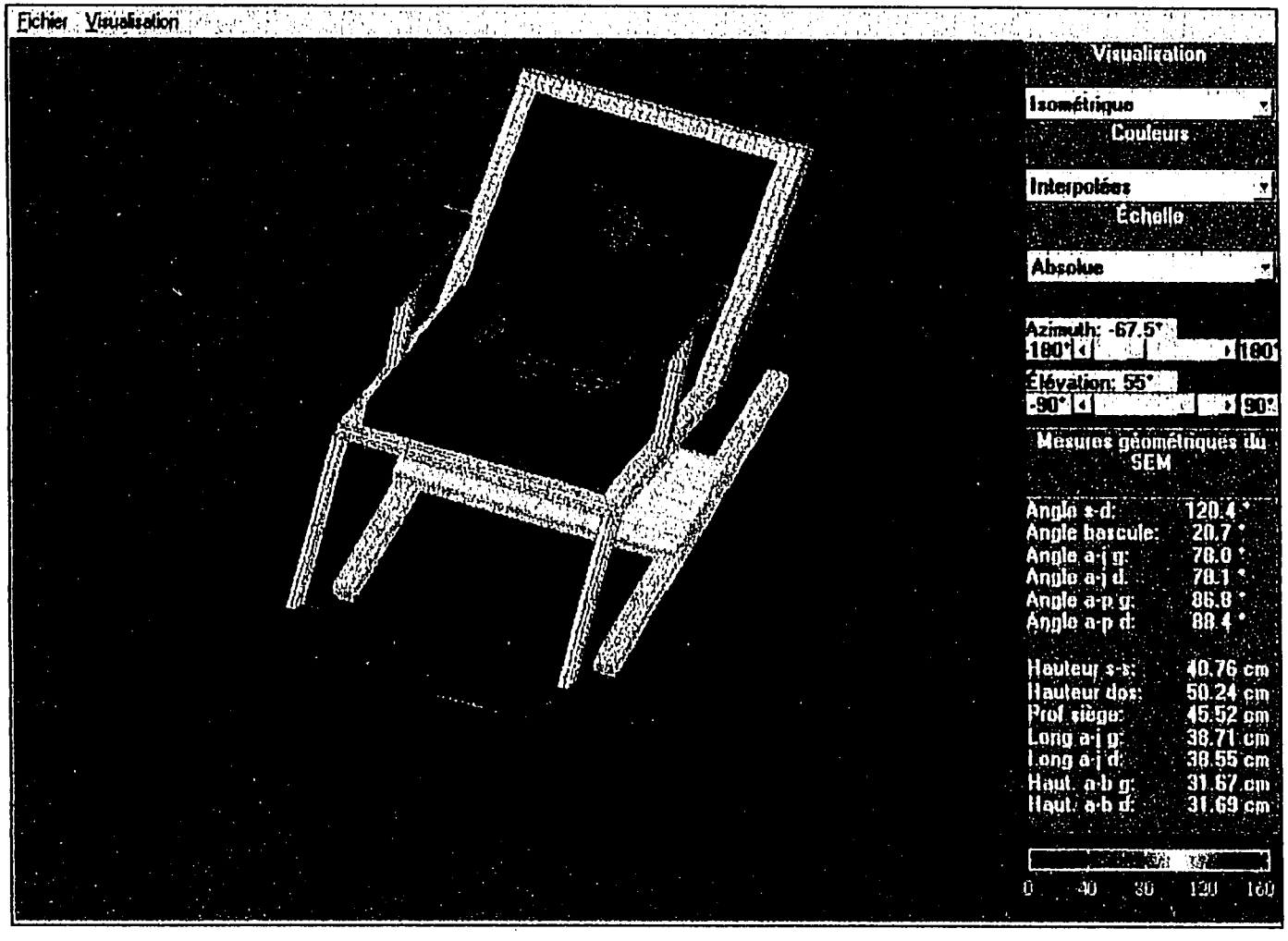


Figure 3.5 – Vue isométrique du cas #2

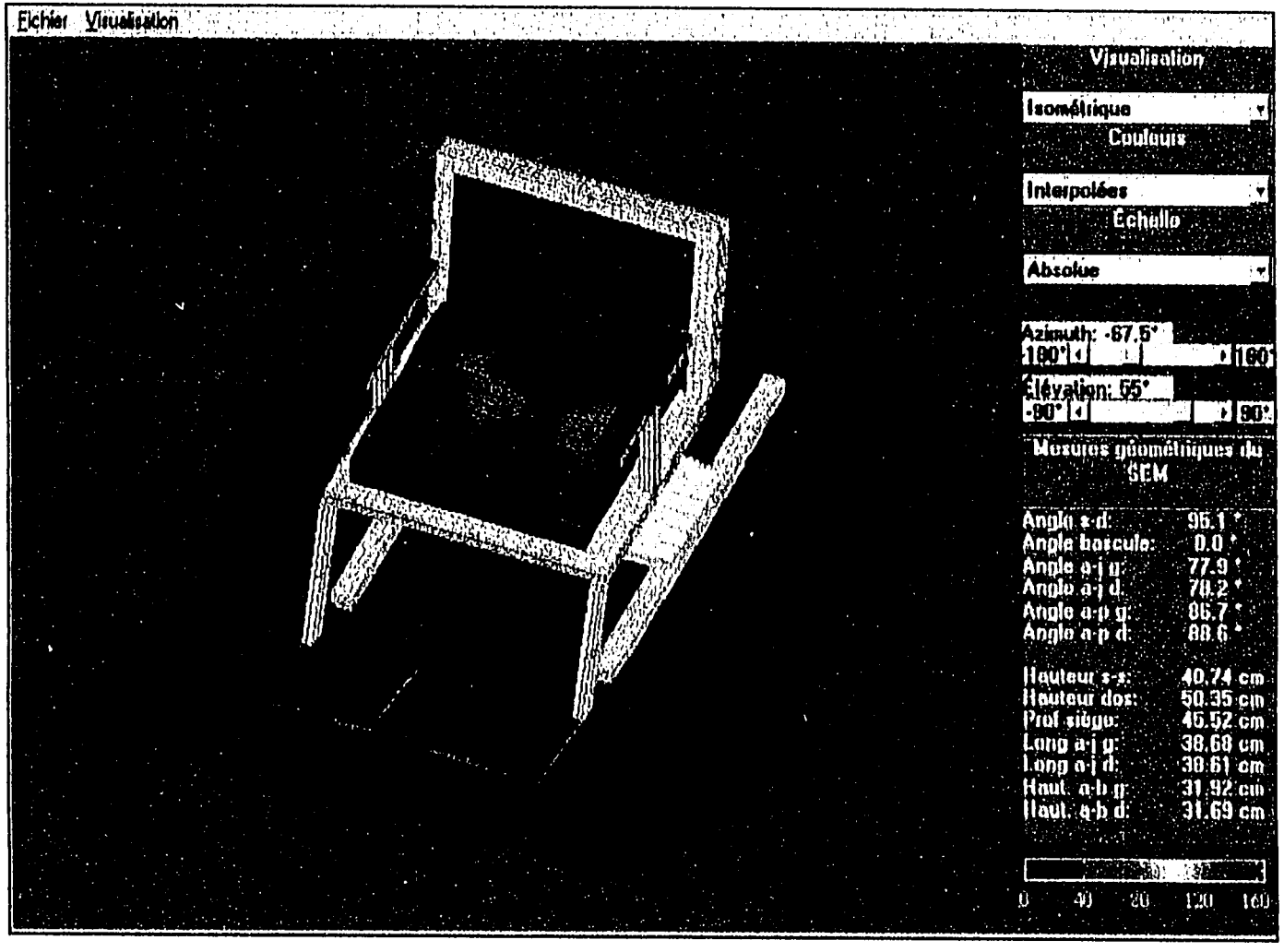


Figure 3.6 – Vue isométrique du cas #3

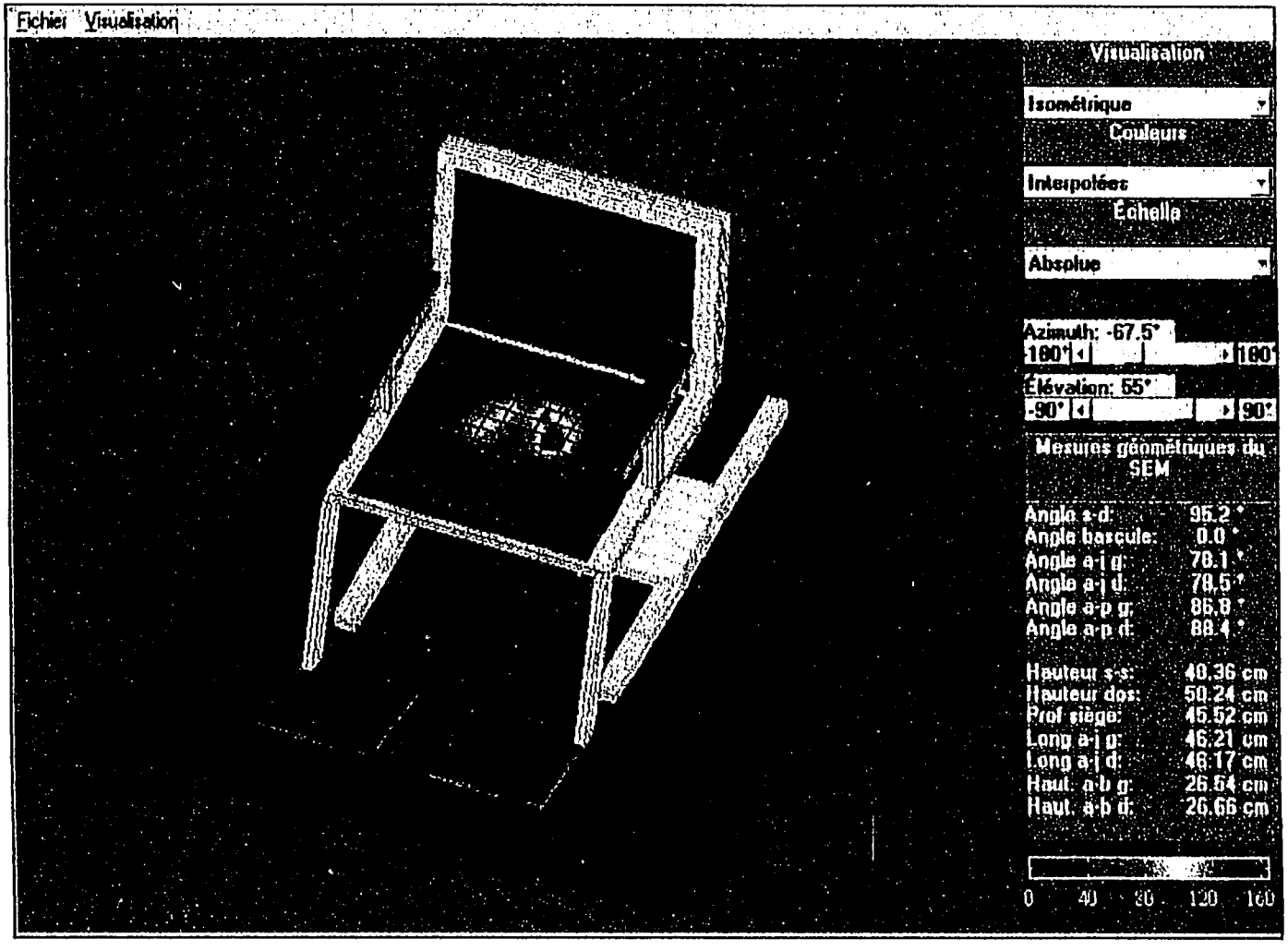


Figure 3.7 – Vue isométrique du cas #4

En analysant ces figures, il est possible de remarquer que le cas de positionnement #4 est celui qui produit les plus fortes pressions au niveau du siège; celles-ci sont concentrées dans la région des ischions. Étant donné la valeur élevée de ces pressions (plus de 160 mm de Hg), celles-ci ne pourraient probablement pas être tolérées sur une longue période sans provoquer d'inconfort. Avec l'utilisation de coussins de siège à relief (cas #1 et #3), la distribution de pression sur le siège est plus uniforme et les points de pression les plus élevés sont moindres que ceux du cas #4. En effet, l'ISCUS produit une distribution de pression plus uniforme que le StimuLite; dans ce dernier cas, la distribution de pression demeure concentrée dans la région des ischions. Enfin, il est à noter que les variations d'éléments de contact de siège ont très peu d'influence sur la distribution de pression sur le dossier, étant donné que l'orientation spatiale de l'usager n'a pas modifiée (angle siège-dossier et angle de bascule).

Étant donné que PRESSEM est un logiciel de représentation graphique, diverses options de visualisation sont offertes à l'utilisateur. Par exemple, pour chacun des cas types illustrés aux figures 3.4 à 3.7, il est possible de changer le point d'observation du modèle fauteuil-distribution de pression. Alors que les figures 3.4 à 3.7 présentent le modèle selon un point de vue isométrique, les figures 3.8 à 3.11 illustrent les possibilités de changement de vues du logiciel PRESSEM pour le cas de positionnement #2: une vue de profil (figure 3.8), de face (figure 3.9) et d'élévation (figure 3.10). Ces différents points de vue sont prédéterminés et peuvent être sélectionnés par l'utilisateur avec l'option de menu Vues ou la liste déroulante Visualisation; la figure 3.11, quant à elle, illustre le modèle fauteuil-distribution de pression selon un point de vue qui peut être spécifié selon les besoins de l'utilisateur.

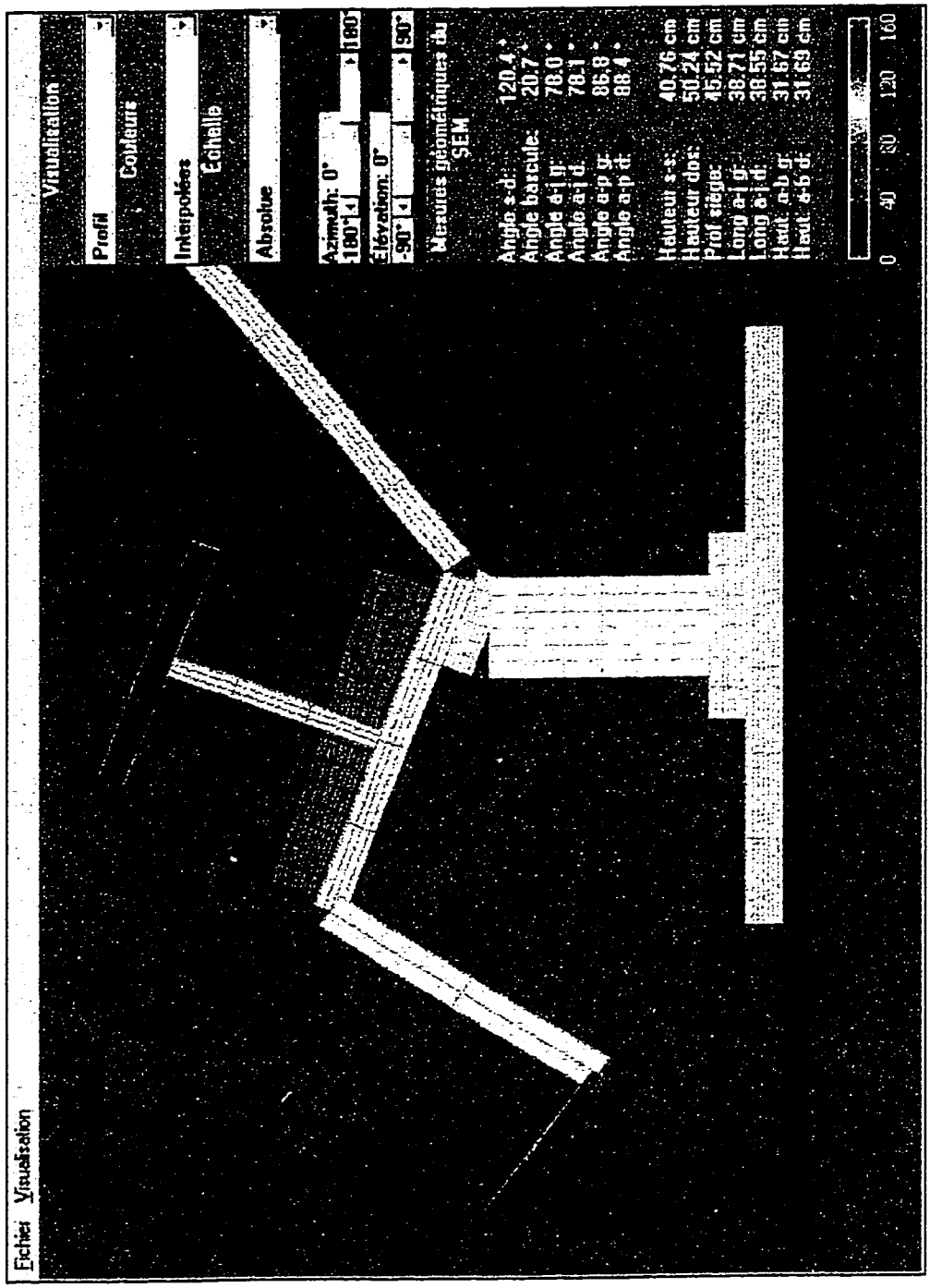


Figure 3.8 – Vue de profil du cas #2

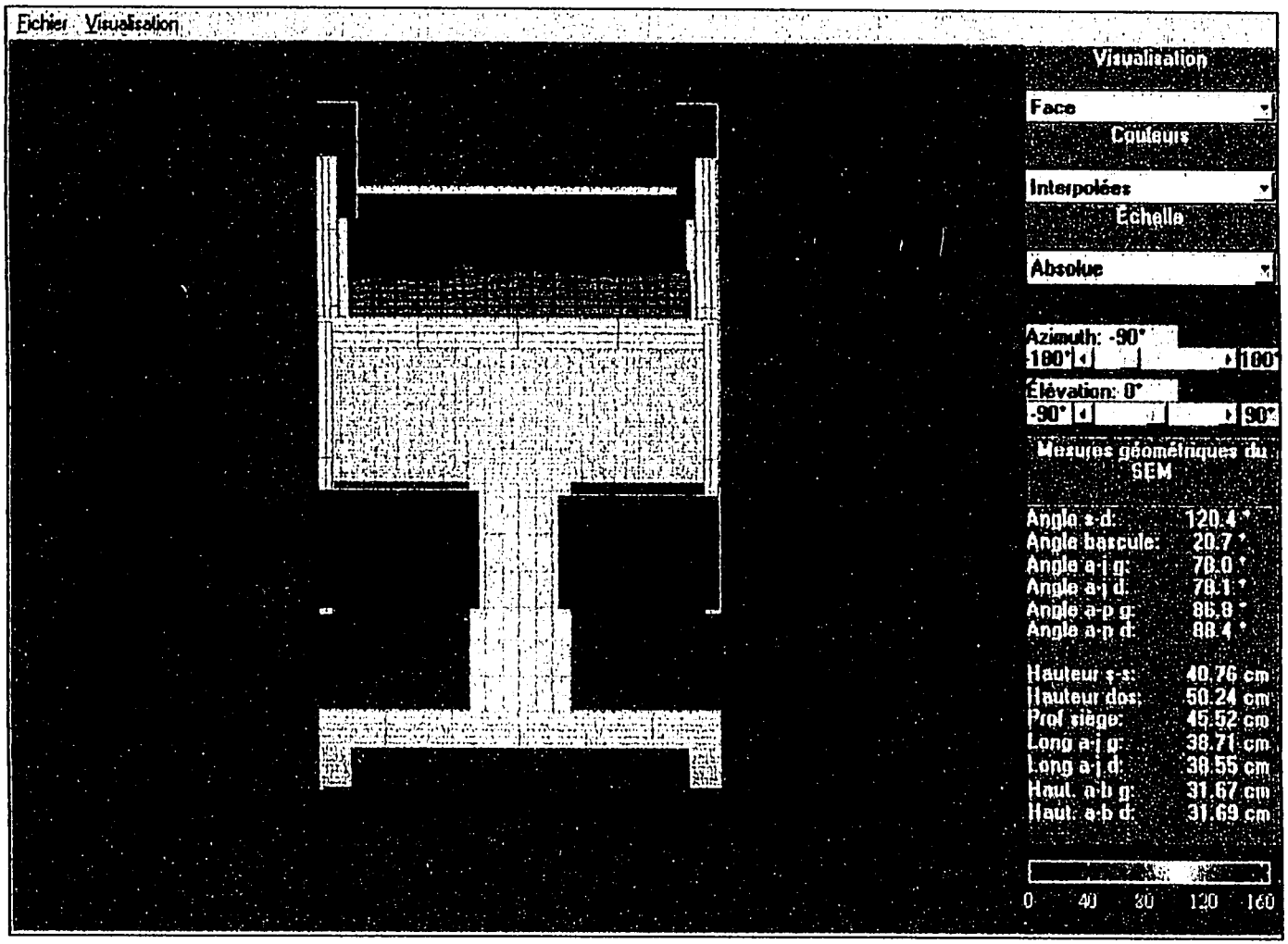


Figure 3.9 – Vue de face du cas #2

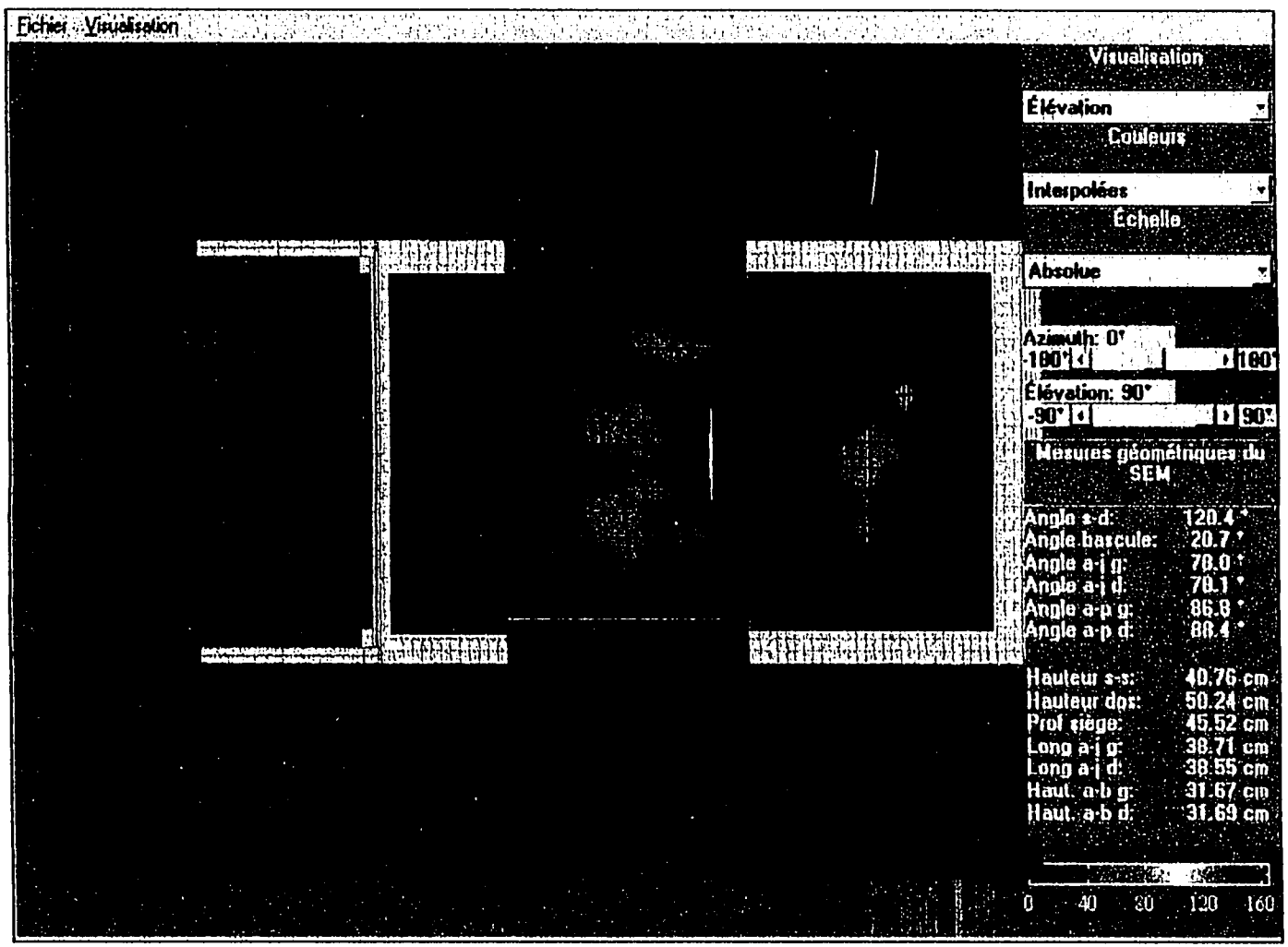


Figure 3.10 – Vue en élévation du cas #2

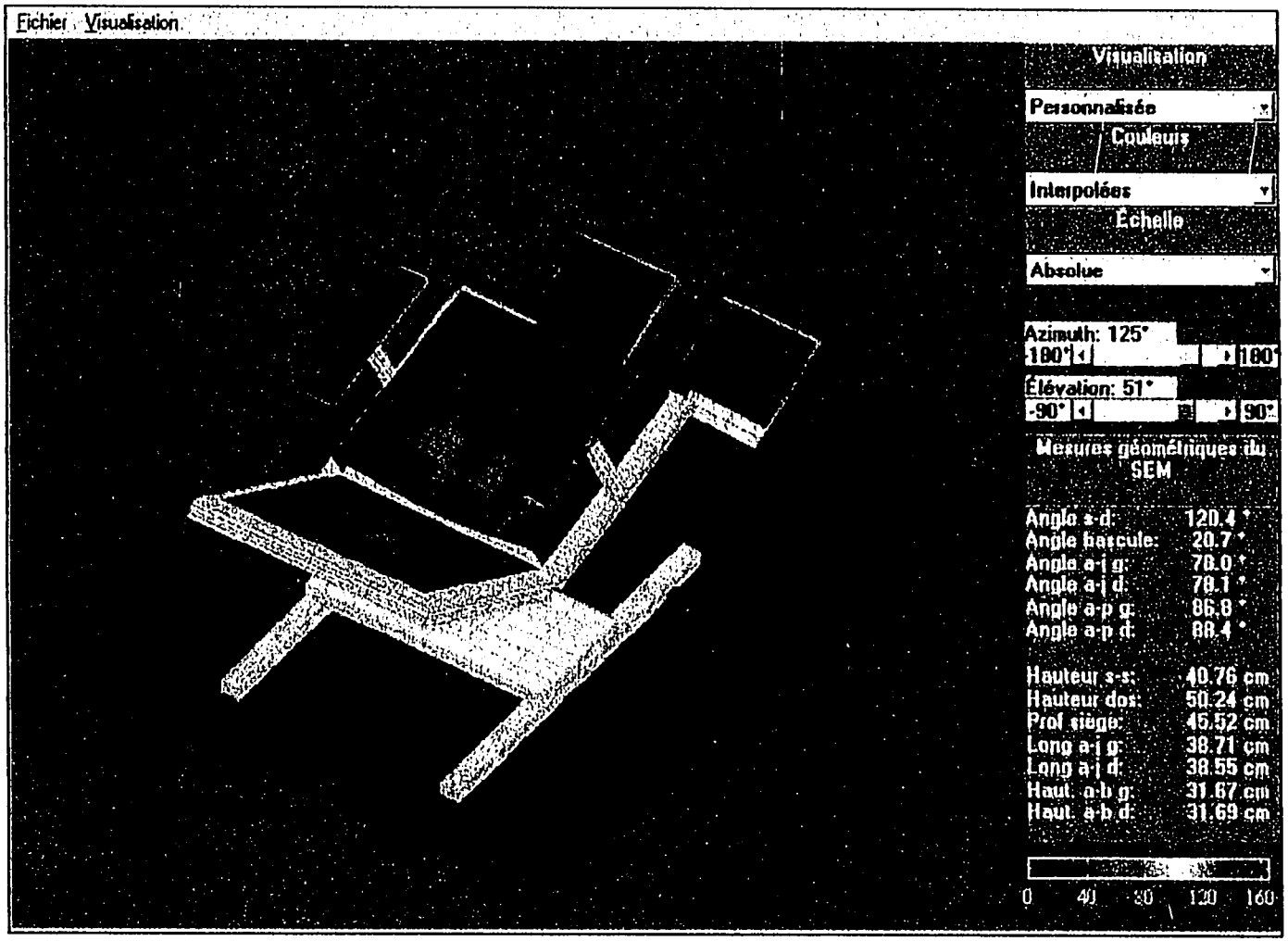


Figure 3.11 – Vue personnalisée du cas #2

Il est également possible de changer le type d'affichage des couleurs utilisées pour représenter les mesures de distribution de pression sur le siège et le dossier. Alors que les figures 3.4 à 3.11 présentent les mesures de distribution sous forme de couleurs interpolées, la figure 3.12 montre la possibilité de représenter la distribution de pression sous forme de couleurs absolues (chaque capteur de pression possède une couleur associée à la valeur mesurée). L'interpolation des couleurs de distribution de pression permet de définir un patron de distribution de pression; cette forme de représentation des mesures facilite l'analyse du positionnement assis de l'usager évalué et les comparaisons avec d'autres distributions de pressions.

Le type d'échelle à appliquer à ces couleurs peut aussi être modifié. Ainsi, pour les figures 3.4 à 3.12, l'échelle est absolue, la couleur rouge étant associée à une même valeur maximale pour les cas illustrés. Cette échelle peut également être relative: la couleur rouge correspond alors à la valeur maximale de pression enregistrée (sur le siège et le dossier) pour un cas donné, tel qu'illustré à la figure 3.13. L'échelle relative permet de visualiser rapidement où sont situés les points de pressions les plus élevés sur le siège et le dossier pour une condition d'étude donnée alors que l'échelle absolue permet de comparer les distributions de pression de différentes conditions.

PRESSEM permet également d'effectuer des zooms sur le modèle fauteuil-distribution de pression : la figure 3.14 en présente un effet zoom avant réalisé sur le modèle du cas #2 selon une vue en élévation. L'option Zoom du menu Visualisation permet d'effectuer plusieurs zooms successifs, de revenir en arrière un zoom à la fois et de revenir à l'affichage initial du modèle. Enfin, un affichage isolé des données de pressions sous forme de surface 3D peut être réalisé pour les distributions de pression du siège et du dossier. La figure 3.15 présente un exemple d'un tel affichage pour la distribution de pression sur le siège.

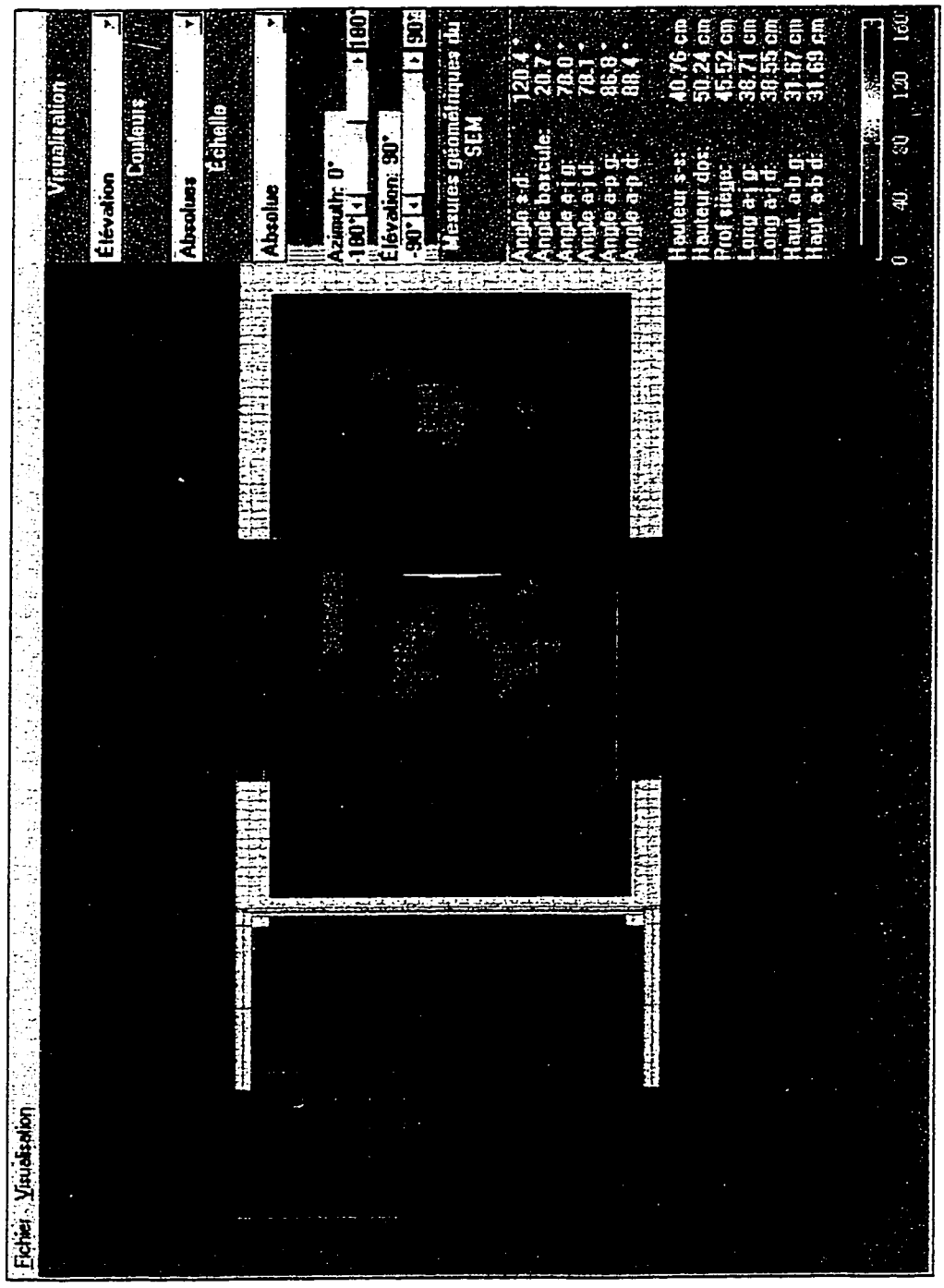


Figure 3.12 – Couleurs brutes des données de distribution de pression (cas #2)

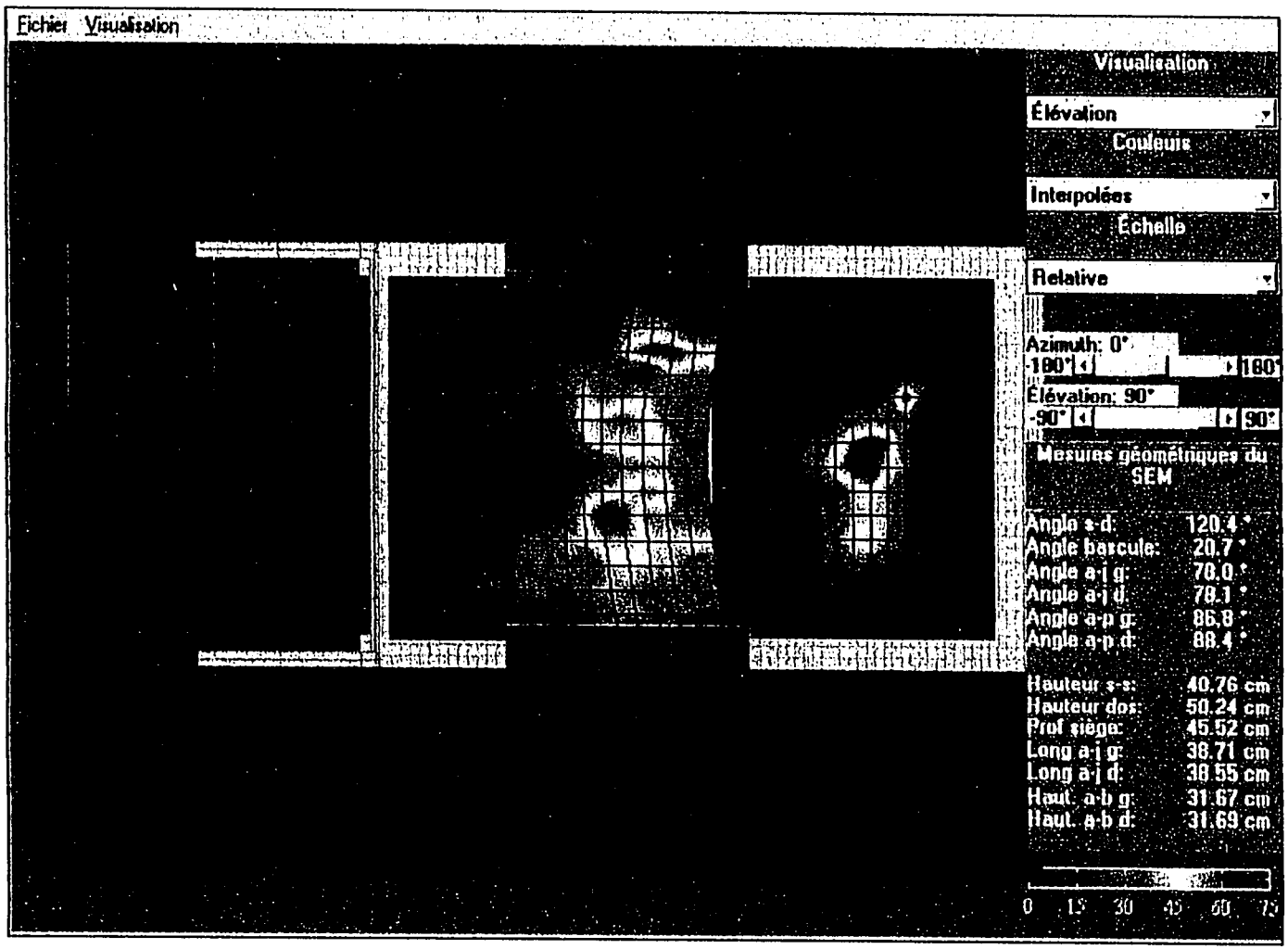


Figure 3.13 – Échelle relative des couleurs de distribution de pression (cas #2)

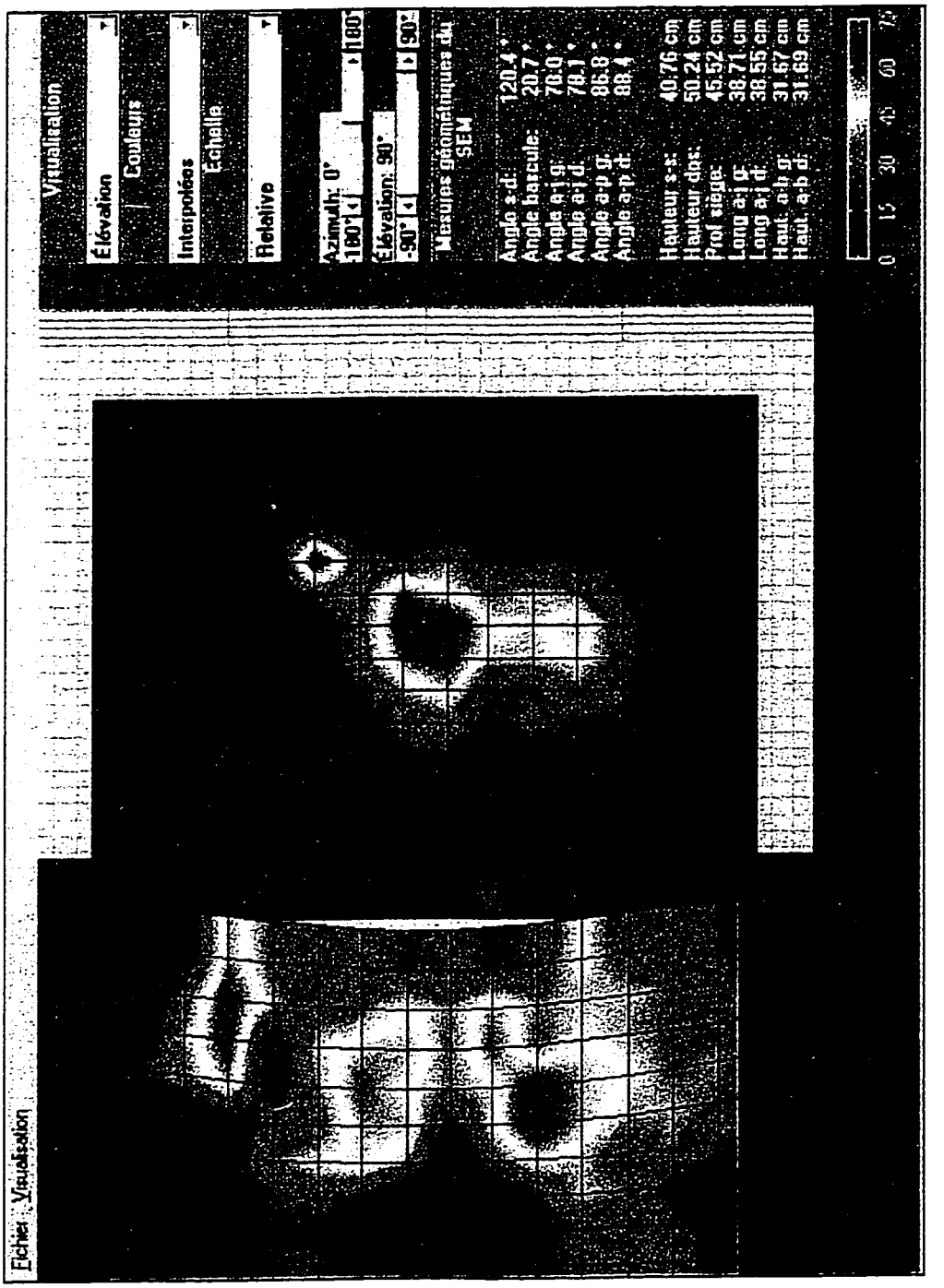


Figure 3.14 – Zoom sur le cas #2

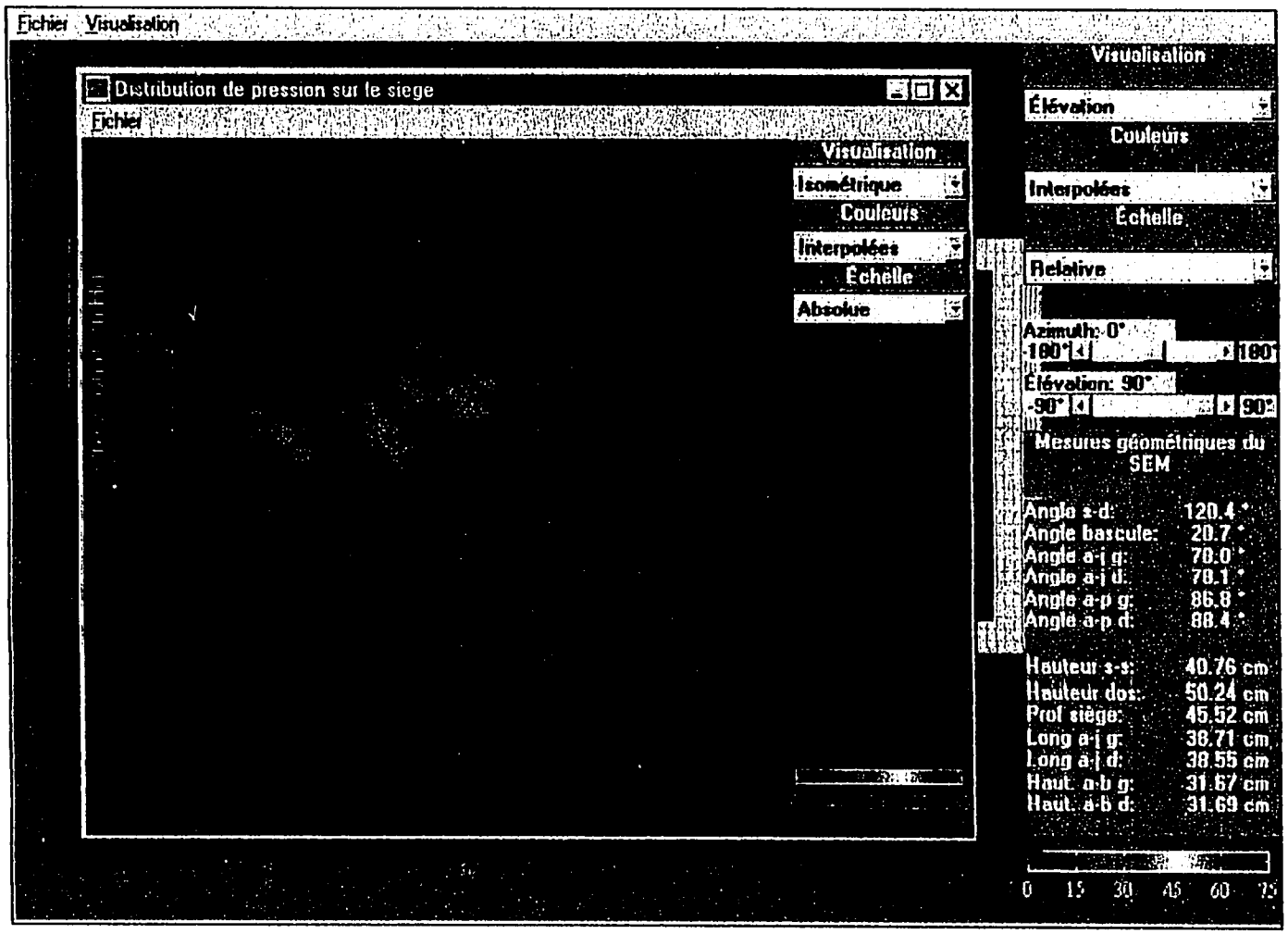


Figure 3.15 - Affichage isolé de la distribution de pression sur le siège (cas #2)

Finalement, en ce qui concerne la saisie de données à l'aide du numériseur, un interface d'édition a été développé et est présenté à la figure 3.16. Cette fenêtre permet la saisie de mesures provenant du numériseur 3D; elle peut être utilisée pour n'importe quel objet à numériser. L'interface peut être utilisé à l'intérieur comme à l'extérieur de PRESSEM. Un simple traitement des données mesurées permet d'afficher l'objet étudié.

De plus, étant donné que le logiciel PRESSEM permet d'exporter des données, un exemple de fiche clinique contenant les coordonnées de l'usager de même que les mesures géométriques prises est illustré à la figure 3.17. Il est à noter que les sections éléments de contact et usager sont vides, car aucune mesure géométrique pour ces éléments ont été prises dans le cadre de ce projet de maîtrise; elles sont présentées à titre d'exemple de structure que pourrait avoir une fiche clinique incorporant ces mesures.

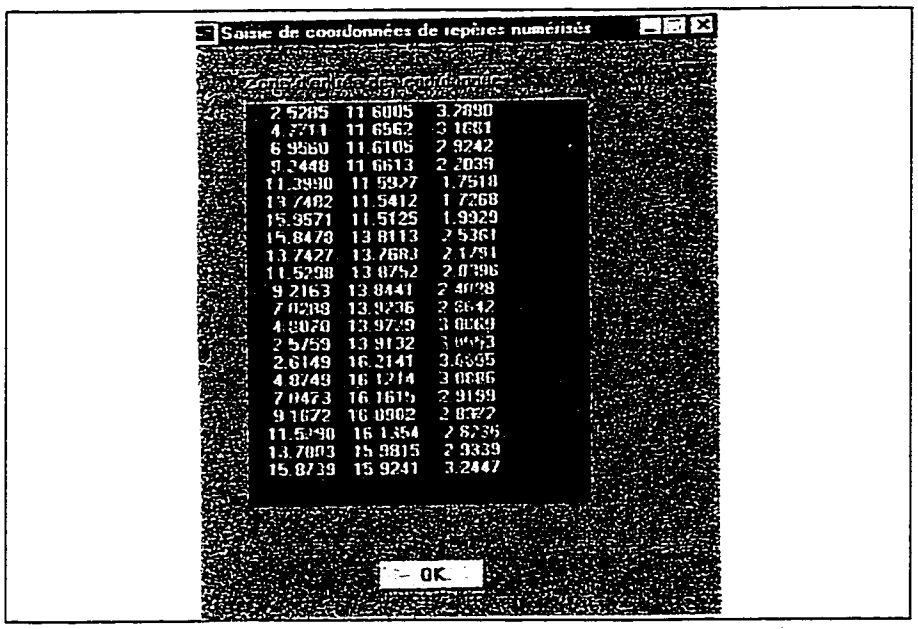


Figure 3.16 - Zone de saisie des coordonnées de repères mesurées avec le numériseur 3D

Nom: Ringuette
Prénom: Jean-Philippe
No dossier: 8920163
Date de visite: 16/5/1997
Date d'impression: 21/5/1997 13h17

Mesures géométriques

SEM		Éléments de contact	
Angle s-d:	120.4 °	Haut. ap.tete:	
Angle basc:	20.7 °	Pos.lat.ap.tete:	
Angle ap.j g:	78.0 °	Haut. ap.thor.:	
Angle ap.j d:	78.1 °	Dist. ap.thor:	
Angle ap.p g:	86.8 °	Prof. ap.pelv:	
Angle ap.p d:	88.4 °	Dist. ap.pelv:	
Haut. s-s:	17.50 "	Pos.lat. butees:	
Haut. dos:	19.78 "	Dist. butees:	
Prof.siege:	17.92 "		
Long.jambe g:	15.24 "		
Long.jambe d:	15.18 "		
Haut. ap.b g:	12.47 "		
Haut. ap.b d:	12.48 "		

Usager

Obliquite bassin:
Rot. transv. bassin:
Rot. front. tronc:
Rot. transv. tronc:
Angles genoux:
Angles hanches:
Angles cuisses:

Figure 3.17 - Fiche clinique du cas #2

CHAPITRE 4. DISCUSSION

Ce chapitre présente une analyse de l'ensemble des résultats de ce projet de recherche qui consistait à réaliser l'adaptation du SEM en outil de recherche sur les aides techniques à la posture. Ainsi, les résultats numériques de la procédure de validation des mesures géométriques y sont discutés de même que les résultats graphiques du logiciel de représentation des mesures PRESSEM. Des liens sont établis entre ces résultats, les objectifs décrits dans le cahier des charges et les conclusions en rapport avec la revue de littérature.

Tout d'abord, le système de mesures de la géométrie du SEM développé dans ce travail de recherche permet de mesurer les 6 paramètres angulaires et les 7 paramètres linéaires les plus étudiés dans la littérature, selon les plages d'ajustements du SEM. En effet, il est possible de varier l'orientation ou les dimensions de ces paramètres géométriques et de réaliser une acquisition des mesures en continu à l'aide du programme CARTEDAQ. Une fois tous les ajustements géométriques sur le SEM complétés, les résultats de la prise de mesures peuvent alors être enregistrés dans un fichier afin d'être récupérés ultérieurement dans le logiciel de représentation des mesures PRESSEM.

Ce système de mesures est discret et conserve la portabilité du SEM développé par Promed. En effet, les instruments de mesures utilisés (potentiomètres rotatifs) sont petits et n'encombrent pas la structure du fauteuil de simulation. L'outil de recherche peut être transporté aussi facilement que l'outil clinique et l'acquisition des mesures peut être réalisée à l'aide d'un ordinateur portable. De plus, la procédure de calibrage de ce système de mesures est simple et est intégrée au logiciel d'acquisition CARTEDAQ. En effet, il suffit de positionner les composantes du SEM selon une orientation ou dimension initiale (ces valeurs sont affichées dans le logiciel CARTEDAQ) et de réaliser une lecture de la tension présente sur les potentiomètres. Les valeurs de tension initiale peuvent alors être modifiées dans le programme

CARTEDAQ afin de mettre à jour le fichier de calibrage du système de mesures; une lecture en mode calibré (système international ou système impérial) est alors possible. De cette façon, les instruments peuvent être calibrés rapidement avant une expérimentation afin d'obtenir les résultats les plus précis possible. De plus, les potentiomètres peuvent être retirés facilement de leur montage et installés de nouveau sans difficultés : il est alors possible d'incorporer des composantes de posture autres que celles faisant partie du SEM telles que différents types de dossier, canevas, appui-pied ou appui-jambe (par exemple, le dossier contour flexible conçu par Frédéric Parent qui a été incorporé et testé sur le SEM dans le cadre de son projet de maîtrise).

En ce qui concerne la précision du système de mesures, elle a pu être déterminée par l'application de la procédure de validation élaborée à la section 2.5 et dont les résultats sont présentés aux figures 3.1 et 3.2. Pour l'ensemble des paramètres géométriques, les écarts-types des différences sont relativement faibles pour la condition sans charge et augmentent légèrement avec une charge (à l'exception de l'angle d'appui-jambe gauche où l'augmentation est plus prononcée). De plus, les plus grandes valeurs maximales de différences absolues sont situées à moins de 3 écart-types des valeurs moyennes, ce qui est typique d'une distribution normale.

Tel que mentionné à la section 3.1, les différences absolues moyennes obtenues respectent le critère de 1° pour la majorité des paramètres angulaires à l'exception des angles d'appui-jambe gauche (sans charge) et d'appui-pied gauche (avec et sans charge). En effet, pour l'angle de bascule, les différences absolues moyennes obtenues sont légèrement inférieures à la limite du 1° et sont semblables dans les trois conditions d'évaluations, à savoir environ 0.6° à 0.7°. Étant donné ces faibles variations, il est possible de conclure que le poids et la taille du sujet ont très peu d'influence sur la précision de ce paramètre. Également, la précision obtenue pour l'angle siège-dossier respecte très bien le critère de 1° pour les trois conditions d'évaluations (0.2° à 0.3°). Les valeurs de différences moyennes et d'écart-types étant

similaires dans les trois cas étudiés, il est possible d'affirmer que le poids et la taille du sujet ont également dans ce cas-ci très peu d'influence sur la précision des mesures. Ainsi, pour les angles de bascule et siège-dossier, les différences absolues moyennes obtenues sont largement inférieures à la valeur de 2° spécifiée dans l'étude de Shapcott (1990).

Quant aux angles d'appui-jambe et d'appui-pied, les plus grandes différences absolues moyennes peuvent être expliquées par le fait qu'il existe un jeu d'alignement relativement grand et apparent entre les membrures télescopiques des appui-jambes, induisant ainsi une erreur sur la mesure de ces angles. Apparemment, aucune raison évidente peut être avancée pour expliquer les plus grandes différences obtenues pour le côté gauche de ces paramètres: des plus grands jeux mécaniques pour les membrures gauches pourraient être la source de cette plus grande imprécision. Pour les conditions avec charge, les différences absolues moyennes sont quelque peu supérieures à celles obtenues sans charge pour les angles d'appui-pied et moindres pour les angles d'appui-jambe. Cette situation peut sembler surprenante, mais elle s'explique par le fait qu'au repos (sans charge), les membrures télescopiques des appui-jambe ne sont pas parfaitement alignées: l'application d'une charge sur les appui-pied redresse la membrure interne et diminue ainsi le jeu d'alignement. Enfin, il est possible de noter que les différences absolues moyennes obtenues pour ces quatre angles avec le sujet #1 sont légèrement supérieures à celles obtenues avec le sujet #2. Étant donné que le sujet #1 est beaucoup plus lourd que le sujet #2 et que les valeurs moyennes et les écart-types sont tous semblables et diffèrent peu, il est possible de conclure que le poids et la taille du sujet ont peu d'influence sur la précision de ces mesures angulaires.

En ce qui concerne les mesures linéaires, il est possible de constater que les différences absolues moyennes obtenues respectent toutes très bien le critère de 0.4 cm défini dans le cahier des charges, écart-types inclus. De plus, les différences moyennes et les écart-types sont sensiblement les mêmes pour tous les paramètres linéaires à l'exception de la profondeur du siège et de la hauteur d'appui-bras droit où

ceux-ci sont quelque peu plus élevés. Ainsi, il est possible d'affirmer que l'objectif de précision pour tous ces paramètres a été atteint puisque les différences absolues moyennes respectent le critère de 0.4 cm et sont largement inférieures à la valeur de 1.3 cm spécifiée dans l'étude de Shapcott (1990).

Diverses sources d'erreurs peuvent expliquer les différences entre les mesures obtenues à l'aide des instruments installés sur le SEM et les mesures obtenues avec le système de mesures utilisé pour réaliser la validation (le numériseur 3D). Tout d'abord, il y a l'erreur intrinsèque associée aux potentiomètres rotatifs, spécifiée par le fabricant (0.25%). Pour des plages d'ajustements d'environ 40° (potentiomètres 1 tour), la contribution à l'erreur du système de mesures développé est de 0.1°: il est donc probable que cette imprécision n'est pas la cause première des grandes différences moyennes obtenues pour certains paramètres angulaires.

Une autre source d'erreur provient de l'acquisition des mesures par la carte DAQCard-700. Ayant une précision de 12 bits, la carte provoque une faible erreur sur les lectures: environ 0.06° pour les angles (plage de 10V, pente de 22.7°/V : $10*22.7/2^{12}$) et environ 0.02 cm pour les distances (plage de 10V, pente de 7.20 cm/V : $10*7.20/2^{12}$). Il est donc possible d'avancer que les erreurs dues à l'acquisition des mesures par la carte contribuent de façon négligeable à l'erreur globale du système de mesures.

Le calibrage des potentiomètres engendre lui aussi une imprécision sur le système de mesures des paramètres géométriques. En effet, afin de convertir les tensions lues sur les potentiomètres en unités de mesures, le montage présenté à la section 2.3.1.4 a été utilisé et des courbes de calibrage semblables à celle présentée à la figure 2.9 ont pu être obtenues. Les erreurs associées au calibrage sont d'environ 0.3° pour les angles (erreur de 0.1°/V sur la pente et plage d'ajustement d'environ 3V) et de 0.16 cm pour les distances (erreur de 0.04 cm/V sur la pente et plage d'ajustement d'environ 4V) . Ces imprécisions représentent donc une contribution relativement importante à l'erreur globale du système; dans le cas d'un calibrage mal

réalisé, les erreurs résultantes seraient probablement plus importantes. Le calibrage des potentiomètres doit donc être effectué avec une grande minutie.

La présence de jeux mécaniques d'alignement et de serrage dans les diverses composantes du SEM introduit également des imprécisions sur les mesures prises. En effet, pour les appui-jambes et les appui-pieds par exemple, les jeux d'alignement et de serrage sont relativement grands. Lorsque l'appui-jambe est ajusté à sa longueur maximale (33.7 cm), le jeu d'alignement à l'extrémité peut être estimé mathématiquement à 0.4 cm par rapport au centre de la membrure externe. L'erreur correspondante sur l'angle d'appui-jambe est donc de 0.7° (arctan(0.4/33.7)) de chaque côté de la ligne d'alignement centrale. Cette dernière source d'erreur pourrait expliquer en partie les plus grandes différences absolues moyennes obtenues pour les angles d'appui-jambe et d'appui-pied que celles des angles siège-dossier et de bascule pour lesquels les jeux mécaniques sont relativement beaucoup plus faibles.

La dernière source d'erreurs concerne l'instrument de mesures de référence utilisé pour réaliser la validation, le numériseur 3D. En effet, tel que mentionné à la section 2.3.3, le numériseur 3D possède une erreur intrinsèque de ± 0.064 cm sur la position tridimensionnelle des repères mesurés (spécifications du fabricant). À cette source d'erreurs, vient s'ajouter une certaine imprécision sur la position des repères marqués (supposés bien alignés) et leur identification lors de la mesure. En considérant les valeurs du tableau 2.4, l'équation de l'erreur théorique de l'instrument (équation 2.3) donne une erreur d'au plus 0.4° pour les angles (dans le cas de l'angle d'appui-pied où les distances entre les repères sont les plus courtes); l'erreur de position et d'identification des repères a été estimée à 0.025 cm par la mesure à plusieurs reprises d'un même repère à l'aide du numériseur (erreur résultante sur les mesures angulaires de 0.2°). Quant à l'imprécision sur le calcul des paramètres linéaires, l'équation 2.2 a permis de trouver la valeur de 0.05 cm. Ainsi, l'utilisation du numériseur 3D comme système de mesures pour la validation a pu entraîner des erreurs allant jusqu'à 0.6° pour les paramètres angulaires et 0.08 cm pour les paramètres linéaires. Donc, la contribution du numériseur 3D à l'erreur globale du

système de mesures développé est relativement importante dans le cas des mesures angulaires et pourrait expliquer en partie les grandes différences absolues moyennes obtenues pour certains paramètres.

Compte tenu de l'ensemble des résultats de validation, des considérations précédentes concernant les diverses sources d'erreurs possibles mais également des divers critères de design définis dans le cahier des charges, il est possible d'avancer que le système de mesures géométriques développé répond bien aux besoins établis pour ce projet de recherche. Seules les mesures des angles d'appui-jambe et d'appui-pied gauche ne respectent pas un critère de design (précision de ± 1°). Pour ces paramètres, les jeux mécaniques d'alignement et de serrage semblent être la principale source d'erreurs expliquant les grandes différences obtenues lors de la validation des mesures; les erreurs dues au calibrage et au numériseur 3D pourraient également avoir contribué à l'obtention de ces résultats.

En ce qui concerne les autres systèmes de mesures utilisés pour ce projet de recherche, ils ont pu être intégrés au SEM sans difficultés. En effet, les systèmes de mesures de distribution de pression (FSA) et de position tridimensionnelle de repères des matrices par rapport au fauteuil (numériseur 3D) ont pu être installés sans problèmes sur le SEM. Il est à noter que le support utilisé pour installer le numériseur 3D doit être remplacé par un support plus discret permettant plus d'ajustements de position. Le design d'un tel support a été réalisé jusqu'à l'étape des dessins de détails (ceux-ci sont présentés à l'annexe D). Enfin, l'erreur sur la mesure de la position des capteurs provient de l'erreur de l'instrument de mesures utilisé (le numériseur 3D) et du fait que les capteurs ne sont pas tous régulièrement espacés, puisqu'ils sont assemblés à la main. Le travail de François Poulin a permis de déterminer que les capteurs sont espacés d'un pas de 2.86 ± 0.10 cm. La position des repères sur la matrices étant mesurée à l'aide du numériseur 3D (précision de ± 0.064 cm), l'imprécision globale de la représentation graphique des résultats des mesures de pression dans le logiciel PRESSEM est au maximum ± 0.16 cm sur la position des

capteurs. Il est à noter que cette représentation n'inclut pas le déplacement relatif des matrices lorsqu'un sujet s'assoit.

Constituant le principal résultat du présent projet de recherche, le logiciel de représentation des mesures PRESSEM a permis de générer l'ensemble des résultats graphiques présentés à la section 3.2. Les cas types de positionnement qui y sont illustrés reflètent bien les expérimentations actuellement possibles sur l'outil de recherche: par exemple, l'étude de l'influence des variations de positionnements assis sur la distribution de pression pour une aide technique donnée et l'étude de l'influence des aides techniques sur la distribution de pression pour un positionnement assis donné.

Ainsi, il est possible d'utiliser l'outil de recherche pour des études portant sur le repositionnement de l'usager en analysant l'influence des variations de positionnements assis sur la distribution de pression. De telles études pourraient permettre d'établir des relations entre les variations des paramètres géométriques du SEM et les mesures de distribution de pression pour un type d'aide technique donné.

Inversement, afin d'étudier l'influence de ces aides techniques sur la distribution de pression, il est nécessaire de conserver le même ajustement des paramètres géométriques du SEM. Ainsi, il est possible d'utiliser l'outil de recherche pour évaluer différentes aides techniques existant sur le marché en analysant leur influence sur la distribution de pression pour un positionnement assis donné. De telles études pourraient permettre d'établir des relations entre la géométrie, les propriétés physiques et mécaniques de ces aides techniques et la distribution de pression mesurée.

Ainsi, le logiciel de représentation des mesures PRESSEM permet d'obtenir une synthèse d'informations quantitatives relatives au positionnement assis de l'usager évalué dans le SEM. En effet, toutes les mesures prises sur l'outil de recherche pour ce projet de recherche sont représentées sur une même image,

facilitant du même coup l'analyse de la condition de positionnement évaluée. En permettant l'importation de données de différents formats, l'affichage du modèle fauteuil-distribution de pression selon diverses options et l'exportation des résultats, le logiciel répond ainsi très bien aux différents critères de design définis à ce sujet dans le cahier des charges.

L'outil de recherche ainsi développé permet donc la mesure des paramètres géométriques et mécaniques du positionnement assis les plus étudiés dans la littérature : le SEM a permis l'installation facile et simple d'instruments permettant la mesure de ces paramètres. L'outil de recherche développé se distingue donc de la majorité des fauteuils de simulation cliniques recensés dans la littérature par cette instrumentation reliée à un ordinateur et par son logiciel de représentation des mesures. En effet, pour ces outils cliniques (par exemple, Shacott 1990), seuls les paramètres géométriques du fauteuil sont mesurés (manuellement). Le fauteuil d'Ergorecherche (l'ExpertSeat) quant à lui permet la mesure de la géométrie du fauteuil et de la distribution de pression mais ne permet pas un affichage global des résultats tel que retrouvé dans PRESSEM. Il est en effet impossible de visualiser sur une même image la géométrie du fauteuil et les résultats de distribution de pression. De plus, l'outil de recherche développé est portable (ce qui n'est pas le cas de l'ExpertSeat) et beaucoup moins dispendieux que ce dernier. Enfin, un autre fauteuil de simulation recensé dans la littérature (Reger 1985) permet la mesure de distribution de pression sur le siège et le dossier; toutefois, l'outil ne permet pas d'afficher les résultats de ces mesures ainsi que ceux provenant des mesures de la géométrie du fauteuil sur une même image dans un logiciel de visualisation.

Bien qu'il permette la mesure des paramètres géométriques et mécaniques les plus étudiés dans la littérature, l'outil de recherche ne permet pas la mesure de tous les paramètres reliés au positionnement assis; en effet, le positionnement assis est dépendant de multiples facteurs, souvent difficilement quantifiables et sujets à une perception peu objective de la situation. Mais, certains de ces facteurs sont

quantifiables et leur mesure contribuerait à rendre l'évaluation du positionnement assis plus complète.

Parmi les paramètres mécaniques qui n'ont pas été évalués dans le cadre de ce projet de recherche, les contraintes de cisaillement présentes à l'interface usager-siège par exemple suscitent un intérêt marqué pour les chercheurs en réadaptation. Bien que ce paramètre ait rarement été évalué dans la littérature à cause de la difficulté à mettre en forme des instruments qui permettent sa mesure, il semble que de nombreux chercheurs s'entendent pour dire que le cisaillement pourrait avoir un rôle important à jouer dans le développement des escarres et l'inconfort. Ainsi, des recherches pour mettre au point un système de mesures des contraintes de cisaillement sur le siège par exemple pourrait représenter une voie à développer afin de rendre plus complète l'évaluation du positionnement assis sur le SEM. De la même façon, il est possible d'envisager la mesure de la température et du taux d'humidité à cet interface par une instrumentation appropriée.

Toutes ces mesures additionnelles pourraient être intégrées aisément au logiciel PRESSEM et affichées sur le modèle du fauteuil de simulation à l'aide d'une option de menu : la structure de programmation flexible de PRESSEM faciliterait ces tâches. L'utilisateur du logiciel aurait alors le choix du type de paramètres mécaniques à visualiser sur le modèle. Très peu d'études ont été réalisées sur l'importance et l'influence de ces paramètres mécaniques sur le positionnement assis: l'intégration de tels instruments de mesures sur le SEM contribuerait ainsi au développement d'un outil de recherche de pointe sur le positionnement assis et les aides techniques à la posture.

D'autre part, la mesure de paramètres géométriques de l'usager permettrait également de rendre plus complète l'évaluation du positionnement assis. En effet, la mesure de la géométrie externe de segments corporels de l'usager pourrait être réalisée à l'aide du numériseur; les données pourraient être intégrées facilement au logiciel PRESSEM et affichées sur le modèle fauteuil-distribution de pression. Un

interface semblable à celui présenté au chapitre 3 pourrait être développé afin de réaliser la saisie des coordonnées des repères mesurés. Ainsi, il serait alors possible de visualiser sur une même image la géométrie du fauteuil et de l'usager de même que les résultats des paramètres mécaniques évalués. Par exemple, le protocole expérimental utilisé par Cathy Maltais dans le cadre de son projet de maîtrise pourrait servir de base à l'élaboration d'une procédure adaptée au SEM. De la même façon, la géométrie de divers éléments de contact pourrait être mesurée à l'aide du numériseur (par exemple, divers types de dossiers, des appuis thoraciques, des appuis pelviens) et affichée dans le logiciel PRESSEM. Pour les éléments de contact, l'entrée des données pourrait également être effectuée à l'aide d'une banque de données; le format des fichiers (*.mat) serait semblable à ceux générés par PRESSEM et de simple traitements mathématiques seraient nécessaires pour réaliser l'affichage des éléments.

Également, des capteurs de forme pourraient être intégrés au SEM (notamment pour le siège) et les résultats de telles mesures géométriques pourraient être affichés sans difficultés dans le logiciel PRESSEM. De tel instruments permettraient de changer la forme de l'interface de siège et des relations pourraient être établies entre les résultats des mesures de forme géométrique et ceux provenant de la mesure de distribution de pression sur cet interface.

Enfin, la géométrie interne de segments corporels de l'usager pourrait être mesurée à l'aide d'un appareil à rayons X. En effet, le SEM possédant des structures modulaires, il est possible de prendre des radiographies au niveau du dos et du bassin en enlevant les composantes du fauteuil qui gênent la prise ou en les remplaçant par d'autres qui ne sont pas radio-opaques. De cette façon, les mesures internes et externes de la géométrie de l'usager pourraient être comparées et étudiés en fonction des autres types de mesures prises sur le SEM: géométrie du SEM, distribution de pression, etc.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le présent travail de recherche a consisté en l'adaptation d'un fauteuil de simulation du positionnement assis clinique, le SEM, en un outil de recherche sur les aides techniques à la posture. Pour ce faire, une revue de la littérature concernant la simulation et les outils de simulation du positionnement assis a d'abord permis d'identifier les paramètres géométriques et mécaniques les plus étudiés lors de l'évaluation du positionnement assis des usagers de fauteuils roulants. Il a alors été convenu que l'angle siège-dossier, l'angle de bascule, les angles d'appui-jambe et d'appui-pied, la hauteur sol-siège, la hauteur du dossier, la profondeur du siège, la hauteur des appui-bras, la longueur des appui-jambe, la distribution de pression sur le siège et le dossier de même que la position relative de ces capteurs de pression par rapport au SEM devaient être mesurés par l'outil de recherche.

Afin d'évaluer l'ensemble de ces paramètres, divers systèmes de mesures avec acquisition électronique ont été installés sur la structure du SEM. Pour la mesure des paramètres géométriques du SEM, des potentiomètres rotatifs et une carte d'acquisition de données ont été achetés, des supports mécaniques ont été conçus et fabriqués et un interface de gestion de l'acquisition et du calibrage a été développé (programme CARTEDAQ). La précision de ce système a été déterminée à l'aide de l'élaboration et de l'application d'une procédure de validation des mesures géométriques qui se démarque de tout ce qui a été réalisé à ce sujet dans la littérature. Quant à la mesure de distribution de pression et de la position relative des capteurs de pression par rapport au sem, le système Force Sensing Array (FSA) et le Microscribe 3DL respectivement ont été utilisés pour effectuer ces mesures.

Afin de réunir les résultats de ces différentes mesures prises sur le SEM sur une même image, un logiciel de représentation des mesures (PRESSEM) a été développé. En plus de permettre l'importation de données de différents formats, ce logiciel unique en son genre offre diverses options d'affichage et de visualisation du modèle fauteuil-distribution de pression. En effet, le modèle peut être représenté sous

différents points de vue prédéterminés ou définis selon les besoins de l'utilisateur. Il est également possible d'effectuer des opérations de zooms et de panoramiques sur le modèle afin d'étudier une région spécifique du modèle fauteuil-distribution de pression. De plus, les couleurs associées aux mesures de distribution de pression peuvent être affichées selon divers types d'affichage et d'échelle. Enfin, une zone réservée dans la fenêtre principale du logiciel permet l'affichage des résultats numériques des mesures géométriques du SEM et a été conçue de façon à permettre l'affichage de d'autres types de mesures géométriques. PRESSEM permet finalement d'exporter l'ensemble des résultats dans un même fichier ou par impression. Sa structure de programmation flexible et modulaire est ouverte à l'incorporation d'éléments additionnels permettant l'affichage de divers autres types de mesures et composantes de posture.

Ainsi, l'outil de recherche développé permet la mesure rapide et précise de paramètres géométriques et mécaniques du positionnement assis d'un usager de fauteuil roulant. Les différents résultats de ce travail de recherche réalisé dans le cadre d'un projet de maîtrise ont permis de démontrer que les critères de design ayant servi à la définition du projet ont été respectés (incluant les critères de précision de 1° pour les mesures angulaires et de 0.4 cm pour les mesures linéaires) à l'exception de la précision des angles d'appui-jambe et d'appui-pied gauche. En effet, pour ces paramètres, la précision est moindre que le critère de 1° qui a été défini dans le cahier des charges.

En regard des conclusions décrites précédemment, les recommandations suivantes peuvent être énoncées :

- Revoir le design des appui-jambe afin d'éliminer au maximum les jeux d'alignement des membrures télescopiques et de serrage des articulations dentées supérieures et inférieures;
- Fabriquer le support conçu pour supporter le numériseur 3D et ainsi l'intégrer discrètement à la structure du fauteuil de simulation;

- Mettre en place un interface permettant de faire la saisie des mesures de la géométrie de segments corporels externe de l'usager à l'aide du numériseur 3D et incorporer les résultats dans le logiciel de représentation des mesures PRESSEM;
- Revoir la procédure de calibrage des potentiomètres rotatifs afin de déterminer si une plus grande précision peut être atteinte;
- S'il s'avérait nécessaire de demander une plus grande précision de l'erreur de mesures associée à l'outil de recherche, il serait alors pertinent d'utiliser un instrument de mesures autre que le numériseur 3D pour réaliser la validation des mesures géométriques du SEM (tel que par exemple, la machine à mesures 3D telle que celle disponible au laboratoire de métrologie de Polytechnique).

Nonobstant les recommandations citées ci-dessus, il est possible d'affirmer que le travail de recherche réalisé dans le cadre de ce projet de maîtrise a permis de développer un outil de recherche de pointe sur les aides techniques à la posture et d'augmenter le niveau de connaissances scientifiques dans ce domaine de la réadaptation.

BIBLIOGRAPHIE

[1] ASATO, K.T., COOPER, R.A, ROBERTSON, R.N. & STER, J.F. (1993). SMARTWheels: development and testing of a system for measuring manual wheelchair propulsion dynamics. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 40, no 12, pp.1320-1324.

[2] BARDSLEY, G.I. & TAYLOR, P.M. (1982). The development of an assessment chair. *Prosthetics and Orthotics International*, vol. 6, pp. 75-78.

[3] BARDSLEY, G.I. (1984). The Dundee seating program. *Physiotherapy*, vol. 70, no 2, pp. 59-63.

[4] BARDSLEY, G.I. (1996), communication écrite personnelle.

[5] BERGEN, A. & COLANGELO, C. (1985). Positioning the client with CNS deficits. Valla Publications, Valhalla.

[6] BERGEN, A. (1987). Putting the puzzle together using commercially available technology to create therapeutic seating. *Proceedings of the 3rd International Seating Symposium*, Memphis, pp. 24-36.

[7] BERGMANN, J. (1987). Positioning in life is everything. *Midwest UCP/Resna Conference*, Columbus, Ohio.

[8] BRIENZA, D.M., CHUNG, K.C., BRUBAKER, C.E., WANG, J., KARG, T.E. & LIN, C.T. (1996). A system for the analysis of seat support surfaces using surfaces shape control and simultaneous measurement of applied pressures. *IEEE Transactions of Rehabilitation Engineering*, vol. 4, no 2, pp. 103-112.

[9] BULLARD, M. & CLOITHIAUX, A. (1989). The use of dynamic tilt in space to resolve conflicting clinical objectives. *Proceedings of the Resna 12th Annual Conference*, New Orleans, pp. 165-166.

[10] CHUNG, K.C., SPRIGLE, S.H., BRIENZA, D.M., BRUBAKER, C.E. & MCLAURIN, C.A. (1989). UVA custom contoured seating system technical and clinical evaluation. *Proceedings of the Resna 12th Annual Conference*, New Orleans, pp.236-237.

[11] CRIQ/IRM, Spécifications avancées par Mac-Antoine Archambault.

[12] FERNIE, G.R. (1986). CAD/CAM approaches to the development of seating and mobility aids for the elderly. *Canadian Journal of Public Health*, vol. 77, suppl. 1, pp. 114-118.

[13] GLASER, R.M., SAWKA, M.N., LAUBACH, L.L. & SURYAPRASAD, A.G. (1979). Metabolic and cardiopulmonary responses to wheelchair and bicycle ergometry. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental & Exercice Physiology*, vol. 46, no 6, pp. 1066-1070.

[14] GOW, D. (1996), director of Bioengineering Centre of Edinburgh, communication électronique personnelle.

[15] HALE, J.E. (1996), Orthopaedic Biomechanics Lab., University of Virginia, communication électronique personnelle.

[16] HOBSON, D.A., HEINRICH, M.J. & HANKS, S.F. (1983). Bead seat seating system. *Proceedings of the Resna 6th Annual Conference*, San Diego, pp. 209-211.

[17] HUGHES, C.J., WEIMAR, W.H., SHETH, P.N. & BRUBAKER, C.E. (1992). Biomechanics of wheelchair propulsion as a function of seat position and user-to-chair interface. *Archives of Physical Medicine & Rehabiliation*, vol. 73, no 3, pp.263-269.

[18] HUNDERTMARK, L.H. (1985). Evaluating the adult with cerebral palsy for specialized adaptive seating. *Physical Therapy*, vol. 65, no 2, pp. 209-212.

[19] HUNT, J.T. (1993). Physical evaluation for seating and mobility assessments. *Proceedings of the Canadian Seating & Mobility Conference*, pp. 98-99.

[20] LEFEBER, D. & REGO, R. (1989). A seating/positioning system simulator. *Proceedings of the Resna 12th Annual Conference*, New Orleans, pp. 452-453.

[21] MALTAIS, C. (1997). Mesures de paramètres géométriques et mécaniques du positionnement des personnes en fauteuil roulant. Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal, 200 pages.

[22] MANN, W.C. & LANE, J.P. (1991). *Assistive technology for persons with disabilities - the role of occupational therapy*. The American Occupational Therapy Association Inc.

[23] MCGREW, G.W. & CHUNG, K.C. (1987). Clinical application of the adjustable computer chair. *Proceedings of the Resna 10th Annual Conference*, San Jose, pp.568-569.

[24] MOTLOCK, W. (1977). Seating and positioning for the physically impaired. *Orthotics and Prosthetics*, vol. 31, no 2, pp. 11-21.

[25] MUNDY, P. & PHRIPP, T. (1986). A service delivery model for the provision of specialized seating. *Proceedings of the Resna 9th Annual Conference*, Minneapolis, pp. 137-139.

[26] NETH, D. (1996), communication électronique personnelle.

[27] NIESING, R., EIJSKOOT, F., KRANSE, R., DEN OUNDEN, A.H., STORM, J., VEEGER, H.E., VAN DER WOUDE, L.H. & SNIJDERS, C.J. (1990). Computer-controlled wheelchair ergometer. *Medical & Biological Engineering & Computing*, vol. 28, no 4, pp. 329-338.

[28] PARENT, F. (1997). Développement et évaluation d'un concept de dossier contour flexible (DCF) pour usagers en fauteuils roulants. Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal, 200 pages.

[29] PETTY, L. (1996), Bloorview Children's Hospital, communication électronique personnelle.

[30] PRESPERIN, J. (1990). Seating systems : the therapist and rehabilitation engineering team". *Physical & Occupational Therapy for Pediatrics*, vol. 10, no 2, pp. 11-45.

[31] RAYMOND, D., BÉRUBÉ, F. & LACOSTE, M. (1993). The use of an evaluation package in the conception and development of seating aids. *Proceedings of the Canadian Seating & Mobility Conference*, pp. 123-127.

[32] REDFORD, J.B. (1993). Seating and wheeled mobility in the disabled elderly population. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, vol. 74, no 8, pp.877-885.

[33] REGER, S.I., ADAMS, T., CHUNG, K.C. & MCLAURIN, C.A. (1985). Instrumented, adjustable seat for evaluating posture and body contours. *Proceedings of the Resna 8th Annual Conference*, Memphis, pp.335-337.

[34] RESWICK, J.B. & ROGERS, J.E. (1976). Experience at Rancho Los Amigos Hospital with devices and techniques to prevent pressure sores. *Bedsore Biomechanics*, Baltimore: University Park Press, pp. 301-310, 1976.

[35] SAFTLER, F., WINTER, J. & KELLY, M.A. (1988). Use of a positioning chair in conjunction with proper seating principles for a seating evaluation. *Proceedings of ICAART-88*, Montréal, pp.250-251.

[36] SAMUELSON, K., LARSSON, H.& TROPP, H. (1989). A wheelchair ergometer with a device for isokinetic torque measurement. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, vol. 21, no 4, pp. 205-208.

[37] SCHMELER, M.R. (1996), University of Pittsburgh Medical Center, Center for Assistive Technology, communication électronique personnelle.

[38] SHAPCOTT, N. & BAR, C. (1990). Seating simulation as an aid to assessment. *Proceedings of the Resna 13th Annual Conference*, Washington, pp.111-112.

[39] SHAPCOTT, N., HEINRICH, M., BRUBAKER, C. & FREGUSON-PELL, M. (1986). A methodology to assist in the prescription of wheelchairs. *Proceedings of the Resna 9th Annual Conference*, Minneapolis, pp.378-380.

[40] SMITH, R.V. & LESLIE, J.H. (1990). Rehabilitation Engineering. *CRC Press*, Floride, pp. 235-236.

[41] SPRIGLE, S. (1996), University of Pittsburgh & Helen Hayes Hospital, Resna List Coordinator, communication électronique personnelle.

[42] ST-GEORGES, M., VALIQUETTE, C. & DROUIN, G. (1989). Computer-aided design in wheelchair seating. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, vol. 26, no 4, pp. 23-30.

[43] ST-GEORGES, M., VALIQUETTE, C. & DROUIN, G. (1989). Le choix et l'équipement personnalisé d'un fauteuil roulant : apport de la conception assistée par ordinateur. *Journal de la Réadaptation Médicale*, vol. 9, nos 1-2, pp. 17-26.

[44] STICKNEY, R. (1992). From specification to final product. *Proceedings of the 8th International Seating Symposium*, pp.65-72.

[45] TAYLOR, S.J. (1987). Evaluating the client with physical disabilities for wheelchair seating. *The American Journal of Occupational Therapy*, vol. 41, no 11, pp. 711-716.

[46] TODD, B. (1996), assistant professor, mechanical engineering, University of Alabama, communication électronique personnelle.

[47] TONEY, M.A., MCEWEN, I., THOMPSON, D. & PARKER, D. (1995). Reliability of contours of positive molds following seating simulation". *Proceedings of the Resna 18th Annual Conference*, Vancouver, pp. 300-302.

[48] TREFLER, E. & TAYLOR, S.J. (1991). Prescription and positioning : evaluating the physically disabled individual for wheelchair seating. *Prosthetics and Orthotics International*, vol. 15, no 3, pp. 217-224.

[49] TREFLER, E. (1984). *Seating for children with cerebral palsy - a resource manual.* Memphis, TN: The University of Tennessee Center for the Health Sciences, Rehabilitation Engineering Program.

[50] VEEGER, H.E., VAN DER WOUDE, L.H. & ROZENDAL, R.H. (1992). A computerized wheelchair ergometer - results of a comparison study. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medecine*, vol. 24, no 1, pp. 17-23.

[51] WARD, D.E. (1994). *Prescriptive seating for wheeled mobility - Vol. I Theory, application and technology* (1st ed.). Kansas City, KS: HealthWealth International.

[52] WEIDHAAS, J. & LLOYD, M. (1988). I.W.K. Children's Hospital fitting frame. *Proceedings of the ICAART-88*, Montréal, pp.248-249.

[53] ZOLLARS, J.A. (1993). *A literature review on seating and mobility through 1992.* Los Angeles, CA: Pax Press.

Informations et communications commerciales

[1] AKRON - Cleveland Home Medical Services Co., Signature 2000, 1996.

[2] BARRETT, S., Clinical Engineering Designs Ltd., communication écrite personnelle, 9 mai 1996.

[3] BARRETT, T., Rehab Designs Inc., communication écrite personnelle, 6 mai 1996.

[4] BHASIN, C., manager of seating services at the Cleveland Clinic, communication électronique personnelle, 15 mai 1996.

[5] CLINICAL ENGINEERING DESIGNS Ltd., Seating Simulator.

[6] ERGORECHERCHE & CONSEILS Inc, demande de brevet, 21 février 1995.

[7] IMMERSION CORPORATION, spécifications du Microscribe 3DL.

[8] MACLEISH, M.L., development engineer, Cascade Designs Inc., communication écrite personnelle, 7 mai 1996.

[9] MAHR, A., MTS Systems GmbH, communication électronique personnelle, 15 mai 1996.

[10] PIN DOT PRODUCTS, Invacare Corporation (Judy Rowley), Shape Sensor User Manual, communication écrite personnelle, 15 avril 1996.

[11] PIN DOT PRODUCTS, KISS Simulator, 1991.

[12] PROMED, spécifications du projet SEM,1993 à 1996.

[13] TALLAHASSEE THERAPEUTIC EQUIPMENT, Flamingo Specifications.

[14] TORONTO ORTHOPEDIC APPLIANCE SERVICES Ltd. (Charles A. Tarquin), TOPS Simulator, communication écrite personnelle, 18 avril 1996.

[15] VALIQUETTE, C., communication écrite à Michèle Lacoste, requête de tests de répartition de pression.

[16] VISTA MEDICAL Ltd, spécifications du FSA System.

ANNEXE A - INVENTAIRE DES SOLUTIONS POUR LA MESURE DES PARAMÈTRES GÉOMÉTRIQUES DU SEM

Instruments de mesures

A) Paramètres angulaires

Les solutions suivantes ont été suggérées comme solutions possibles pour la mesure des paramètres angulaires (angle siège-dossier, angle de bascule, angle d'appui-jambe, angle d'appui-pied):

Équipements nécessaires	Coût	Avantages	Inconvénients
1) Potentiomètres rotatifs (1 tour) pour chacun des angles à mesurer TOTAL:	≅20$ ch. ≅120$	• Installation facile; • Peu encombrants (petites dimensions) ; • Grande précision des mesures (<1%); • Produit disponible rapidement et utilisable tel quel.	

B) Paramètres linéaires

Les solutions suivantes ont été suggérées comme solutions possibles pour la mesure des paramètres linéaires (profondeur du siège, hauteur sol-siège, hauteur du dossier, hauteur d'appui-bras, longueur d'appui-jambe):

Équipements nécessaires	Coût	Avantages	Inconvénients
1) Potentiomètres rotatifs (10 tours) montés avec une poulie pour mesurer les déplacements linéaires TOTAL:	≅30$ ch. ≅210$	• Grande précision des mesures (<1%); • Peu encombrants (petites dimensions) ; • Produit disponible rapidement; • Possibilité de mesurer des grandes courses.	• Montage mécanique nécessaire: fixation de la poulie sur l'arbre et contact de la poulie sur l'élément en translation.
2) Potentiomètres linéaires TOTAL:	≅100$ ch. ≅700$	• Grande précision des mesures (<1%); • Produit disponible rapidement et utilisable tel quel; • Installation facile.	• Limite sur la course maximale; • Peut être endommagé si accroché (câble).
3) LVDT (Linear Variable Differential Transformers) TOTAL:	≅400$ ch. ≅2800 $	• Très grande précision; • Produit disponible rapidement et utilisable tel quel; • Installation facile.	• Limite sur la course maximale;
4) Spring Return Displacement Transducers TOTAL:	200$ ch. ≅1400 $	• Grande précision; • Produit disponible rapidement et utilisable tel quel; • Installation facile.	• Limite sur la course maximale;

Acquisition des données

L'acquisition des données provenant des instruments de mesures décrits précédemment sera électronique et reliée à un ordinateur. Elle pourra se faire grâce aux solutions suivantes:

Équipements nécessaires	Coût	Avantages	Inconvénients
1) Carte d'acquisition externe DAQCard-1200 National Instrument Boîte de connexion Câble 2m Entrée PCMCIA type II 8 entrées de canaux SE 24 entrées/sorties digitales 2 sorties analogiques 3 compteurs 12 bits TOTAL :	941$ 95$ 108$ 1144$	• Flexibilité du branchement de la carte (indépendance par rapport à l'ordinateur); • Compatible avec un ordinateur portable; • Visualisation de plusieurs lectures à la fois sur l'ordinateur (interface visuel élaboré) ; • Outil versatile pouvant servir à l'acquisition de plusieurs signaux (32 analogiques et digitaux); • Contrôle sur l'acquisition des données et sorties digitales et analogiques; • Produit disponible et utilisable tel quel ; • Présence de sorties analogiques pour boucles de contrôle.	• Sous-utilisée par rapport à son potentiel (mesures statiques et non dynamiques) ; • Conversion analogique/digitale nécessaire pour plus de 8 signaux (seulement 8 canaux analogiques); • Impossibilité de faire l'acquisition des données des mesures de pression en même temps que celle des paramètres géométriques.
2) Carte d'acquisition externe DAQCard-700 National Instrument Boîte de connexion Câble 2m Entrée PCMCIA type II 16 entrées de canaux SE 8 entrées digitales 8 sorties digitales 2 compteurs 12 bits TOTAL :	805$ 95$ 108$ 1008$	• Flexibilité du branchement de la carte (indépendance par rapport à l'ordinateur); • Compatible avec un ordinateur portable; • Visualisation de plusieurs lectures à la fois sur l'ordinateur (interface visuel élaboré) ; • Outil versatile pouvant servir à l'acquisition de divers autres signaux (24 analogiques et digitaux); • Contrôle sur l'acquisition des données et sorties digitales et analogiques; • Produit disponible et utilisable tel quel.	• Sous-utilisée par rapport à son potentiel (mesures statiques et non dynamiques) ; • Impossibilité de faire l'acquisition des données des mesures de pression en même temps que celle des paramètres géométriques.

Équipements nécessaires	Coût	Avantages	Inconvénients
3) Carte d'acquisition externe DAQCARD-500 National Instrument Boîte de connexion Câble 2m Entrée PCMCIA type II 8 entrées de canaux SE 4 entrées digitales 4 sorties digitales 2 compteurs 12 bits TOTAL :	535$ 95$ 108$ 738$	• Flexibilité du branchement de la carte (indépendance par rapport à l'ordinateur); • Compatible avec un ordinateur portable; • Visualisation de plusieurs lectures à la fois sur l'ordinateur (interface visuel élaboré) ; • Outil versatile pouvant servir à l'acquisition de divers autres signaux (12 analogiques et digitaux); • Contrôle sur l'acquisition des données et sorties digitales et analogiques; • Produit disponible et utilisable tel quel.	• Sous-utilisée par rapport à son potentiel (mesures statiques et non dynamiques) ; • Conversion analogique/digitale nécessaire pour plus de 8 signaux (seulement 8 canaux analogiques); • Impossibilité de faire l'acquisition des données des mesures de pression en même temps que celle des paramètres géométriques.
4) Carte d'acquisition interne Boîte de connexion Câble 2m 16 entrées analogiques 2 entrées digitales 12 bits TOTAL:	≅800$ ≅100$ ≅100$ ≅1000 $	• Visualisation de plusieurs lectures à la fois sur l'ordinateur (interface visuel élaboré) ; • Outil versatile pouvant servir à l'acquisition de divers autres signaux ; • Contrôle sur l'acquisition des données et sorties digitales et analogiques; • Produit disponible et utilisable tel quel.	• Incompatible avec un ordinateur portable; • Dépendant de l'ordinateur où la carte est installée; • Sous-utilisée par rapport à son potentiel (mesures statiques et non dynamiques) ; • Impossibilité de faire l'acquisition des données des mesures de pression en même temps que celle des paramètres géométriques.

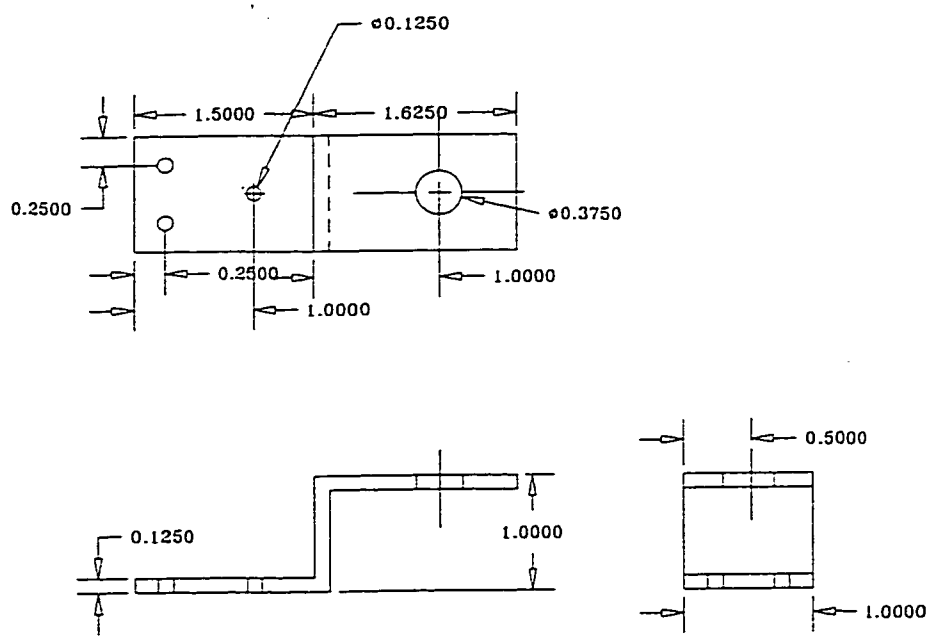
Équipements nécessaires	Coût	Avantages	Inconvénients
5) Datalogger standard Boîte de connexion Câble 2m Port parallèle ou série 16 entrées de canaux 8 bits TOTAL :	≅600$ ≅100$ ≅100$ ≅800$	• Compatible avec un ordinateur portable; • Possibilité de faire l'acquisition des données de pression en même temps que celles des paramètres géométriques ; • Produit disponible et utilisable tel quel.	• Visualisation d'une seule lecture à la fois et interface visuel peu élaboré ; • Utilisable pour une application spécifique; • Limite dans le nombre de canaux.
6) Datalogger fait maison avec l'assemblage de composantes électroniques Port parallèle ou série Boîte de connexion Câble 2m Nombre de canaux nécessaires 8 bits TOTAL :	≅1500$ ≅100$ ≅100$ ≅1800$	• Compatible avec un ordinateur portable; • Possibilité de faire l'acquisition des données de pression en même temps que celles des paramètres géométriques ; • Pas de limite sur le nombre de canaux	• Visualisation d'une seule lecture à la fois et interface visuel peu élaboré ; • Utilisable pour une application spécifique; • Long délai pour avoir le produit (temps de fabrication et de programmation).

ANNEXE B - DESSINS DE DÉTAILS DES PIÈCES CONÇUES POUR L'INSTALLATION DES POTENTIOMÈTRES SUR LE SEM

Materiau: aluminium
Quantite: 2

Toutes les mesures sont en pouces

Echelle: 1:1

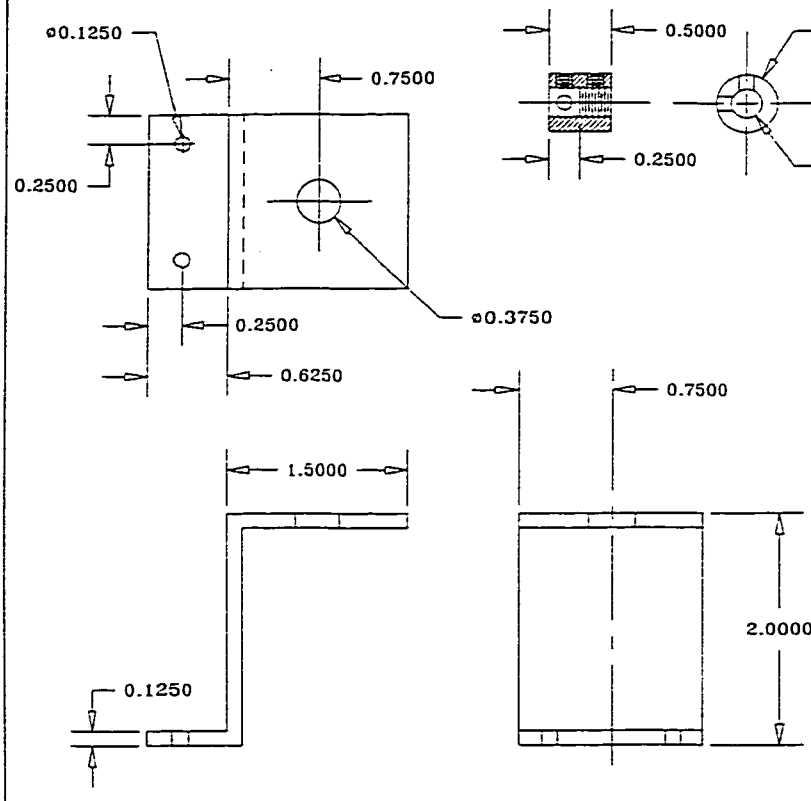


ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL		
Jean-Philippe Ringuette	Date: 21 mai 1997	Supports pour potentiometres 10 tours (hauteur sol-siege)

Materiau: aluminium
Quantite: 2

Toutes les mesures sont en pouces
Echelle: 1:1

Accouplements
Quantite: 5 (appui-jambe, appui-pied et siege-dossier)



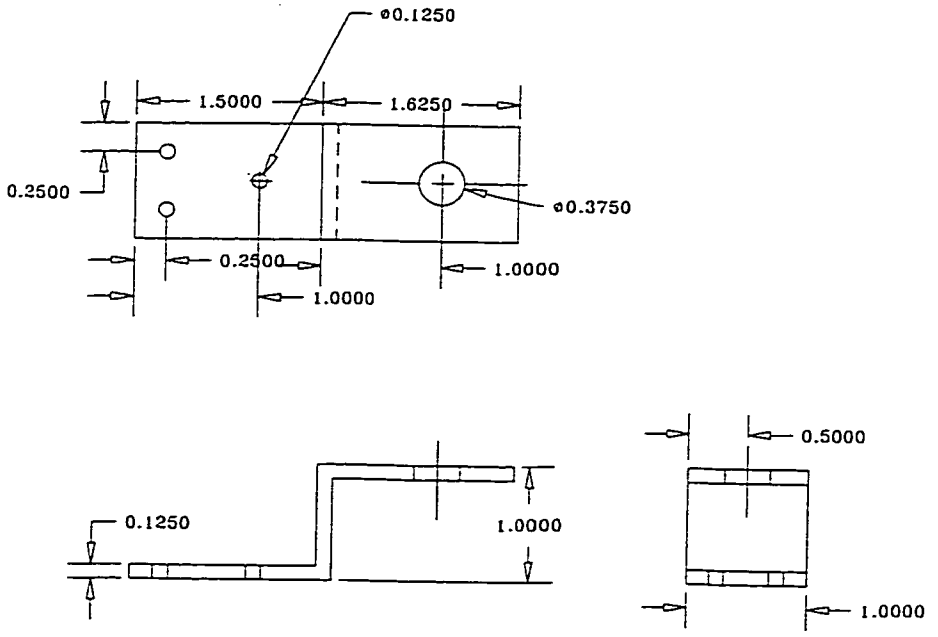
ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Jean-Philippe Ringuette	Date: 25 mars 1997	Supports pour potentiometres 1 tour (appui-jambe) et accouplements

Materiau: aluminium
Quantite: 1

Toutes les mesures sont en pouces

Echelle: 1:1



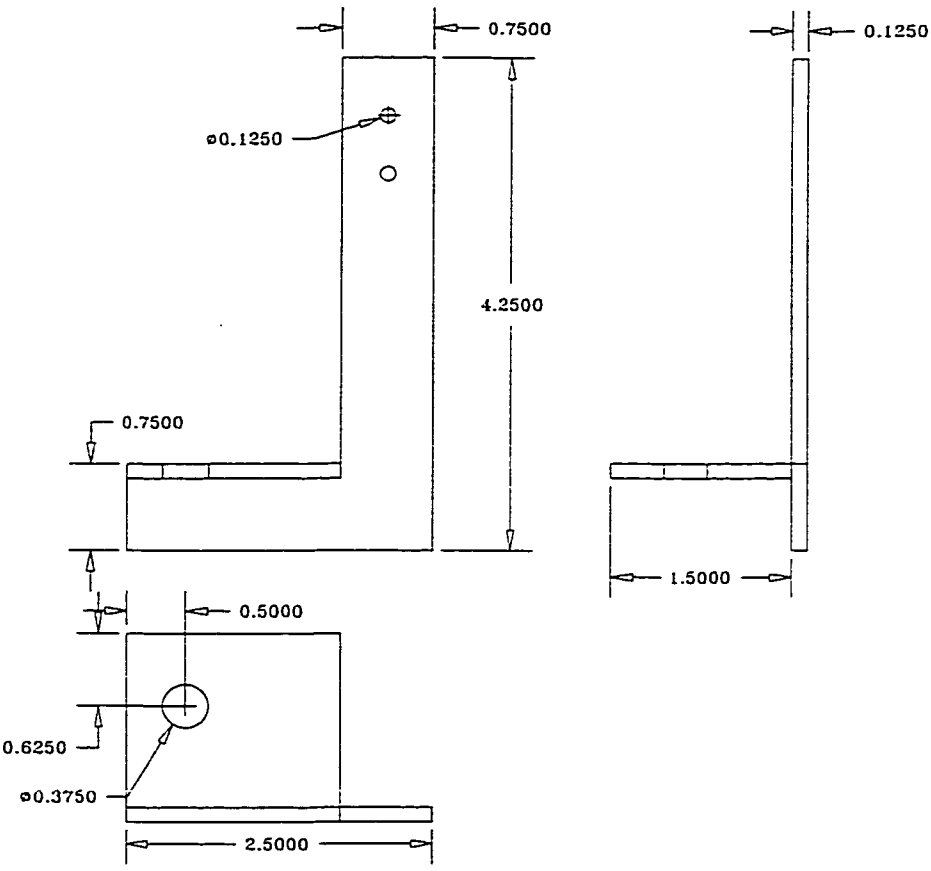
ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Jean-Philippe Ringuette	Date: 21 mai 1997	Supports pour potentiometres 1 tour (bascule) 1 de 2

Materiau: aluminium
Quantite: 1

Toutes les mesures sont en pouces

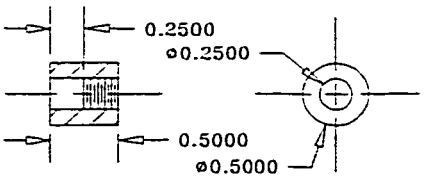
Echelle: 1:1



ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Jean-Philippe Ringuette	Date: 21 mai 1997	Supports pour potentiometres 1 tour (bascule) 2 de 2

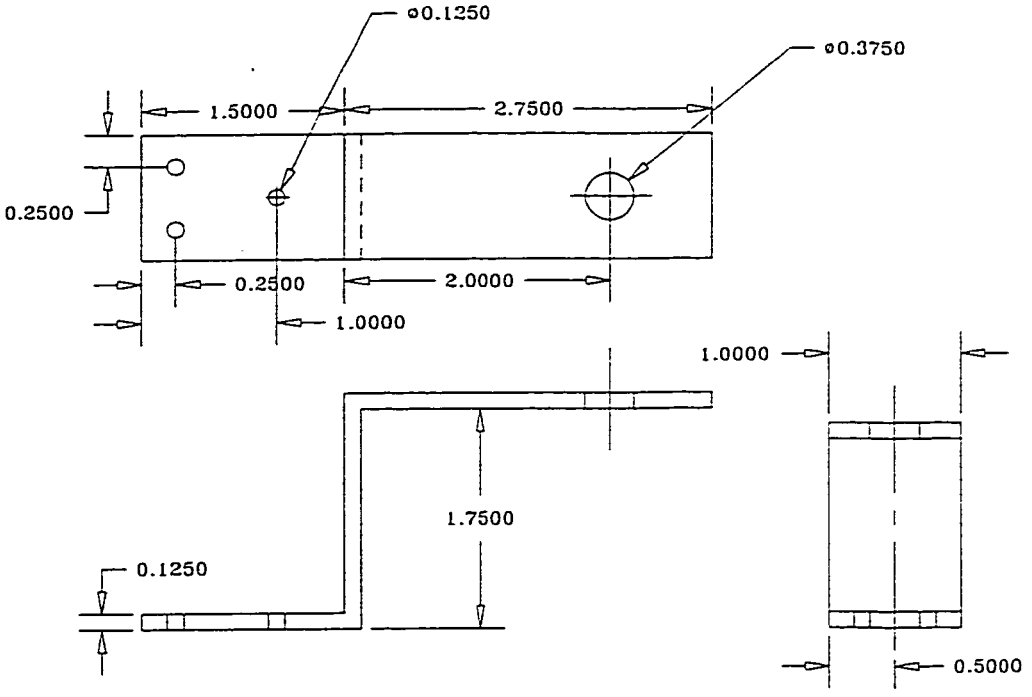
Accouplement



Materiau: aluminium
Quantite: 1

Toutes les mesures sont en pouces

Echelle: 1:1



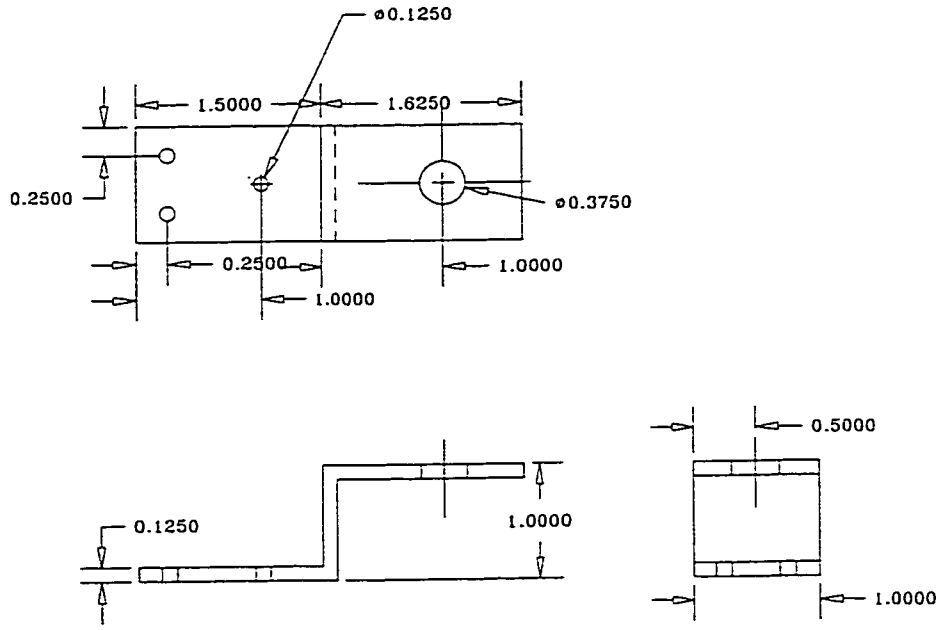
ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Jean-Philippe Ringuette	Date: 25 mars 1997	Supports pour potentiometres 1 tour (siege-dossier) et accouplement

Materiau: aluminium
Quantite: 1

Toutes les mesures sont en pouces

Echelle: 1:1



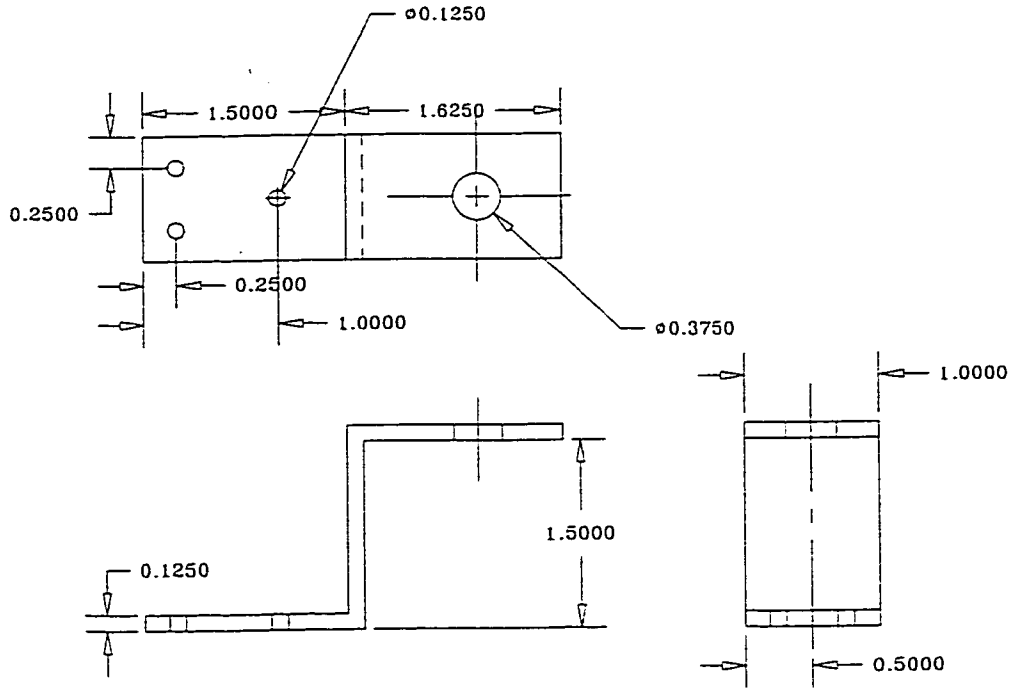
ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Jean-Philippe Ringuette	Date: 21 mai 1997	Supports pour potentiometres 1 tour (siege-dossier)

Materiau: aluminium
Quantite: 2

Toutes les mesures sont en pouces

Echelle: 1:1

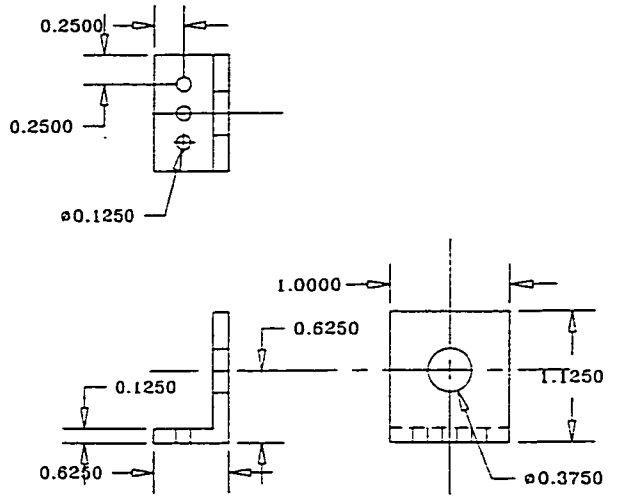


ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Jean-Philippe Ringuette	Date: 25 mars 1997	Supports pour potentiometres 1 tour (appui-pied)

Materiau: aluminium
Quantite: 1

Toutes les mesures sont en pouces
Echelle: 1:1

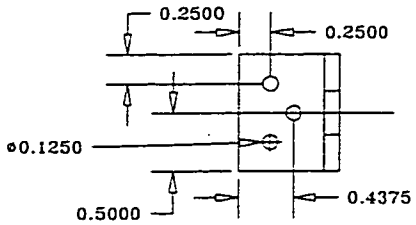


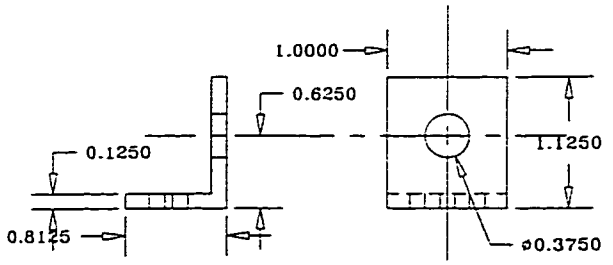
ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Jean-Philippe Ringuette	Date: 22 avril 1997	Supports pour potentiometres 10 tours (profondeur siege)

Materiau: aluminium
Quantite: 2

Toutes les mesures sont en pouces
Echelle: 1:1



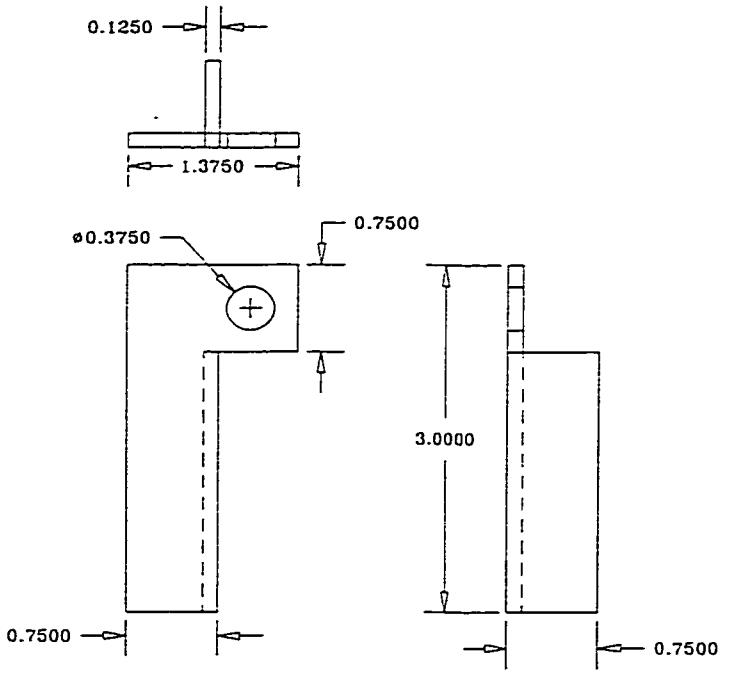


ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Jean-Philippe Ringuette	Date: 25 mars 1997	Supports pour potentiometres 10 tours (hauteur d'appui-bras)

Materiau: aluminium
Quantite: 1

Toutes les mesures sont en pouces
Echelle: 1:1

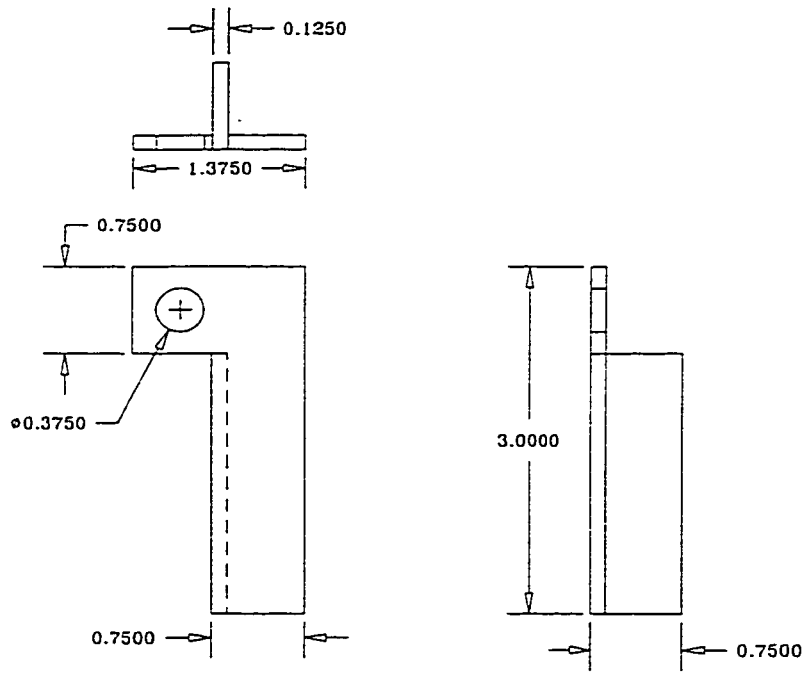


ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Jean-Philippe Ringuette	Date: 22 avril 1997	Supports pour potentiometres 10 tours (long. d'appui-jambe)

Materiau: aluminium
Quantite: 1

Toutes les mesures sont en pouces
Echelle: 1:1

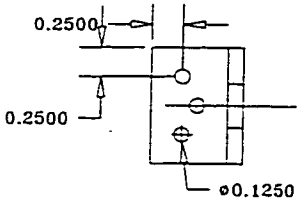


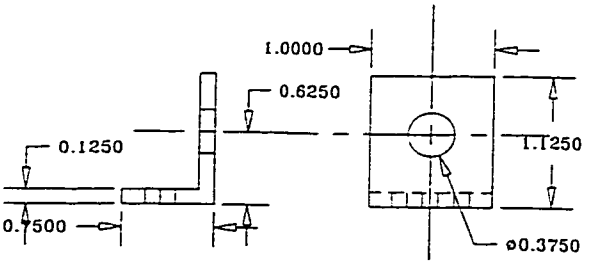
ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Jean-Philippe Ringuette	Date: 22 avril 1997	Supports pour potentiometres 10 tours (long. d'appui-jambe)

Materiau: aluminium
Quantite: 1

Toutes les mesures sont en pouces
Echelle: 1:1

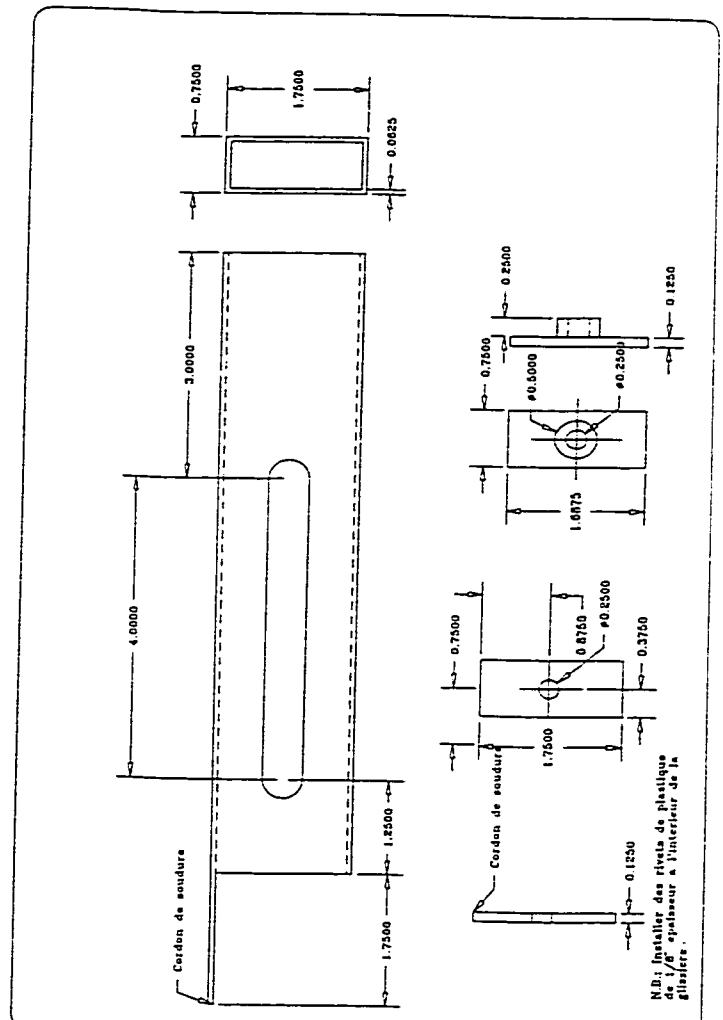




ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

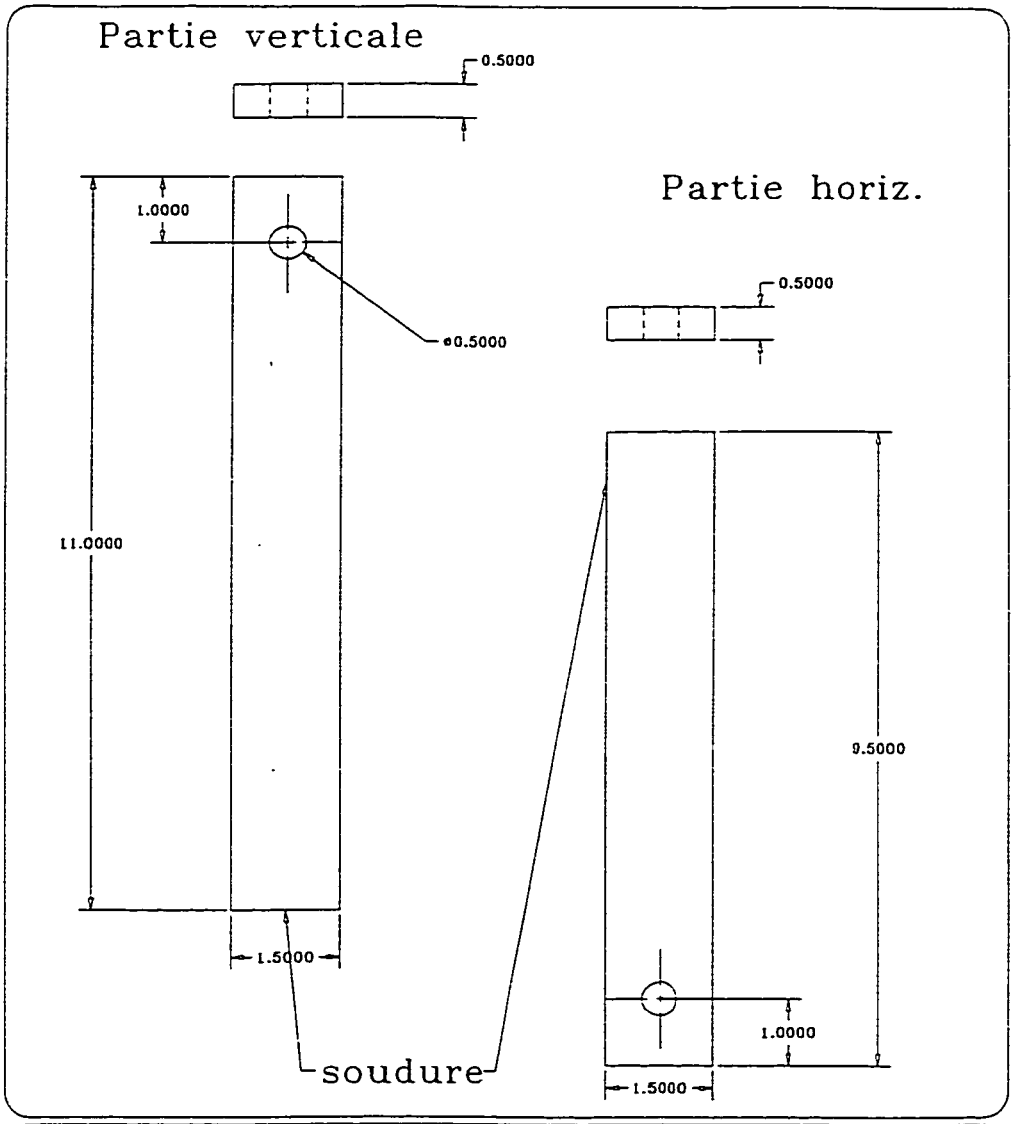
Jean-Philippe Ringuette	Date: 22 avril 1997	Supports pour potentiometres 10 tours (hauteur dossier)

ANNEXE C - DESSINS DE DÉTAILS DES PIÈCES DU SUPPORT DU NUMÉRISEUR 3D



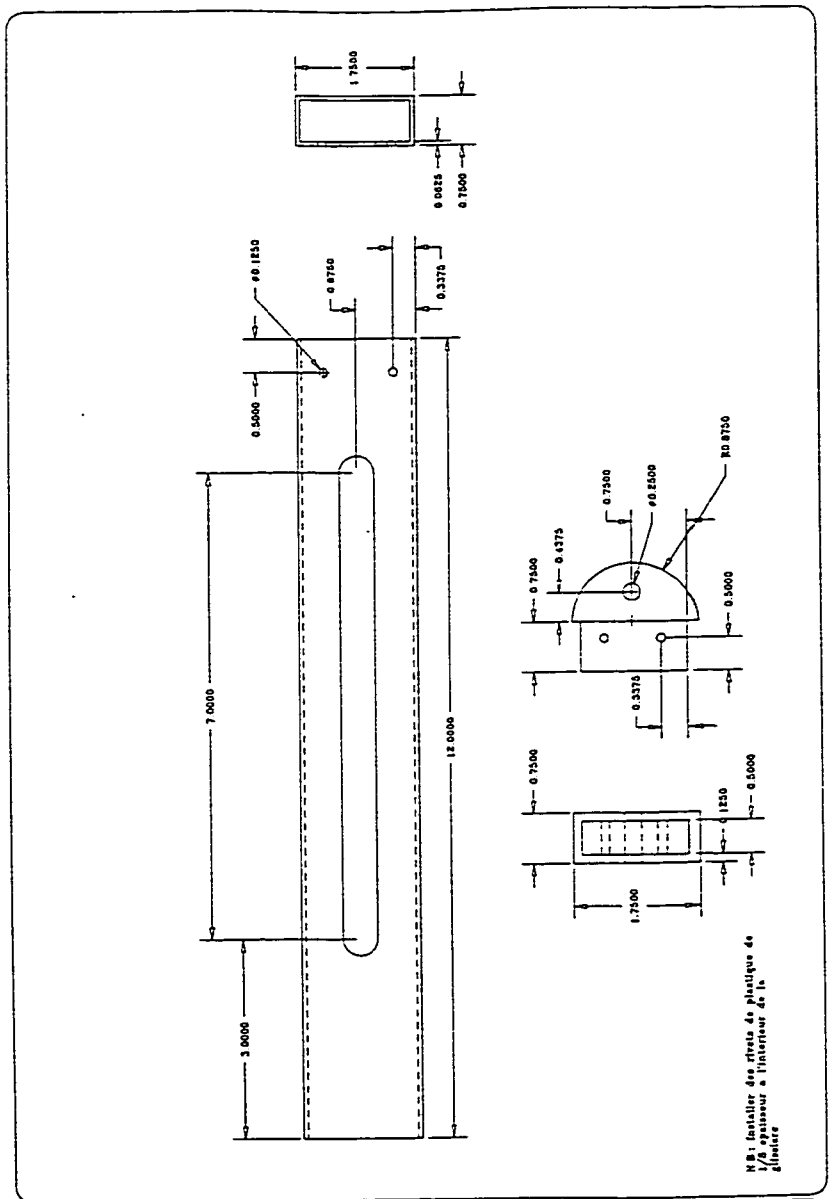
ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Jean-Philippe Ringuette	Date: 5 avril 1997	Supports pour numeriseur (1 de 4)

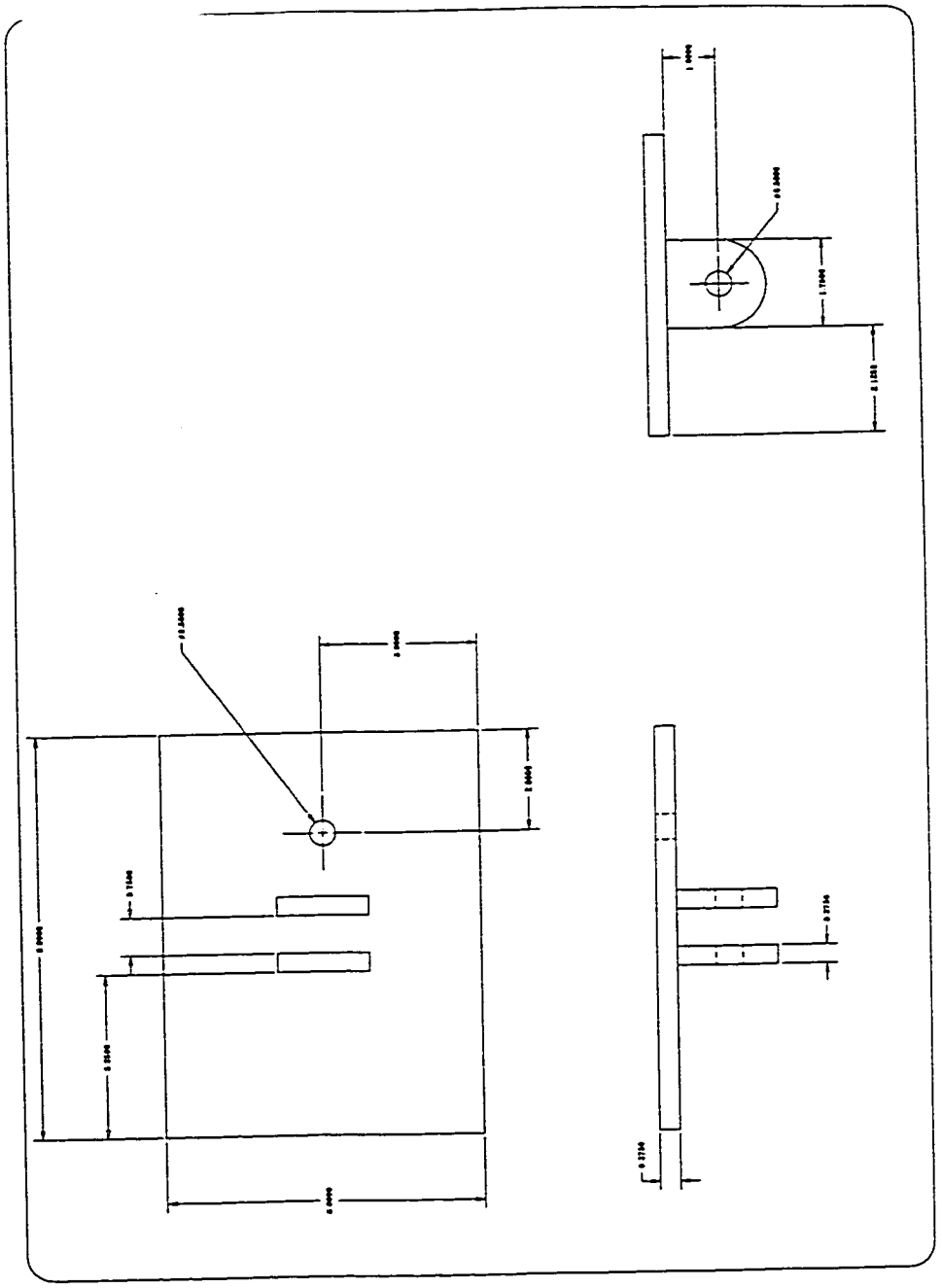


ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Jean-Philippe Ringuette	Date: 5 avril 1997	Supports pour numeriseur (2 de 4)



ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL		
Jean-Philippe Ringuette	Date: 5 avril 1997	Supports pour numeriseur (3 de 4)



ANNEXE D - CODE SOURCE DES PROGRAMMES DÉVELOPPÉS SUR MATLAB ET C++

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: aff_elem.m
% Date de creation: 18/07/96
% Derniere modification le: 29/08/96
%
% Description: procedure qui permet l'affichage d'un prisme rectangulaire
%              par la formation de 6 surfaces avec la fonction surface a
%              partir des coordonnees des points x,y,z de ces surfaces
% Arguments in:
%              comp:          matrice (4n^2+2p^2,3) des points representant
%                             une composante
%              fcoul:  couleur pour les faces
%              acould: couleur pour les aretes des faces du dessus et
%                             du dessous
%              acoulc: couleur pour les aretes des faces des cotes
%              p:             nombre de rangees de mailles pour les faces du dessus et
%                             du dessous
%              n:             nombre de rangees de mailles pour les faces des cotes
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function aff_elem(comp,fcoul,acould,acoulc,n,p)

hold on;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Affichage du prisme rectangulaire
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%


[xa,ya,za,xb,yb,zb,xc,yc,zc,xd,yd,zd,xe,ye,ze,xf,yf,zf]=el_mlg2(comp,n,p);

sa=surface('xdata',xa,'ydata',ya,'zdata',za,'edgecolor',acoulc,...
           'facecolor',fcoul);
sb=surface('xdata',xb,'ydata',yb,'zdata',zb,'edgecolor',acoulc,...
           'facecolor',fcoul);
sc=surface('xdata',xc,'ydata',yc,'zdata',zc,'edgecolor',acoulc,...
           'facecolor',fcoul);
sd=surface('xdata',xd,'ydata',yd,'zdata',zd,'edgecolor',acoulc,...
           'facecolor',fcoul);
se=surface('xdata',xe,'ydata',ye,'zdata',ze,'edgecolor',acould,...
           'facecolor',fcoul);
sf=surface('xdata',xf,'ydata',yf,'zdata',zf,'edgecolor',acould,...
           'facecolor',fcoul);

hold off;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: aff_glob.m
% Date de creation: 11/09/96
% Derniere modification le: 15/05/97
%
% Description:        procedure qui permet de faire l'affichage des principaux
%                     objets graphiques contenus dans la fenetre principale
%
% Arguments in:       message: caracterise les elements de contact a afficher
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function aff_glob(message);

global test_ouv axe_faut maxpr pressionA pressionB test_mes;

if test_ouv>2;
      fen_prin;
end;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Affichage des composantes du fauteuil
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

fauteuil(message);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Adaptation de l'echelle automatique de la barre de couleur
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%


maxpr=max(max(max(pressionA)),max(max(pressionB)));
chg_ech;
chg_coul;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Retablissement de la position des axes du fauteuil
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%


set(axe_faut,'position',[-0.30 -0.15 1.4 1.4]);


%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Affichage des mesures geometriques du fauteuil
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

test_mes=1;
aff_mes('sem_met',0.8,0.515,0.2,0.05,[0.5 0.5 0.5],[1 1 1]);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Affichage des autres options de menu dans la barre de menus
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

menu_vis;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: aff_mes.m
% Date de creation: 10/09/96
% Derniere modification le: 20/05/97
%
% Description:        procedure qui permet de definir les proprietes du texte
%                     correspondant aux resultats des differentes mesures
%                     geometriques (SEM, elements de contact et usager)
%
% Arguments in:       message:       type de mesures geometriques a afficher
%                     x:             position en x du debut de la zone de texte
%                     y:             position en y du debut de la zone de texte
%                     larg:          largeur de la zone de texte
%                     haut:          hauteur de la zone de texte
%                     cfond:  couleur du fond de la zone de texte
%                     ctexte: couleur du texte de la zone de texte
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function aff_mes(message,x,y,larg,haut,cfond,ctexte);

global ang_sd ang_basc ang_ajg ang_ajd ang_apg ang_apd haut_d prof_s...
       haut_ss long_ajg long_ajd haut_abg haut_abd test_mes...
       messem tabasc tasd tajg tajd tapg tapd thss thd tps tljg tljd...
       thabg thabd that tlat thath tdath tpap tdap tlb tdb to trtb...
       trft trtt tg th tc meselem mesusag;

if strcmp(message,'sem_met');
       tp_haut_ss=2.54*haut_ss;
       tp_haut_d=2.54*haut_d;
       tp_prof_s=2.54*prof_s;
       tp_long_ajg=2.54*long_ajg;
       tp_long_ajd=2.54*long_ajd;
       tp_haut_abg=2.54*haut_abg;
       tp_haut_abd=2.54*haut_abd;
       unite='cm';

elseif strcmp(message,'sem_ang');
       tp_haut_ss=haut_ss;
       tp_haut_d=haut_d;
       tp_prof_s=prof_s;
       tp_long_ajg=long_ajg;
       tp_long_ajd=long_ajd;
       tp_haut_abg=haut_abg;
       tp_haut_abd=haut_abd;
       unite='po';
end;

if test_mes==1;

       %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
       % Definition des proprietes du texte correspondant aux resultats
       % des mesures geometriques du SEM (angles)
       %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

messem=uicontrol('string','Mesures géométriques du SEM','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-0.5*haut larg 1.5*haut],...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);

sasd=sprintf('%s\t %5.1f %c','Angle s-d:',ang_sd,'°');
 tasd=uicontrol('string',sasd,'style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-1.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);

 sabasc=sprintf('%s\t %5.1f %c','Angle bascule:',ang_basc,'°');
 tabasc=uicontrol('string',sabasc,'style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-2*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);
```

```
  sajg=sprintf('%s\t %5.1f %c','Angle a-j g:',ang_ajg,'°');
 tajg=uicontrol('string',sajg,'style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-2.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);

 sajd=sprintf('%s\t %5.1f %c','Angle a-j d:',ang_ajd,'°');
 tajd=uicontrol('string',sajd,'style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-3*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);

 sapg=sprintf('%s\t %5.1f %c','Angle a-p g:',ang_apg,'°');
 tapg=uicontrol('string',sapg,'style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-3.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);

 sapd=sprintf('%s\t %5.1f %c','Angle a-p d:',ang_apd,'°');
 tapd=uicontrol('string',sapd,'style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-4*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);

 shss=sprintf('%s\t %5.2f %s','Hauteur s-s:',tp_haut_ss,unite);
 thss=uicontrol('string',shss,'style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);

 shd=sprintf('%s\t %5.2f %s','Hauteur dos:',tp_haut_d,unite);
 thd=uicontrol('string',shd,'style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-5.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);

 sps=sprintf('%s\t %5.2f %s','Prof siège:',tp_prof_s,unite);
 tps=uicontrol('string',sps,'style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-6*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);

 sljg=sprintf('%s\t %5.2f %s','Long a-j g:',tp_long_ajg,unite);
 tljg=uicontrol('string',sljg,'style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-6.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);

 sljd=sprintf('%s\t %5.2f %s','Long a-j d:',tp_long_ajd,unite);
 tljd=uicontrol('string',sljd,'style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-7*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);

 shabg=sprintf('%s\t %5.2f %s','Haut. a-b g:',tp_haut_abg,unite);
 thabg=uicontrol('string',shabg,'style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-7.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);

 shabd=sprintf('%s\t %5.2f %s','Haut. a-b d:',tp_haut_abd,unite);
 thabd=uicontrol('string',shabd,'style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-8*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'backgroundcolor',cfond,'foregroundcolor',ctexte);

      %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
      % Definition des proprietes du texte correspondant aux resultats
      % des mesures geometriques des elements de contact
      %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

```
 meselem=uicontrol('string','Mesures géométriques des éléments de
contact','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-0.5*haut larg 1.5*haut],...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 that=uicontrol('string','Hauteur appui-tête:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-1.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 tlat=uicontrol('string','Pos. latérale appui-tête:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-2*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 thath=uicontrol('string','Hauteur appuis thor.:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-2.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 tdath=uicontrol('string','Distance appuis thor.:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-3*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 tpap=uicontrol('string','Prof. appuis pelviens:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-3.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 tdap=uicontrol('string','Dist. appuis pelviens:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-4*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 tlb=uicontrol('string','Pos. latérale butées:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-4.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 tdb=uicontrol('string','Distance butées:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

       %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
       % Definition des proprietes du texte correspondant aux resultats
       % des mesures geometriques de l'usager
       %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

 mesusag=uicontrol('string','Mesures géométriques de l''usager','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-0.5*haut larg 1.5*haut],...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 to=uicontrol('string','Obliquité du bassin:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-1.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 trtb=uicontrol('string','Rot. trans. bassin:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-2*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 trft=uicontrol('string','Rot. frontale tronc:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-2.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 trtt=uicontrol('string','Rot. trans. tronc:','style','text',...
```

```
    'units','normalized','position',[x y-3*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 tg=uicontrol('string','Angle genoux:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-3.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 th=uicontrol('string','Angle hanches:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-4*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 tc=uicontrol('string','Angle cuisses:','style','text',...
    'units','normalized','position',[x y-4.5*haut larg
haut],'horizontalalignment','left',...
    'foregroundcolor',ctexte,'backgroundcolor',cfond);

 test_mes=test_mes+1;
end;

        %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
        % Definition des proprietes du texte correspondant aux resultats
        % des mesures geometriques du SEM (distances)
        %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

 shss=sprintf('%s\t %5.2f %s','Hauteur s-s:',tp_haut_ss,unite);
 set(thss,'string',shss);

 shd=sprintf('%s\t %5.2f %s','Hauteur dos:',tp_haut_d,unite);
 set(thd,'string',shd);

 sps=sprintf('%s\t %5.2f %s','Prof siège:',tp_prof_s,unite);
 set(tps,'string',sps);

 sljg=sprintf('%s\t %5.2f %s','Long a-j g:',tp_long_ajg,unite);
 set(tljg,'string',sljg);

 sljd=sprintf('%s\t %5.2f %s','Long a-j d:',tp_long_ajd,unite);
 set(tljd,'string',sljd);

 shabg=sprintf('%s\t %5.2f %s','Haut. a-b g:',tp_haut_abg,unite);
 set(thabg,'string',shabg);

 shabd=sprintf('%s\t %5.2f %s','Haut. a-b d:',tp_haut_abd,unite);
 set(thabd,'string',shabd);

if (strcmp(message,'sem_met')|strcmp(message,'sem_ang'));
              set(messem,'visible','on');
              set(tabasc,'visible','on');
              set(tasd,'visible','on');
              set(tajg,'visible','on');
              set(tajd,'visible','on');
              set(tapg,'visible','on');
              set(tapd,'visible','on');
              set(thss,'visible','on');
              set(thd,'visible','on');
              set(tps,'visible','on');
              set(tljg,'visible','on');
              set(tljd,'visible','on');
              set(thabg,'visible','on');
              set(thabd,'visible','on');
              set(meselem,'visible','off');
              set(that,'visible','off');
              set(tlat,'visible','off');
              set(thath,'visible','off');
              set(tdath,'visible','off');
              set(tpap,'visible','off');
              set(tdap,'visible','off');
              set(tlb,'visible','off');
```

```
                set(tdb,'visible','off');
                set(mesusag,'visible','off');
                set(to,'visible','off');
                set(trtb,'visible','off');
                set(trft,'visible','off');
                set(trtt,'visible','off');
                set(tg,'visible','off');
                set(th,'visible','off');
                set(tc,'visible','off');

elseif strcmp(message,'element');
                set(messem,'visible','off');
                set(tabasc,'visible','off');
                set(tasd,'visible','off');
                set(tajg,'visible','off');
                set(tajd,'visible','off');
                set(tapg,'visible','off');
                set(tapd,'visible','off');
                set(thss,'visible','off');
                set(thd,'visible','off');
                set(tps,'visible','off');
                set(tljg,'visible','off');
                set(tljd,'visible','off');
                set(thabg,'visible','off');
                set(thabd,'visible','off');
                set(meselem,'visible','on');
                set(that,'visible','on');
                set(tlat,'visible','on');
                set(thath,'visible','on');
                set(tdath,'visible','on');
                set(tpap,'visible','on');
                set(tdap,'visible','on');
                set(tlb,'visible','on');
                set(tdb,'visible','on');
                set(mesusag,'visible','off');
                set(to,'visible','off');
                set(trtb,'visible','off');
                set(trft,'visible','off');
                set(trtt,'visible','off');
                set(tg,'visible','off');
                set(th,'visible','off');
                set(tc,'visible','off');

elseif strcmp(message,'usager');
                set(messem,'visible','off');
                set(tabasc,'visible','off');
                set(tasd,'visible','off');
                set(tajg,'visible','off');
                set(tajd,'visible','off');
                set(tapg,'visible','off');
                set(tapd,'visible','off');
                set(thss,'visible','off');
                set(thd,'visible','off');
                set(tps,'visible','off');
                set(tljg,'visible','off');
                set(tljd,'visible','off');
                set(thabg,'visible','off');
                set(thabd,'visible','off');
                set(meselem,'visible','off');
                set(that,'visible','off');
                set(tlat,'visible','off');
                set(thath,'visible','off');
                set(tdath,'visible','off');
                set(tpap,'visible','off');
                set(tdap,'visible','off');
                set(tlb,'visible','off');
                set(tdb,'visible','off');
                set(mesusag,'visible','on');
                set(to,'visible','on');
                set(trtb,'visible','on');
                set(trft,'visible','on');
```

```
                set(trtt,'visible','on');
                set(tg,'visible','on');
                set(th,'visible','on');
                set(tc,'visible','on');
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: boutons.m
% Date de creation: 22/08/96
% Derniere modification le: 13/05/97
%
% Description:          procedure qui permet de definir les proprietes des boutons
%                       et de la barre de couleurs crees dans une fenetre
%                       d'affichage
%
% Arguments in:         i:      numero correspondant a un ensemble de boutons
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function boutons(i);

global vues couleur echelle bar s_bar slid_az slid_el azm_lab elv_lab;

vert=[0.1 0.45 0.25];
gris=[0.8 0.8 0.8];


%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition des proprietes des controles pop-up
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

titre_vues=uicontrol('string','Visualisation','style','text',...
     'units','normalized','position',[0.80 0.95 0.20 0.05],...
     'foregroundcolor',[1 1 1]);

vues(i)=uicontrol('callback','chg_vues','string',...
        'Isométrique|Élévation|Dynamique|Face|Profil|Personnalisée',...
        'style','popup','units','normalized','value',1,...
        'position',[0.80 0.91 0.20 0.05],'backgroundcolor',gris);

titre_coul=uicontrol('string','Couleurs','style','text',...
           'units','normalized','position',[0.80 0.86 0.20 0.05],...
           'foregroundcolor',[1 1 1]);

couleur(i)=uicontrol('style','popup','callback','chg_coul',...
       'string','Absolues|Interpolées','units','normalized','value',2,...
        'position',[0.80 0.82 0.20 0.05],'backgroundcolor',gris);

titre_ech=uicontrol('string','Échelle','style','text',...
          'units','normalized','position',[0.80 0.77 0.20 0.05],...
          'foregroundcolor',[1 1 1]);

echelle(i)=uicontrol('style','popup','callback','chg_ech',...
       'string','Relative|Absolue','units','normalized','value',2,...
        'position',[0.80 0.73 0.20 0.05],'backgroundcolor',gris);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition des proprietes des barres de defilement pour la visualisation
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

if gcf==1;

  slid_az=uicontrol('style','slider','units','normalized',...
        'position',[0.8375 0.64 0.13 0.025],'min',-180,'max',180,...
        'value',-67.5,'callback','slider(''azimuth'')');
  slid_el=uicontrol('style','slider','units','normalized',...
        'position',[0.8375 0.58 0.13 0.025],'min',-90,'max',90,'value',55,...
        'callback','slider(''elevation'')');

  azm_min=uicontrol('style','text','position',[0.80 0.64 0.035 0.025],...
        'string','-180°','backgroundcolor',gris,'units','normalized');
  azm_max=uicontrol('style','text','position',[0.97 0.64 0.035 0.025],...
        'string','180°','backgroundcolor',gris,'units','normalized');

  elv_min=uicontrol('style','text','position',[0.80 0.58 0.035 0.025],...
        'string','-90°','backgroundcolor',gris,'units','normalized');
```

```
  elv_max=uicontrol('style','text','position',[0.97 0.58 0.035 0.025],...
        'string','90°','backgroundcolor',gris,'units','normalized');

  azm_lab=uicontrol('style','text','position',[0.8 0.665 0.12 0.025],...
        'string',['Azimuth: ' num2str(get(slid_az,'value')) '°'],...
        'backgroundcolor',gris,'units','normalized',...
        'horizontalalignment','left');
  elv_lab=uicontrol('style','text','position',[0.8 0.605 0.12 0.025],...
        'string',['Élévation: ' num2str(get(slid_el,'value')) '°'],...
         'backgroundcolor',gris,'units','normalized',...
        'horizontalalignment','left');
end;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition des proprietes de la barre de couleurs
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%


colormap(jet);
bar(i)=colorbar('horiz');
enf=get(bar(i),'children');
for k=1:length(enf);
       if strcmp(get(enf(k),'type'),'text')==1;
              set(enf(k),'fontname','mssanserif','fontsize',9);
       elseif strcmp(get(enf(k),'type'),'image')==1;
              s_bar(i)=enf(k);
       end;
end;
set(bar(i),'units','normalized','position',[0.80 0.075 0.19 0.025],...
    'fontname','mssanserif','fontsize',9);

set(get(bar(i),'xlabel'),'horizontalalignment','right');
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: chg_coul.m
% Date de creation: 25/09/96
% Derniere modification le: 04/15/97
%
% Description:        procedure qui permet de changer le mode d'affichage des
%                     couleurs de la distribution de pression du siege et du
%                     dossier
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function chg_coul(x);

global s_pres couleur fig_prin mat_siege mat_dossier;

fig_act=get(0,'currentfigure');

valeur=get(couleur(fig_act),'value');
if valeur==1;
        if fig_act==fig_prin;
                set(mat_siege,'facecolor','flat');
                set(mat_dossier,'facecolor','flat');
        else;
                set(s_pres,'facecolor','flat');
        end;
else;
        if fig_act==fig_prin;
                set(mat_siege,'facecolor','interp');
                set(mat_dossier,'facecolor','interp');
        else;
                set(s_pres,'facecolor','interp');
        end;
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: chg_ech.m
% Date de creation: 13/09/96
% Derniere modification le: 12/05/97
%
% Description:          procedure qui permet de choisir le type d'echelle a
%                       appliquer pour les couleurs de la distribution de pression
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function chg_ech(x);

global axe_surf axe_faut bar s_bar maxpr echelle fig_prin;

fig_act=get(0,'currentfigure');

ech=echelle(fig_act);
barre=bar(fig_act);
s_barre=s_bar(fig_act);

valeur=get(ech,'value');
if valeur==1;
       if fig_act~=fig_prin;
              set(axe_surf,'climmode','auto','zlimmode','auto');
       else;
              set(axe_faut,'climmode','auto');
       end;
       set(barre,'climmode','auto','xtickmode','auto','xlim',[0 maxpr],...
      'xtick',[0:round(round(maxpr/5)/5)*5:maxpr]);
       set(s_barre,'xdata',[0 maxpr]);
else;
       if fig_act~=fig_prin;
              set(axe_surf,'clim',[0 200],'zlim',[0 200]);
       else;
              set(axe_faut,'clim',[0 200]);
       end;
       set(barre,'clim',[0 200],'xlim',[0 200],'xtick',[0:40:200]);
       set(s_barre,'xdata',[0 200]);
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: chg_vues.m
% Date de creation: 25/09/96
% Derniere modification le: 30/10/96
%
% Description:        procedure qui permet de choisir le point de vue du
%                     modele SEM-distribution de pression
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
function chg_vues(x);

global axe_surf axe_faut fig_prin fig_pres vues...
       test_pres azm_lab elv_lab slid_az slid_el;

fig_act=get(0,'currentfigure');
if fig_act==fig_prin;
        axe=axe_faut;
else;
        axe=axe_surf;
end;
vis=vues(fig_act);
set(gcf,'currentaxes',axe);
valeur=get(vis,'value');
if valeur==1;
        rot3d('off');
        view(-67.5,55);
        if fig_act==fig_prin;
                set(azm_lab,'string','Azimuth: -67.5°');
                set(elv_lab,'string','Élévation: 55°');
                set(slid_az,'value',-67.5);
                set(slid_el,'value',55);
        end;
elseif valeur==2;
        rot3d('off');
        view(2);
        if fig_act==fig_prin;
                set(azm_lab,'string','Azimuth: 0°');
                set(elv_lab,'string','Élévation: 90°');
                set(slid_az,'value',0);
                set(slid_el,'value',90);
        end;
elseif valeur==3;
        rot3d('on');
        if fig_act==fig_prin;
                vue_dyn=get(gca,'view');
                set(azm_lab,'string',['Azimuth: ' num2str(vue_dyn(1)) '°']);
                set(elv_lab,'string',['Élévation: ' num2str(vue_dyn(2)) '°']);
                set(slid_az,'value',vue_dyn(1));
                set(slid_el,'value',vue_dyn(2));
        end;
elseif valeur==4;
        rot3d('off');
        view(-90,0);
        if fig_act==fig_prin;
                set(azm_lab,'string','Azimuth: -90°');
                set(elv_lab,'string','Élévation: 0°');
                set(slid_az,'value',-90);
                set(slid_el,'value',0);
        end;
elseif valeur==5;
        rot3d('off');
        view(0,0);
        if fig_act==fig_prin;
                set(azm_lab,'string','Azimuth: 0°');
                set(elv_lab,'string','Élévation: 0°');
                set(slid_az,'value',0);
                set(slid_el,'value',0);
        end;
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: chx_data.m
% Date de creation: 23/08/96
% Derniere modification le: 12/02/97
%
% Description:        procedure qui permet de faire la selection des donnees
%                     des mesures geometriques du SEM et celles des
%                     mesures de la distribution de pression sur le siege et
%                     le dossier
%
% Arguments in:       message:       type de donnees a selectionner
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function chx_data(message);

global pressionA pressionB hautA largA hautB largB test_ouv etat_coussin...
        ang_sd ang_basc ang_ajg ang_ajd ang_apg ang_apd haut_d prof_s...
       haut_ss long_ajg long_ajd haut_abg haut_abd;

test_ouv=test_ouv+1;

if strcmp(message,'acquis');
       !cartedaq;

elseif strcmp(message,'semfsa');
       [nom_sem,chemin_sem]=uigetfile('*.txt',...
                          'Sélection du fichier des mesures géométriques du SEM');
      nom_fich_sem=[chemin_sem nom_sem];
       if nom_fich_sem~=0;
              [nom_pres,chemin_pres]=uigetfile('*.fsa',...
                    'Sélection du fichier des mesures de la distribution de pression
FSA');
            nom_fich_pres=[chemin_pres nom_pres];
              if nom_fich_pres~=0;
                     fid=fopen(nom_fich_sem,'r');

                     ang_sd=str2num(fgetl(fid));
                     ang_basc=str2num(fgetl(fid));
                     ang_ajg=str2num(fgetl(fid));
                     ang_ajd=str2num(fgetl(fid));
                     ang_apg=str2num(fgetl(fid));
                     ang_apd=str2num(fgetl(fid));
                     haut_ss=str2num(fgetl(fid));
                     haut_d=str2num(fgetl(fid));
                     prof_s=str2num(fgetl(fid));
                     long_ajg=str2num(fgetl(fid));
                     long_ajd=str2num(fgetl(fid));
                     haut_abg=str2num(fgetl(fid));
                     haut_abd=str2num(fgetl(fid));

                     fclose(fid);

                    [pressionA,pressionB]=extract(nom_fich_pres);
              [hautA,largA]=size(pressionA);
              [hautB,largB]=size(pressionB);

                     aff_glob(etat_coussin);

              end;
       end;
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: dnbcapt.m
% Date de creation: 18/03/97
% Derniere modification le: 18/03/97
%
% Description:        procedure qui permet d'afficher une fenetre
%                     qui fait la saisie du nombre de
%                     capteurs de pression couvrant un element de
%                     contact a relief
%
% Arguments in: message:      chaine de caracteres envoyes a la
%                                    procedure
%                                    + si message='siege' ou 'dossier', la
%                                      fenetre est creee
%                                    + si message='saisie', la saisie est
%                                      faite
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function dnbcapt(message);

global nbcaptsx nbcaptsy nbcaptdy nbcaptdz dir1 dir2 ecapt1 ecapt2;

if strcmp(message,'siege')|strcmp(message,'dossier');

        if strcmp(message,'siege');
               dir1='profondeur';
        else;
               dir1='hauteur';
        end;
        dir2='largeur';
        fenerreur=figure('color',[0.5 0.5 0.5],'menubar','none','name',...
          'Saisie du nombre de capteurs de pression','numbertitle','off',...
               'units','normalized',...
                'position',[0.2 0.4 0.5 0.2],'resize','off');

        texte=uicontrol('style','text','backgroundcolor',[0.5 0.5 0.5],...
        'foregroundcolor',[0 0 0.3],...
              'units','normalized','position',[0.1 0.80 0.4 0.15],...
              'string',['Matrice du ' message],'horizontalalignment','left');

        tcapt1=uicontrol('style','text','backgroundcolor',[0.5 0.5 0.5],...
        'foregroundcolor',[0 0 0.3],...
              'units','normalized','position',[0.15 0.6 0.6 0.15],...
        'string',['Nombre de capteurs en ' dir1 ':'],'horizontalalignment','left');

        tcapt2=uicontrol('style','text','backgroundcolor',[0.5 0.5 0.5],...
        'foregroundcolor',[0 0 0.3],...
              'units','normalized','position',[0.15 0.4 0.6 0.15],...
              'string',['Nombre de capteurs en ' dir2 ':'],'horizontalalignment','left');

        ecapt1=uicontrol('style','edit','backgroundcolor',[0 0 0.3],...
        'foregroundcolor',[1 1 1],...
              'units','normalized','position',[0.70 0.6 0.1 0.15],...
        'horizontalalignment','left');

        ecapt2=uicontrol('style','edit','backgroundcolor',[0 0 0.3],...
        'foregroundcolor',[1 1 1],...
              'units','normalized','position',[0.70 0.4 0.1 0.15],...
        'horizontalalignment','left');

        accept=uicontrol('style','pushbutton','units','normalized',...
        'position',[0.4 0.1 0.2 0.2],'string','OK',...
               'callback','dnbcapt(''saisie'');');

elseif strcmp(message,'saisie');
        if strcmp(dir1,'profondeur');
               nbcaptsx=str2num(get(ecapt1,'string'));
               nbcaptsy=str2num(get(ecapt2,'string'));
               if (nbcaptsx>0)&(nbcaptsx<16)&(nbcaptsy>0)&(nbcaptsy<16);
```

```
                close(gcf);
            end;
        else;
            nbcaptdz=str2num(get(ecapt1,'string'));
            nbcaptdy=str2num(get(ecapt2,'string'));
            if (nbcaptdz>0)&(nbcaptdz<17)&(nbcaptdy>0)&(nbcaptdy<16);
                close(gcf);
            end;
        end;
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: el_mlg1.m
% Date de creation: 18/09/96
% Derniere modification le: 12/02/97
%
% Description: procedure qui permet le maillage d'un prisme rectangulaire
%              par la formation de 6 surfaces avec la fonction surf a
%              partir des coordonnees des 8 sommets du prisme
%
% Arguments in:
%              comp:  matrice (8,3) des sommets du prisme rectangulaire
%              n:     nombre de rangees de mailles pour les faces du dessus et dessous
%              p:     nombre de rangees de mailles pour les faces des 4 cotes
%
% Arguments out:
%              el_mail:       matrice (4n^2+2p^2,3) contenant tous les points
%                             du maillage de la composantes
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function [el_mail]=el_mlg1(comp,n,p);


m=1/(n-1);
o=1/(p-1);

[ya,za]=meshgrid(comp(1,2):m*(comp(2,2)-comp(1,2)):comp(2,2),...
                 comp(1,3):m*(comp(4,3)-comp(1,3)):comp(4,3));
xa=comp(1,1)*ones(n,n);

[xb,zb]=meshgrid(comp(2,1):m*(comp(6,1)-comp(2,1)):comp(6,1),...
                 comp(2,3):m*(comp(3,3)-comp(2,3)):comp(3,3));
yb=comp(2,2)*ones(n,n);

[yc,zc]=meshgrid(comp(5,2):m*(comp(6,2)-comp(5,2)):comp(6,2),...
                 comp(5,3):m*(comp(8,3)-comp(5,3)):comp(8,3));
xc=comp(5,1)*ones(n,n);

[xd,zd]=meshgrid(comp(1,1):m*(comp(5,1)-comp(1,1)):comp(5,1),...
                 comp(1,3):m*(comp(4,3)-comp(1,3)):comp(4,3));
yd=comp(5,2)*ones(n,n);

[xe,ye]=meshgrid(comp(4,1):o*(comp(8,1)-comp(4,1)):comp(8,1),...
                 comp(4,2):o*(comp(3,2)-comp(4,2)):comp(3,2));
ze=comp(4,3)*ones(p,p);

[xf,yf]=meshgrid(comp(1,1):o*(comp(5,1)-comp(1,1)):comp(5,1),...
                 comp(1,2):o*(comp(2,2)-comp(1,2)):comp(2,2));
zf=comp(1,3)*ones(p,p);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition de la matrice de points [x,y,z] qui va subir les
% transformations geometriques (translations et rotations)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

el_mail(1:n*n,:)=[reshape(xa,n^2,1),reshape(ya,n^2,1),reshape(za,n^2,1)];
el_mail(n*n+1:2*n*n,:)=[reshape(xb,n^2,1),reshape(yb,n^2,1),reshape(zb,n^2,1)];
el_mail(2*n*n+1:3*n*n,:)=[reshape(xc,n^2,1),reshape(yc,n^2,1),reshape(zc,n^2,1)];
el_mail(3*n*n+1:4*n*n,:)=[reshape(xd,n^2,1),reshape(yd,n^2,1),reshape(zd,n^2,1)];
el_mail(4*n*n+1:4*n*n+p*p,:)=[reshape(xe,p^2,1),reshape(ye,p^2,1),reshape(ze,p^2,1)];
el_mail(4*n*n+p*p+1:4*n*n+2*p*p,:)=[reshape(xf,p^2,1),reshape(yf,p^2,1),reshape(zf,p^2,1)
];
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: el_mlg2.m
% Date de creation: 18/09/96
% Derniere modification le: 12/02/97
%
% Description: procedure qui permet de ramener la matrice des points
%                      des maillages des 6 surfaces de la composante en des
%                      matrices distinctes x,y,z pour chacune des faces, format
%                      necessaire pour l'affichage des surfaces
%
% Arguments in:
%              el_mail:       matrice (4*n^2+2p^2,3) des points du maillage de la
%                             composante
%
% Arguments out:
%              xa:            matrice des coordonnees x des points de la surface a
%              ya:            matrice des coordonnees y des points de la surface a
%              za:            matrice des coordonnees z des points de la surface a
%              xb:            matrice des coordonnees x des points de la surface b
%              yb:            matrice des coordonnees y des points de la surface b
%              zb:            matrice des coordonnees z des points de la surface b
%              xc:            matrice des coordonnees x des points de la surface c
%              yc:            matrice des coordonnees y des points de la surface c
%              zc:            matrice des coordonnees z des points de la surface c
%              xd:            matrice des coordonnees x des points de la surface d
%              yd:            matrice des coordonnees y des points de la surface d
%              zd:            matrice des coordonnees z des points de la surface d
%              xe:            matrice des coordonnees x des points de la surface e
%              ye:            matrice des coordonnees y des points de la surface e
%              ze:            matrice des coordonnees z des points de la surface e
%              xf:            matrice des coordonnees x des points de la surface f
%              yf:            matrice des coordonnees y des points de la surface f
%              zf:            matrice des coordonnees z des points de la surface f
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function [xa,ya,za,xb,yb,zb,xc,yc,zc,xd,yd,zd,xe,ye,ze,xf,yf,zf]=el_mlg2(el_mail,n,p);

xa=reshape(el_mail(1:n^2,1),n,n);
ya=reshape(el_mail(1:n^2,2),n,n);
za=reshape(el_mail(1:n^2,3),n,n);
xb=reshape(el_mail(n^2+1:2*n^2,1),n,n);
yb=reshape(el_mail(n^2+1:2*n^2,2),n,n);
zb=reshape(el_mail(n^2+1:2*n^2,3),n,n);
xc=reshape(el_mail(2*n^2+1:3*n^2,1),n,n);
yc=reshape(el_mail(2*n^2+1:3*n^2,2),n,n);
zc=reshape(el_mail(2*n^2+1:3*n^2,3),n,n);
xd=reshape(el_mail(3*n^2+1:4*n^2,1),n,n);
yd=reshape(el_mail(3*n^2+1:4*n^2,2),n,n);
zd=reshape(el_mail(3*n^2+1:4*n^2,3),n,n);
xe=reshape(el_mail(4*n^2+1:4*n^2+p^2,1),p,p);
ye=reshape(el_mail(4*n^2+1:4*n^2+p^2,2),p,p);
ze=reshape(el_mail(4*n^2+1:4*n^2+p^2,3),p,p);
xf=reshape(el_mail(4*n^2+p^2+1:4*n^2+2*p^2,1),p,p);
yf=reshape(el_mail(4*n^2+p^2+1:4*n^2+2*p^2,2),p,p);
zf=reshape(el_mail(4*n^2+p^2+1:4*n^2+2*p^2,3),p,p);
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier:element.m
% Date de creation:25/07/96
% Derniere modification le: 16/01/97
%
% Description:          procedure qui permet de definir une matrice 8x3 de points
%                       representant les coordonnees des sommets
%                       d'un prisme rectangulaire
%
% Arguments in:
%               dim:    vecteur de dimension d'une composante ([longueur largeur
%                       epaisseur])
%
%
% Arguments out:
%               comp:   matrice (8,3) de points definissant la composante
%
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function [comp]=element(dim);


%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition de la matrice des sommets du prisme rectangulaire
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

for i=5:8
        comp(i,1)=dim(1);
end;
for i=[2 3 6 7];
        comp(i,2)=dim(2);
end;
for i=[3 4 7 8];
        comp(i,3)=dim(3)/2;
end;
for i=[1 2 5 6];
        comp(i,3)=-dim(3)/2;
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: enregist.m
% Date de creation: 30/08/96
% Derniere modification le: 10/09/96
%
% Description:          procedure qui permet d'enregistrer les resultats des mesures
%                       de pression et des mesures geometriques dans un fichier
%                       de type texte
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function enregist(x);

global pressionA pressionB hautA largA hautB largB ang_sd...
       ang_basc ang_ajg ang_ajd ang_apg ang_apd haut_d haut_ss...
       prof_s long_ajg long_ajd haut_abg haut_abd pts_nums pts_numd...
       etat_coussin nbcaptsx nbcaptsy nbcaptdy nbcaptdz;

[fich,chemin]=uiputfile('*.mat','Enregistrement du modèle');

nom=[chemin fich];
if nom~=0;
       commande=['save ' nom ' pressionA pressionB hautA largA hautB largB ang_sd ',...
         'ang_basc ang_ajg ang_ajd ang_apg ang_apd haut_d haut_ss prof_s ',...
         'long_ajg long_ajd haut_abg haut_abd etat_coussin '];

       if pts_nums~=[];
              if pts_numd~=[];
                commande=[commande ' pts_nums pts_numd nbcaptsx nbcaptsy nbcaptdy
nbcaptdz'];
       else;
                 commande=[commande ' pts_nums nbcaptsx nbcaptsy'];
              end;
       elseif pts_numd~=[];
              commande=[commande ' pts_numd nbcaptdy nbcaptdz'];
       end;
       eval(commande);
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: extract.m
% Date de creation: 30/07/96
% Derniere modification le: 13/02/97
%
% Description:        procedure qui permet d'extraire les donnees provenant des
%                     mesures de distribution de pression a partir du fichier
%                     binaire *.fsa cree dans le logiciel FSA32
%
% Arguments in:
%               fichier:       nom du fichier *.fsa
%
% Arguments out:
%               pressionA:     matrice(hautA,largA) definissant les
%                              resultats moyennes de la mesure de pression sur A
%               pressionB:     matrice(hautB,largB) definissant les
%                              resultats moyennes de la mesure de pression sur B
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function [pressionA,pressionB]=extract(fichier);

fid=fopen(fichier,'r');
texte=fread(fid,60,'char');

nbtab=fread(fid,1,'short');
largA=fread(fid,1,'short');
hautA=fread(fid,1,'short');
unit_multA=fread(fid,1,'double');
unites=fread(fid,6,'char');
label=fread(fid,32,'char');

if nbtab==2;
        largB=fread(fid,1,'short');
        hautB=fread(fid,1,'short');
        unit_multB=fread(fid,1,'double');
        unites=fread(fid,6,'char');
        label=fread(fid,32,'char');
end;

dimframe=fread(fid,1,'ulong');
nbframe=fread(fid,1,'ushort');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Lecture des donnees et formation des matrices de resultats
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

lecture=zeros(dimframe,nbframe);
mat=zeros(dimframe-10,nbframe);

lecture=fread(fid,[dimframe,nbframe],'uchar');
if nbtab==1;
        matA=lecture(11:dimframe,1:nbframe)*unit_multA;
elseif nbtab==2;
        matA=lecture(11:dimframe-(hautB*largB),1:nbframe)*unit_multA;
        matB=lecture(dimframe-(hautB*largB)+1:dimframe,1:nbframe)*unit_multB;
        pressionB=flipud(round(reshape(mean(matB')',largB,hautB))');
end;
pressionA=flipud(round(reshape(mean(matA')',largA,hautA))');
fclose(fid);
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: fauteuil.m
% Date de creation: 24/07/96
% Derniere modification le: 20/03/97
%
% Description:          procedure qui permet de faire la definition du modele
%                       du SEM-distribution de pression a l'aide des donnees
%                       selectionnees
%
% Arguments in:         message: caracterise les elements de contact a afficher
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function fauteuil(message)

global ang_sd ang_basc ang_ajg ang_ajd ang_apg ang_apd haut_d prof_s...
       haut_ss long_ajg long_ajd haut_abg haut_abd dim_s dim_d...
       pressionA pressionB mat_siege mat_dossier maxpr axe_faut...
       pts_nums pts_numd nbcaptsy nbcaptsx nbcaptdy nbcaptdz;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Dimensionnement des composantes du fauteuil [longueur largeur epaisseur]
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

dim_s=[prof_s 20 1.5];
dim_d=[haut_d 20 1.5];
dim_ajg=[long_ajg 0.75 1.75];
dim_ajd=[long_ajd 0.75 1.75];
dim_ap=[8.75 8 0.5];
dim_ab1=[12.5 2 1.25];
dim_ab2g=[haut_abg-1.25 1 1];
dim_ab2d=[haut_abd-1.25 1 1];
xbasc=16;
zbasc=2.25;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition des couleurs utilisees pour l'affichage
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

gris=[0.8 0.8 0.8];
noir=[0 0 0];
bleu=[0.2 0.3 0.8];
vert=[0.1 0.3 0.2];
vert_p=[0.05 0.25 .15];
blanc=[1 1 1];
gris_f=[0.6 0.6 0.6];
gris_p=[0.7 0.7 0.7];
gristf=[0.55 0.55 0.55];

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition des matrices de points de chacune des composantes du fauteuil
% et leur affichage
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

mcs=5;          %nombre de mailles des composantes du fauteuil
mds=36;         %mc...: nombre de mailles pour les cotes
mcd=5;          %md...: nombre de mailles pour le dessus et le dessous
mdd=36;
mcaj=3;
mdaj=3;
mcap=3;
mdap=6;
mcab=4;
mdab=4;
mcsol=3;
mdsol=25;
mcb1=7;
mdb1=7;
mcb2=8;
mdb2=6;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Siege
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

m=4*mcs^2+2*mds^2;
siege=el_mlgl(element(dim_s),mcs,mds);
siege=roty_par(siege,-ang_basc,xbasc,zbasc,m);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Dossier
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

m=4*mcd^2+2*mdd^2;
dossier=(el_mlgl(element(dim_d),mcd,mdd)+translat(0,0,-dim_s(3)/2,m))*matrot(180-
ang_sd,'y')...
        +translat(dim_s(1),0,dim_s(3)/2,m);
dossier=roty_par(dossier,-ang_basc,xbasc,zbasc,m);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Appui-jambes
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

m=4*mcaj^2+2*mdaj^2;
ap_jd=el_mlgl(element(dim_ajd),mcaj,mdaj)*matrot(180+ang_ajd,'y');
ap_jd=roty_par(ap_jd,-ang_basc,xbasc,zbasc,m);
ap_jg=el_mlgl(element(dim_ajg),mcaj,mdaj)*matrot(180+ang_ajg,'y');
ap_jg=roty_par(ap_jg,-ang_basc,xbasc,zbasc,m)+...
      translat(0,dim_s(2)-dim_ajg(2),0,m);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Appui-pieds
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

m=4*mcap^2+2*mdap^2;
ap_pd=(el_mlgl(element(dim_ap),mcap,mdap)*matrot(-180+ang_apd,'y')+...
       translat(dim_ajd(1),0,0,m))*matrot(180+ang_ajd,'y');
ap_pd=roty_par(ap_pd,-ang_basc,xbasc,zbasc,m);
ap_pg=(el_mlgl(element(dim_ap),mcap,mdap)*matrot(-180+ang_apg,'y')+...
       translat(dim_ajg(1),0,0,m))*matrot(180+ang_ajg,'y');
ap_pg=roty_par(ap_pg,-ang_basc,xbasc,zbasc,m)+...
      translat(0,dim_s(2)-dim_ap(2),0,m);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Appui-bras
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

m=4*mcab^2+2*mdab^2;
ap_bd2=el_mlgl(element(dim_ab2d),mcab,mdab)*matrot(90,'y')+...
       translat(dim_s(1)-9,0,dim_s(3)/2,m);
ap_bd2=roty_par(ap_bd2,-ang_basc,xbasc,zbasc,m);
ap_bg2=el_mlgl(element(dim_ab2g),mcab,mdab)*matrot(90,'y')+...
       translat(dim_s(1)-9,0,dim_s(3)/2,m);
ap_bg2=roty_par(ap_bg2,-ang_basc,xbasc,zbasc,m)+...
       translat(0,dim_s(2)-dim_ab2g(2),0,m);
ap_bd1=el_mlgl(element(dim_ab1),mcab,mdab)+...
       translat(dim_s(1)-9-dim_ab1(1)/2,0,dim_ab2d(1)+dim_s(3)/2,m);
ap_bd1=roty_par(ap_bd1,-ang_basc,xbasc,zbasc,m);
ap_bg1=el_mlgl(element(dim_ab1),mcab,mdab)+...
       translat(dim_s(1)-9-dim_ab1(1)/2,0,dim_ab2g(1)+dim_s(3)/2,m);
ap_bg1=roty_par(ap_bg1,-ang_basc,xbasc,zbasc,m)+...
       translat(0,dim_s(2)-dim_ab1(2),0,m);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Sol
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

m=4*mcsol^2+2*mdsol^2;
sol=el_mlgl(element([50 40 1]),mcsol,mdsol)+translat(-15-dim_s(1)/2,-20,-haut_ss-.7,m);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

```
% Base du fauteuil
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

m=4*mcb1^2+2*mdb1^2;

%% partie basculante de la base
base1=el_mlg1(element([5 5 1.5]),mcb1,mdb1)+translat(13.5,7.5,-1.5,m);
base1=roty_par(base1,-ang_basc,xbasc,zbasc,m);

%% partie verticale de la base
base2=el_mlg1(element([(haut_ss-dim_s(3)/2-5) 5 5]),mcb1,mdb1)*matrot(-90,'y')+...
      translat(16-dim_s(1)/2,-2.5,-dim_s(3)/2-1.5,m);

%% plaque de la base
base3=el_mlg1(element([9.25 20 1.75]),mcb1,mdb1)+...
      translat(11.375-dim_s(1)/2,-10,-haut_ss+2.625,m);

%% pattes de la base
m=4*mcb2^2+2*mdb2^2;
base4=el_mlg1(element([30 1.5 1.75]),mcb2,mdb2)+translat(1-dim_s(1)/2,-10,-
haut_ss+0.875,m);
base5=base4+translat(0,dim_s(2)-1.5,0,m);


%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Affichage des composantes du fauteuil
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

aff_elem(siege,gris,gris_p,gristf,mcs,mds);
hold on;
aff_elem(dossier,gris,gris_p,gristf,mcd,mdd);
aff_elem(ap_jd,gris,gris_f,gris_f,mcaj,mdaj);
aff_elem(ap_jg,gris,gris_f,gris_f,mcaj,mdaj);
aff_elem(ap_pd,noir,gris_f,gris_f,mcap,mdap);
aff_elem(ap_pg,noir,gris_f,gris_f,mcap,mdap);
aff_elem(ap_bd2,gris,gris_f,gris_f,mcab,mdab);
aff_elem(ap_bg2,gris,gris_f,gris_f,mcab,mdab);
aff_elem(ap_bd1,noir,gris_f,gris_f,mcab,mdab);
aff_elem(ap_bg1,noir,gris_f,gris_f,mcab,mdab);
aff_elem(sol,vert,vert_p,vert_p,mcsol,mdsol);
aff_elem(base1,gris,gris_p,gris_p,mcb1,mdb1);
aff_elem(base2,gris,gris_p,gris_p,mcb1,mdb1);
aff_elem(base3,gris,gris_p,gris_p,mcb1,mdb1);
aff_elem(base4,gris,gris_p,gris_p,mcb2,mdb2);
aff_elem(base5,gris,gris_p,gris_p,mcb2,mdb2);
hold on;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition des points des matrices de pression et affichage
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Matrice de pression du siege
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

if (strcmp(message,'s')|strcmp(message,'sd'));

        nbcapts=(nbcaptsy+1)*(nbcaptsx+1);
        presA=flipud(fliplr(pressionA'));
        presA=presA(1:nbcaptsy,1:nbcaptsx);
        presA=[presA presA(:,nbcaptsx)];
        presA=[presA;presA(nbcaptsy,:)];

        sx=min(pts_nums(:,1)):(max(pts_nums(:,1))-
min(pts_nums(:,1)))/nbcaptsx:max(pts_nums(:,1));
        sy=min(pts_nums(:,2)):(max(pts_nums(:,2))-
min(pts_nums(:,2)))/nbcaptsy:max(pts_nums(:,2));
        [xpr_s,ypr_s]=meshgrid(sx,sy);
        zpr_s = GRIDDATA(pts_nums(:,1),pts_nums(:,2),pts_nums(:,3),xpr_s,ypr_s);
```

```
        mat_s=[reshape(xpr_s,nbcapts,1),reshape(ypr_s,nbcapts,1),reshape(zpr_s,nbcapts,1)
];
        mat_s=roty_par(mat_s,-ang_basc,xbasc,zbasc,nbcapts);

        xpr_st=reshape(mat_s(:,1),nbcaptsy+1,nbcaptsx+1);
        ypr_st=reshape(mat_s(:,2),nbcaptsy+1,nbcaptsx+1);
        zpr_st=reshape(mat_s(:,3),nbcaptsy+1,nbcaptsx+1);

        mat_siege=surf(xpr_st,ypr_st,zpr_st,presA);
        colormap(jet);

        %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
        % Definition du devant du coussin de siege   %
        %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

        devsx=xpr_s(:,1);
        devsy=ypr_s(:,1);
        devsz=zpr_s(:,1);
        minz=dim_s(3)/2+0.25;
        for o=1:nbcaptsy+1;
                devs((o-1)*6+1:o*6,1)=[devsx(1) devsx(1) devsx(1) devsx(1) devsx(1)
devsx(1)]';
                devs((o-1)*6+1:o*6,2)=[devsy(o) devsy(o) devsy(o) devsy(o) devsy(o)
devsy(o)]';
                devs((o-1)*6+1:o*6,3)=[minz:(devsz(o)-minz)*0.2:devsz(o)]';
        end;
        devs=roty_par(devs,-ang_basc,xbasc,zbasc,6*(nbcaptsy+1));

        for m=1:nbcaptsy;
         for k=1:5;
                fill3([devs((m-1)*6+k,1) devs((m-1)*6+k+1,1) devs(m*6+k+1,1)
devs(m*6+k,1)],...
                        [devs((m-1)*6+k,2) devs((m-1)*6+k+1,2) devs(m*6+k+1,2)
devs(m*6+k,2)],...
                        [devs((m-1)*6+k,3) devs((m-1)*6+k+1,3) devs(m*6+k+1,3)
devs(m*6+k,3)],...
                    [0.5 0.5 0.5]);
                hold on;
         end;
        end;

        %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
        % Definition du cote droit du coussin de siege      %
        %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

        cdsx=xpr_s(1,:);
        cdsy=ypr_s(1,:);
        cdsz=zpr_s(1,:);
        for o=1:nbcaptsx+1;
                cds((o-1)*6+1:o*6,1)=[cdsx(o) cdsx(o) cdsx(o) cdsx(o) cdsx(o) cdsx(o)]';
                cds((o-1)*6+1:o*6,2)=[cdsy(1) cdsy(1) cdsy(1) cdsy(1) cdsy(1) cdsy(1)]';
                cds((o-1)*6+1:o*6,3)=[minz:(cdsz(o)-minz)*0.2:cdsz(o)]';
        end;
        cds=roty_par(cds,-ang_basc,xbasc,zbasc,6*(nbcaptsx+1));

        for m=1:nbcaptsx;
         for k=1:5;
                fill3([cds((m-1)*6+k,1) cds((m-1)*6+k+1,1) cds(m*6+k+1,1)
cds(m*6+k,1)],...
                        [cds((m-1)*6+k,2) cds((m-1)*6+k+1,2) cds(m*6+k+1,2)
cds(m*6+k,2)],...
                        [cds((m-1)*6+k,3) cds((m-1)*6+k+1,3) cds(m*6+k+1,3)
cds(m*6+k,3)],...
                    [0.5 0.5 0.5]);
                hold on;
         end;
        end;

        %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
        % Definition du cote gauche du coussin de siege     %
        %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

```
        cgsx=xpr_s(nbcaptsy+1,:);
        cgsy=ypr_s(nbcaptsy+1,:);
        cgsz=zpr_s(nbcaptsy+1,:);
        for o=1:nbcaptsx+1;
                cgs((o-1)*6+1:o*6,1)=[cgsx(o) cgsx(o) cgsx(o) cgsx(o) cgsx(o) cgsx(o)]';
                cgs((o-1)*6+1:o*6,2)=[cgsy(nbcaptsx+1) cgsy(nbcaptsx+1) cgsy(nbcaptsx+1)
cgsy(nbcaptsx+1) cgsy(nbcaptsx+1) cgsy(nbcaptsx+1)]';
                cgs((o-1)*6+1:o*6,3)=[minz:(cgsz(o)-minz)*0.2:cgsz(o)]';
        end;
        cgs=roty_par(cgs,-ang_basc,xbasc,zbasc,6*(nbcaptsx+1));

        for m=1:nbcaptsx;
         for k=1:5;
                fill3([cgs((m-1)*6+k,1) cgs((m-1)*6+k+1,1) cgs(m*6+k+1,1)
cgs(m*6+k,1)],...
                        [cgs((m-1)*6+k,2) cgs((m-1)*6+k+1,2) cgs(m*6+k+1,2)
cgs(m*6+k,2)],...
                        [cgs((m-1)*6+k,3) cgs((m-1)*6+k+1,3) cgs(m*6+k+1,3)
cgs(m*6+k,3)],...
                    [0.5 0.5 0.5]);
                hold on;
         end;
        end;
else;
        presA=flipud(fliplr(pressionA'));
        presA=[presA presA(:,15)];
        presA=[presA;presA(15,:)];
        [pr_siege,ht,lg]=pr_mlg1('siege');
        m=(ht+1)*(lg+1);
        pr_siege=pr_siege+translat(0,1.5625,0,(ht+1)*(lg+1));
        pr_siege=roty_par(pr_siege,-ang_basc,xbasc,zbasc,(ht+1)*(lg+1));

        [xpr_s,ypr_s,zpr_s]=pr_mlg2(pr_siege,ht,lg);
        colormap(jet);
        mat_siege=surf(xpr_s,ypr_s,zpr_s,presA);
end;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Matrice de pression du dossier
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

if (strcmp(message,'d')|strcmp(message,'sd'));

        nbcaptd=(nbcaptdy+1)*(nbcaptdz+1);
        presB=flipud(fliplr(pressionB));
        presB=presB(1:nbcaptdz,1:nbcaptdy);
        presB=[presB presB(:,nbcaptdy)];
        presB=[presB;presB(nbcaptdz,:)];

        maxx=dim_s(1)-0.25;
        sy=min(pts_numd(:,2)):(max(pts_numd(:,2))-
min(pts_numd(:,2)))/nbcaptdy:max(pts_numd(:,2));
        sz=min(pts_numd(:,3)):(max(pts_numd(:,3))-
min(pts_numd(:,3)))/nbcaptdz:max(pts_numd(:,3));
        [ypr_d,zpr_d]=meshgrid(sy,sz);
        xpr_d = GRIDDATA(pts_numd(:,2),pts_numd(:,3),pts_numd(:,1),ypr_d,zpr_d);

        mat_d=[reshape(xpr_d,nbcaptd,1),reshape(ypr_d,nbcaptd,1),reshape(zpr_d,nbcaptd,1)
];
      mat_d=(mat_d+translat(-dim_s(1),0,-dim_s(3)/2,nbcaptd))*matrot(90-ang_sd,'y')...
           +translat(dim_s(1),0,dim_s(3)/2,nbcaptd);
        mat_d=roty_par(mat_d,-ang_basc,xbasc,zbasc,nbcaptd);


        xpr_dt=reshape(mat_d(:,1),nbcaptdz+1,nbcaptdy+1);
        ypr_dt=reshape(mat_d(:,2),nbcaptdz+1,nbcaptdy+1);
        zpr_dt=reshape(mat_d(:,3),nbcaptdz+1,nbcaptdy+1);

        mat_dossier=surf(xpr_dt,ypr_dt,zpr_dt,presB);
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition du cote droit du coussin du dossier    %
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

cddx=xpr_d(:,1);
cddy=ypr_d(:,1);
cddz=zpr_d(:,1);
for o=1:nbcaptdz+1;
       cdd((o-1)*6+1:o*6,1)=[cddx(o):(maxx-cddx(o))*0.2:maxx]';
       cdd((o-1)*6+1:o*6,2)=[cddy(1) cddy(1) cddy(1) cddy(1) cddy(1) cddy(1)]';
       cdd((o-1)*6+1:o*6,3)=[cddz(o) cddz(o) cddz(o) cddz(o) cddz(o) cddz(o)]';
end;
cdd=(cdd+translat(-dim_s(1),0,-dim_s(3)/2,6*(nbcaptdz+1)))*matrot(90-
ang_sd,'y')...
    +translat(dim_s(1),0,dim_s(3)/2,6*(nbcaptdz+1));
cdd=roty_par(cdd,-ang_basc,xbasc,zbasc,6*(nbcaptdz+1));

for m=1:nbcaptdz;
 for k=1:5;
       fill3([cdd((m-1)*6+k,1) cdd((m-1)*6+k+1,1) cdd(m*6+k+1,1)
cdd(m*6+k,1)],...
               [cdd((m-1)*6+k,2) cdd((m-1)*6+k+1,2) cdd(m*6+k+1,2)
cdd(m*6+k,2)],...
               [cdd((m-1)*6+k,3) cdd((m-1)*6+k+1,3) cdd(m*6+k+1,3)
cdd(m*6+k,3)],...
           [0.5 0.5 0.5]);
       hold on;
 end;
end;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition du cote gauche du coussin du dossier   %
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

cgdx=xpr_d(:,nbcaptdy+1);
cgdy=ypr_d(:,nbcaptdy+1);
cgdz=zpr_d(:,nbcaptdy+1);
for o=1:nbcaptdz+1;
       cgd((o-1)*6+1:o*6,1)=[cgdx(o):(maxx-cgdx(o))*0.2:maxx]';
       cgd((o-1)*6+1:o*6,2)=[cgdy(nbcaptdz+1) cgdy(nbcaptdz+1) cgdy(nbcaptdz+1)
cgdy(nbcaptdz+1) cgdy(nbcaptdz+1) cgdy(nbcaptdz+1)]';
       cgd((o-1)*6+1:o*6,3)=[cgdz(o) cgdz(o) cgdz(o) cgdz(o) cgdz(o) cgdz(o)]';
end;
      cgd=(cgd+translat(-dim_s(1),0,-dim_s(3)/2,6*(nbcaptdz+1)))*matrot(90-ang_sd,'y')...
    +translat(dim_s(1),0,dim_s(3)/2,6*(nbcaptdz+1));
cgd=roty_par(cgd,-ang_basc,xbasc,zbasc,6*(nbcaptdz+1));

for m=1:nbcaptdz;
 for k=1:5;
       fill3([cgd((m-1)*6+k,1) cgd((m-1)*6+k+1,1) cgd(m*6+k+1,1)
cgd(m*6+k,1)],...
               [cgd((m-1)*6+k,2) cgd((m-1)*6+k+1,2) cgd(m*6+k+1,2)
cgd(m*6+k,2)],...
               [cgd((m-1)*6+k,3) cgd((m-1)*6+k+1,3) cgd(m*6+k+1,3)
cgd(m*6+k,3)],...
           [0.5 0.5 0.5]);
       hold on;
 end;
end;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition de l'arriere du coussin du dossier     %
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

arrdx=xpr_d(nbcaptdz+1,:);
arrdy=ypr_d(nbcaptdz+1,:);
arrdz=zpr_d(nbcaptdz+1,:);
for o=1:nbcaptdy+1;
       arrd((o-1)*6+1:o*6,1)=[arrdx(o):(maxx-arrdx(o))*0.2:maxx]';
       arrd((o-1)*6+1:o*6,2)=[arrdy(o) arrdy(o) arrdy(o) arrdy(o) arrdy(o)
arrdy(o)]';
```

```
            arrd((o-1)*6+1:o*6,3)=[arrdz(nbcaptdy+1) arrdz(nbcaptdy+1)
arrdz(nbcaptdy+1) arrdz(nbcaptdy+1) arrdz(nbcaptdy+1) arrdz(nbcaptdy+1)]';
        end;
      arrd=(arrd+translat(-dim_s(1),0,-dim_s(3)/2,6*(nbcaptdy+1)))*matrot(90-
ang_sd,'y')...
           +translat(dim_s(1),0,dim_s(3)/2,6*(nbcaptdy+1));
       arrd=roty_par(arrd,-ang_basc,xbasc,zbasc,6*(nbcaptdy+1));

       for m=1:nbcaptdy;
        for k=1:5;
            fill3([arrd((m-1)*6+k,1) arrd((m-1)*6+k+1,1) arrd(m*6+k+1,1)
arrd(m*6+k,1)],...
                  [arrd((m-1)*6+k,2) arrd((m-1)*6+k+1,2) arrd(m*6+k+1,2)
arrd(m*6+k,2)],...
                  [arrd((m-1)*6+k,3) arrd((m-1)*6+k+1,3) arrd(m*6+k+1,3)
arrd(m*6+k,3)],...
                [0.5 0.5 0.5]);
            hold on;
        end;
       end;

else;
       presB=flipud(fliplr(pressionB'));
       presB=[presB presB(:,16)];
       presB=[presB;presB(15,:)];

       [pr_dossier,ht,lg]=pr_mlg1('dossier');
       m=(ht+1)*(lg+1);
       pr_dossier=(pr_dossier+translat(0,1.5625,-dim_s(3)/2,(ht+1)*(lg+1)))*matrot(180-
ang_sd,'y')...
           +translat(dim_s(1),0,dim_s(3)/2+0.4,(ht+1)*(lg+1));
       pr_dossier=roty_par(pr_dossier,-ang_basc,xbasc,zbasc,(ht+1)*(lg+1));

       [xpr_d,ypr_d,zpr_d]=pr_mlg2(pr_dossier,ht,lg);
       mat_dossier=surf(xpr_d,ypr_d,zpr_d,presB);
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: fen_prin.m
% Date de creation: 22/08/96
% Derniere modification le: 26/08/96
%
% Description:        procedure qui permet de definir les proprietes des objets
%                     graphiques crees dans la fenetre principale du programme
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function fen_prin(x);

global posit_orig test_pres axe_faut fig_prin compt_bout;

vert=[0.1 0.45 0.25];
posit_orig=[-0.30 -0.15 1.4 1.4];

test_pres=0;
compt_bout=1;
clg;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition des proprietes des axes
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

axe_faut=axes('units','normalized','view',[-67.5 55],'position',posit_orig,...
         'visible','off','nextplot','add','aspectratio',[1 1],'xlim',[-30 30],...
         'ylim',[-30 30],'zlim',[-30 30]);


%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition des proprietes de la figure
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

fig_prin=gcf;
set(fig_prin,'color',vert,'name','PRESSEM',...
         'numbertitle','off','units','normalized','position',[0 0.1 1 0.9],...
         'menubar','none','nextplot','add','resize','off');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition du la barre de menu initiale du programme
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

menu_fic;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition des proprietes des boutons
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

boutons(compt_bout);
```

```
function [m,ndx] = fnanmax(a,b)
%FNANMAX NaN protected maximum.
%       FNANMAX(...) is the same as MAX except that the NaNs are ignored.
%
%       For vectors, MAX(X) is the smallest non-NaN element in X. For
%       matrices, MAX(X) is a vector containing the maximum non-NaN
%       element from each column. [M,I] = MAX(...) also returns
%       the indices of the maximum values in vector I.

%       Copyright (c) 1994-95 by The MathWorks, Inc.
%       $Revision: 1.1 $  $Date: 1995/07/10 17:29:09 $

if nargin<1, error('Not enough input arguments.'); end
if nargin==1,
  if isempty(a), m =[]; i = []; return, end

  % Check for NaN's
  d = find(isnan(a));

  if isempty(d), % No NaN's, just call max.
    [m,ndx] = max(a);
  else
    if min(size(a))==1, % Vector case
      a(d) = []; % Remove NaN's
      [m,ndx] = max(a);
      if nargout>1, % Fix-up ndx vector
        pos = 1:length(a); pos(d) = [];
        ndx = pos(ndx);
      end
    else % Matrix case
      e = any(isnan(a));
      m = zeros(1,size(a,2)); ndx = m;
      % Split into two cases
      [m(~e),ndx(~e)] = max(a(:,~e)); % No NaN's in column.
      e = find(e);
      for i=1:length(e), % NaN's in column
        d = isnan(a(:,e(i)));
        aa = a(:,e(i)); aa(d) = [];
        if isempty(aa),
          m(e(i)) = NaN; ndx(e(i)) = 1;
        else
          [m(e(i)),ndx(e(i))] = max(aa);
          if nargout>1, % Fix-up ndx vector
            pos = 1:size(a,1); pos(d) = [];
            ndx(e(i)) = pos(ndx(e(i)));
          end
        end
      end
    end
  end
elseif nargin==2,
  if any(size(a)~=size(b)), error('X and Y must be the same size.'); end
  if nargout>1, error('Too many output arguments.'); end
  if isempty(a), m =[]; i = []; return, end

  d = find(isnan(a));
  a(d) = b(d);
  d = find(isnan(b));
  b(d) = a(d);
  m = max(a,b);
else
  error('Not enough input arguments.');
end
```

```
function [m,ndx] = fnanmin(a,b)
%FNANMIN NaN protected minimum.
%       FNANMIN(...) is the same as MIN except that the NaNs are ignored.
%
%       For vectors, MIN(X) is the smallest non-NaN element in X. For
%       matrices, MIN(X) is a vector containing the minimum non-NaN
%       element from each column. [M,I] = MIN(...) also returns
%       the indices of the minimum values in vector I.

%       Copyright (c) 1994-95 by The MathWorks, Inc.
%       $Revision: 1.1 $  $Date: 1995/07/10 17:29:09 $

if nargin<1, error('Not enough input arguments.'); end
if nargin==1,
  if isempty(a), m =[]; i = []; return, end

  % Check for NaN's
  d = find(isnan(a));

  if isempty(d), % No NaN's, just call min.
    [m,ndx] = min(a);
  else
    if min(size(a))==1, % Vector case
      a(d) = []; % Remove NaN's
      [m,ndx] = min(a);
      if nargout>1, % Fix-up ndx vector
        pos = 1:length(a); pos(d) = [];
        ndx = pos(ndx);
      end
    else % Matrix case
      e = any(isnan(a));
      m = zeros(1,size(a,2)); ndx = m;
      % Split into two cases
      [m(~e),ndx(~e)] = min(a(:,~e));
      e = find(e);
      for i=1:length(e),
        d = isnan(a(:,e(i)));
        aa = a(:,e(i)); aa(d) = [];
        if isempty(aa),
          m(e(i)) = NaN; ndx(e(i)) = 1;
        else
          [m(e(i)),ndx(e(i))] = min(aa);
          if nargout>1, % Fix-up ndx vector
            pos = 1:size(a,1); pos(d) = [];
            ndx(e(i)) = pos(ndx(e(i)));
          end
        end
      end
    end
  end
elseif nargin==2,
  if any(size(a)~=size(b)), error('X and Y must be the same size.'); end
  if nargout>1, error('Too many output arguments.'); end
  if isempty(a), m =[]; i = []; return, end

  d = find(isnan(a));
  a(d) = b(d);
  d = find(isnan(b));
  b(d) = a(d);
  m = min(a,b);
else
  error('Not enough input arguments.');
end
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: impfich.m
% Date de creation: 16/10/96
% Derniere modification le: 26/02/97
%
% Description:        procedure qui permet de faire l'impression d'une fiche
%                     contenant les resultats numeriques des mesures geometriques,
%                     les coordonnees de l'usager
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
function impfich(message);

global rnom rprenom rnod rdate ang_sd ang_basc ang_ajg ang_ajd ang_apg...
       ang_apd haut_ss haut_d haut_abg haut_abd prof_s long_ajg long_ajd nomf;

if nargin==0;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%       Saisie du nom du fichier texte de la fiche clinique
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

        [fich,chemin]=uiputfile('*.txt','Enregistrement de la fiche clinique');
        nomf=lower([chemin fich]);
        nomf=strrep(nomf,'.mat','.txt');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%       Definition de la fenetre de saisie des coordonnees de l'usager
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

        formulaire=figure('name','Saisie des coordonnées de l''usager',...
                  'units','normalized','color',[0.5 0.5 0.5],...
                  'numbertitle','off','menubar','none','position',...
                       [0.1 0.3 0.45 0.45]);

        fondtext=[0.5 0.5 0.5];
        fonded=[0.1 0.1 0.5];
        texted=[1 1 1];

        dnom=uicontrol('style','text','string','Nom: ','units','normalized',...
               'backgroundcolor',fondtext,'horizontalalignment','right',...
             'position',[0.10 0.85 0.30 0.05]);
        rnom=uicontrol('style','edit','units','normalized','position',...
             [0.42 0.83 0.30 0.075],'backgroundcolor',fonded,'foregroundcolor',texted);

        dprenom=uicontrol('style','text','string','Prénom: ','units','normalized',...
             'backgroundcolor',fondtext,'horizontalalignment','right',...
             'position',[0.10 0.70 0.30 0.05]);
        rprenom=uicontrol('style','edit','units','normalized','position',...
             [0.42 0.68 0.30 0.075],'backgroundcolor',fonded,'foregroundcolor',texted);

        dnod=uicontrol('style','text','string','No dossier: ','units','normalized',...
             'backgroundcolor',fondtext,'horizontalalignment','right',...
             'position',[0.10 0.55 0.30 0.05]);
        rnod=uicontrol('style','edit','units','normalized','position',...
             [0.42 0.53 0.30 0.075],'backgroundcolor',fonded,'foregroundcolor',texted);

        ddate=uicontrol('style','text','string','Date visite: ','units','normalized',...
             'backgroundcolor',fondtext,'horizontalalignment','right',...
             'position',[0.1 0.40 0.30 0.05]);
        rdate=uicontrol('style','edit','units','normalized','position',...
             [0.42 0.38 0.30 0.075],'backgroundcolor',fonded,'foregroundcolor',texted);

        tempdate=fix(clock);
        tdate=['Date d''impression:  ' num2str(tempdate(3)) '/' num2str(tempdate(2)) '/'
num2str(tempdate(1)) '  ' num2str(tempdate(4)) 'h' num2str(tempdate(5))];
        dateimp=uicontrol('style','text','string',tdate,...
          'units','normalized','position',[0.1 0.25 0.50 0.05],...
                'backgroundcolor',fondtext,...
                'horizontalalignment','left');

        accept=uicontrol('style','pushbutton','string','OK','units','normalized',...
```

```
            'position',[0.40 0.10 0.20
0.075],'callback','impfich(''ok'');close(gcf)');

elseif strcmp(message,'ok');
        nom=get(rnom,'string');
        prenom=get(rprenom,'string');
        nodossier=get(rnod,'string');
        date=get(rdate,'string');
        tempdate=fix(clock);
        tdate=[num2str(tempdate(3)) '/' num2str(tempdate(2)) '/' num2str(tempdate(1)) '
' num2str(tempdate(4)) 'h' num2str(tempdate(5))];

        fid=fopen(nomf,'w');
        fprintf(fid,'%s \t\t\t\t%s\n','Nom:',nom);
        fprintf(fid,'%s \t\t\t%s\n','Prénom:',prenom);
        fprintf(fid,'%s \t\t%s\n','No dossier:',nodossier);
        fprintf(fid,'%s \t\t%s\n','Date de visite:',date);
        fprintf(fid,'%s \t%s\n\n','Date d''impression:',tdate);

        fprintf(fid,'\t\t\t%s\n\n\n','Mesures géométriques');
        fprintf(fid,'\t\t%s \t\t\t\t\t%s\n\n','SEM','Éléments de contact');
        fprintf(fid,'%s \t\t%5.1f %s\t\t\t %s\n','Angle s-d:',ang_sd,'°','Haut.
ap.tete:');
        fprintf(fid,'%s \t%5.1f %s\t\t\t %s\n','Angle
basc:',ang_basc,'°','Pos.lat.ap.tete:');
        fprintf(fid,'%s \t%5.1f %s\t\t\t %s\n','Angle ap.j g:',ang_ajg,'°','Haut.
ap.thor.:');
      fprintf(fid,'%s \t%5.1f %s\t\t\t %s\n','Angle ap.j d:',ang_ajd,'°','Dist.
ap.thor:');
        fprintf(fid,'%s \t%5.1f %s\t\t\t %s\n','Angle ap.p g:',ang_apg,'°','Prof.
ap.pelv:');
        fprintf(fid,'%s \t%5.1f %s\t\t\t %s\n','Angle ap.p d:',ang_apd,'°','Dist.
ap.pelv:');
        fprintf(fid,'%s \t\t%5.2f %s\t\t\t %s\n','Haut. s-s:',haut_ss,'"','Pos.lat.
butees:');
        fprintf(fid,'%s \t\t%5.2f %s\t\t\t %s\n','Haut. dos:',haut_d,'"','Dist.
butees:');
        fprintf(fid,'%s \t%5.2f %s\t\n','Prof.siege:',prof_s,'"');
        fprintf(fid,'%s \t%5.2f %s\n','Long.jambe g:',long_ajg,'"');
        fprintf(fid,'%s \t%5.2f %s\n','Long.jambe d:',long_ajd,'"');
        fprintf(fid,'%s \t%5.2f %s\n','Haut. ap.b g:',haut_abg,'"');
        fprintf(fid,'%s \t%5.2f %s\n\n\n','Haut. ap.b d:',haut_abd,'"');

        fprintf(fid,'\t\t\t\t%s\n\n\n','Usager');
        fprintf(fid,'\t%s\n','Obliquite bassin:');
        fprintf(fid,'\t%s\n','Rot. transv. bassin:');
        fprintf(fid,'\t%s\n','Rot. front. tronc:');
        fprintf(fid,'\t%s\n','Rot. transv. tronc:');
        fprintf(fid,'\t%s\n','Angles genoux:');
        fprintf(fid,'\t%s\n','Angles hanches:');
        fprintf(fid,'\t%s\n','Angles cuisses:');

        fclose(fid);
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: init.m
% Date de creation: 29/08/96
% Derniere modification le: 04/01/97
%
% Description:        procedure qui permet de lancer le programme de visualisation
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function init(x);

global test_ouv etat_coussin pts_nums pts_numd testsem;

testfsa=0;
test_ouv=1;
etat_coussin='pas_de_coussin';
etat_usager=[];

fen_prin;

pts_nums=[];
pts_numd=[];
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: matrot.m
% Date de creation: 22/08/96
% Derniere modification le: 19/03/97
%
% Description:        procedure qui permet de definir une matrice de rotation
%                     (3,3) selon un des 3 axes et d'un angle donne
%
% Arguments in:
%              angle:angle de rotation en degres
%              axe:    axe par rapport auquel la transformation doit etre appliquee
%
% Arguments out:
%              rot:    matrice de rotation(3,3)
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function [rot]=matrot(angle,axe);

angle=angle*pi/180;

if strcmp(axe,'x');
       rot=[1 0 0;0 cos(angle) -sin(angle);0 sin(angle) cos(angle)];
elseif strcmp(axe,'y');
       rot=[cos(angle) 0 sin(angle);0 1 0;-sin(angle) 0 cos(angle)];
elseif strcmp(axe,'z');
       rot=[cos(angle) -sin(angle) 0;sin(angle) cos(angle) 0;0 0 1];
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: menu_fic.m
% Date de creation: 22/08/96
% Derniere modification le: 27/05/97
%
% Description:        procedure qui permet de definir les proprietes des objets
%                     contenu dans le menu Fichier de la barre de menu
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function menu_fic(message);

global etat_coussin type_saisie pts_nums pts_numd;

if nargin==0;
       fich=uimenu('label','&Fichier');

       nouv=uimenu(fich,'label','&Nouveau','callback','init');

       ec=uimenu(fich,'label','Éléments de &contact','separator','on');
              banque=uimenu(ec,'label','&Banque de données');
                     scousbq=uimenu(banque,'label','Coussin de &siège...',...
                            'callback','menu_fic(''banqs'')');
                     dcousbq=uimenu(banque,'label','Coussin de &dossier...',...
                            'callback','menu_fic(''banqd'')');
              numelem=uimenu(ec,'label','&Numérisation','separator',...
                       'on');
                     atete=uimenu(numelem,'label','&Appui-tête...','enable','off');
                     athor=uimenu(numelem,'label','Appuis
&thoraciques...','enable','off');
                     apelv=uimenu(numelem,'label','Appuis &pelviens...','enable','off');
                     butee=uimenu(numelem,'label','&Butées
d''abduction...','enable','off');
                     cous_siege=uimenu(numelem,'label','Coussin de
&siège...','separator','on',...
                     'callback','menu_fic(''coussin_siege'')');
                     cous_dos=uimenu(numelem,'label','Coussin de &dossier...',...
                            'callback','menu_fic(''coussin_dossier'')');

       mpatient=uimenu(fich,'label','&Usager...','enable','off');

       sem=uimenu(fich,'label','&Acquisition DAQCard-
700...','callback','chx_data(''acquis'')');
      fsamenu=uimenu(fich,'label','&Sélection SEM (*.txt) et pressions (*.fsa)...',...
                'callback','chx_data(''semfsa'')');

       ouvre=uimenu(fich,'label','&Ouvrir (*.MAT)...',...
            'callback','ouvrir','separator','on');

       sauvesous=uimenu(fich,'label','&Enregistrer sous...',...
                'callback','enregist');

       imp=uimenu(fich,'label','&Imprimer','separator','on');
              imp_fig=uimenu(imp,'label','&Figure','callback',...
                   'menu_fic(''imp'')');
              imp_fiche=uimenu(imp,'label','Fiche &clinique',...
                    'callback','impfich','separator','on');

       mquit=uimenu(fich,'label','&Quitter','separator','on',...
           'callback','close');

elseif strcmp(message,'banqs');
       [ns,cs]=uigetfile('*.mat','Sélection du fichier de données du siège');
       fichs=[cs ns];
       if fichs~=0;
              commande=['load ' fichs];
              eval(commande);
              if etat_coussin=='d';
                     etat_coussin='sd';
              else;
```

```
                etat_coussin='s';
            dnbcapt('siege');
            end;
        end;

elseif strcmp(message,'banqd');
        [nd,cd]=uigetfile('*.mat','Sélection du fichier de données du dossier');
        fichd=[cd nd];
        if fichd~=0;
            commande=['load ' fichd];
            eval(commande);
            if etat_coussin=='s';
                etat_coussin='sd';
            else;
                etat_coussin='d';
            dnbcapt('dossier');
            end;
        end;

elseif strcmp(message,'coussin_siege');
         if etat_coussin=='d';
            etat_coussin='sd';
         else;
            etat_coussin='s';
         end;
         type_saisie='siege';
         num_sais;

elseif strcmp(message,'coussin_dossier');
         if etat_coussin=='s';
            etat_coussin='sd';
         else;
            etat_coussin='d';
         end;
         type_saisie='dossier';
         num_sais;

elseif strcmp(message,'imp');
        coulfond=get(gcf,'color');
        set(gcf,'color',[0 0 0],'paperorientation','landscape',...
           'paperposition',[0.5 0.5 10 7.5]);
        print;
        set(gcf,'color',coulfond);

elseif strcmp(message,'demande_nbcapt');


end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: menu_vis.m
% Date de creation: 22/08/96
% Derniere modification le: 17/05/97
%
% Description:          procedure qui permet de definir les proprietes des objets
%                       contenu dans le menu Visualisation de la barre de menu
%
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function menu_vis(x);

global pressionB compt_zoom pos_axzoom posit_orig;

compt_zoom=1;
%pos_axzoom=zeros(1,4);
%pos_axzoom(1,:)=get(gca,'position');

visual=uimenu('label','&Visualisation');

vues=uimenu(visual,'label','&Vues');

        prof=uimenu(vues,'label','&Profil','callback','view(0,0)');
        iso=uimenu(vues,'label','&Isométrique','callback','view(-67.5,55)');
        elev=uimenu(vues,'label','&Élévation','callback','view(2)');
        face=uimenu(vues,'label','&Face','callback','view(-90,0)');
        dynam=uimenu(vues,'label','&Dynamique','callback','rot3d');

typemes=uimenu(visual,'label','&Affichage des mesures géométriques',...
         'separator','on');

        it_sem=uimenu(typemes,'label','&SEM');
              syst_met=uimenu(it_sem,'label','&Métrique','callback',...
                   'aff_mes(''sem_met'',0.8,0.515,0.2,0.05,[0.5 0.5 0.5],[1 1 1])');
              syst_imp=uimenu(it_sem,'label','&Anglais','callback',...
                   'aff_mes(''sem_ang'',0.8,0.515,0.2,0.05,[0.5 0.5 0.5],[1 1 1])');

        it_element=uimenu(typemes,'label','&Éléments de contact',...
         'callback','aff_mes(''element'',0.8,0.515,0.2,0.05,[0.5 0.5 0.5],[1 1 1])',...
         'separator','on');

       it_usager=uimenu(typemes,'label','&Usager',...
         'separator','on','callback',...
         'aff_mes(''usager'',0.8,0.515,0.2,0.05,[0.5 0.5 0.5],[1 1 1])');


pan=uimenu(visual,'label','&Panoramique','separator','on');
        panin=uimenu(pan,'label','&Personnel','callback',...
             'set(gcf,''windowbuttondownfcn'',''pan(''''down'''')'')');
       panorig=uimenu(pan,'label','Original','callback','pan(''reset'')');

zooms=uimenu(visual,'label','&Zoom','separator','on');
        zoom_in=uimenu(zooms,'label','Zoom &in','callback','zoom3d(''in'')');
        zoom_out=uimenu(zooms,'label','Zoom &out','callback','zoom3d(''out'')');
        zoom_all=uimenu(zooms,'label','Zoom &all','callback','zoom3d(''all'')');

pression=uimenu(visual,'label','&Pressions isolées','separator','on');

        pres_s=uimenu(pression,'label','&Siège','callback','vis_pres(''siege'')');

        if pressionB==[];
                pres_d=uimenu(pression,'label','&Dossier',...
                        'callback','vis_pres(''dossier'')','enable','off');
        else;
                pres_d=uimenu(pression,'label','&Dossier',...
                        'callback','vis_pres(''dossier'')');
        end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Cathy Maltais et Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: num_conv.m
% Date de creation: 27/11/96
% Derniere modification le: 27/11/96
%
% Description:          procedure qui permet de definir une matrice n X 3 de points
%                       [x y z] provenant de la saisie avec le numeriseur
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function [pts_num]=num_conv(x);

global edition;

saisie_num=str2mat(get(edition,'string'));
[h,l]=size(saisie_num);
for i=1:h-1;
 s = findstr(saisie_num(i,:),' ');
 pt1= saisie_num(i,1:s(1)-1);
 pt2 = saisie_num(i,s(1)+1:s(2)-1);;
 pt3 =saisie_num(i,s(2)+1:l);
 pts_num(i,:)=[str2num(pt1) str2num(pt2) str2num(pt3)];
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: num_sais.m
% Date de creation: 27/11/96
% Derniere modification le: 27/11/96
%
% Description:        procedure qui permet de definir une fenetre d'affichage
%                     permettant de faire la saisie de coordonnees de reperes
%                  mesurees avec le numeriseur 3D
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function num_sais(message);

global edition etat_coussin pts_nums pts_numd type_saisie pts_usager;

if nargin==0;
 fig_num=figure('color',[0.5 0.5 0.5],'menubar','none','name',...
        'Saisie de coordonnées de repères
numérisés','numbertitle','off','units','normalized',...
        'position',[0.1 0.3 0.45 0.7],'resize','off');

 titre_ed=uicontrol('style','text','units','normalized','position',...
         [0.1 0.9 0.55 0.05],'backgroundcolor',[0.5 0.5 0.5],...
         'foregroundcolor',[0.2 0.2 0.7],'string','Zone d''entrée des coordonnées:',...
         'horizontalalignment','left');

 edition=uicontrol('style','edit','units','normalized','position',...
        [0.1 0.2 0.65 0.7],'backgroundcolor',[0.1 0.1 0.5],'foregroundcolor',...
        [1 1 1],'max',2,'min',0);

 aff=uicontrol('style','pushbutton','units','normalized','position',...
    [0.35 0.05 0.2 0.05],'string','OK',...
    'callback','num_sais(''conv'');');

elseif strcmp(message,'conv');
 if strcmp(type_saisie,'siege');
    pts_nums=num_conv;
    close(gcf);
    dnbcapt('siege');
 elseif strcmp(type_saisie,'dossier');
    pts_numd=num_conv;
    close(gcf);
    dnbcapt('dossier');
 elseif strcmp(type_saisie,'usager');
    pts_usager=num_conv;
 end;
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: ouvrir.m
% Date de creation: 30/08/96
% Derniere modification le: 10/03/97
%
% Description:        procedure qui permet d'ouvrir un fichier *.mat contenant
%               les resultats des mesures de pression, des mesures
%                       geometriques du SEM et des mesures des coordonnees des
%                       points numerises
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function ouvrir(x);

global pressionA pressionB hautA largA hautB largB ang_sd...
       ang_basc ang_ajg ang_ajd ang_apg ang_apd haut_d haut_ss prof_s...
       long_ajg long_ajd haut_abg haut_abd test_ouv...
       pts_nums pts_numd etat_coussin nbcaptsx nbcaptsy nbcaptdy...
       nbcaptdz;

[fichier,chemin]=uigetfile('*.mat','Ouvrir un fichier de données');
nom=[chemin fichier];

if nom~=0;
       test_ouv=test_ouv+1;
       if test_ouv>2;
              pts_nums=[];
              pts_numd=[];
       end;

       commande=['load ' nom];
       eval(commande);

       aff_glob(etat_coussin);
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: pan.m
% Date de creation: 06/09/96
% Derniere modification le: 04/12/96
%
% Description:        procedure qui permet de deplacer le systeme
%                     d'axes d'une figure
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function pan(message);

global posit_orig ptdeb;

rot3d('off');

if strcmp(message,'down')==1;
       set(gcf,'units','normalized');
       ptdeb=get(gcf,'currentpoint');
       set(gcf,'windowbuttonupfcn','pan(''up'')');
       set(gcf,'windowbuttonmotionfcn','pan(''motion'')');

elseif strcmp(message,'motion')==1;
       ptfin=get(gcf,'currentpoint');
       deltax=ptfin(1)-ptdeb(1);
       deltay=ptfin(2)-ptdeb(2);

       posit=get(gca,'position');
       posit(1)=posit(1)+deltax;
       posit(2)=posit(2)+deltay;

       set(gca,'position',posit);
       ptdeb=ptfin;
       set(gcf,'windowbuttonupfcn','pan(''up'')');
       set(gcf,'windowbuttonmotionfcn','pan(''motion'')');

elseif strcmp(message,'up')==1;
       set(gcf,'windowbuttonmotionfcn','','windowbuttonupfcn','');

elseif strcmp(message,'reset')==1;
       set(gcf,'windowbuttondownfcn','','windowbuttonupfcn','');
       set(gca,'position',posit_orig);
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: pr_mlgl.m
% Date de creation: 19/09/96
% Derniere modification le: 12/02/97
%
% Description: procedure qui permet de rebatir les matrices de
%                      points des donnees de pressions afin de
%                      subir des transformations geometriques
%
% Arguments in:
%              type_mat:      string correspondant au type de matrices
%
% Arguments out:
%              pr_mail:       matrice [(haut+1*larg+1),3] correspondant aux
%                             points definissant le maillage de la matrice
%                             pression
%              haut:          nombre de rangees de la matrice de pression
%              larg:          nombre de colonnes de la matrice de pression
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function [pr_mail,haut,larg]=pr_mlgl(type_mat);

global pressionA pressionB hautA largA hautB largB dim_s;

if strcmp(type_mat,'siege')==1;
       haut=hautA;
       larg=largA;
else;
       haut=hautB;
       larg=largB;
end;

[x,y]=meshgrid(0:1.125:haut*1.125,0:1.125:larg*1.125);
z=(dim_s(3)/2+0.4)*ones(larg+1,haut+1);
pr_mail=[reshape(x,(haut+1)*(larg+1),1),reshape(y,(haut+1)*(larg+1),1),reshape(z,(haut+1)
*(larg+1),1)];
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: pr_mlg2.m
% Date de creation: 19/09/96
% Derniere modification le: 12/02/97
%
% Description: procedure qui permet de rebatir les matrices de donnees de
%                     pression apres des transformations geometriques afin de
%                     les afficher
%
% Arguments in:
%              pr_mail:       matrice de (haut*larg),3 de points
%              haut:          nombre de rangees des matrices x,y,z
%              larg:          nombre de colonnes des matrices x,y,z
%
% Arguments out:
%              x:             matrice haut,larg des coordonnées x du maillage
%              y:             matrice haut,larg des coordonnées y du maillage
%              z:             matrice haut,larg des coordonnées z du maillage
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function [x,y,z]=pr_mlg2(pr_mail,haut,larg);

x=reshape(pr_mail(:,1),larg+1,haut+1);
y=reshape(pr_mail(:,2),larg+1,haut+1);
z=reshape(pr_mail(:,3),larg+1,haut+1);
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Rachid Aissaoui
% Nom du fichier: rot3d.m
% Date de creation:
% Derniere modification le: 20/01/97
%
% Description:        procedure qui permet de definir le point de vue de
%                     visualisation de la fenetre d'affichage a l'aide d'un
%                     cube entourant les objets graphiques et regi par les
%                     mouvements de la souris
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function rot3d(arg);

global azm_lab elv_lab slid_az slid_el fig_prin;

%   ROT3D Track mouse motion with rotating cube.
%   ROT3D ON turns on mouse-based 3-D rotation.
%   ROT3D OFF turns if off.
%   ROT3D by itself toggles the state.

global ROTATE_gca ROTATE_axis ROTATE_box ROTATE_x0 ROTATE_xx ...
        ROTATE_text ROTATE_units

SENS = 0.8;                    % Mouse sensitivity
POSITION = [8 185 130 20]; % Text info box position (lower left)
%POSITION = [450 390 130 20];     % Text info box position (upper right)

if(nargin == 0) % Toggle state
  if strcmp(get(gcf,'windowbuttonupfcn'),'rot3d(''up'')')
       rot3d('off')
  else
       rot3d('on')
  end
  return

elseif strcmp(lower(arg),'down') % ButtonDownFcn
  ROTATE_units = get(gcf,'units'); set(gcf,'units','pixels')
  ROTATE_x0=get(gcf,'currentpoint');
  ROTATE_x0=ROTATE_x0(1,1:2);
  x1 = ROTATE_x0;

  % Activate axis that is clicked in
  ax = get(gcf,'Children');
  ROTATE_gca = [];

  for i=1:length(ax),
       if strcmp(get(ax(i),'Type'),'axes'),
         % Find axes that was clicked in.
         units = get(ax(i),'units'); set(ax(i),'units','Pixels');
         pos = get(ax(i),'Position'); set(ax(i),'units',units)
         if ((pos(1) <= ROTATE_x0(1)) & (ROTATE_x0(1) <= pos(1)+pos(3)) & ...
                (pos(2) <= ROTATE_x0(2)) & (ROTATE_x0(2) <= pos(2)+pos(4))),
              ROTATE_gca = ax(i);
              break
         end
       end
   end
   if isempty(ROTATE_gca), return, end

   AZEL = get(ROTATE_gca,'view');
   az = round(AZEL(1)-  SENS*(x1(1)-ROTATE_x0(1)));
   el = round(min(max(AZEL(2)-2*SENS*(x1(2)-ROTATE_x0(2)),-90),90));
   T2 = viewmtx(az,el);
 % ------------------
 % CHangement de l ligne suivante T2 n'est pas modifie
 % ------------------
   if el < 0, T2 = T2*[1 0 0 0;0 1 0 0;0 0 -1 .5;0 0 0 1]; end
   Y = ROTATE_xx*T2(1:3,1:3)';
```

```
pos = get(ROTATE_gca,'Position');
ROTATE_axis = axes('Units',get(ROTATE_gca,'Units'),'Position',pos, ...
                                    'AspectRatio',get(ROTATE_gca,'AspectRatio'), ...
                                    'xdir',get(ROTATE_gca,'xdir'), ...
                                    'ydir',get(ROTATE_gca,'ydir'), ...
                                    'zdir',get(ROTATE_gca,'zdir'));

axes(ROTATE_axis)
ROTATE_box = line(Y(:,1),Y(:,2),Y(:,3),'erase','xor', ...
                                    'clipping','off','visible','on');
set(ROTATE_axis,'visible','off','drawmode','fast')
axis(reshape([fnanmin(Y);fnanmax(Y)],1,6)); view(2)

% Create text box
ROTATE_text = axes('units','Pixels','Position',POSITION,'visible','off');
ROTATE_text(2) = text(0,0,sprintf('Az: %4.0f El: %4.0f',az,el), ...
                    'erasemode','back','visible','off', ...
                    'verticalAlignment','bottom','HorizontalAlignment','left');

axis([0 1 0 1])
if strcmp(arg,'down'),
     set(ROTATE_text(2),'visible','on')
end
set(gcf,'windowbuttonmotionfcn','rot3d(''move'')')

elseif strcmp(arg,'move'), % ButtonMotionFcn
  AZEL = get(ROTATE_gca,'view');
  x1 = get(gcf,'currentpoint'); x1 = x1(1,1:2);
  az = round(AZEL(1)-  SENS*(x1(1)-ROTATE_x0(1)));
  el = round(min(max(AZEL(2)-2*SENS*(x1(2)-ROTATE_x0(2)),-90),90));
  T2 = viewmtx(az,el);
  if el < 0, T2 = T2*[1 0 0 0;0 1 0 0;0 0 -1 .5;0 0 0 1]; end
  Y = ROTATE_xx*T2(1:3,1:3)';
  set(ROTATE_box,'Xdata',Y(:,1),'Ydata',Y(:,2),'Zdata',Y(:,3));

  % Update text box
  set(ROTATE_text(2),'String',sprintf('Az: %4.0f El: %4.0f',az,el));

elseif strcmp(arg,'up'), % ButtonUpFcn
  if isempty(ROTATE_gca), return, end
  AZEL = get(ROTATE_gca,'view');
  x1 = get(gcf,'currentpoint'); x1 = x1(1,1:2);
  axes(ROTATE_gca)
  az = round(AZEL(1)-  SENS*(x1(1)-ROTATE_x0(1)));
  el = round(min(max(AZEL(2)-2*SENS*(x1(2)-ROTATE_x0(2)),-90),90));
  view(az,el)
  set(gcf,'windowbuttonmotionfcn','','units',ROTATE_units)

  delete(ROTATE_axis),
  delete(ROTATE_text(1))

  upazel=[az el];
  rot3d('off');
  vue_dyn=get(gca,'view');
  if gcf==fig_prin;
       set(azm_lab,'string',['Azimuth: ' num2str(vue_dyn(1)) '°']);
       set(elv_lab,'string',['Élévation: ' num2str(vue_dyn(2)) '°']);
       set(slid_az,'value',vue_dyn(1));
       set(slid_el,'value',vue_dyn(2));
  end;

elseif strcmp(lower(arg),'on'),
  % Define cube edges
%  X = [0 0 1;0 1 1;1 1 1;1 1 0;0 0 0;0 0 1;1 0 1;1 0 0;0 0 0; ...
%       0 1 0;1 1 0;1 0 0;0 1 0;0 1 1;NaN NaN NaN;1 1 1;1 0 1];
  X = [0 0 1;0 1 1;1 1 1;1 1 0;0 0 0;0 0 1;1 0 1;1 0 0;0 0 0; ...
          0 1 0;1 1 0;1 0 0;0 1 0;0 1 1;NaN NaN NaN;1 1 1;1 0 1;...
          NaN NaN NaN; 0 0.1 0; 1 0.1 0; ...
          NaN NaN NaN; 0 0.2 0; 1 0.2 0; ...
          NaN NaN NaN; 0 0.3 0; 1 0.3 0; ...
          NaN NaN NaN; 0 0.4 0; 1 0.4 0; ...
          NaN NaN NaN; 0 0.5 0; 1 0.5 0; ...
          NaN NaN NaN; 0 0.6 0; 1 0.6 0; ...
```

```
        NaN NaN NaN; 0 0.7 0; 1 0.7 0; ...
        NaN NaN NaN; 0 0.8 0; 1 0.8 0; ...
        NaN NaN NaN; 0 0.9 0; 1 0.9 0; ...

        NaN NaN NaN; 0.1 0 0;  0.1 1 0; ...
        NaN NaN NaN; 0.2 0 0;  0.2 1 0; ...
        NaN NaN NaN; 0.3 0 0;  0.3 1 0; ...
        NaN NaN NaN; 0.4 0 0;  0.4 1 0; ...
        NaN NaN NaN; 0.5 0 0;  0.5 1 0; ...
        NaN NaN NaN; 0.6 0 0;  0.6 1 0; ...
        NaN NaN NaN; 0.7 0 0;  0.7 1 0; ...
        NaN NaN NaN; 0.8 0 0;  0.8 1 0; ...
        NaN NaN NaN; 0.9 0 0;  0.9 1 0; ...

        ];


  ROTATE_xx = (2*X-1);
  if strcmp(arg,'ON'),
       set(gcf,'windowbuttondownfcn','rot3d(''DOWN'')', ...
                       'windowbuttonupfcn','rot3d(''up'')', ...
                       'windowbuttonmotionfcn','',...
                       'buttondownfcn','')
  else
       set(gcf,'windowbuttondownfcn','rot3d(''down'')', ...
                       'windowbuttonupfcn','rot3d(''up'')', ...
                       'windowbuttonmotionfcn','',...
                       'buttondownfcn','')
  end

elseif strcmp(lower(arg),'off'),
  set(gcf,'windowbuttondownfcn','', ...
                  'windowbuttonupfcn','', ...
                  'windowbuttonmotionfcn','',...
                  'buttondownfcn','')
  clear global ROTATE_gca ROTATE_axis ROTATE_box ROTATE_x0 ROTATE_xx ...
                           ROTATE_text ROTATE_units
else
  error('Unknown action string.');

end
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: roty_par.m
% Date de creation: 22/08/96
% Derniere modification le: 29/08/96
%
% Description:        procedure qui permet d'appliquer une rotation par rapport a
%                     un axe parallele a l'axe des y a une matrice de points
%
% Arguments in:
%             mat:          matrice sur laquelle la transformation doit etre
%                           appliquee
%             angle:  angle de rotation en degres
%             x:            deplacement en x de l'axe
%             z:            deplacement en z de l'axe
%             m:            nombre de rangees de la matrice de translation
%
% Arguments out:
%             mat_trans:    matrice transformee
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function [mat_trans]=roty_par(mat,angle,x,z,m);

global dim_s;

mat_trans=(mat+translat(-x,0,z,m))*matrot(angle,'y')+translat(x-dim_s(1)/2,-10,-z,m);

%%
% note: pour translat(x-dim_s(1)/2,-10,-z,m),
%             une translation de [-dim_s(1)/2 -10 0] est ajoutee a la translation
%             [x 0 -z] afin de positionner le modele dans le milieu de la fenetre
%             d'affichage
%%
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: slider.m
% Date de creation: 30/10/96
% Derniere modification le: 18/03/97
%
% Description:          procedure qui permet de changer le point de vue du modele
%                       SEM-distribution de pression a l'aide de deux barres de
%                       defilement
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%


function slider(message);

global slid_az slid_el azm_lab elv_lab vues;

rot3d('off');

if strcmp(message,'azimuth');
        set(azm_lab,'string',['Azimuth: ' num2str(round(get(slid_az,'value'))) '°']);
        set(gca,'view',[get(slid_az,'value'),get(slid_el,'value')]);
        set(vues(1),'value',6);
elseif strcmp(message,'elevation');
        set(elv_lab,'string',['Élévation: ' num2str(round(get(slid_el,'value'))) '°']);
        set(gca,'view',[get(slid_az,'value'),get(slid_el,'value')]);
        set(vues(1),'value',6);
end;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: translat.m
% Date de creation: 23/07/96
% Derniere modification le: 29/08/96
%
% Description:          procedure qui permet de definir une matrice de translation
%                       n x 3
%
% Arguments in:
%               x:      deplacement en x
%               y:      deplacement en y
%               z:      deplacement en z
%               n:      nombre de rangees de la matrice de translation
%
% Arguments out:
%               mat:    matrice (n,3) de translation
%
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function [mat]=translat(x,y,z,n)

mat=[x*ones(n,1) y*ones(n,1) z*ones(n,1)];
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: vis_pres.m
% Date de creation: 26/08/96
% Derniere modification le: 25/09/96
%
% Description:          procedure qui permet d'afficher les resultats de la mesure
%                       de la distribution de pression sous forme d'une surface
%                       3D dans une fenetre independante de la fenetre principale
%
% Arguments in:
%               comp:   nom d'une composante (siege ou dossier)
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function vis_pres(comp);

global pressionA pressionB hautA hautB largA largB test_pres bar axe_surf...
       s_pres s_bar maxpr fig_pres;


if strcmp(comp,'siege')==1;
        pression=flipud(pressionA);
        haut=hautA;
        larg=largA;
else;
        pression=flipud(pressionB);
        haut=hautB;
        larg=largB;
end;
[x,y]=meshgrid(0:1.125:larg*1.125,0:1.125:haut*1.125);
z=[pression pression(:,larg)];
z=[z;z(haut,:)];

maxpr=max(max(pression));

fig_pres=figure('menubar','none','numbertitle','off','name',...
         ['Distribution de pression sur le ' comp],'resize','off');
colormap(jet);
s_pres=surf(x,y,z,z);
axe_surf=get(s_pres,'parent');
set(gca,'zlabel',text(0,0,'Pression (mm Hg)'),...
    'position',[0.1 0.1 0.7 0.9],'xticklabels','','yticklabels','',...
    'view',[-37.5 65]);

test_pres=1;
boutons(gcf);

menu_fic=uimenu('label','&Fichier');
        imp=uimenu(menu_fic,'label','&Imprimer','callback','print -v');
        quit=uimenu(menu_fic,'label','&Quitter','callback','close(gcf)',...
            'separator','on');
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Auteur: Jean-Philippe Ringuette
% Nom du fichier: zoom3d.m
% Date de creation: 07/10/96
% Derniere modification le: 10/12/96
%
% Description:        procedure qui permet de faire un zoom 3d dans une fenetre
%                     d'affichage
%
% Arguments in:       message: type de zooms ou d'actions a effectuer
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function zoom3d(message);

global pos_axzoom compt_zoom pos_fig pos_ax_act pt1 fig_unit;

if compt_zoom==1;
       pos_axzoom=get(gca,'position');
end;

if strcmp(message,'all');
       compt_zoom=1;
       pos_axzoom=pos_axzoom(1,:);
       set(gca,'position',pos_axzoom);

elseif strcmp(message,'out');
       if compt_zoom > 1;
              compt_zoom=compt_zoom-1;
              set(gca,'position',pos_axzoom(compt_zoom,:));
      end;

elseif strcmp(message,'in')==1;
       fig_unit=get(gcf,'units');
       if strcmp(fig_unit,'pixels')~=1;
              set(gcf,'units','pixels');
       end;
       pos_fig=get(gcf,'position');

       set(gca,'units','normalized');
       pos_ax_act=get(gca,'position');

       compt_zoom=compt_zoom+1;

       waitforbuttonpress;
       pt1=get(gcf,'currentpoint');
       rbbox([pt1 0 0],pt1);
       set(gcf,'windowbuttonmotionfcn','zoom3d(''motion'')');
       set(gcf,'windowbuttondownfcn','');

elseif strcmp(message,'motion')==1;
       pt2=get(gcf,'currentpoint');
       set(gcf,'windowbuttonmotionfcn','');

       pt1(1)=pt1(1)/pos_fig(3);
       pt1(2)=pt1(2)/pos_fig(4);
       pt2(1)=pt2(1)/pos_fig(3);
       pt2(2)=pt2(2)/pos_fig(4);

       haut=abs(pt1(2)-pt2(2));
       larg=abs(pt1(1)-pt2(1));

       fx=pos_axzoom(1,3)/larg;
       fy=pos_axzoom(1,4)/haut;

       if fy>fx;
              facteur=fx;
       else;
              facteur=fy;
       end;
```

```
        %nv_origx=pos_ax_act(1)-pt1(1);
        %nv_origy=pos_ax_act(2)-pt2(2);

        delx=pos_ax_act(1)-pt1(1);
        dely=pos_ax_act(2)-pt2(2);
        nv_origx=facteur*delx+pos_axzoom(1,1);
        nv_origy=facteur*dely+pos_axzoom(1,2);

        %pos_axzoom(compt_zoom,:)=facteur*[nv_origx nv_origy pos_ax_act(3)
pos_ax_act(4)];
        pos_axzoom(compt_zoom,:)=[nv_origx nv_origy facteur*pos_ax_act(3)
facteur*pos_ax_act(4)];
        set(gca,'position',pos_axzoom(compt_zoom,:));


        pos_axzoom(compt_zoom,:);

        set(gcf,'units',fig_unit);

end;
```

```
// ************************************************************************
// *  Auteur: Jean-Philippe Ringuette
                                  *
// *  Date de creation: 11/02/97
*
// *  Derniere revision: 02/04/97                                         *
// *  -- Ce programme permet de faire la lecture des signaux lus par la  *
// *     carte d'acquisition DAQCard-700, de faire l'affichage sous forme*
// *     de fenetre graphique des resultats convertis en unites de       *
// *     longueur et d'angle et de sauver ces resultats dans un fichier  *
// *     texte
// ************************************************************************


// ************************************************************************
//   Fichiers inclus
// ************************************************************************

#include <conio.h>
#include <windows.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <dos.h>
#include "wdaq_c.h"
#include "cartedaq.h"
#include "nidaqerr.h"

#if (__BCPLUSPLUS < 0x0301)
        typedef unsigned int    UINT;
#endif

long FAR PASCAL _export WndProc(HWND hWnd, UINT iMessage, UINT wParam, LONG lParam);

double  asd,              // angle siege-dossier
        abasc,          // angle de bascule
        aajg,           // angle de l'appui-jambe gauche
        aajd,           // angle de l'appui-jambe droit
        aapg,           // angle de l'appui-pied gauche
        aapd,           // angle de l'appui-pied droit
        hss,            // hauteur sol-siege
        hdos,           // hauteur du dossier
        ps,             // profondeur du siege
        lajg,           // longueur de l'appui-jambe gauche
        lajd,           // longueur de l'appui-jambe droit
        habg,           // hauteur de l'appui-bras gauche
        habd,           // hauteur de l'appui-bras droit
        vosd,           // voltage initial de l'angle siege-dossier
        vobasc,         // voltage initial de l'angle de bascule
        voaajg,         // voltage initial de l'angle d'appui-jambe gauche
        voaajd,         // voltage initial de l'angle d'appui-jambe droit
        voaapg,         // voltage initial de l'angle d'appui-pied gauche
        voaapd,         // voltage initial de l'angle d'appui-pied droit
        vohss,          // voltage initial de la hauteur sol-siege
        vohdos,         // voltage initial de la hauteur du dossier
        vops,           // voltage initial de la profondeur du siege
        volajg,         // voltage initial de la longueur d'appui-jambe gauche
        volajd,         // voltage initial de la longueur d'appui-jambe droit
        vohabg,         // voltage initial de la hauteur d'appui-bras gauche
        vohabd,         // voltage initial de la hauteur d'appui-bras droit
        loaj,           // longueur initiale des appui-jambes
        hodos;          // hauteur initiale du dossier

// ************************************************************************
//   Definitions des classes
// ************************************************************************

// ------------------------ Main Program Class ----------------------------
class Main
{
   public:
```

```
      static HANDLE hInstance;
      static HANDLE hPrevInstance;
      static int nCmdShow;
      static int MessageLoop();
};

// static field definitions
HANDLE Main::hInstance = 0;
HANDLE Main::hPrevInstance = 0;
int Main::nCmdShow = 0;

// class method definitions

// Main::MessageLoop()
//   -- establishes the main message loop for the application
int Main::MessageLoop()
{
   MSG msg;

   while(GetMessage(&msg,NULL,0,0))
      {
      TranslateMessage(&msg);
      DispatchMessage(&msg);
      }
   return msg.wParam;
}


// --------------------------- Base Window Class ---------------------------
class Window
{
   protected:
            HWND hWnd, hWndcalib;
     public:
      HWND GetHandle(void) {return hWnd;}
      BOOL Show(int nCmdShow) { return ShowWindow(hWnd,nCmdShow); }
      void Update(void) {UpdateWindow(hWnd);}
            virtual long WndProc(UINT iMessage,UINT wParam,LONG lParam) = 0;
};


// ---------------------- Derived Main Window Class ------------------------
class MainWindow : public Window
{
   private:
      static char szCaption[42];
            HWND hEbAngsd, // zone edition angle siege-dossier
            hEbAngbasc,    // zone edition angle de bascule
            hEbAngajg,     // zone edition angle appui-jambe gauche
            hEbAngajd,     // zone edition angle appui-jambe droit
            hEbAngapg,     // zone dition angle appui-pied gauche
            hEbAngapd,     // zone edition angle appui-jambe droit
            hEbHautss,     // zone edition hauteur sol-siege
            hEbHautdos,    // zone edition hauteur dossier
            hEbProfs,      // zone edition profondeur siege
            hEbLongajg,    // zone edition longueur appui-jambe gauche
            hEbLongajd,    // zone edition longueur appui-jambe droit
            hEbHautabg,    // zone edition hauteur appui-bras gauche
            hEbHautabd,    // zone edition hauteur appui-bras droit
            hbutquit,      // bouton pour quitter l'application
            hbutsauve,     // bouton pour enregistrer les résultats
            hbutlecton,    // bouton pour faire la lecture des signaux
            hbutlectoff,   // bouton pour arreter la lecture des signaux
            hvosd,         // zone edition pour calibrage angle siege-dossier
            hvobasc,       // zone edition pour calibrage angle bascule
            hvoaajg,       // zone edition pour calibrage angle appui-jambe gauche
            hvoaajd,       // zone edition pour calibrage angle appui-jambe droit
            hvoaapg,       // zone edition pour calibrage angle appui-pied gauche
            hvoaapd,       // zone edition pour calibrage angle appui-pied droit
            hvohss,        // zone edition pour calibrage hauteur sol-siege
            hvodos,        // zone edition pour calibrage hauteur dossier
```

```
                hvops,          // zone edition pour calibrage profondeur siege
                hvolajg,        // zone edition pour calibrage longueur appui-jambe gauche
                hlajl,          // zone edition pour calibrage longueur appui-jambe gauche
                hvolajd,        // zone edition pour calibrage longueur appui-jambe droit
                hlajc,          // zone edition pour calibrage longueur appui-jambe droit
                hvohabg,        // zone edition pour calibrage hauteur appui-bras gauche
                hvohabd,        // zone edition pour calibrage hauteur appui-bras droit
                hssd,
                hsbasc,
                hsaajg,
                hsaajd,
                hsaapg,             // zones pour les unites de mesures
                hsaapd,
                hshss,
                hshdos,
                hsps,
                hslajg,
                hslajd,
                hshabg,
                hshabd,
                hhdosl,
                hhdosc,
                hghdos,
                hglaj;


        public:
                MainWindow();

                // MainWindow::Register
                //    -- registers a window class. This method should only be called
                //       once, for the first instance of the application
                static void Register()
                        {
                        WNDCLASS wndclass;    // Structure used to register Windows class.

                        wndclass.style         = CS_HREDRAW | CS_VREDRAW | WS_CLIPCHILDREN;
                        wndclass.lpfnWndProc   = ::WndProc;
                        wndclass.cbClsExtra    = 0;
                        wndclass.cbWndExtra    = sizeof(MainWindow *);
                        wndclass.hInstance     = Main::hInstance;
                        wndclass.hIcon         = LoadIcon(Main::hInstance, "aiao");
                        wndclass.hCursor       = LoadCursor(NULL, IDC_ARROW);
                        wndclass.hbrBackground = GetStockObject(LTGRAY_BRUSH);
                        wndclass.lpszMenuName  = NULL;
                        wndclass.lpszClassName = "MainWndClass";

                        if (! RegisterClass(&wndclass))
                                exit(FALSE);
                        }

                void Paint();
                void Lecture(int affvolt);
                void Calibrage();
                void Constcal();
                void Sauver();
                long WndProc(UINT iMessage, UINT wParam, LONG lParam);
};

// static field definitions
char MainWindow::szCaption[] = "Mesure des parametres géométriques du SEM";

// class method definitions

// MainWindow::MainWindow()
//    -- creation de la fenetre principale et des controles
MainWindow::MainWindow()
{
        HWND hTemp;

        // creation de la fenetre principale
```

```
        if (!(hWnd = CreateWindow("MainWndClass",szCaption,
                WS_OVERLAPPEDWINDOW,CW_USEDEFAULT,CW_USEDEFAULT,700,530,NULL,NULL,
                Main::hInstance,(LPSTR)this)))
              exit(FALSE);


        // creation des controles pour le groupe des angles(mesures)

        if (!(hTemp = CreateWindow("Button","",BS_GROUPBOX | WS_CHILD |
                      WS_VISIBLE,40,10,300,480,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hEbAngsd = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,200,70,40,15,hWnd, (HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hEbAngbasc = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,200,90,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hEbAngajg = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,200,110,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hEbAngajd = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,200,130,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hEbAngapg = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,200,150,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hEbAngapd = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,200,170,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);

        if (!(hssd = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,245,70,25,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hsbasc = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,245,90,25,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hsaajg = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,245,110,25,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hsaajd = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,245,130,25,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hsaapg = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,245,150,25,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hsaapd = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,245,170,25,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);


        // creation des controles pour le groupe des distances(mesures)

        if (!(hEbHautss = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,200,225,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hEbHautdos = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,200,245,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hEbProfs = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,200,265,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hEbLongajg = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,200,285,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hEbLongajd = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,200,305,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
        if (!(hEbHautabg = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,200,325,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
              exit(FALSE);
```

```
        if (!(hEbHautabd = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,200,345,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);

        if (!(hshss = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,245,225,25,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hshdos = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,245,245,25,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hsps = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,245,265,25,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hslajg = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,245,285,25,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hslajd = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,245,305,25,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hshabg = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,245,325,25,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hshabd = CreateWindow("Edit","",ES_READONLY | ES_RIGHT | WS_CHILD |
WS_VISIBLE | WS_BORDER,245,345,25,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);

        // creation des boutons(mesures)
        if (!(hbutlecton = CreateWindow("Button","Lecture (SI)",BS_DEFPUSHBUTTON |
        WS_CHILD | WS_VISIBLE,50,400,90,30,hWnd,(HMENU)PB_READSI,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hbutlecton = CreateWindow("Button","Lecture (SA)",BS_PUSHBUTTON |
        WS_CHILD | WS_VISIBLE,150,400,90,30,hWnd,(HMENU)PB_READSA,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hbutlectoff = CreateWindow("Button","Lecture (volts)",BS_PUSHBUTTON |
        WS_CHILD | WS_VISIBLE,50,440,190,30,hWnd,(HMENU)PB_MESV,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hbutsauve = CreateWindow("Button","Sauver",BS_PUSHBUTTON |
        WS_CHILD | WS_VISIBLE,260,400,70,30,hWnd,(HMENU)PB_SAUVE,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hbutquit = CreateWindow("Button","Quitter",BS_PUSHBUTTON |
        WS_CHILD | WS_VISIBLE,260,440,70,30,hWnd,(HMENU)PB_QUIT,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);


        // creation des controles pour le groupe des angles(calibrage)

        if (!(hTemp = CreateWindow("Button","",BS_GROUPBOX | WS_CHILD |
                        WS_VISIBLE,360,10,300,480,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hvosd = CreateWindow("Edit","",ES_LEFT | WS_CHILD | WS_VISIBLE |
                        WS_BORDER,380,70,40,15,hWnd, (HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hvobasc = CreateWindow("Edit","",ES_LEFT | WS_CHILD | WS_VISIBLE |
                        WS_BORDER,380,90,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hvoaajg = CreateWindow("Edit","",ES_LEFT | WS_CHILD | WS_VISIBLE |
                        WS_BORDER,380,110,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hvoaajd = CreateWindow("Edit","",ES_LEFT | WS_CHILD | WS_VISIBLE |
                        WS_BORDER,380,130,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hvoaapg = CreateWindow("Edit","",ES_LEFT | WS_CHILD | WS_VISIBLE |
                        WS_BORDER,380,150,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hvoaapd = CreateWindow("Edit","",ES_LEFT | WS_CHILD | WS_VISIBLE |
                        WS_BORDER,380,170,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);

        // creation des controles pour le groupe des distances(calibrage)

        if (!(hvohss = CreateWindow("Edit","",ES_LEFT | WS_CHILD | WS_VISIBLE |
```

```
                    WS_BORDER,380,225,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hvodos = CreateWindow("Edit","",ES_LEFT | WS_CHILD | WS_VISIBLE |
                    WS_BORDER,380,245,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hvops = CreateWindow("Edit","",ES_LEFT | WS_CHILD | WS_VISIBLE |
                    WS_BORDER,380,265,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hvolajg = CreateWindow("Edit","",ES_LEFT | WS_CHILD | WS_VISIBLE |
                    WS_BORDER,380,285,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
                if (!(hvolajd = CreateWindow("Edit","",ES_LEFT | WS_CHILD | WS_VISIBLE |
                    WS_BORDER,380,305,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
                if (!(hvohabg = CreateWindow("Edit","",ES_LEFT | WS_CHILD | WS_VISIBLE |
                    WS_BORDER,380,325,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hvohabd = CreateWindow("Edit","",ES_LEFT | WS_CHILD | WS_VISIBLE |
                    WS_BORDER,380,345,40,15,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hglaj = CreateWindow("Button","",BS_GROUPBOX | WS_CHILD |
                    WS_VISIBLE,565,275,80,50,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hlajl = CreateWindow("Button","",BS_AUTOCHECKBOX |
        WS_CHILD | WS_VISIBLE,570,288,15,15,hWnd,(HMENU)PB_LAJL,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hlajc = CreateWindow("Button","",BS_AUTOCHECKBOX |
        WS_CHILD | WS_VISIBLE,570,305,15,15,hWnd,(HMENU)PB_LAJC,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);

        if (!(hghdos = CreateWindow("Button","",BS_GROUPBOX | WS_CHILD |
                    WS_VISIBLE,555,235,100,30,hWnd,(HMENU)-1,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hhdosc = CreateWindow("Button","",BS_AUTORADIOBUTTON |
        WS_CHILD | WS_VISIBLE,560,245,15,15,hWnd,(HMENU)PB_HABC,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);
        if (!(hhdosl = CreateWindow("Button","",BS_AUTORADIOBUTTON |
        WS_CHILD | WS_VISIBLE,610,245,15,15,hWnd,(HMENU)PB_HABL,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);



        // creation des boutons(mesures)
        if (!(hbutlectoff = CreateWindow("Button","Recalibrer",BS_PUSHBUTTON |
        WS_CHILD | WS_VISIBLE,380,400,110,30,hWnd,(HMENU)PB_CALIB,Main::hInstance,NULL)))
                exit(FALSE);

        Constcal();
        Show(Main::nCmdShow);
        Update();
}


//   MainWindow::Constcal(HWND)
//   -- Cette procedure lit les constantes de calibrage du fichier
//                   cartecal.txt, les associe a des variables globales et les
//                   dans les zones d'edition appropriees

void MainWindow::Constcal()
{
 FILE *fich;
 char sz[MAXSTRINGLENGTH],
                svosd[6],
                svobasc[6],
                svoaajg[6],
                svoaajd[6],
                svoaapg[6],
                svoaapd[6],
                svohss[6],
                svohdos[6],
                svops[6],
```

```
            svolajg[6],
            svolajd[6],
            svohabg[6],
            svohabd[6];

        fich=fopen("cartecal.txt","r");
            fscanf(fich,"%s\n",svosd);
            fscanf(fich,"%s\n",svobasc);
            fscanf(fich,"%s\n",svoaajg);
            fscanf(fich,"%s\n",svoaajd);
            fscanf(fich,"%s\n",svoaapg);
            fscanf(fich,"%s\n",svoaapd);
            fscanf(fich,"%s\n",svohss);
            fscanf(fich,"%s\n",svohdos);
            fscanf(fich,"%s\n",svops);
            fscanf(fich,"%s\n",svolajg);
            fscanf(fich,"%s\n",svolajd);
            fscanf(fich,"%s\n",svohabg);
            fscanf(fich,"%s\n",svohabd);
        fclose(fich);

        vosd=atof(svosd);
        vobasc=atof(svobasc);
        voaajg=atof(svoaajg);
        voaajd=atof(svoaajd);
        voaapg=atof(svoaapg);
        voaapd=atof(svoaapd);
        vohss=atof(svohss);
        vohdos=atof(svohdos);
        vops=atof(svops);
        volajg=atof(svolajg);
        volajd=atof(svolajd);
        vohabg=atof(svohabg);
        vohabd=atof(svohabd);


        sprintf(sz,"%5.3f",vosd);
        SetWindowText(hvosd,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",vobasc);
        SetWindowText(hvobasc,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",voaajg);
        SetWindowText(hvoaajg,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",voaajd);
        SetWindowText(hvoaajd,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",voaapg);
        SetWindowText(hvoaapg,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",voaapd);
        SetWindowText(hvoaapd,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",vohss);
        SetWindowText(hvohss,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",vohdos);
        SetWindowText(hvodos,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",vops);
        SetWindowText(hvops,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",volajg);
        SetWindowText(hvolajg,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",volajd);
        SetWindowText(hvolajd,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",vohabg);
        SetWindowText(hvohabg,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",vohabd);
        SetWindowText(hvohabd,sz);

}


// MainWindow::Paint()
//   -- ecrit les etiquettes de texte dans la fenetre principale.
//      Cette procedure est executee toutes les fois que la fenetre
//      principale doit etre repeinte
```

```
void MainWindow::Paint()
{
        HDC hDC;
        PAINTSTRUCT ps;

        hDC = BeginPaint(hWnd,&ps);
        SetBkMode(hDC,TRANSPARENT);
        SetTextColor(hDC,RGB(0,100,0));
        TextOut(hDC,145,25,"MESURES",7);
        TextOut(hDC,410,25,"CONSTANTES DE CALIBRAGE",23);
        SetTextColor(hDC,RGB(100,0,0));
        TextOut(hDC,50,45,"Angles",6);
        TextOut(hDC,50,200,"Distances",9);

        SetTextColor(hDC,RGB(0,0,100));
        TextOut(hDC,60,70,"Siege-dossier:",14);      // etiquettes des angles
        TextOut(hDC,60,90,"Bascule:",8);
        TextOut(hDC,60,110,"Appui-jambe gauche:",19);
        TextOut(hDC,60,130,"Appui-jambe droit:",18);
        TextOut(hDC,60,150,"Appui-pied gauche:",18);
        TextOut(hDC,60,170,"Appui-pied droit:",17);
        TextOut(hDC,60,225,"Hauteur sol-siege:",18);    // etiquettes des distances
        TextOut(hDC,60,245,"Hauteur dossier:",16);
        TextOut(hDC,60,265,"Profondeur siege:",17);
        TextOut(hDC,60,285,"Longueur a-j gauche:",20);
        TextOut(hDC,60,305,"Longueur a-j droit:",19);
        TextOut(hDC,60,325,"Hauteur a-b gauche:",19);
        TextOut(hDC,60,345,"Hauteur a-b droit:",18);

        SetTextColor(hDC,RGB(0,0,0));
        TextOut(hDC,425,70,"V   pour l'angle = 81°",22);
        TextOut(hDC,425,90,"V   pour l'angle = 0°",21);
        TextOut(hDC,425,110,"V   pour l'angle = 100.2°",25);
        TextOut(hDC,425,130,"V   pour l'angle = 99.7°",24);
        TextOut(hDC,425,150,"V   pour l'angle = 62.2°",24);
        TextOut(hDC,425,170,"V   pour l'angle = 58°",22);
        TextOut(hDC,425,225,"V   pour la hauteur = 17.06\"",28);
        TextOut(hDC,425,245,"V   pour la hauteur =",21);
        TextOut(hDC,580,245,"15\"",3);
        TextOut(hDC,630,245,"18\"",3);
        TextOut(hDC,425,265,"V   pour la profondeur = 20.75\"",31);
        TextOut(hDC,425,295,"V   pour la longueur = ",23);
        TextOut(hDC,590,288,"13.25\"",6);
        TextOut(hDC,590,305,"10.25\"",6);
        TextOut(hDC,425,325,"V   pour la hauteur = 13.58\"",28);
        TextOut(hDC,425,345,"V   pour la hauteur = 13.58\"",28);

        EndPaint(hWnd,&ps);

        return;
}


//   MainWindow::Lecture(HWND)
//   -- Cette fonction appelle la fonction NI-DAQ AI_VRead qui
//      permet de lire les signaux lus par les canaux de la carte
//      d'acquisition DAQCard-700 sous forme de voltage

void MainWindow::Lecture(int affvolt)
{

        HCURSOR hNewCur,        // new (hourglass) cursor
                hOldCur;        // old (arrow) cursor

        double voltasd,         // voltage de l'angle siege-dossier
               voltabasc,       // voltage de l'angle de bascule
               voltaajg,        // voltage de l'angle de l'appui-jambe gauche
               voltaajd,        // voltage de l'angle de l'appui-jambe droit
               voltaapg,        // voltage de l'angle de l'appui-pied gauche
               voltaapd,        // voltage de l'angle de l'appui-pied droit
               volthss,         // voltage de la hauteur sol-siege
```

```
                volthdos,       // voltage de la hauteur du dossier
                voltps,         // voltage de la profondeur du siege
                voltlajg,       // voltage de la longueur de l'appui-jambe gauche
                voltlajd,       // voltage de la longueur de l'appui-jambe droit
                volthabg,       // voltage de la hauteur de l'appui-bras gauche
                volthabd,       // voltage de la hauteur de l'appui-bras droit
                tphss,
                tphdos,
                tpps,
                tplajg,                 // variables tampons
                tplajd,
                tphabg,
                tphabd;
        char    sz[MAXSTRINGLENGTH],    // variable chaine de caracteres temporaire
                        unite[2];

        // change the cursor to the hourglass
        hNewCur = LoadCursor(NULL,IDC_WAIT);
        hOldCur = SetCursor(hNewCur);

        // appel de la fonction NI-DAQ  AI_VRead(no_carte,no_canal,gain,adresse variable
sortie)
        AI_VRead(1,1,1,&voltasd);
        AI_VRead(1,2,1,&voltabasc);
        AI_VRead(1,0,1,&voltaajg);
        AI_VRead(1,3,1,&voltaajd);
        AI_VRead(1,10,1,&voltaapg);
        AI_VRead(1,11,1,&voltaapd);
        AI_VRead(1,5,1,&volthss);
        AI_VRead(1,6,1,&volthdos);
        AI_VRead(1,8,1,&voltps);
        AI_VRead(1,9,1,&voltlajg);
        AI_VRead(1,12,1,&voltlajd);
        AI_VRead(1,4,1,&volthabg);
        AI_VRead(1,7,1,&volthabd);


        // conversion des voltages en unites de longueur et d'angle (les constantes
        // ont ete obtenues par calibrage)
  if (affvolt==0|affvolt==1)
  {
        asd = 81+22.724*(voltasd-vosd);
        abasc = 22.72*(voltabasc-vobasc);
        aajg = 100.2+22.83*(voltaajg-voaajg);
        aajd = 99.7-22.718*(voltaajd-voaajd);
        aapg = 62.2+23.888*(voltaapg-voaapg);
        aapd = 58-23.85*(voltaapd-voaapd);
        hss = 17.06-3.02*(volthss-vohss);
        hdos = hodos-2.9761*1*(volthdos-vohdos);
        ps = 20.75-2.8239*1*(voltps-vops);
        lajg = loaj+2.8425*27/32*(voltlajg-volajg);
        lajd = loaj-2.8556*27/32*(voltlajd-volajd);
        habg = 13.58+2.839*1*(volthabg-vohabg);
        habd = 13.58-2.839*1*(volthabd-vohabd);

        if (affvolt==0)
        {
                tphss=2.54*hss;
                tphdos=2.54*hdos;
                tpps=2.54*ps;
                tplajg=2.54*lajg;
                tplajd=2.54*lajd;
                tphabg=2.54*habg;
                tphabd=2.54*habd;
                //unite='cm';
                SetWindowText(hshss,"cm");
                SetWindowText(hshdos,"cm");
                SetWindowText(hsps,"cm");
                SetWindowText(hslajg,"cm");
                SetWindowText(hslajd,"cm");
                SetWindowText(hshabg,"cm");
```

```
                SetWindowText(hshabd,"cm");
        }
        else
        {
                tphss=hss;
                tphdos=hdos;
                tpps=ps;
                tplajg=lajg;
                tplajd=lajd;
                tphabg=habg;
                tphabd=habd;
                //unite="po";
                SetWindowText(hshss,"po");
                SetWindowText(hshdos,"po");
                SetWindowText(hsps,"po");
                SetWindowText(hslajg,"po");
                SetWindowText(hslajd,"po");
                SetWindowText(hshabg,"po");
                SetWindowText(hshabd,"po");
        }

        // ecriture des resultats dans les zones d'edition

        sprintf(sz,"%5.1f",asd);
        SetWindowText(hEbAngsd,sz);
        sprintf(sz,"%5.1f",abasc);
        SetWindowText(hEbAngbasc,sz);
        sprintf(sz,"%5.1f",aajg);
        SetWindowText(hEbAngajg,sz);
        sprintf(sz,"%5.1f",aajd);
        SetWindowText(hEbAngajd,sz);
        sprintf(sz,"%5.1f",aapg);
        SetWindowText(hEbAngapg,sz);
        sprintf(sz,"%5.1f",aapd);
        SetWindowText(hEbAngapd,sz);
        sprintf(sz,"%5.2f",tphss);
        SetWindowText(hEbHautss,sz);
        sprintf(sz,"%5.2f",tphdos);
        SetWindowText(hEbHautdos,sz);
        sprintf(sz,"%5.2f",tpps);
        SetWindowText(hEbProfs,sz);
        sprintf(sz,"%5.2f",tplajg);
        SetWindowText(hEbLongajg,sz);
        sprintf(sz,"%5.2f",tplajd);
        SetWindowText(hEbLongajd,sz);
        sprintf(sz,"%5.2f",tphabg);
        SetWindowText(hEbHautabg,sz);
        sprintf(sz,"%5.2f",tphabd);
        SetWindowText(hEbHautabd,sz);

        SetWindowText(hssd,"°");
        SetWindowText(hsbasc,"°");
        SetWindowText(hsaajg,"°");
        SetWindowText(hsaajd,"°");
        SetWindowText(hsaapg,"°");
        SetWindowText(hsaapd,"°");

}
else
{
        sprintf(sz,"%5.3f",voltasd);
        SetWindowText(hEbAngsd,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",voltabasc);
        SetWindowText(hEbAngbasc,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",voltaajg);
        SetWindowText(hEbAngajg,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",voltaajd);
        SetWindowText(hEbAngajd,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",voltaapg);
        SetWindowText(hEbAngapg,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",voltaapd);
```

```
        SetWindowText(hEbAngapd,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",volthss);
        SetWindowText(hEbHautss,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",volthdos);
        SetWindowText(hEbHautdos,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",voltps);
        SetWindowText(hEbProfs,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",voltlajg);
        SetWindowText(hEbLongajg,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",voltlajd);
        SetWindowText(hEbLongajd,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",volthabg);
        SetWindowText(hEbHautabg,sz);
        sprintf(sz,"%5.3f",volthabd);
        SetWindowText(hEbHautabd,sz);

        SetWindowText(hssd,"V");
        SetWindowText(hssd,"V");
        SetWindowText(hsbasc,"V");
        SetWindowText(hsaajg,"V");
        SetWindowText(hsaajd,"V");
        SetWindowText(hsaapg,"V");
        SetWindowText(hsaapd,"V");
        SetWindowText(hshss,"V");
        SetWindowText(hshdos,"V");
        SetWindowText(hsps,"V");
        SetWindowText(hslajg,"V");
        SetWindowText(hslajd,"V");
        SetWindowText(hshabg,"V");
        SetWindowText(hshabd,"V");


    }

        // change the cursor back to the previous value
        SetCursor(hOldCur);

}

//   MainWindow::Calibrage(HWND)
//   -- Cette fonction permet de definir les constantes de calibrage
//      des valeurs lues par la carte d'acquisition

void MainWindow::Calibrage()
{
        FILE *fichcal;
        char sz[MAXSTRINGLENGTH];

        GetWindowText(hvosd,sz,MAXSTRINGLENGTH);
        vosd = atof(sz);
        GetWindowText(hvobasc,sz,MAXSTRINGLENGTH);
        vobasc = atof(sz);
        GetWindowText(hvoaajg,sz,MAXSTRINGLENGTH);
        voaajg = atof(sz);
        GetWindowText(hvoaajd,sz,MAXSTRINGLENGTH);
        voaajd = atof(sz);
        GetWindowText(hvoaapg,sz,MAXSTRINGLENGTH);
        voaapg = atof(sz);
        GetWindowText(hvoaapd,sz,MAXSTRINGLENGTH);
        voaapd = atof(sz);
        GetWindowText(hvohss,sz,MAXSTRINGLENGTH);
        vohss = atof(sz);
        GetWindowText(hvodos,sz,MAXSTRINGLENGTH);
        vohdos = atof(sz);
        GetWindowText(hvops,sz,MAXSTRINGLENGTH);
        vops = atof(sz);
        GetWindowText(hvolajg,sz,MAXSTRINGLENGTH);
        volajg = atof(sz);
        GetWindowText(hvolajd,sz,MAXSTRINGLENGTH);
        volajd = atof(sz);
        GetWindowText(hvohabg,sz,MAXSTRINGLENGTH);
```

```
        vohabg = atof(sz);
        GetWindowText(hvohabd,sz,MAXSTRINGLENGTH);
        vohabd = atof(sz);

        fichcal = fopen("cartecal.txt","w");
                fprintf(fichcal,"%5.3f\n",vosd);
                fprintf(fichcal,"%5.3f\n",vobasc);
                fprintf(fichcal,"%5.3f\n",voaajg);
                fprintf(fichcal,"%5.3f\n",voaajd);
                fprintf(fichcal,"%5.3f\n",voaapg);
                fprintf(fichcal,"%5.3f\n",voaapd);
                fprintf(fichcal,"%5.3f\n",vohss);
                fprintf(fichcal,"%5.3f\n",vohdos);
                fprintf(fichcal,"%5.3f\n",vops);
                fprintf(fichcal,"%5.3f\n",volajg);
                fprintf(fichcal,"%5.3f\n",volajd);
                fprintf(fichcal,"%5.3f\n",vohabg);
                fprintf(fichcal,"%5.3f\n",vohabd);
        fclose(fichcal);
}

//   MainWindow::Sauver(HWND)
//   -- Cette fonction permet de sauver dans un fichier texte
//      les valeurs des mesures geometriques du SEM lues par
//      le systeme d'acquisition

void MainWindow::Sauver()
{
        FILE *fid;
        OPENFILENAME ofnTemp;
        DWORD Errval; // Error value
        char buf[5];  // Error buffer
        char Errstr[50]="La fonction retourne l'erreur #";
        char szTemp[] = "All files (*.*)\0*.*\0Text files (*.txt)\0*.txt\0";
        char szName[60];

        ofnTemp.lStructSize = sizeof( OPENFILENAME );
        ofnTemp.hwndOwner = hWnd;
        ofnTemp.hInstance = 0;
        ofnTemp.lpstrFilter = (LPSTR)szTemp;
        ofnTemp.lpstrCustomFilter = NULL;
        ofnTemp.nMaxCustFilter = 0;
        ofnTemp.nFilterIndex = 1;
        ofnTemp.lpstrFile = (LPSTR)szName;  // variable contenant le nom du fichier
        ofnTemp.nMaxFile = sizeof( szName );
        ofnTemp.lpstrFileTitle = NULL;
        ofnTemp.nMaxFileTitle = 0;
        ofnTemp.lpstrInitialDir = NULL;
        ofnTemp.lpstrTitle = "Enregistrement des mesures géométriques du SEM";
        ofnTemp.Flags = OFN_FILEMUSTEXIST | OFN_HIDEREADONLY | OFN_PATHMUSTEXIST;
        ofnTemp.nFileOffset = 0;
        ofnTemp.nFileExtension = 0;
        ofnTemp.lpstrDefExt = "txt";
        ofnTemp.lCustData = 0L;
        ofnTemp.lpfnHook = NULL;
        ofnTemp.lpTemplateName = NULL;

        if(GetSaveFileName( &ofnTemp ) != TRUE)
        {
         Errval=CommDlgExtendedError();
         if(Errval!=0) // 0 value means user selected Cancel
         {
                sprintf(buf,"%d",Errval);
                strcat(Errstr,buf);
                MessageBox(hWnd,Errstr,"WARNING",MB_OK|MB_ICONSTOP);
         }

        }
        else
        {
                InvalidateRect( hWnd, NULL, TRUE );
```

```
                fid = fopen(szName,"w");
                        fprintf(fid,"%5.1f\n",asd);
                        fprintf(fid,"%5.1f\n",abasc);
                        fprintf(fid,"%5.1f\n",aajg);
                        fprintf(fid,"%5.1f\n",aajd);
                        fprintf(fid,"%5.1f\n",aapg);
                        fprintf(fid,"%5.1f\n",aapd);
                        fprintf(fid,"%6.3f\n",hss);
                        fprintf(fid,"%6.3f\n",hdos);
                        fprintf(fid,"%6.3f\n",ps);
                        fprintf(fid,"%6.3f\n",lajg);
                        fprintf(fid,"%6.3f\n",lajd);
                        fprintf(fid,"%6.3f\n",habg);
                        fprintf(fid,"%6.3f\n",habd);
                fclose(fid);
        }
}


// MainWindow::WndProc(UINT, UINT, LONG)
//   -- specifies actions based on incoming messages
long MainWindow::WndProc(UINT iMessage,UINT wParam, LONG lParam)
{
        switch (iMessage)
                {
                case WM_COMMAND:
                        switch(wParam)
                                {
                                case PB_SAUVE:          // sauve les résultats
                                        Sauver();
                                        break;
                                case PB_QUIT:         // quitte le programme CARTEDAQ
                                        PostQuitMessage(0);
                                        break;
                                case PB_LAJL:
                                        loaj=13.25;
                                        SendMessage(hlajl,BM_SETCHECK,1,0);
                                        SendMessage(hlajc,BM_SETCHECK,0,0);
                                        break;
                                case PB_LAJC:
                                        loaj=10.25;
                                        SendMessage(hlajl,BM_SETCHECK,0,0);
                                        SendMessage(hlajc,BM_SETCHECK,1,0);
                                        break;
                                case PB_HABC:
                                        hodos=16.75;
                                        break;
                                case PB_HABL:
                                        hodos=19.75;
                                        break;
                                case PB_CALIB:          // procedure de calibrage
                                        Calibrage();
                                        break;
                                case PB_MESV:

                                        do
                                        {

                                          Lecture(2);
                                          Update();
                                          Sleep(500);
                                        }
                                        while (!GetInputState());
                                        break;
                                case PB_READSI:
                                 Constcal();  // lecture du fichier des constantes de
calibrage

                                 do {
                                        Lecture(0);
                                        Update();
```

```
                                        Sleep(500);
                                        }
                                        while (!GetInputState());
                                        break;
                                case PB_READSA:
                                 Constcal();   // lecture du fichier des constantes de
calibrage

                                 do {
                                        Lecture(1);
                                        Update();
                                        Sleep(500);
                                        }
                                        while (!GetInputState());
                                        break;
                                default:
                                        return(DefWindowProc(hWnd,iMessage,wParam,lParam));
                                }
                        break;
                case WM_CREATE:
                        break;
                case WM_PAINT:
                        Paint();
                        break;
                case WM_DESTROY:
                        PostQuitMessage(0);
                        break;
                default:
                        return(DefWindowProc(hWnd,iMessage,wParam,lParam));
                }
}


// ****************************************************************************
//  WINDOW PROCEDURES
// ****************************************************************************

#if defined(__SMALL__) || defined(__MEDIUM__)
        // If data pointers are near pointers
        inline Window *GetPointer(HWND hWnd)
   {
      return (Window *)GetWindowWord(hWnd, 0);
   }
   inline void SetPointer(HWND hWnd,Window *pWindow)
   {
      SetWindowWord(hWnd,0,(WORD)pWindow);
   }
#elif defined(__LARGE__) || defined(__COMPACT__) || defined (WIN32)
        // else pointers are far
   inline Window *GetPointer(HWND hWnd)
   {
               return (Window *)GetWindowLong(hWnd, 0);
   }
   inline void SetPointer(HWND hWnd,Window *pWindow)
   {
      SetWindowLong(hWnd,0,(LONG)pWindow);
   }
#else
       #error Choose another memory model!
#endif


// WndProc(HWND, UINT, UINT, LONG)
//   -- is the callback function for Windows.  First to trap incoming
//      Windows messages to application.  Delegates most messages to
//      Window class WndProc defined earlier
long FAR PASCAL _export WndProc(HWND hWnd, UINT iMessage, UINT wParam, LONG lParam)
{
       Window *pWindow = GetPointer(hWnd);

   if (pWindow == 0)
```

```
                {
                if (iMessage == WM_CREATE)
                        {
                        LPCREATESTRUCT lpcs;

                        lpcs = (LPCREATESTRUCT)lParam;
                        pWindow = (Window *)lpcs->lpCreateParams;
                        SetPointer(hWnd,pWindow);
                        return(pWindow->WndProc(iMessage,wParam,lParam));
                        }
                else
                        return(DefWindowProc(hWnd,iMessage,wParam,lParam));
                }
        else
                return(pWindow->WndProc(iMessage,wParam,lParam));
}


// WinMain(HANDLE,HANDLE,LPSTR,int)
//   -- instantiates the application and initiates the message loop
int PASCAL WinMain(HANDLE hInstance,HANDLE hPrevInstance,LPSTR lpszCmdLine,
                                                int nCmdShow)
{
        Main::hInstance = hInstance;
        Main::hPrevInstance = hPrevInstance;
        Main::nCmdShow = nCmdShow;

        if (!Main::hPrevInstance)
                MainWindow::Register();

   MainWindow MainWnd;

        return Main::MessageLoop();
}
```

ANNEXE E - GUIDE D'UTILISATION DU LOGICIEL PRESSEM

GUIDE D'UTILISATION

LOGICIEL DE REPRÉSENTATION DES MESURES PRESSEM

Jean-Philippe Ringuette

Juin 1997

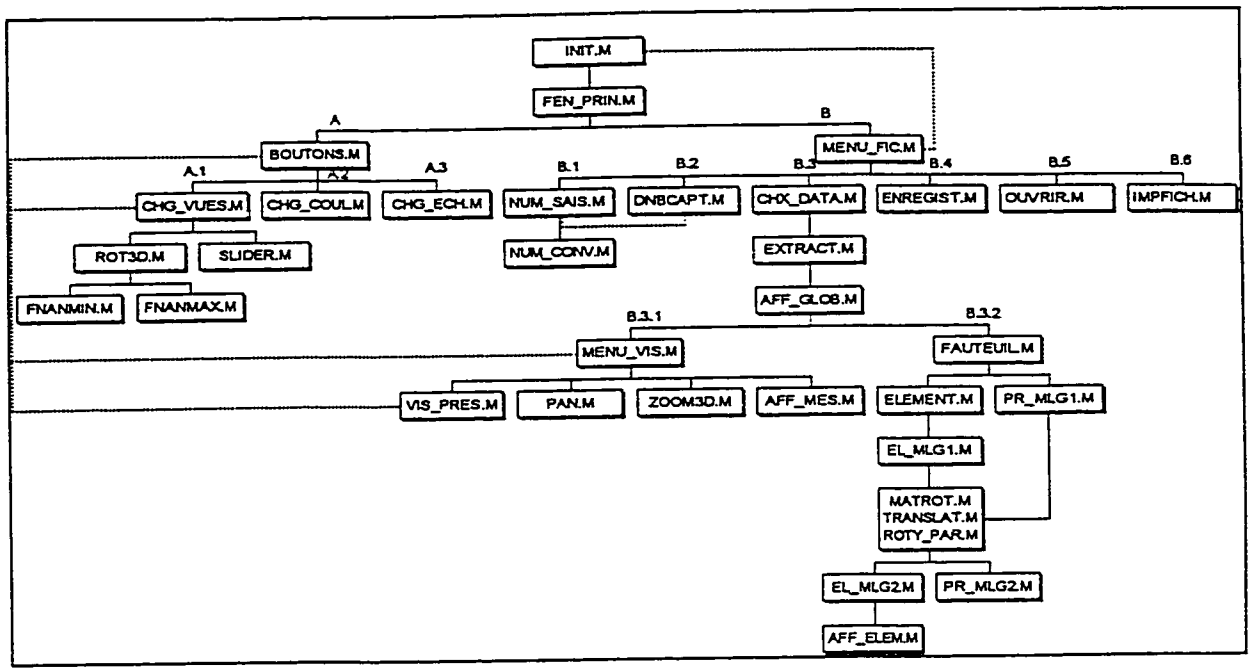
Introduction

Le logiciel de représentation des mesures PRESSEM a été développé dans le but de réunir sur une même image l'ensemble des mesures géométriques et mécaniques prises sur le SEM. En effet, il permet de représenter les résultats des mesures de la géométrie du fauteuil de simulation (6 angles et 7 distances), de la distribution de pression sur le siège et le dossier ainsi que la position relative des capteurs de pression.

Ce document présente de façon détaillée le fonctionnement et la procédure d'utilisation du logiciel PRESSEM.

Procédure d'installation

Le logiciel de représentation des mesures PRESSEM consiste en un ensemble de procédures et de fonctions développées dans le langage de programmation de MATLAB. En effet, afin que PRESSEM puisse être utilisé correctement, il est nécessaire que tous les fichiers *.M créés pour le logiciel de représentation des mesures soient installés dans le même répertoire et que ce répertoire soit inclus dans le chemin de recherche ("path") de MATLAB. Le chemin de recherche désiré peut être ajouté à la configuration initiale de MATLAB par la modification du fichier MATLABRC.M. La figure suivante présente la structure hiérarchique des programmes *.M utilisés dans le logiciel de représentation des mesures.

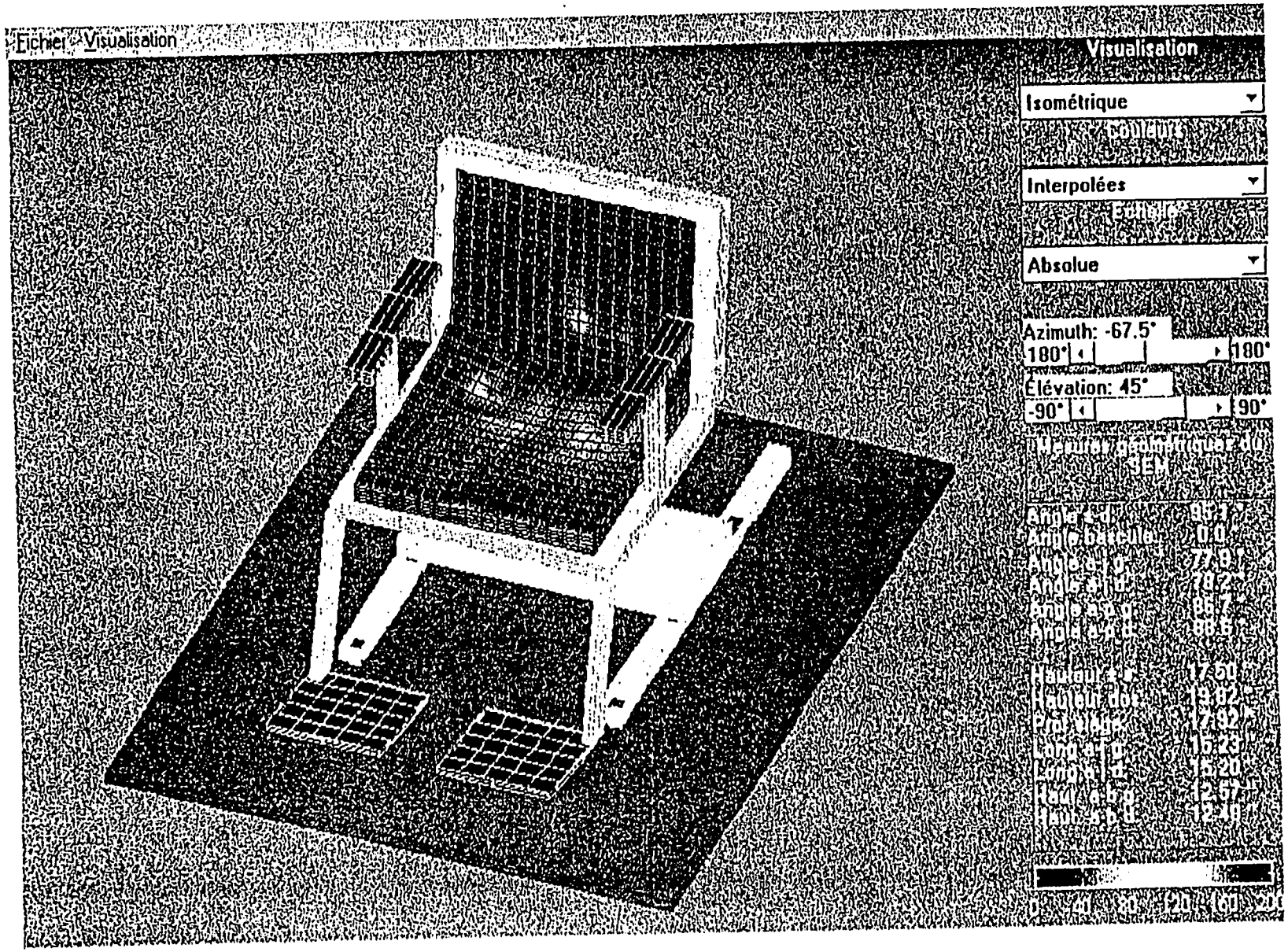


Structure hiérarchique du logiciel de représentation des mesures PRESSEM

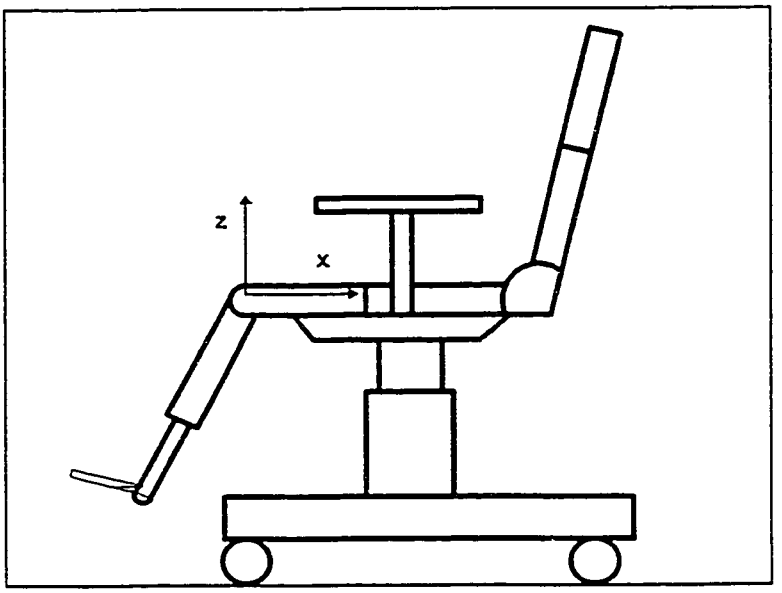
Fonctionnement du logiciel

Afin de réaliser la visualisation des résultats provenant des différents systèmes de mesures installés sur le fauteuil de simulation, il est nécessaire de suivre la démarche suivante (un exemple de représentation obtenue est illustré à la figure suivante):

1. Dans la fenêtre de commande de MATLAB, taper `init`; la fenêtre d'affichage principale du logiciel de représentation des mesures apparaît alors;
2. Pour faire afficher des données déjà enregistrées avec PRESSEM, passer à l'étape 8;
3. Pour intégrer la géométrie d'éléments de contact, dans le menu `Fichier`, sélectionner l'option `Éléments de contact` et le mode d'entrée de données désiré (`Banque de données` ou `Numérisation`); le choix du type d'élément de contact peut par la suite être fait.


Fichier Visualisation
Visualisation
Isométrique
Interpolées
Absolue
Azimuth: -67.5°
180°
180°
Élévation: 45°
-90°
90°

Pour Banque de données, il suffit de sélectionner le fichier (*.mat) contenant les points de l'élément de contact numérisé. Pour Numérisation, il est nécessaire de mesurer la position de repères sur l'élément de contact selon le référentiel suivant (bascule à 0° et angle siège-dossier à 90°):



Référentiel du SEM

Les coordonnées des repères mesurés sont alors inscrites dans la zone d'édition de la fenêtre de saisie et enregistrées dans le programme PRESSEM lorsque l'utilisateur appuie sur le bouton OK.

Pour les deux modes d'entrée et pour des éléments de contact de siège ou de dossier, il est nécessaire de spécifier le nombre de rangées de capteurs de pression recouvrant les éléments. Ces informations sont entrées dans une fenêtre de saisie développée à cette fin. Elles sont nécessaires à la visualisation adéquate du modèle du fauteuil de simulation et des résultats de la mesure de la distribution de pression sur ces éléments. La matrice de pression du siège doit être alignée avec le coin avant gauche du coussin de

siège alors que celle du dossier avec le coin inférieur gauche de l'élément de contact de dossier.

Recommencer cette étape pour chaque élément de contact à afficher;

4. Si une ou les matrice(s) de pressions repose(nt) sur la structure du SEM, il est nécessaire de la (les) placer dans la position définie par défaut dans PRESSEM. En effet, la matrice du siège doit être alignée avec l'extrémité avant du siège et centrée par rapport à la largeur de celui-ci. Quant à la matrice de dossier, elle doit être centrée par rapport à la largeur du dossier et alignée avec le bas du dossier (le bas de la matrice doit toucher au siège).
5. Dans le menu `Fichier`, sélectionner l'option `Acquisition DAQCard-700` afin de lancer le programme de communication `CARTEDAQ.EXE`: lancer la lecture des instruments de mesures, effectuer les ajustements géométriques nécessaires sur le fauteuil, arrêter la lecture, sauver les résultats dans un fichier de type texte (*.txt) et quitter le programme.
6. À l'aide du logiciel `FSA32`, réaliser l'acquisition des données de distribution de pression sur le siège et le dossier et enregistrer les résultats dans un fichier (*.fsa).
7. Dans le menu `Fichier`, sélectionner l'option `Sélection SEM (*.txt) et pressions (*.fsa)` afin de choisir les fichiers contenant les résultats des mesures géométriques du SEM et ceux de la distribution de pression sur le siège et le dossier; le modèle apparaît alors dans la fenêtre principale de même que le menu `Visualisation`;
    - pour changer la visualisation du modèle, passer à l'étape 9;
    - pour enregistrer les données réunies, passer à l'étape 10;
    - pour imprimer les données, passer à l'étape 11;
    - pour quitter PRESSEM, passer à l'étape 13;
8. Dans le menu `Fichier`, sélectionner l'option `Ouvrir (*.mat)` afin de récupérer le fichier *.mat contenant les données relatives à une expérimentation déjà enregistrée avec PRESSEM;
    - pour changer la visualisation du modèle, passer à l'étape 9;

- pour imprimer les données, passer à l'étape 11;
- pour quitter PRESSEM, passer à l'étape 13;

9. Dans le menu `Visualisation`, sélectionner l'une des options suivantes:
   - pour changer le point de vue, choisir l'option `Vues` et la vue désirée pour l'affichage du modèle;
   - pour changer l'affichage du type de mesures géométriques, choisir l'option `Affichage des mesures géométriques` et le type de mesures désiré;
   - pour déplacer le modèle par rapport à la fenêtre d'affichage, choisir l'option `Déplacer les axes`; pour remettre le modèle à sa position originale, choisir l'option `Position d'origine des axes`;
   - pour effectuer un zoom sur une région du modèle, choisir l'option `Zoom` et le type de zoom à effectuer;
   - pour faire afficher les données de pression isolées dans une fenêtre secondaire, choisir l'option `Pressions isolées` et le type de distribution de pression à faire afficher;

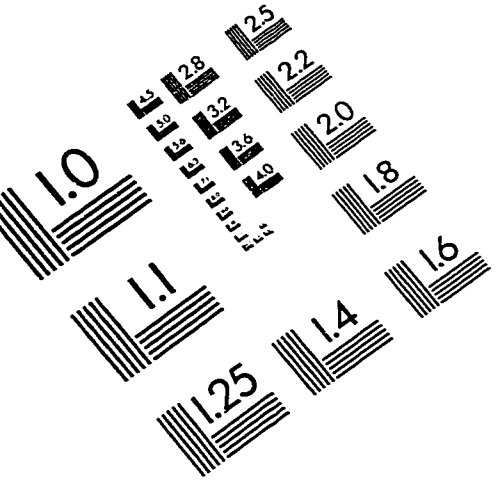
La visualisation du modèle peut également être changée à l'aide des listes déroulantes et des barres de défilement situées à la droite de la fenêtre principale d'affichage. En effet, il est possible de sélectionner les options suivantes:

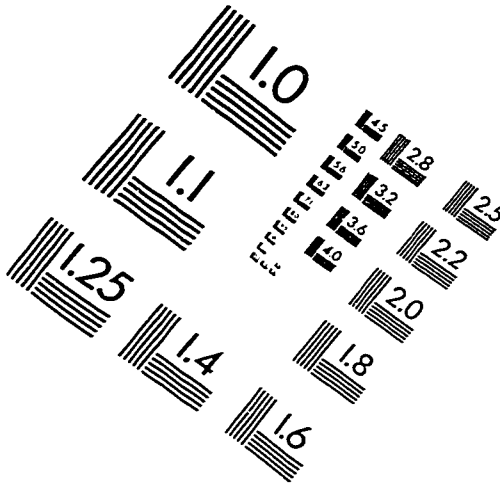
- pour changer le point de vue du modèle, sélectionner la liste déroulante `Visualisation` et la vue désirée pour l'affichage du modèle ou utiliser les barres de défilement `Azimuth` et `Élévation` afin de spécifier le point de vue;
- pour changer le type d'affichage des couleurs de la distribution de pression sur le siège et le dossier, choisir la liste déroulante `Couleurs` et le type désiré;

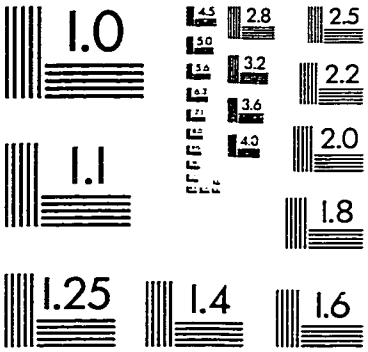
- pour changer le type d'échelle des couleurs de la distribution de pression sur le siège et le dossier, choisir la liste déroulante `Échelle` et le type désiré;

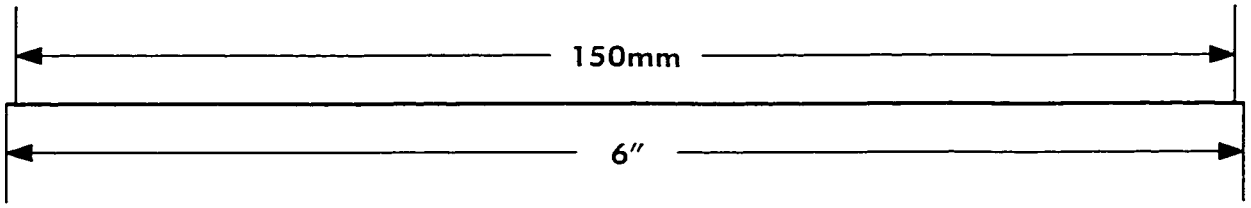
10. Dans le menu `Fichier`, sélectionner l'option `Enregistrer sous...` afin de sauvegarder dans un fichier *.MAT l'ensemble des données affichées dans le logiciel de représentation des mesures PRESSEM;
11. Dans le menu `Fichier`, sélectionner l'option `Imprimer` et la sous-option désirée (`Figure` ou `Fiche clinique`) afin d'imprimer le modèle affiché ou la fiche clinique contenant les coordonnées de l'usager et les mesures géométriques prises;
12. Pour visualiser un nouveau modèle provenant de nouvelles mesures, choisir l'option `Nouveau` du menu `Fichier`; recommencer la procédure à l'étape 2;
13. Dans le menu `Fichier`, sélectionner l'option `Quitter` pour quitter le logiciel de représentation des mesures PRESSEM et retourner à la fenêtre de commande de MATLAB.

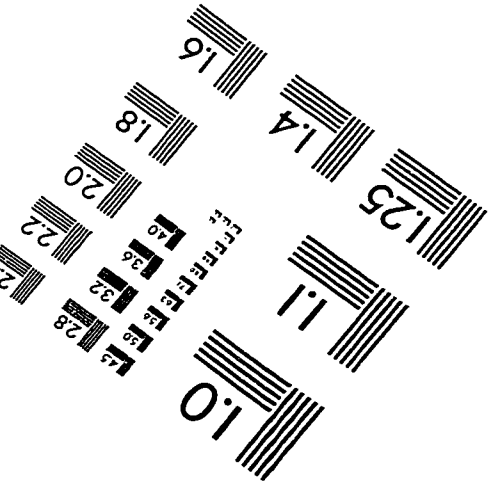
IMAGE EVALUATION TEST TARGET (QA-3)

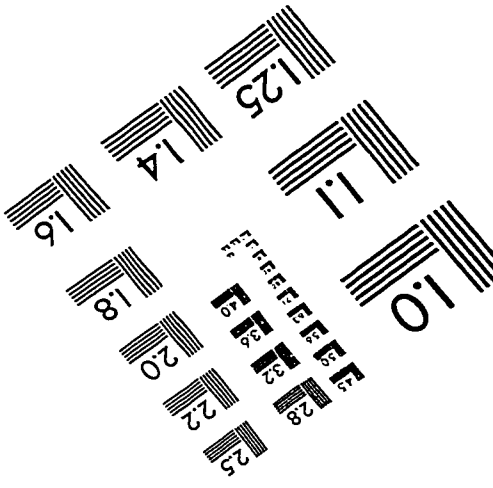












APPLIED IMAGE, Inc
1653 East Main Street
Rochester, NY 14609 USA
Phone: 716/482-0300
Fax: 716/288-5989

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