UNIVERSITE DE MONTREAL

INTEGRATION DE LA CAO POUR AMELIORER UNE TECHNIQUE DE POSITIONNEMENT ASSIS POUR LES PERSONNES EN FAUTEUIL ROULANT

par

Marc St-Georges

INSTITUT DE GENIE BIOMEDICAL

ECOLE POLYTECHNIQUE

MEMOIRE PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION

DU GRADE DE MAITRE ES SCIENCES APPLIQUEES (M.Sc.A.)

janvier, 1989

© Marc St-Georges

Permission has been granted to the National Library of Canada to microfilm this thesis and to lend or sell copies of the film.

The author (copyright owner) has reserved other publication rights, and neither the thesis nor extensive extracts from it may be printed or otherwise reproduced without his/her written permission.

L'autorisation a été accordée à la Bibliothèque nationale du Canada de microfilmer cette thèse et de prêter ou de vendre des exemplaires du film.

L'auteur (titulaire du droit d'auteur) se réserve les autres droits de publication; ni la thèse ni de longs extraits de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation écrite.

ISBN 0-315-50221-5

UNIVERSITE DE MONTREAL

ECOLE POLYTECHNIQUE

Ce mémoire intitulé:

INTEGRATION DE LA CAO POUR AMELIORER UNE TECHNIQUE DE POSITIONNEMENT ASSIS POUR LES PERSONNES EN FAUTEUIL ROULANT

présenté par: Marc St-Georges

en vue de l'obtentiondu grade de: MAITRE ES SCIENCES APPLIQUEES

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

M. Jean Dansereau,	Ph.D., président
Mme Denise Mauger-Côté,	erg., M.B.A.
M. Gilbert Drouin,	Ph.D.

SOMMAIRE

Cette recherche décrit d'une part, la technique de fabrication d'une orthèse de positionnement assis élaborée à l'Institut de réadaptation de Montréal (IRM) et d'autre part, l'intégration à cette technique, du dessin et de la conception assistés par ordinateur (DAO et CAO), par l'Ecole Polytechnique de Montréal (EPM), en vue de compléter et de simplifier la méthode de l'IRM.

En réadaptation, l'orthèse de positionnement assis est une aide technique de soutien, destinée à compenser les déficiences du squelette et du système de soutien et les problèmes de la posture assise, chez la personne qui est confinée dans un fauteuil roulant. Essentiellement, les principaux buts d'une orthèse de positionnement assis sont: assurer un confort optimal, améliorer la symétrie ainsi que la stabilité corporelle, et permettre ainsi une position assise plus fonctionnelle, en vue d'optimiser l'autonomie du bénéficiaire.

Une équipe de l'IRM a mis au point une méthode qui permet de concevoir et de fabriquer, à partir d'une série de composants standards, une orthèse de positionnement assis s'adaptant à un fauteuil roulant. L'introduction de la CAO à cette méthode a permis de créer une banque de

données complète comprenant la plupart des structures de fauteuils roulants des compagnies "Everest & Jennings", "Ortho-Fab", et "Fortress Scientific" en plus de la série des composants standards développés à l'IRM pour réaliser un siège de posture personnalisé.

Le système informatique permet à l'intervenant de sélectionner, à partir de la banque de données, le fauteuil roulant choisi et de préciser, au moyen des différents composants standards de la banque de données, les paramètres du siège de posture optimal, tel que déterminé au préalable lors d'une séance d'essayage sur un fauteuil de simulation. Ce fauteuil de simulation permet de déterminer les paramètres assurant un positionnement assis optimal. La dernière étape de conception consiste à dimensionner le siège de posture résultant des ajustements effectués lors de l'essayage, en vue de produire un devis technique qui guidera le mécanicien dans la fabrication du produit final.

Le système informatisé améliore de façon appréciable, la démarche de fabrication de l'orthèse de la posture assise. La réalisation du produit final est accélérée et simplifiée. Dans le passé, le siège de posture idéal et les paramètres cliniques guidant sa fabrication, étaient difficiles à reproduire sur le fauteuil roulant particulier

d'un bénéficiaire, à cause de contraintes liées à l'installation de l'unité de posture sur la structure du fauteuil roulant. Ainsi, certains objectifs visés par l'orthèse de positionnement assis dans un fauteuil roulant, qu'ils soient fonctionnels, physiques ou autres, ne pouvaient être réalisés. Le problème se situait au niveau du transfert d'informations, obtenues à partir du fauteuil de simulation, vers le fauteuil roulant du client, tout en considérant toutes les contraintes liées au fauteuil roulant et les exigences découlant des besoins du bénéficiaire.

Maintenant, avec l'utilisation de la DAO et de la CAO, une visualisation rapide et directe à l'écran, permet de considérer l'aspect global du fauteuil roulant et des composants du siège de posture. Ceci permet de prévoir et donc de considérer les différentes contraintes avant de réaliser le devis technique final guidant la fabrication. Enfin, ceci assure un service à la clientèle plus efficace.

ABSTRACT

This work describes the seating method devised at the "Institut de Réadaptation de Montréal" (IRM), and more specifically, the integration by the "Ecole Polytechnique de Montréal" (EPM), of computer aided design to simplify and complete the devised method.

In rehabilitation, seating is a discipline which addresses the problems of sitting posture of handicapped people confined to a wheelchair. The basic goals of seating are to insure a comfortable, safe and symmetrical sitting posture. This will permit maximum function, thus allowing maximum independence. The complexity of a seating unit is directly related to the needs and deficiencies of a particular client.

The seating method developed at the IRM permits the fabrication of seating units for various adult and pediatric clientele, afflicted with different pathologies, through a series of personalized seating components that have been standardized and are manufactured.

The advent of CAD has permitted the creation of data banks of detailed 3-D structures of wheelchairs that are commercially available such as the Everest & Jennings

model, the Fortress and the Targa model of the Ortho-Fab company. As well most of the standardized seating components developed at the IRM are created in another data bank. Direct on screen manipulation of these seating components on any selected wheelchair structure is made easy through a relatively simple, user friendly system. In the end, a complete dimensioned drawing of the wheelchair structure including armrests, footrests, with positioned seat and backrest angles, cushions, wedges, etc., can be created, made to measure, following an initial fitting on an adjustable simulation fitting chair.

The system will ameliorate the seating process appreciably. With it, the construction of the final product is simplified. In the past, ideal seating configuration and measured parameters obtained initially on the simulation chair, were sometimes impossible to reconstruct on a particular client's wheelchair due to various structural constraints. Furthermore specific functional and physical requirements were uneasily met. There was a problem at the level of the transfer of information from the simulation chair to the client's chair, while trying to respect all above requirements and restrictions.

Before, this was done by trial and error and this format slows down the whole process. Now, with the advent

of CAD, direct on screen visualization of all physical constraints, limitations and specific requirements, can be foreseen and taken into consideration to create the final detailed technical drawing. As a whole, the method will advantage the seating orthetists and the team of technicians, and this way, they will be able to serve their clients better.

J'aimerais exprimer ma reconnaissance à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce projet et plus précisément: Claude Valiquette, orthésiste à l'Institut de Réadaptation de Montréal, Denise Mauger Côté pour ses conseils judicieux et Dr Gilbert Drouin, mon directeur des plus dévoués.

TABLE DES MATIERES

PAGE

SOMMAIRE..... iv

ABSTRACT.....vii

REMERCIEMENTS..... x

LISTE DES FIGURES.....xiii

1.0 INTRODUCTION..... 1

2.0 LES ORTHESES DE POSITIONNEMENT ASSIS..... 11

2.1 UN BREF HISTORIQUE..... 11

2.2 LES TYPES D'ORTHESES DE POSITIONNEMENT ASSIS ET LES CLIENTELES VISEES..... 13

2.2.1 PREMIERE APPROCHE: L'UTILISATION DE COUSSINS.. 13

2.2.1.1 LES DIFFERENTS TYPES DE COUSSINS..... 15

2.2.2 DEUXIEME APPROCHE: LES SYSTEMES MODULAIRES.... 18

2.2.3 TROISIEME APPROCHE: LES SIEGES MOULES..... 21

3.0 LE POSITIONNEMENT ASSIS A L'IRM..... 30

3.1 L'ORTHESE DE POSITIONNEMENT ASSIS..... 32

3.2 LE FAUTEUIL DE SIMULATION..... 38

3.3 LES TYPES D'UNITES DE POSTURE..... 42

3.3.1 L'ORTHESE MOULEE..... 43

3.3.2 L'ORTHESE MODULAIRE..... 46

3.3.3 L'ORTHESE COMBINEE..... 48

3.4 LA FABRICATION D'UNE UNITE DE POSTURE..... 50

4.0 LE DAO ET LA CAO..... 58

4.1 INTRODUCTION..... 58

4.2 LA COMPARAISON DES LOGICIELS..... 59

4.3 METHODOLOGIE DE DEVELOPPEMENT..... 65

5.0 IMPACT DE L'UTILISATION DE LA CAO SUR LA CONCEPTION ET LA FABRICATION D'UNE ORTHESE DE POSITIONNEMENT.. 80

6.0 EVALUATION DES RETOMBEES DU PROJET..... 84

6.1 METHODOLOGIE..... 84

6.1.1 EVALUATION DE L'ORTHESE DE POSITIONNEMENT ASSIS 85

6.1.2 EVALUATION DE LA COMPOSANTE CAO..... 86

7.0 CONCLUSION..... 90

REFERENCES..... 91

ANNEXE 1..... 100

LISTE DES FIGURES

PAGE

Fig.1a: Modèle EVEREST & JENNINGS manuel..... 35

Fig.1b: Modèle EVEREST & JENNINGS MOONEY BASE..... 35

Fig.1c: Modèle motorisé de FORTRESS..... 36

Fig.1d: Modèle motorisé de TARGA..... 36

Fig.2a: Tiges transversales en croix des fauteuils roulants manuels EVEREST &JENNINGS..... 37

Fig.2b: Plaques d'ABS encastrées..... 37

Fig.3: Fauteuil de simulation..... 39

Fig.4: Installation de la boite de plastazote avec les broches..... 45

Fig.5: Orthèse modulaire..... 48

Fig.6: Goupille d'ancrage..... 50

Fig.7: Plaques d'ABS reliées par une charnière..... 51

Fig.8: Manette de serrage..... 53

Fig.9: Modèle EVEREST & JENNINGS manuel..... 67

Fig.10: Modèle MOONEY BASE de E&J..... 68

Fig.11: Modèle FORTRESS..... 69

Fig.12: Modèle TARGA..... 70

Fig.13: Exemple d'inclinaison de la structure de dossier..... 72

Fig.14: Base d'ABS..... 73

Fig.15: Biseau de siege..... 73

Fig.16: Biseau thoracique..... 74

Fig.17: Biseau lombaire..... 74

Fig.18: Coussin de siege..... 75

Fig.19: Appui-bras..... 75

Fig.20: Appui-pied standard..... 76

Fig.21: Appui-jambe élévateur..... 76

Fig.22: Unité de posture dimensionnée..... 78

Fig.23: Vue isométrique d'une unité de posture..... 79

1.0 INTRODUCTION

L'orthèse se définit comme une aide technique destinée à protéger, immobiliser et/ou soutenir le corps ou un segment corporel. En réadaptation, l'orthèse de positionnement assis est utilisée afin de compenser, en tout ou en partie, des déficiences du squelette et de l'appareil de soutien, chez un individu confiné à un fauteuil roulant. La complexité de l'orthèse de positionnement dépend des problèmes identifiés chez le bénéficiaire, des besoins de celui-ci dans son environnement, et de l'importance des incapacités résultant des déficiences. La fabrication d'une telle orthèse est un défi de taille.

Depuis les 10 dernières années, un intérêt important s'est manifesté dans le domaine de la recherche en matière de positionnement assis. Le positionnement des pilotes, des astronautes, des camionneurs, etc. a fait l'objet d'études approfondies réalisés par la NASA(1) et par des manufacturiers de véhicules(2) de tout genre. Ces travaux impliquent des individus ayant des structures épidermique, neurologique et musculaire normales. Ainsi les résultats de ces études n'ont eu que peu d'impact dans le domaine de la réadaptation.

Chez les individus confinés à un fauteuil roulant, l'épiderme, en plus du rôle habituel de barrière bactérienne et thermorégulatrice, joue celui de support du poids corporel. Le poids du corps comprimant l'épiderme agit nécessairement au détriment de la circulation sanguine et crée une augmentation d'humidité dans les régions mal ventilées. Une pression continue sur l'épiderme, affectant la circulation peut durer de 10 à 15 heures par jour, des années durant.

Le "Executive Summary of the National Institute of Handicapped Research"[3] publie aux Etats-Unis, en 1981, que 750,000 personnes avaient comme principal moyen de locomotion, un fauteuil roulant. Parmi ce groupe de personnes, les plaies, causées par la pression continue sur l'épiderme, sont un problème majeur. Ces plaies dues à la pression occasionnent des périodes prolongées d'hospitalisation et de traitement. Les ulcérations ont aussi des effets néfastes pour le client, pour sa famille et pour le client lui-même, sans compter les implications économiques pour ceux-ci et pour la société. Aux Etats-Unis, on estime à $2 milliards, le coût annuel déboursé pour le traitement des plaies dues à la pression[4].

Des études[5,6,7] ont démontré que les trois régions

corporelles où l'on retrouve le plus souvent ce type de plaies, (plus de 60% des cas), sont les régions du grand trochanter, du sacrum et de l'ischion, la dernière région étant la plus touchée. Les résultats de ces études nous permettent de croire qu'une mauvaise posture assise est un des facteurs les plus importants dans l'étiologie des plaies dues à la pression. Certains éléments intrinsèques prédisposent un individu à une mauvaise posture assise, mais des éléments extrinsèques, dont le fauteuil roulant, outil de locomotion indispensable à la personne incapable de marcher à cause d'une déficience quelconque, peuvent aussi influencer les déformations posturales.

L'importance d'une posture assise adéquate, pour la personne confinée à un fauteuil roulant, a été mise en évidence par les propos qui précèdent. Une évaluation complète des besoins quotidiens et des problèmes du bénéficiaire est nécessaire pour positionner adéquatement la personne dans son fauteuil roulant. Les objectifs visés par le positionnement d'un individu dans son fauteuil roulant sont maintenant présentés de façon détaillée. Ces objectifs sont soit d'ordre physique, perceptuo-cognitif, psychologique, fonctionnel et enfin social[8,9].

Sur le plan physique, une orthèse de positionnement assis vise un confort optimal, une plus grande symétrie

corporelle et une stabilité de l'individu en position assise. L'orthèse de positionnement assis doit tendre à corriger ou à prévenir les déformations au niveau de la colonne vertébrale, déformations résultant de déficiences du squelette et de l'appareil de soutien. Elle doit aussi empêcher le développement de contractures au niveau des articulations, ou en ralentir la progression. Il est aussi important de favoriser la normalisation du tonus musculaire tout en inhibant certains réflexes pathologiques. Enfin, une orthèse de positionnement assis adéquate améliorera certaines fonctions physiologiques telles la respiration, la digestion et la circulation, contribuant ainsi à prévenir la formation de plaies dues à la pression.

L'atteinte de ces objectifs contribuera à améliorer la posture assise du client et par conséquent sa qualité de vie en fauteuil roulant. Toute forme d'intervention visant à modifier une attitude corporelle doit être faite avec beaucoup de jugement et nécessite un suivi continu. La prescription et le design d'une orthèse de positionnement assis, visant les buts ci-haut mentionnés, sont un énorme défi et il est important de ne pas perdre de vue d'autres aspects importants du positionnement.

L'impact d'une orthèse de positionnement assis sur les aspects perceptuo-cognitif et psychologique d'un client

n'est pas négligeable. Un siège de posture efficace offre à un individu un support physique lui permettant de canaliser ses énergies pour participer aux activités quotidiennes et pour interagir avec son environnement. Sans ce support technique, le bénéficiaire consacre trop d'énergie à maintenir son équilibre assis ainsi qu'une posture fonctionnelle. Le problème de support étant éliminé, le bénéficiaire pourra être plus réceptif aux stimulations auditives et visuelles qui l'entourent. De plus, une bonne stabilité en position assise est une condition essentielle au développement et au raffinement de la motricité, se reflètant autant sur les habilités gestuelles, sur la dextérité manuelle qu'au niveau de la communication.

Un siège de posture doit être conçu non seulement de façon à maximiser l'autonomie fonctionnelle, mais aussi de façon à améliorer la conscience corporelle, favorisant ainsi une plus grande estime de soi. Ces bienfaits sont évidents et bien démontrés[10,11,12]. Un autre avantage d'une posture assise régulière et symétrique est de favoriser l'acceptation de l'individu par la société, qui trop souvent et malgré elle, est ignorante, intolérante ou réticente face à ces gens déficients, incapables et incompris. Nous vivons malheureusement dans une société axée sur l'apparence et il existe une foule de préjugés associés à certaines pathologies ou à certaines

difformités. Jusqu'à ce que cette mentalité change, les avantages d'une posture assise aussi "normale" que possible sont évidents. Une telle posture favorisera l'intégration sociale du bénéficiaire et sa participation à des activités socio-culturelles, de loisirs, de travail ou autres.

Toute aide technique à la posture trop volumineuse, encombrante ou complexe est déshumanisante et peut venir gêner le développement psycho-social. Tel que déjà mentionné, ceci peut avoir des conséquences au niveau de l'individu, de sa famille et de la société. Il faut remettre en question un siège de posture qui entrave les contacts humains, comme c'est trop souvent le cas, surtout chez les enfants. Un fauteuil roulant, équipé d'un appui-tête, d'appui-pieds et d'une tablette fixée aux appuis-bras, empêche la personne confinée à ce fauteuil roulant de bénéficier de la chaleur et des effets bénéfiques d'une caresse. Les échanges affectifs sont malheureusement trop souvent inhibés par ce type d'aide à la posture. Néanmoins, ceci ne peut contrevenir au choix d'un siège de posture approprié.

Des compromis doivent donc être faits; la perfection n'est malheureusement pas de ce monde, mais une évaluation appropriée de la problématique et des besoins du bénéficiaire, ainsi qu'un choix judicieux parmi les

orthèses de positionnement disponibles sauront apporter des solutions satisfaisantes.

Sur le plan fonctionnel, des considérations semblables s'imposent. Les activités quotidiennes impliquent le plus souvent l'usage de la tête, des bras et des mains et la plupart de ces activités s'effectuent devant soi. L'ergonomie appliquée aux employés de bureau, en rapport avec leur poste de travail, a fait l'objet de nombreuses publications. Bref, tout pour garantir un maximum d'efficacité. Tous ces aspects prennent d'autant plus d'ampleur chez des individus atteints de troubles neurologiques ou moteurs[13]. Ces individus sont dépendants d'une orthèse de positionnement assis efficace, pour fonctionner le plus adéquatement possible, tant à la maison qu'au niveau des loisirs et du travail. Un siège de posture, assurant la stabilité en position assise, permet au bénéficiaire d'optimiser son autonomie fonctionnelle.

En plus d'assurer une bonne stabilité, l'orthèse de positionnement assis doit être installée sur la structure du fauteuil roulant, de telle façon qu'elle permette au bénéficiaire de bien fonctionner dans les limites physiques de son environnement. Par exemple, l'orthèse de positionnement doit permettre au bénéficiaire l'accès aux tables, l'accès au transport adapté, le déplacement dans

son milieu de vie et de travail sans difficultés. De plus, avant de procéder à la fabrication, l'orthésiste doit prendre en considération le moyen de mobilisation du bénéficiaire. Si celui-ci assure sa propulsion au moyen d'un pied et d'une main, comme dans le cas des hémiplégiques, l'orthèse de positionnement assis doit être installée sur la structure de fauteuil roulant à une hauteur appropriée. Ces considérations fonctionnelles restent, à ce jour, un des plus gros défi que doivent relever les orthésistes.

Aucun moyen permet aux orthésistes de mesurer ou de vérifier quantitativement l'orientation et la position de l'orthèse de positionnement assis, sur la structure d'un fauteuil roulant, avant la fabrication. Toutefois ceci reste primordial pour assurer à la clientèle, un service rapide efficace et rentable pour les intervenants en réadaptation.

Tous les efforts de recherche et de développement dans le domaine des orthèses de positionnement assis, ont été mis dans l'imitation de courbes morphologiques des bénéficiaires, dans le but de maximiser leur confort et de minimiser le risque de développer des plaies dues à la pression. Par contre, une facette importante dans la démarche de fabrication d'orthèses de positionnement assis

demeure incomplète. Personne n'a abordé directement le problème de l'installation des composants du siège et du dossier d'une orthèse de positionnement assis, sur une structure de fauteuil roulant. Quoique l'imitation des courbes d'un bénéficiaire par les orthèses de positionnement soit généralement bonne, l'orientation de celles-ci dans l'espace, dans le but de l'installer correctement et efficacement sur la structure du fauteuil roulant, reste problématique. Pourtant, l'installation de l'orthèse est très importante pour des raisons physiques et fonctionnelles. Les orthésistes doivent encore procéder par essais et erreurs. Aucun outil n'a été développé pour résoudre ce problème.

Ainsi, le but de cette recherche est de proposé une méthode qui solutionnera cette question importante qu'est l'installation correcte d'un siège de posture adapté au client, sur une structure de fauteuil roulant. Ceci sera fait suite à une description des différentes orthèses de positionnement assis retrouvées sur le marché actuellement, ainsi que les avantages et désavantages de chacunes. Ensuite, le positionnement assis à l'IRM, sera décrit avec les avantages et désavantages de cette méthode. Ces sections permettront de bien identifier et cerner la problématique reliée à la démarche de fabrication de ces orthèses de positionnement assis et enfin comment avec la

CAO on peut solutionner la plupart de ces problèmes. En dernier lieu, une méthode sera proposée pour évaluer l'outil de CAO.

2.0 LES ORTHESES DE POSITIONNEMENT ASSIS

2.1 UN BREF HISTORIQUE

L'orthèse de positionnement assis, ou, siège de posture est une aide technique fixée au fauteuil roulant, permettant de supporter une personne adéquatement en position assise. Elle est utilisée afin de compenser, en tout ou en partie, les déficiences du squelette et de l'appareil de soutien. L'orthèse est constituée d'un ou de plusieurs composants, reliés à un fauteuil roulant à l'aide d'interfaces mécaniques. La complexité de l'orthèse dépend des problèmes et des besoins de l'usager dans son environnement, de la gravité des déficiences et de l'importance des incapacités.

Les méthodes classiques pour résoudre des problèmes associés à la posture assise requièrent très souvent des méthodes de fabrication relativement compliquées et longues. L'orthèse idéale pouvant solutionner la plupart des problèmes de positionnement assis, serait fabriquée d'un matériau flexible, malléable selon les besoins; elle serait facile à manipuler, légère, peu coûteuse et adaptable à toute la gamme de fauteuils roulants disponibles. Malheureusement, un tel système n'existe pas encore mais on remarque que depuis les dix dernières

années, beaucoup de progrès ont été faits dans le domaine de l'orthèse de positionnement assis. Suite à un regard sur l'évolution de cette technologie l'état de la situation actuelle, en matière de positionnement est décrite de façon détaillée.

La plupart des changements qui se sont produits, ces dernières années, sont en grande partie dus à la commercialisation et donc à la disponibilité d'une variété de solutions techniques, en réponse à une demande accrue d'une clientèle de plus en plus visible. Avant 1975, généralement, les orthèses de positionnement assis étaient fabriquées individuellement en contreplaqué et en matériaux de mousse[14]. Des formes types furent identifiées pour certaines clientèles et graduellement apparurent les pièces modulaires qui remplacèrent les pièces individuelles. Ces pièces modulaires, par contre, n'étaient pas satisfaisantes pour toutes les clientèles, particulièrement pour la clientèle affligée de difformités importantes ou d'asymétries posturales ou toniques causées par des déficiences du squelette et de l'appareil de soutien. Depuis 1981, des systèmes de moulage[37,43,44,45] ont été développés pour répondre aux besoins particuliers de cette clientèle.

Aujourd'hui, l'intérêt manifesté pour les orthèses de

positionnement assis a décuplé, tant au niveau des intervenants en réadaptation qu'au niveau des manufacturiers. Ceci s'est traduit par l'apparition d'une série de ces orthèses sur le marché. Dans les paragraphes qui suivent, les nouveaux produits en matière de positionnement assis sur le marché actuel sont présentés et leur efficacité à résoudre les différents problèmes liés au positionnement assis est évaluée.

2.2 LES TYPES D'ORTHESES POUR LE POSITIONNEMENT ASSIS ET LES CLIENTELES VISEES

A ce jour, trois principaux types de clientèle, auxquelles s'adressent trois différentes approches pour la fabrication d'orthèses de positionnement assis, sont identifiées.

2.2.1 PREMIERE APPROCHE: L'UTILISATION DE COUSSINS

Dans le cas d'une clientèle en fauteuil roulant, qui ne présente aucune difformité ou que des difformités mineures au niveau des segments corporels, l'intervention en terme de positionnement est relativement simple. Un fauteuil roulant conventionnel doit être modifié de façon minimale. Une base rigide et un coussin de siège peuvent être ajoutés

au fauteuil roulant si le siège en cuirette, de type hamac, ne confère pas un support solide pour le bassin et le tronc[15,16]. La position assise dans un siège de type hamac, crée à long terme une rotation interne des hanches, entraînant l'adduction et l'obliquité pelvienne[17,18]. Une cyphose lombaire s'en suit. Donc, tout client confiné à un fauteuil roulant pour une période prolongée, devrait être positionné sur un coussin, placé sur une base rigide. La plupart des fauteuils roulants peuvent être achetés avec un tel siège, mais le fauteuil peut aussi être facilement modifié en ajoutant une plaque rigide au niveau du siège (planche en contreplaqué ou autre matériau rigide).

Par la suite, différents types de coussins peuvent être ajoutés au fauteuil roulant. Le but premier d'un coussin pour siège, est le contrôle des forces qui engendrent des plaies, résultant de la pression[19] sur l'épiderme. De plus, un coussin recommandé au début de la période de réadaptation ne sera pas nécessairement le coussin de choix lorsque le client retournera à domicile ou au travail. Une évaluation complète est donc nécessaire avant de procéder au choix d'un coussin et un suivi doit être assuré. Ceci dit, il demeure qu'aucun coussin n'est parfait ou idéal pour toutes les clientèles. Il faut connaître les avantages et les désavantages de chaque type de coussins[20] et le choix doit être orienté selon les besoins du client et

selon les caractéristiques du coussin permettant de mieux satisfaire les besoins du client.

2.2.1.1 LES DIFFERENTS TYPES DE COUSSINS

Il existe trois types de coussins sur le marché actuel, soit ceux remplis de fluide (air, eau traitée), ceux faits de mousse ou ceux remplis de gel. Chaque type offre différentes propriétés de distribution barique.

Les coussins remplis de fluide offrent une distribution uniforme de pression sur toute la surface de contact[21,22,23,25]. Par contre, ils créent une certaine instabilité et peuvent contribuer, s'ils sont assez épais, à aggraver l'obliquité pelvienne, même lorsque posé sur une base rigide. Un fluide dense, tel l'eau traitée, contribue, tout au moins temporairement selon les conditions, à abaisser la température épidermique, résultat de sa conductivité thermique. Ceci diminue le risque de plaies dues à la pression[20]. Toutefois, les matériaux étanches qui retiennent les fluides ne permettent pas une bonne aération et affectent les propriétés mécaniques globales du coussin. Ils créent des forces de cisaillement à l'interface peau-coussin. De plus, ils peuvent percer et sont difficiles à réparer. Généralement, ils sont plus légers que les coussins de gel mais plus lourds que les

coussins de mousse. Dans cette catégorie, se retrouvent parmis les plus utilisés, les coussins Roho et Bye Bye Decubiti, lesquels sont remplis d'air. Les Roho sont, sans contredit, les plus utilisés[24].

Les coussins de gel ont été développés dans le but de simuler les propriétés de la graisse humaine[20,21,22,23,25]. Ils tendent à se déformer facilement, entre autre sous une proéminence osseuse, mais ne redistribuent pas la pression aussi efficacement que les coussins remplis de fluide. Ils sont toutefois plus efficaces dans le rôle de pare-chocs et s'ajustent bien aux mouvements corporels. Par contre, ils sont très lourds, donc difficiles à transférer, peuvent percer et sont difficiles à réparer. Ils peuvent engendrer des problèmes d'instabilité. Le coussin de gel le plus souvent utilisé est le "Jay Cushion"[26].

Les coussins de mousse ont des propriétés mécaniques différentes de celles des coussins remplis de gel[20,21,22,23,25]. Ils sont plus ou moins viscoélastiques selon la densité de la mousse. Ainsi, la relation force-déplacement n'est pas linéaire et la distribution de pression n'est pas uniforme. Une pression locale engendre une déformation locale seulement. Ainsi les proéminences seront soumises à de plus grandes pressions. Les avantages

des coussins de mousse sont qu'ils sont disponibles, légers, très facilement modifiables et assurent une surface stable. Par contre, ils s'usent relativement vite et sont difficiles à nettoyer. Comme dans le cas du coussin de fluide, la housse de recouvrement modifie les propriétés mécaniques du coussin et elle détermine aussi la capacité de "respiration" du coussin. Les mousses les plus employées, par ordre croissant de densité, sont le Néocor, le Temper Foam T-38 et T-41 (chlorure de polyvinyle), le plastazote (polyéthylène), le "Super Constructa Foam" et le polyuréthane.

Malheureusement, tel que déjà mentionné, aucun coussin ne peut répondre à tous les problèmes, de tous les clients. Auparavant, le choix d'un coussin était arbitraire et dépendait de la familiarité des intervenants avec les différents types de coussins disponibles sur le marché. Peu ou pas de recherches ont été effectuées sur l'efficacité des coussins, car il n'y avait aucun outil d'évaluation clinique adéquat. Les outils existants n'étaient pas conçus pour l'utilisation en milieu clinique ou étaient trop mal adaptés[17,27]. Ainsi, les cliniciens faisaient un choix sans fondement scientifique à l'appui. Aujourd'hui, la situation s'est améliorée et les recherches entreprises dans ce domaine, permettent de mieux orienter le choix des cliniciens[28]. Ainsi lorsque confronté à un problème de

protubérances osseuses, les coussins "Jay" et "Roho" sont utilisés. Etant donné ses qualités de réduction de pression, le coussin "Roho" est préféré au coussin "Jay", pour la clientèle paraplégique, celle-ci n'étant pas confrontée à des problèmes d'équilibre et de stabilité.

Il apparait donc évident qu'une évaluation clinique globale et rigoureuse de la problématique du client est essentielle, ainsi qu'une bonne connaissance des produits sur le marché, avant d'attribuer un coussin visant à améliorer le positionnement assis d'un bénéficiaire en fauteuil roulant.

2.2.2 DEUXIEME APPROCHE: LES SYSTEMES MODULAIRES

Le deuxième type de clientèle présente des difformités ou des contractures au niveau des segments corporels, sans que celles-ci engendrent des problèmes importants de posture ou de fonctionnalité. Elles entraînent toutefois une certaine instabilité posturale.

Une méthode très répandue pour résoudre ce genre de problème est la méthode du contreplaqué et de la mousse. Un dossier et un siège sont fabriqués, auxquels peuvent s'ajouter différentes pièces de mousse taillées en biseaux. Ces composants permettent de mouler davantage les courbes

corporelles irrégulières, réduisant ainsi les points de pression et, par conséquent, les plaies dues à la pression. Le client est ainsi stabilisé et maintenu dans une position assise adéquate. Des appui-thoraciques et des appui-pelviens peuvent être ajoutés aux siège de posture en vue d'augmenter le soutien corporel et la stabilité.

Différents groupes d'intervenants en réadaptation ont poussé davantage le développement de cette approche. Ils ont commercialisé des systèmes modulaires pour la fabrication d'orthèses de positionnement assis, tel le "Toronto Spinal Support System"[29], constitué de composants standards fabriqués en fibre de verre plutôt qu'en contreplaqué. Le groupe responsable de la mise au point de ce système fut le premier à proposer le design d'un système modulaire complet pour fabriquer un siège de posture, lequel comprend des accessoires tels, l'appui-tête, les appui-bras et les appui-pieds. Certaines compagnies peuvent maintenant fabriquer un siège de posture complet, à partir des mesures anthropométriques précises du client, grâce à ce système modulaire.

Les principaux distributeurs de systèmes modulaires, sont "Scott Therapeutics", "Freedom Designs", "Millers", "CRD", "Gynnell". Le plus utilisé de ces systèmes est le CP Seat de Pin Dot Products[22,23,30]. D'autres systèmes

modulaires utilisent des pièces moulées; soit le "Winnipeg System", le "Otto Bock" et le "Pin Dot Modular Seating System"[22,23,30]. Tel que déjà mentionné, ces systèmes s'adressent à une clientèle porteuse de difformités et de contractures peu importantes, auxquelles est associée une légère asymétrie dorsale.

Les désavantages de ces systèmes modulaires sont reliés à la fabrication, à distance, de l'aide technique destinée à un bénéficiaire. L'aide est fabriquée en usine, et les avantages de la simulation et de l'essayage sur place, ne peuvent être exploités commme le font les intervenants qui fabriquent eux-mêmes le siège de posture pour leur client. L'expertise clinique et les observations directes ne peuvent être mises à profit par le manufacturier. Le mode de communication entre le manufacturier et le clinicien ne permet pas de transmettre la même qualité d'information que le permet l'interaction directe entre clinicien et technicien d'un même laboratoire.

Ceci rend plus important le problème de l'installation de l'orthèse de positionnement sur la structure d'un fauteuil roulant. Avec ces méthodes de fabrication en usine, les considérations fonctionelles ne peuvent être adéquatement adressées et il s'ensuit que la fabrication de

l'orthèse de positionnement assis se fait très souvent avec un devis incomplet. Ceci peut avoir des conséquences importantes pour le bénéficiaire qui sera appareillé.

2.2.3 TROISIEME APPROCHE: LES SIEGES MOULES

Le dernier type de clientèle sont les bénéficiaires les plus difficiles à appareiller, en matière d'orthèse de positionnemnt assis. Ils sont affligés de difformités et de contractures sévères causant une rotation de la colonne vertébrale ainsi que des asymétries corporelles importantes.

L'équipe du "University of Tennessee Rehab Engineering Program" (UTREP) a mis au point deux systèmes pour fabriquer des siège de posture pour ce type clientèle. Il s'agit du "Foam in Place" (FIP)[23,31], et du "Bead Seat"[23,32,33], développés par l'équipe de Doug Hobson.

Pour la fabrication du "FIP", la méthode est la suivante: le client est assis sur un moule à l'intérieur duquel se trouve une quantité définie de polyuréthane liquide, contenue dans une membrane de plastique en forme de coussin; le client est positionné en vue d'atteindre les objectifs visés et lorsque la position est jugée satisfaisante, la polymérisation est amorçée. Lors de la

polymérisation, le coussin se gonfle et épouse la forme du client tout en maintenant une distribution barique uniforme. Le polyuréthane solidifié devient le coussin personnalisé du client. La même technique peut être employée pour faire un dossier.

Ce type de moulage permet d'adapter l'aide technique à la morphologie du client. Les désavantages de cette méthode sont que le client doit être assis à un endroit bien précis, sur le coussin; pendant toute la période de gonflage, il doit maintenir cette posture, soit pendant 25 minutes. Pour ces raisons, la méthode "FIP" est davantage recommandée pour des moulages de coussins de siège. Advenant le cas où le client ne peut assurer la stabilité et l'immobilisation de son tronc pendant la durée du moulage, il est alors difficile de procéder correctement au moulage du coussin de dossier.

Pour la fabrication du "Bead Seat", l'équipe de UTREP a modifié quelque peu la méthode du "FIP". Un sac rempli de petites billes de polystyrène (2 mm de diamètre) et de résine éponge est utilisé en guise de moule. Lorsque le client s'asseoit sur ce sac-coussin, il lui impose une forme. Celle-ci est maintenue par un système de pompe à vide qui crée un vacuum et fixe les billes mécaniquement entre elles. Lorsque la forme désirée est obtenue, un

catalyseur est ajouté à la résine d'éponge et le tout réagit pour constituer le coussin. La pompe à vide assure le maintien de la forme durant la réaction qui dure deux (2) heures.

L'avantage du "Bead Seat" sur le "FIP" est la possibilité de mouler, manipuler et de remouler le siège et le dossier durant l'essayage. Ceci permet une meilleure mise au point du produit final. La clientèle nécessitant une attention toute particulière peut être ainsi appareiller efficacement à l'aide d'un siège de posture compliqué, fabriqué toutefois avec beaucoup de précision.

Par contre, cet avantage peut entrainer d'autres désavantages. La méthode "Bead Seat" est beaucoup plus longue à réaliser (8 heures) que la méthode "FIP". Le coussin produit par cette dernière méthode est appréciablement plus mou que celui issu de la méthode "Bead Seat". Un coussin plus mou est préférable si on désire faire une bonne distribution des points de pression mais peut être moins désirable si l'on veut assurer une bonne stabilité. Ces deux systèmes sont cependant peu durables, à long terme, pour des clients de forte taille, car les cadres en plastique, qui fixent les coussins sur la structure des fauteuils roulants, manquent de robustesse et peuvent éventuellement briser en fatigue[22,34].

Un autre point négatif, relatif à ces méthodes, est que les seuls accessoires qu'on peut ajouter aux systèmes sont un appui-tête et des appuis-pieds fixés à 90 degrés. Ceci offre peu de possibilité pour personnaliser un siège de posture, pour la clientèle plus affectée.

Avant l'apparition des méthodes décrites ci-haut, une méthode classique dite méthode "Gillette"(22,35,36) était employée et l'est d'ailleurs toujours. Elle est employée pour le même type de clientèle, soit les cas très difficiles à appareiller à cause de difformités importantes. Cette méthode consiste à faire un moulage du client, lorsque celui-ci est en position couchée sur le ventre, les hanches étant en flexion à 90 degrés. Le moulage est fait à l'aide d'un sac de billes de polystyrène ou à l'aide d'un plâtre.

Cette méthode engendre plusieurs problèmes. Idéalement, tout moulage ou prise de mesures doit être fait lorsque le client est dans la position qu'il occupera dans son fauteuil roulant. Un moulage en position couchée peut produire des résultats complètement erronés. Il est possible de redresser la colonne vertébrale d'un client dans une position couchée avant de faire le moulage, mais très souvent, cette nouvelle posture corrigée ne pourra

être tolérée à long terme. Ce problème est amplifié lorsque le client ne peut changer de posture à cause de la douleur, de la faiblesse musculaire, ou par absence de message sensitif l'incitant à se déplacer. Lors d'intervientions auprès d'une telle clientèle, il est important de maximiser le confort, ces clients étant confinés à leur fauteuil roulant, des journées entières.

Tout récemment (1986), deux nouvelles méthodes de fabrication de siège de posture sont apparues sur le marché: Le "Contour U" et le "Matrix System". Toutes deux s'adressent à une même clientèle présentant des difformités sévères.

Pour la méthode "Contour U", un sac de moulage à vide, avec billes de polyéthylène, est utilisé pour prendre une empreinte du dos et du siège du client[22,37]. Le moulage, par sac, se fait dans un plateau d'aluminium de dimensions précises, permettant d'obtenir un moule du client, dans un cadre défini. C'est à partir de ce moule, qu'est faite une copie en plâtre, en s'assurant de bien identifier sur le plâtre, les dimensions et les points de repère du cadre d'aluminium. Ce moule de plâtre est envoyé par la suite à la compagnie "Contour U" qui fabriquera le coussin sur une base d'aluminium, identique au cadre de départ.

Cette base d'aluminium ira se fixer sur la structure d'un fauteuil roulant, à l'angle et à la position désirés. A ce système peuvent s'adapter plusieurs accessoires "Contour U" (appui-tête, appui-pieds), en vue de personnaliser davantage l'unité de posture.

Le système "Contour U" présente quelques désavantages. D'une part, le coût élevé de fabrication et le peu d'accessoires disponibles. D'autre part, le moule de plâtre doit être envoyé au manufacturier pour la fabrication du coussin, ce qui implique évidemment un délai de livraison, élément non négligeable étant donné qu'il n'y a aucun manufacturier "Contour U" au Canada. Les frais de transport et de douanes augmentent d'autant le coût du siège de posture.

L'autre méthode de fabrication d'un siège de posture, récemment mise au point, le "Matrix System", a été développée à Vancouver et elle est actuellement en fabriqué en Angleterre. Le système "Matrix" est une approche très différente de tout ce qui existait auparavant[22,38,39,40,41]. L'orthèse est constituée d'un ensemble de pièces de plastique, d'environ 1 pouce carré. Chaque pièce de plastique est traversée par quatres broches flexibles, orthogonales et reliées en un ensemble de mailles pouvant être modelées. En appliquant une tension au

niveau des broches, le frottement entre les composantes de plastique augmente et la forme désirée peut être ainsi maintenue.

L'avantage de cette méthode est qu'il est possible de créer un siège de posture complet et ce siège peut facilement être modifié au moyen d'un simple tournevis, selon l'évolution de la situation. De plus, des mailles peuvent être ajoutées au système pour l'agrandir lorsque nécessaire à cause de croissance; cet avantage est fort appréciable pour la clientèle pédiatrique.

Les désavantages, par contre, sont qu'en moyenne de 15 à 25 heures sont requises pour compléter un positionnement avec le "Matrix System", ce qui se compare au temps mis pour réaliser un siège de posture, au moyen de méthode plus traditionnelles et plus artisanales. Ce type d'orthèse de positionnement assis est souvent jugé peu esthétique. Malgré tout, le produit final est léger et permet une bonne circulation d'air. Chacune des mailles doit être reserrées (en moyenne 100 mailles/siège) à tous les six (6) mois, pour maintenir la forme prescrite au départ.

Ce qui précède est une brève revue des méthodes de fabrication, pour différents types d'orthèses de positionnement assis existant actuellement.

Essentiellement, le but visé par ces orthèses est de fournir aux bénéficiaires, un siège de posture fonctionnel (autant que possible) et confortable (toujours possible). Le rôle des cliniciens est de choisir le type d'orthèse qui permettra d'atteindre ces objectifs, en fonction des besoins particuliers d'un client.

L'idée d'une formule universelle infaillible est utopique. Il existe autant de variables qu'il y a de clients et seule une concertation d'efforts et de ressources permettra d'atteindre les buts visés. Pour des raisons de rentabilité, l'orthèse de positionnement assis à privilégier sera celle réalisée de façon efficace, au moindre coût et dans les meilleurs délais possibles.

Néanmoins, certains points importants devront faire l'objet d'une attention particulière en vue d'améliorer ces différentes orthèses de positionnement assis. Par exemple, la simulation de la posture assise d'un bénéficiaire devant être appareillé avec une orthèse de positionnement assis, et ensuite, la simulation de cette orthèse pour vérifier l'efficacité de l'intervention tant au niveau physique que fonctionnel. Aucun outil ne permet de procéder à une telle démarche de simulation, de façon complète et efficace. En présence d'un tel outil de simulation, les orthésistes auraient l'avantage important de pouvoir vérifier

quantitativement la position et l'orientation d'une orthèse de positionnement assis, sur un fauteuil roulant, avant même la fabrication.

3.0 LE POSITIONNEMENT ASSIS A L'IRM

A l'Institut de réadaptation de Montréal, une équipe d'orthésistes et de mécaniciens en orthèses/prothèses a développé une méthode, en vue de solutionner la problématique reliée à la posture assise en fauteuil roulant. Cette méthode vise une clientèle adulte et a été mise au point pour plusieurs raisons.

Il existe sur le marché un nombre impressionnant de sièges de posture ou de composants offrant, à différents degrés, des options de solutions aux problèmes de positionnement assis. Par contre, ces solutions ne s'adressent, trop souvent, qu'à un nombre restreint de bénéficiaires et les cliniciens sont de plus en plus confrontés à une clientèle ayant des besoins de plus en plus diversifiés. Ainsi, force était de disposer, à l'IRM, d'une panoplie d'orthèses de positionnement, commercialement disponibles, afin de pouvoir desservir convenablement la clientèle. Toutes ces orthèses disponibles sur le marché ne rencontraient d'ailleurs pas les prérequis déterminés comme essentiels à un positionnement assis adéquat. Ils ne répondaient pas efficacement à l'ensemble des problèmes et des besoins de la clientèle.

Ces lacunes ont donc inspiré les intervenants de l'IRM dans leur démarche de mise au point d'une méthode de positionnement assis. Les options commerciales ont ainsi été intégrées aux orthèses de positionnement, développées à l'IRM, plutôt que d'intégrer ces orthèses de positionnement assis à des solutions commerciales. Le positionnement assis à l'IRM est le fruit de plusieurs années de réflexion et de travail et la démarche mise au point a été orientée en fonction des critères suivants:

1) Satisfaction des besoins des clients;
2) Rapidité et efficacité des services rendus;
3) Rapport qualité-prix du produit;
4) Standardisation de la production;
5) Normalisation de la démarche clinico-technique.

Il est important de noter que l'application de ces critères ne limite pas l'effort de personnalisation, au niveau de l'unité de posture, mais vise plutôt à accroître l'efficacité et la rentabilité du produit final.

Essentiellement, la démarche de l'équipe de l'IRM permet un positionnement personnalisé, à partir de procédures spécifiques et de composants techniques. Parmi les éléments d'un siège de posture personnalisé, il existe à la fois, des composants individualisés épousant les

formes corporelles mais aussi, des composants standards, typiques, qui se retrouvent sur tous les sièges de posture. Ce sont ces composants standards qui agissent comme interface d'ancrage entre les composants individualisés et le fauteuil roulant. De plus, parmi les composants individualisés, la plupart peuvent être standardisés étant donné une certaine répétition dans les formes à reproduire pour fabriquer les unités de posture pour la clientèle desservie.

Le développement de la méthode de fabrication des orthèses de positionnement assis à l'IRM repose donc sur ces prémisses techniques et sur les observations recueillies lors de l'évaluation clinique de la clientèle référée.

3.1 L'ORTHESE DE POSITIONNEMENT ASSIS

Les orthèses de positionnement assis, développées et fabriquées à l'IRM, comportent, tel que déjà mentionné, des composants techniques de base. Ceux-ci constituent en quelque sorte le coeur même d'une unité de posture. Ils sont divisés en composants individualisés et en composants standards.

Les composants d'un siège de posture sont donc de deux

types: ceux qui relèvent d'une approche personalisée en positionnement et qui, en contact avec le corps du client, agissent directement sur la posture; ceux qui peuvent être standardisés et qui agissent à titre d'interface entre les composants individualisés et le fauteuil roulant. A titre d'exemple, le coussin de dossier d'une unité de posture est un composant individualisé tandis que les mécanismes de fixation ou d'ajustement permettant d'adapter le coussin au fauteuil roulant sont des composants standards.

La première étape de développement de l'orthèse de positionnement fut de concevoir l'interface permettant de fixer les composants individualisés de l'unité de posture sur les fauteuils roulants, disponibles sur le marché. Ce concept d'interface n'est pas nouveau mais son application n'était pas exploitée au maximum. L'interface devait:

1) s'ajuster sur toute la gamme de fauteuils roulants disponibles sur le marché;
2) être légère et amovible;
3) s'adapter aux trois (3) types d'unités de posture fabriquées à l'IRM;
4) s'adapter tant au gabarit adulte que pédiatrique;
5) être fabriquée en série.

Le type d'interface choisi en vue d'atteindre ces

objectifs fut une base formée de plaques d'ABS (acrylonitrile butadene styrene) de 3/8 de pouce d'épaisseur. Ces plaques, reliées par une charnière, constituent le dossier et le siège de l'unité de posture monté sur le fauteuil roulant. Ces plaques ont été standardisées à des largeurs de 12, 14, 15, 16 et 18 pouces et à des longueurs de 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 et 21 pouces respectivement. Ces dimensions couvrent la série des formats de fauteuils roulants actuellement disponibles sur le marché et employés à l'IRM (fig.1a,1b,1c,1d).

La charnière reliant le siège et le dossier permet de basculer et de déplacer les plaques d'ABS dans l'espace d'encastrement, sur la structure du fauteuil roulant (fig.2a,2b).

Cette flexibilité d'ajustement s'avère indispensable lors du positionnement lorsqu'il est nécessaire de modifier la distribution de la mise en charge du poids, de modifier la position assise pour un meilleur confort, ou encore de régler l'angle siège-dossier ou l'angle de la bascule antéro-postérieure du siège, suite à une révision des besoins du client ou suite à de nouvelles indications cliniques.

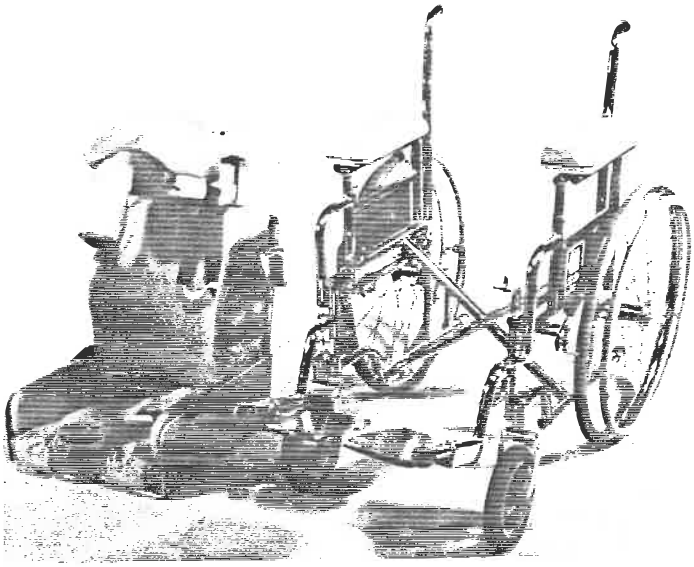


Fig.1a: Chaise EVEREST & JENNINGS

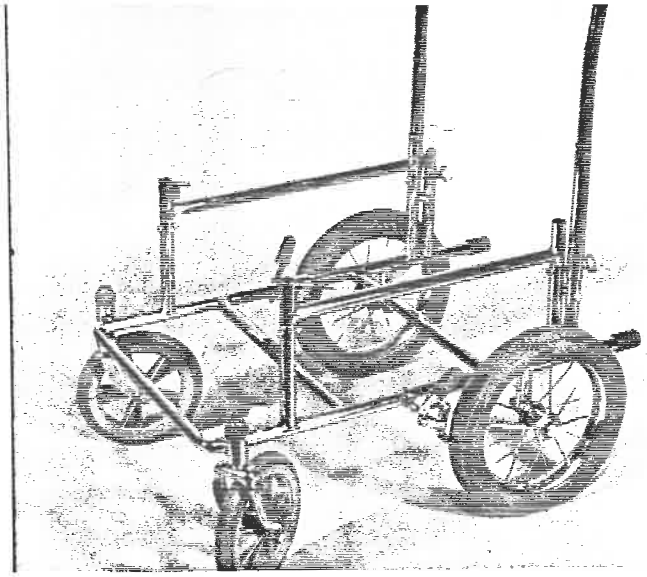


Fig.1b: Chaise MOONEY BASE de E.&J.

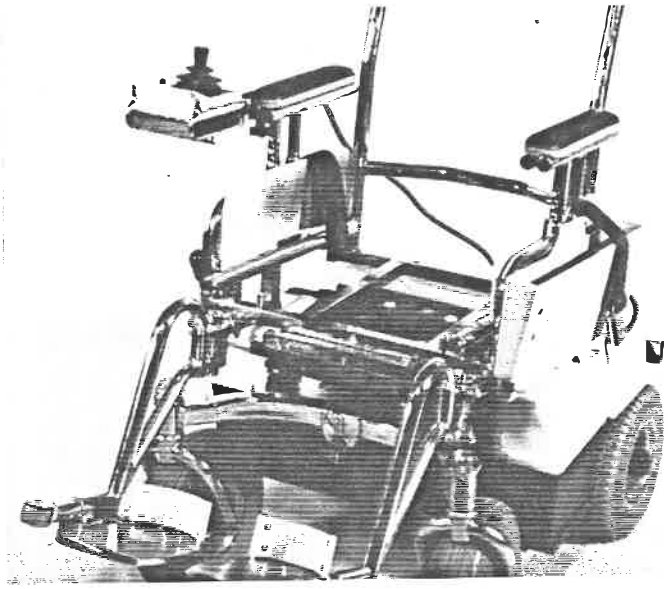


Fig.1c: Chaise FORTRESS

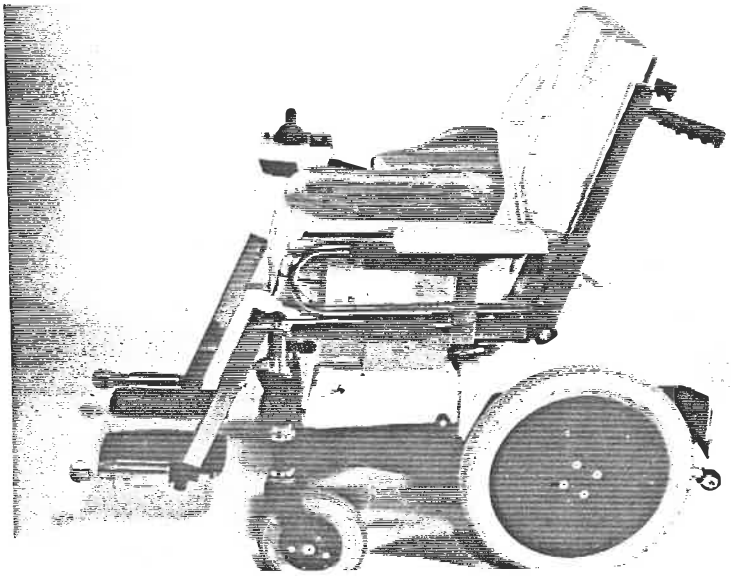


Fig.1d: Chaise TARGA

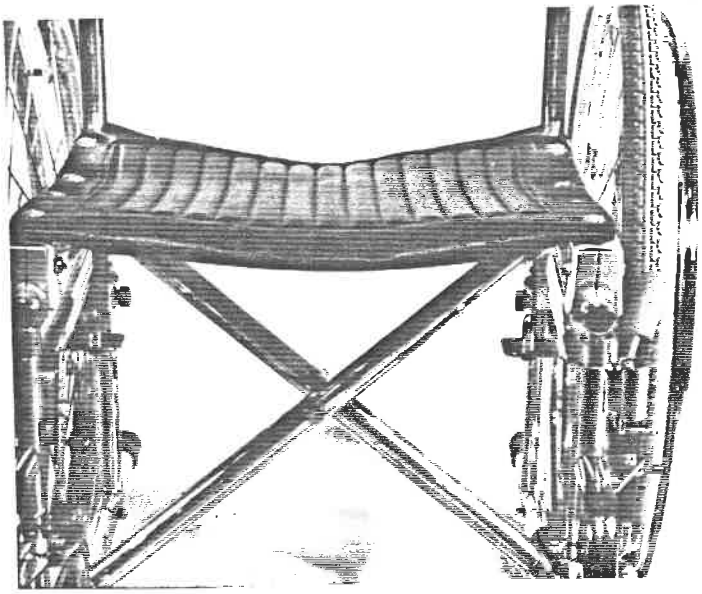


Fig.2a: Tiges transversales en "X"

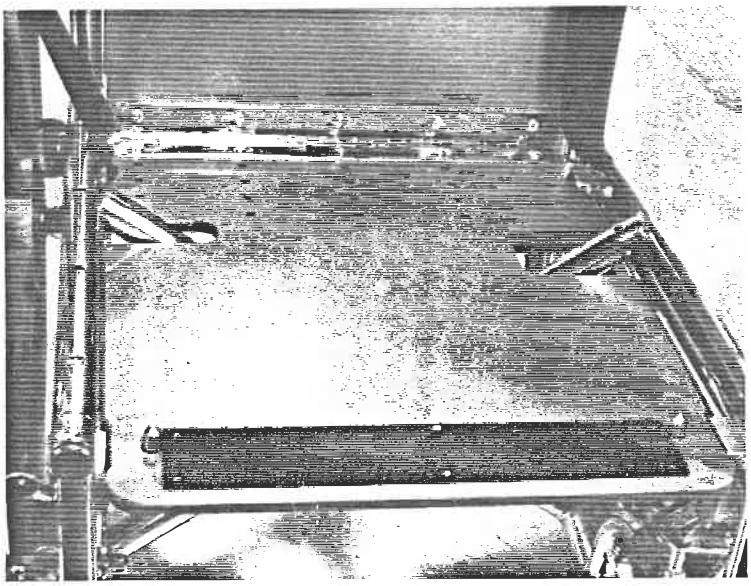


Fig.2b: Plaques d'ABS encastrées

La deuxième étape de développement de l'orthèse de positionnement fut d'identifier des modèles types d'unités de posture personnalisées pour une clientèle cible et d'associer à chacun de ces modèles, un répertoire de composants individualisés et des techniques de fabrication précises. Chacun de ces modèles types d'unité de posture devait s'adapter adéquatement à la morphologie des clients. Les unités de posture fabriquées devaient assurer une position assise confortable tout en stabilisant efficacement les régions pelviennes et/ou thoraciques des bénéficiaires. Ces bénéficiaires sont autant des enfants à l'école que des adultes au travail ou des personnes âgées vivant à la maison ou en centre d'hébergement. La condition physique de cette clientèle est variable allant d'un état stable, chronique, a un état de maladies dégénératives, avec possibilité d'une atteinte mentale allant de légère à profonde.

3.2 LE FAUTEUIL DE SIMULATION

Suite à l'évaluation d'un bénéficiaire en vue d'un positionnement assis approprié à ses besoins, les données qualitatives, résultant des observations cliniques et des estimations techniques, doivent être reproduites quantitativement en vue de la transposition à l'unité de posture placée sur le fauteuil roulant. Le fauteuil de

simulation, doté d'une grande flexibilité (fig.3) est un outil fort utile qui permet de vérifier avant la fabrication, l'efficacité de la reproduction technique, considérant les objectifs visés par le positionnement assis.

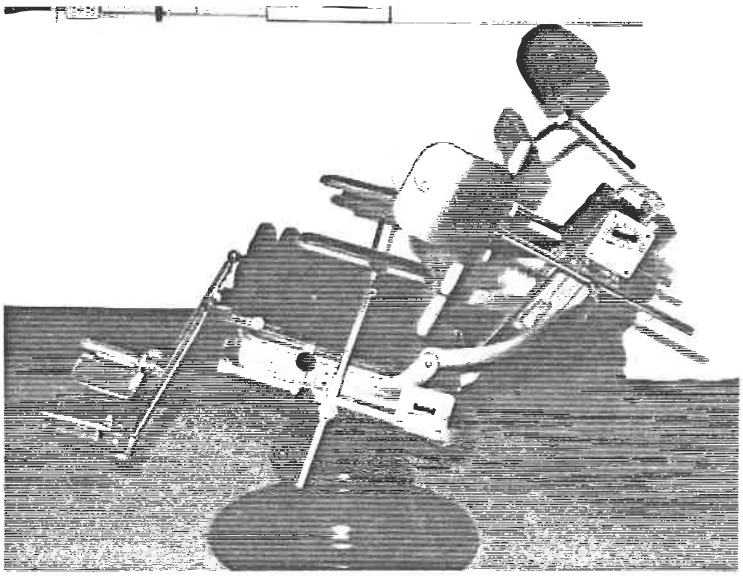


Fig.3: Fauteuil de simulation

La simulation permet ainsi de reproduire l'unité de posture anticipée pour le client, à partir de son profil clinique, de ses besoins fonctionnels et des disponibilités techniques. Le fauteuil de simulation facilite, de plus, la tâche des intervenants en réadaptation, lors de la

réalisation du devis technique de fabrication d'une orthèse de positionnement assis.

Le fauteuil de simulation pour le positionnement assis offre plusieurs avantages. D'une part, il permet une mise en situation à partir de différents composants individualisés et standards, proposés pour la fabrication de l'unité de posture. Il est ainsi possible de préciser les paramètres en vue d'un positionnement optimisant les fonctions du client et répondant à ses besoins. D'autre part, le fauteuil de simulation permet d'évaluer la pertinence et l'efficacité de l'unité de posture proposée, tout en permettant au bénéficiaire ou aux personnes ressources l'accompagnant, d'expérimenter et de visualiser l'unité de posture proposée, et ce, à un coût minimal. Les cliniciens ont, par le fait même, la possibilité fort appréciable d'observer et d'évaluer l'impact de l'orthèse de positionnement sur le fonctionnement de l'individu, et ce avant même la prescription finale, la conception et la fabrication.

Le fauteuil de simulation, développé à l'IRM, permet une multitude d'ajustements au niveau de la hauteur et de la largeur du fauteuil, au niveau de l'angle siège-dossier, au niveau de la profondeur du siège et au niveau de la bascule antéro-postérieure du siège. De plus, des

ajustements sont possibles au niveau des appui-bras et des appui-pieds. L'ajout d'un appui-tête est aussi possible. Enfin, le fauteuil de simulation s'adapte facilement pour qu'y soient incorporés, soit des composants individualisés différents (coussins, biseaux, appui-thoraciques ou pelviens etc.), soit un sac de moulage, ou soit d'autres compléments aux orthèses de positionnement assis, développés à l'IRM.

L'importance de la position des appuis-bras dans l'unité de posture a été bien documentée[42] et ne peut être sous-estimée. Un bon ajustement de ceux-ci tend à baisser l'activité myoélectrique des trapèzes, lorsqu'en position assise, et contribue ainsi à diminuer la pression intra-discale au niveau de la colonne vertébrale. De plus, un positionnement adéquat des appuis-bras est nécessaire pour assurer un bon support du tronc. Ainsi, lorsque fixés trop bas sur le siège, une cyphose dorsale ou une inclinaison latérale marquée[42] en résulte. Une telle situation engendrera une distribution barique asymétrique, au niveau des ischions, causant inévitablement des plaies dues à la pression. Chez l'individu qui a une faiblesse musculaire ou tonique, au niveau des épaules, une mauvaise position des appui-bras peut entrainer une luxation de l'articulation de l'épaule. Enfin, des douleurs aux épaules, au cou et au dos peuvent résultées d'appuis-bras

trop élevés.

Pour ce qui est des appuis-pieds, leur rôle est aussi important. Une posture assise, avec pieds suspendus, cause une situation d'instabilité, sans compter la concentration de pression créée à la partie distale des cuisses. Cette compression peut obstruer la circulation sanguine des membres inférieurs[42]. Par contre, à l'autre extrême, des appuis-pieds trop hauts enlèvent toute contribution de support qu'apportent les cuisses et concentrent la pression sur les ischions, ce qui est évidemment indésirable. Ainsi, un bon jugement de l'équipe de positionnement est de mise, et un bon essayage sur le fauteuil de simulation viendra compléter concrètement l'évaluation.

Il est important de noter qu'avant d'entreprendre cette séance rigoureuse de simulation, le type d'unité de posture destiné au client, déjà évalué, doit avoir été soigneusement identifié. Cette période de simulation guidera le choix des composants individualisés, ou encore le choix de la technique de moulage en vue de la fabrication de l'orthèse de positionnement.

3.3 LES TYPES D'UNITE DE POSTURE

L'équipe d'intervenants de l'IRM a conçu et développé

des modèles types d'orthèses pour le postionnement assis, en fonction des problèmes caractérisant les différents types de clientèles visées par le positionnement assis. Ils ont ainsi identifié trois types d'orthèses de positionnement assis: 1) l'orthèse moulée, 2) l'orthèse modulaire et 3) l'orthèse combinée, chacune étant différente dans l'approche priviligiée pour la fabrication.

3.3.1 L'ORTHESE MOULEE

L'orthèse moulée vise à reproduire exactement la morphologie du client au moyen d'un moule pris directement sur celui-ci. Les déformations corporelles étant importantes et trop irrégulières, il est difficile de fabriquer une orthèse, en tentant de reproduire la morphologie du client au moyen de composants standardisés et conçus selon une approche personnalisée.

Cette orthèse moulée est donc indiquée pour les bénéficiaires ayant des difformités thoraciques et pelviennes, telles qu'une technique de moulage intégrale du tronc et du bassin est nécessaire en vue de la fabrication d'un support efficace. Il est important de noter toutefois que pour certains clients, à cause de conditions liées à l'autonomie, au programme de réadaptation, au vécu social et à l'approche personnalisée, l'orthèse moulée sera

contre-indiquée à cause des restrictions qui y sont associées. Par contre, l'amélioration de la technique de moulage fait que ce type d'orthèse est de moins en moins contraignant sur le plan fonctionnel.

La technique de fabrication de l'orthèse moulée est rapide et efficace. Le moulage instantané, au moyen d'un sac pneumatique remplis de billes de polystyrène, employé par plusieurs intervenants en réadaptation, n'est pas nouvelle[37,43,44,45]; toutefois, quelques variations apportées à cette technique déjà connue, y confèrent des avantages importants.

Cette méthode reproduit fidèlement une forme particulière. Le principe réside dans le fait qu'un sac hermétique, rempli de billes de polystyrène (ou autres), retient la forme à laquelle on le soumet, lorsqu'on y fait le vide. Cette technique permet une estimation préliminaire quant à la forme recherchée, au moyen du sac et par la suite des modifications peuvent y être apportées directement en variant la pression à l'intérieure du sac. Ceci modifie la consistance du matériau, de celle d'une glaise à modeler à celle d'une pâte molle.

Pour fabriquer l'orthèse de positionnement assis moulée, deux sacs pneumatiques sont installés dans le

fauteuil de simulation et ainsi, les empreintes au niveau du dos et du bassin du client sont prises, en fonction d'une position de bascule antéro-postérieure du siège et d'un angle siège-dossier optimimal. L'empreinte est par la suite reproduite à l'aide d'un moule de plâtre. Celui-ci servira de moule négatif pour la reconstitution de l'orthèse moulée, à partir d'une mousse liquide coulée dans une boîte de plastazote. Comme le démontre la figure 4, l'orientation et la profondeur du plâtre dans la boîte sont soigneusement maintenues par un système de broches (fig.4).

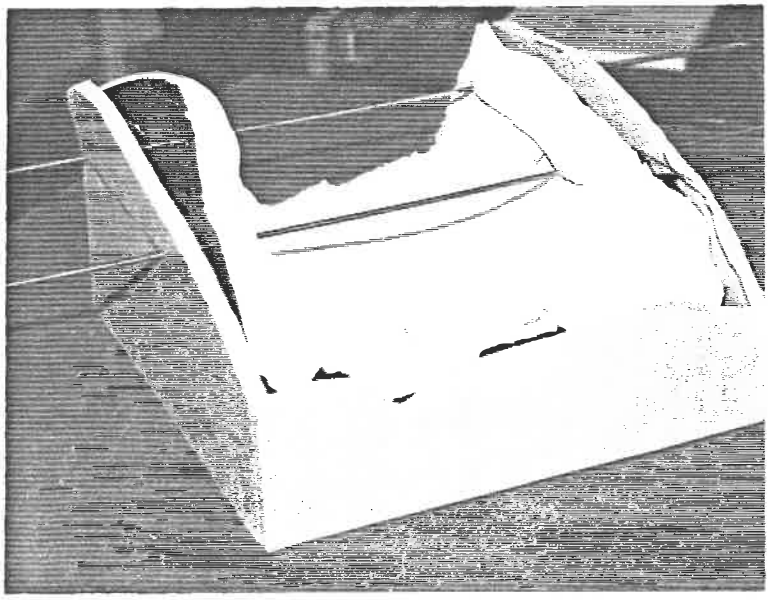


Fig.4: Boîte de plastazote avec broches

Une fois le moule coulé dans la boîte de plastazote, celui-ci est taillé en vue de pouvoir l'adapter aux plaques

d'ABS (dossier-siège), constituant l'interface d'ancrage entre l'orthèse de positionnement et le fauteuil roulant. Ces composants standards sont fixés au fauteuil roulant en respectant l'angle optimum entre le siège et le dossier.

L'étape de fabrication de la boîte de plastazote, servant au moulage de l'orthèse, est la plus artisanale et la plus longue. Par contre, elle évite la fabrication d'une coquille rigide en ABS, comme c'était d'ailleurs le cas auparavant. Cette coquille s'avérait beaucoup trop rigide et engendrait des problèmes importants, tant au niveau de la fonction que de l'esthétisme. L'utilisation de la boîte semi-rigide en plastazote permet de régler les problèmes fonctionnels et esthétiques.

Ce type d'orthèse, plus flexible, permet le port de vêtements plus épais, ou encore, la possibilité d'une légère variation de posture à l'intérieur de l'orthèse. Une housse recouvrant l'orthèse moulée lui donne une allure plus esthétique et complète la fabrication du produit. Cette housse dite "respirante", est lavable et antidérapante.

3.3.2 L'ORTHESE MODULAIRE

L'orthèse modulaire est indiquée pour une clientèle

affligée par des difformités ou des contractures au niveau articulaire engendrant des problèmes mineurs de posture assise et de fonction. Cette clientèle, affectée par une instabilité posturale, pourra utilisée un fauteuil roulant, moyennant quelques ajustements au moyen d'une orthèse modulaire. Ce type d'orthèse répond aux besoins d'une clientèle sans difformités thoraciques et/ou pelviennes importantes et s'il y en a, facilement réductibles. Bref, si une déviation peut être corrigée, et si aucune autre complication en découle, l'orthèse modulaire est privilégiée.

Les corrections apportées à la posture peuvent varier d'un bénéficiaire à l'autre, mais on retrouve, parmi ce type de clientèle, une répétition mesurable de gabarits morphologiques. Ceci a pu être vérifié depuis plusieurs années et a permis la fabrication en série, de composants individualisés utilisés dans la fabrication d'orthèses de positionnement, moyennant quelques modifications mineures lors de l'installation.

Ces composants comprennent entre autres des coussins, des biseaux et pour chacun, il existe un choix de mousse pour la fabrication. Un orthésiste expérimenté en positionnement assis peut facilement concevoir, à partir de tous ces composants, une orthèse de positionnement assis

personnalisée, harmonieuse et efficace, selon une approche modulaire (fig.5).

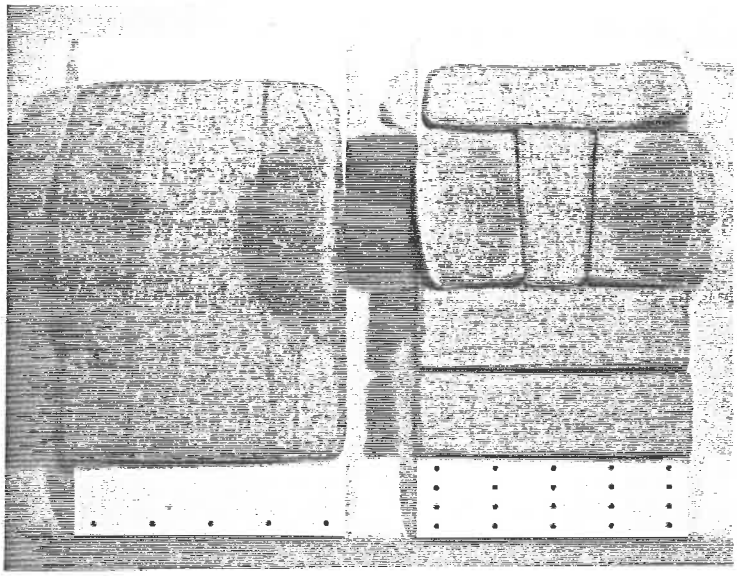


Fig.5: Orthèses modulaires

Les composants individualisés seront incorporés de façon précise sur les plaques d'ABS, fixées à la structure du fauteuil roulant, au moyen de composants standards.

3.3.3 L'ORTHESE COMBINEE

L'orthèse combinée, comme son nom l'indique, est une combinaison de l'orthèse modulaire et de l'orthèse moulée; soit, approche modulaire pour le siège et approche par

moulage pour le tronc ou vice-versa. Ce type d'orthèse est indiqué pour la clientèle présentant des déficiences résultant en des déformations morphologiques importantes, au niveau du tronc ou au niveau du bassin et lorsque la morphologie n'exige pas nécessairement une approche par moulage complet. L'orthèse combinée est de plus suggérée pour les personnes autonomes pour lesquelles une orthèse moulée, quoique efficace au point de vue postural, serait trop contraignante et viendrait gêner l'autonomie de cette personne.

La technique de moulage utilisée est la même que pour l'orthèse moulée, soit à l'aide du sac pneumatique. Cette technique, tel que déjà mentionné, est fidèle et efficace dans la reproduction de formes. Pour l'aspect modulaire de l'orthèse, les composants sont choisis à partir des composants individualisés et standards et peuvent être modifiés au moment de l'installation sur le fauteuil roulant en vue d'un produit plus personnalisé. Des coussins, disponibles sur le marché, peuvent aussi être utilisés pour compléter l'unité de posture.

Les composants individualisés et les composants moulés, viendront se fixer sur l'unité siège-dossier, constituée par les plaques d'ABS, ancrées préalablement dans la structure du fauteuil roulant en respectant les

paramètres optimaux déjà établis lors de la simulation. Les plaques d'ABS sont fixées au moyen d'un système de blocs et de goupilles rendant la base siège-dossier amovible, tout en étant sécuritaire (fig.6).

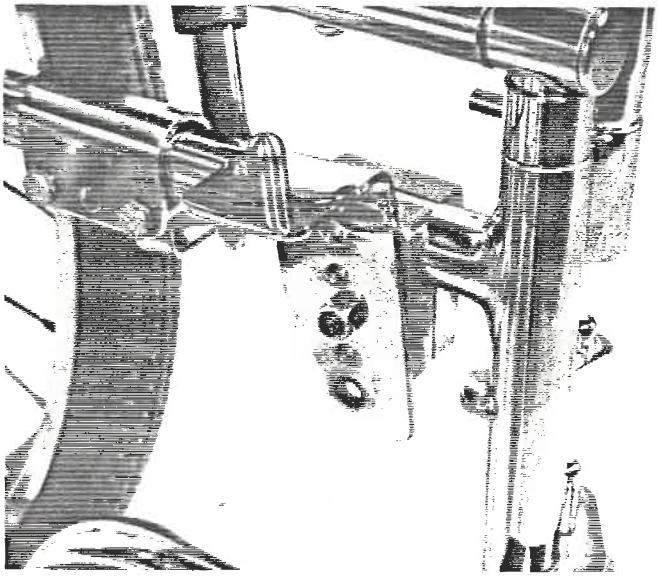


Fig.6: Goupille d'ancrage

3.4 LA FABRICATION D'UNE UNITE DE POSTURE

Quoique différents, ces trois types d'orthèses prennent forme à partir d'une fabrication initiale semblable. Certains composants standards agissent comme interfaces d'ancrage entre les composants individualisés et

le fauteuil roulant.

Suite à la simulation, tous les paramètres et les dimensions du siège de posture sont précisés et doivent être transposés sur le fauteuil roulant prescrit ou déjà utilisé par le bénéficiaire. Les cuirettes du siège et du dossier, doivent alors être retirées du fauteuil roulant et remplacer par deux plaques d'ABS, reliées au moyen d'une charnière (fig.7). L'unité siège-dossier constituée par les plaques d'ABS est intégrée à la structure du fauteuil roulant en respectant les angles d'inclinaison ou de bascule antéro-postérieure du siège, déterminés lors de la simulation.

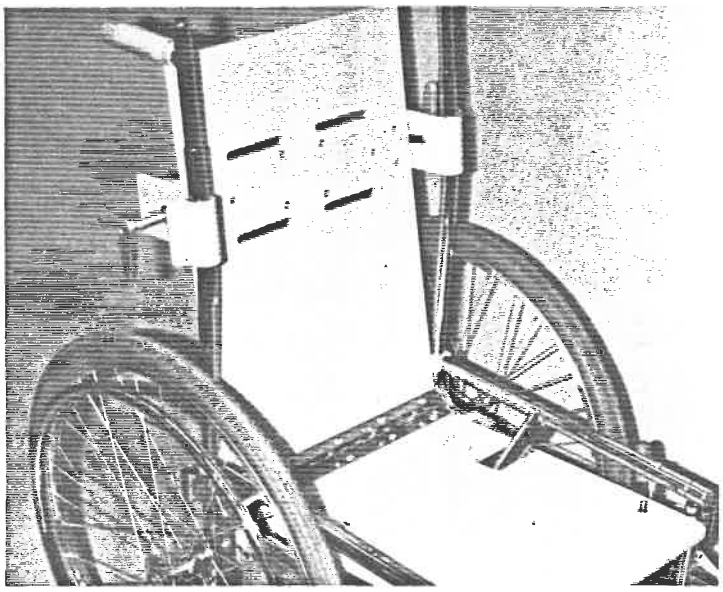


Fig.7: Plaques d'ABS reliées par une charnière

Lorsqu'une orthèse moulée est privilégiée et que l'angle siège-dossier simulé correspond à celui déjà existant au niveau du fauteuil roulant, les cuirettes sont maintenues en place et l'orthèse est moulée directement sur le siège en cuir du fauteuil roulant. Si non, on remplace les cuirettes par les bases d'ABS ce qui est d'ailleurs plus fréquent.

Le design des plaques d'ABS permet l'installation de celles-ci dans quelqu'angle que ce soit, sans risque d'interférer avec la structure du fauteuil roulant, entre autre, au niveau des tiges transversales en "X" des fauteuils roulants de la compagnie "Everest and Jennings" (fig.2a).

La fixation de ces plaques au fauteuil roulant se fait au moyen du système de blocs d'ancrage munis d'une goupille tel que démontré à la figure 6. Au niveau du dossier, ce système est constitué de pinces et d'une glissière à manette de serrage, lequel sytème permet de modifier facilement l'angle d'inclinaison du dossier (fig.8). Cette possibilité d'ajustement permet une redistribution barique, au niveau des régions dorsales. Une telle flexibilité au niveau de l'unité siège-dossier s'avère un outil important dans la lutte contre les plaies, étant donné la possibilité de modifier les zones de pression lorsqu'un bénéficiaire

est immobilisé en position assise. Un autre avantage de cette flexibilité d'ajustement est la possibilité d'éviter les chutes de pression artérielle, chez des bénéficiaires incapable de se mouvoir[45]. Ces avantages peuvent être toutefois contrés si l'inclinaison du dossier vers l'arrière entraîne, chez le bénéficiaire, des forces de cisaillement au niveau des fesses, forces engendrées par la redistribution du poid[46].

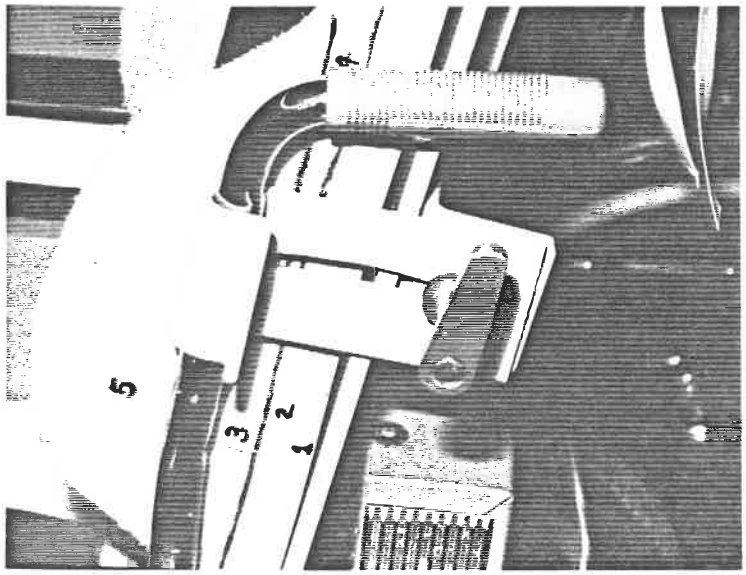


Fig.8: Manette de serrage

Les plaques d'ABS formant l'unité siège-dossier peuvent être facilement retirées du fauteuil roulant, rendant ainsi l'unité de posture amovible, sans toutefois

compromettre la solidité et la sécurité de l'orthèse de positionnement. L'avantage évident d'une orthèse de posture amovible est la possibilité de la transférer d'un fauteuil roulant à un autre, minimisant ainsi, le temps et les coûts de fabrication. Une orthèse de postionnement assis amovible est essentielle en vue de faciliter le transport du fauteuil roulant ou encore le transfert d'un bénéficiaire de petite taille, à l'auto ou ailleurs.

Il est à noter que tout les composants standards, agissant comme interface entre l'un ou l'autre des types d'orthèses et le fauteuil roulant, sont fabriqués en série.

Afin d'améliorer le confort des bénéficiaires, surtout par temps chauds et humides, des modifications peuvent être apportées au niveau des unités de posture. Les modifications visent, d'une part à limiter le degré de pression exercée sur les surfaces du corps en contact constant avec le siège et/ou dossier de l'unité de posture et d'autre part, à favoriser un meilleur contrôle du "micro-climat" entourant les surfaces de contact. Des études ont démontré que la résistance de la peau diminue considérablement lorsqu'elle est humide, la peau étant ainsi plus vulnérable aux forces de compression et de cisaillement auxquelles elle est soumise[4,5,6,7]. Les chercheurs ont démontré qu'une augmentation de température

de 1 degré Celsius, au niveau de l'épiderme, engendre une augmentation de 10% dans le métabolisme épidermique, provoquant une augmentation de la demande d'oxygène véhiculée par le sang. L'apport d'oxygène n'étant pas suffisant, comme c'est souvent le cas, les tissus se nécrosent. L'humidité de la peau étant une des causes des plaies de pression, il est donc important d'améliorer les conditions d'aération au niveau des sièges de posture. Ainsi, des perforations pratiquées à divers endroits sur les coussins et sur les plaques d'ABS, tant au niveau du siège que du dossier favorisent l'aération des surfaces de contact. Les perforations doivent être effectuées, toutefois, de façon à ne pas compromettre la solidité de l'orthèse.

Quoique la reproduction des courbes morphologiques, au moyen des différents types d'orthèses soient bonnes, la fabrication de ces orthèses de positionnement assis à l'IRM, ne se fait pas sans la confrontation aux problèmes rencontrés par tous les autres fabriquants d'orthèses, problèmes déjà énumérés plus tôt.

La localisation dans l'espace et l'installation de l'orthèse de positionnement assis sur la structure du fauteuil roulant demeurent la problématique majeure. Les orthésistes en positionnment assis travaillent uniquement

par essais et erreurs tentant d'assurer une posture assise appropriée et fonctionnelle pour le bénéficiaire.

Les orthésistes doivent considérer, à la fois, le milieu de vie du bénéficiaire, la façon de se propulser en fauteuil roulant, l'évolution de la condition physique, ses activités de la vie quotidienne et les activités des personnes ressources dans son entourage. Tous ces facteurs influencent le choix du type d'orthèse de positionnement assis pour un bénéficiaire, mais surtout, ils influencent la localisation et l'orientation de l'orthèse sur la structure du fauteuil roulant.

Les orthésistes se doivent de vérifier quantitativement les résultats de la localisation de l'orthèse de positionnement assis ainsi que l'orientation sur le fauteuil roulant, avant même la fabrication de l'orthèse. Pour assurer une intervention efficace tant sur le plan physique, psycho-social et fonctionnel, l'emplacement de l'orthèse de positionnement sur le fauteuil roulant, doit être reproduit avec autant d'exactitude qu'elle a été conçu au niveau du fauteuil de simulation.

Un outil qui se prête particulièrement bien à cette démarche de reproduction est le dessin et la conception

assisté par ordinateur (DAO et CAO). Dans les chapitres qui suivent, le DAO et la CAO seront décris brièvement, avant de procéder à l'explication du développement et de l'utilisation d'un outil de mesure, créé à partir d'un logiciel de CAO, et qui tente de solutionner les problèmes de conception et de fabrication d'une orthèse de positionnement assis. La CAO permettra de faire une visualisation et une analyse de l'unité de posture qui a été conçue, avant la fabrication et le DAO permettra de dimensionner le produit final pour créer le devis technique qui guidera le mécanicien lors de la fabrication. Cette démarche permettra de solutionner les problèmes reliés à l'installation de l'orthèse sur la structure du fauteuil roulant.

4.0 LE DAO ET LA CAO

4.1 INTRODUCTION

Une collaboration développée entre l'Ecole Polytechnique de Montréal (EPM) et l'Institut de Réadaptation de Montréal (IRM), a permis d'introduire le dessin et la conception assistée par ordinateur (DAO ET CAO) dans les techniques de fabrication des orthèses de positionnement assis, développées à l'IRM.

La CAO et le DAO sont respectivement la conception et le dessin assistés par ordinateur. La CAO comprend la création des données qui décrivent l'objet à concevoir, de la manipulation de ces données afin d'aboutir à une forme achevée de conception et enfin, le DAO permet la génération des informations nécessaire à la fabrication de cet objet à partir de ces données[47]. Ainsi le DAO fait parti intégrante de la CAO.

Au cours des dernières années, l'utilisation de la CAO a été réservée aux grandes entreprises et plus particulièrement à celles dans les secteurs de l'aéronautique et de l'automobile. L'objectif visé par l'utilisation de la CAO était, soit de réaliser une fonction ou d'effectuer un calcul que seul le recours à

l'informatique permettait d'envisager, soit d'améliorer la rentabilité d'une opération très ponctuelle du processus de conception. Cette utilisation donnait lieu à des applications spécifiques telles la modélisation de surfaces particulières (voilures aéronautiques ou carrosseries automobiles), la simulation de mécanismes, le calcul de structure par la méthode des éléments finis, etc.

L'acquisition et l'utilisation judicieuse d'un système de CAO offrent plusieurs avantages. Les entreprises se dotent de systèmes de CAO pour les raisons suivantes: productivité accrue, rentabilité, qualité améliorée des produits, homogénéité des méthodes et impact commercial favorable.

L'amélioration constante des possibilités et des performances des logiciels de CAO et la réduction du coût des équipements informatiques permettent maintenant d'envisager une utilisation plus généralisée de la CAO.

4.2 COMPARAISON DES LOGICIELS

Il y a sur le marché actuel une série de logiciels de de CAO. Le choix d'un logiciel en vue de réaliser les objectifs spécifiques, nécessitait une attention et une analyse particulière.

L'application de la CAO dans le cadre de la procédure de positionnement assis à l'IRM exigeait que le logiciel retenu soit utilisable sur un micro ordinateur et ce pour des raisons de coût et pour fin de diffusion éventuelle du produit. De plus, le logiciel devait idéalement générer des modèles en 3 dimensions avec une flexibilité permettant de manipuler indépendamment les vues orthogonales de ces modèles. Ceci était souhaité car l'information serait traitée plus facilement en trois dimensions. Le logiciel de CAO devait être relativement simple à utiliser car il serait à la disposition d'usagers non-initiés à ce type d'outil ou d'autres types d'outils informatiques, en général. Enfin tout en répondant à ces critères, le logiciel devrait être le moins dispendieux possible.

Plusieurs systèmes sur le marché se veulent des systèmes de CAO en 3-D, mais en réalité, ils sont des logiciels de catégorie 2.5-D. Tel est le cas de la dernière version "Autocad Feature 9" ($1000). Seule la version "Autocad Feature 10" attendue en 1989, permettra la conception de modèles en 3-D réel.

Les logiciels de catégorie 2.5-D ne permettent pas la construction tridimensionnelle selon les coordonnées cartésiennes X, Y, Z. Ces systèmes permettent la

construction d'isométriques en faisant des projections orthogonales selon l'axe "Z". Des entités peuvent être créées sur la projection de l'élévation dans un plan de l'axe "Z". Une allure tri-dimensionnelle est ainsi obtenue. Cependant, la conception de modèles complexes devient très compliquée ou parfois impossible, avec cette catégorie de logiciel. Compte tenue des objectifs poursuivis, cette catégorie de logiciels s'est avérée peu efficace.

Le logicel CADKEY est le logiciel de catégorie 3-D le moins couteux ($750), et il fonctionne sur micro-ordinateur. Les versions 2.11 et supérieures permettent la création de modèles 3-D réels en coordonnées cartésiennes X, Y, Z. De plus, elles permettent de travailler individuellement sur n'importe quelle vues orthogonales et toutes modifications apportées se transposent automatiquement sur chacune des autres vues. Ainsi, toutes les vues sont reproduites en même temps et les erreurs sont facilement dépistées. De cette façon, des pièces en 3-D peuvent être modélisées avec un choix de plusieurs couleurs et il est possible de vérifier à l'écran s'il y a des interférences non voulues entre chacunes des pièces. La version 3 permet de visualiser rapidement le modèle créé et ce quelque soit la vue désirée, incluant une projection isométrique, rendant ainsi cette dernière tâche plus facile.

Un autre avantage présenté par les dernières versions de CADKEY (2.11 et plus) est qu'elles permettent la création de deux catégories de fichiers, soit des "part files" et des "pattern files". Les "part files", contiennent des pièces principales, tandis que les fichiers "pattern" sont créés à partir de structures à usage répété, c'est-à-dire à partir de pièces utilisées à divers endroits, dans un même fichier "part", telle une série de vis (pattern) à insérer dans une série d'endroits précis sur une pièce principale "part" quelconque. A titre d'exemple, considérons la représentation d'un jeu d'échec, avec le logiciel CADKEY. L'échiquier, pièce unique, principale, sera créé dans fichier "part". Les pièces semblables qui se répètent, tel les pions, pourront être créés dans un fichier "pattern". Ainsi, il s'agit de créer un seul pion dans un ficher "pattern", et de le répéter automatiquement aux endroits désirés sur l'échiquier. Il est important de noter que les fichiers "pattern" peuvent être redessinés sur l'écran, selon l'angle et/ou selon un facteur de grossissement déterminé par l'usager, ce qui est un avantage très important dans le cadre du projet actuel. Enfin, il est facile de changer la couleur des pièces dessinées. Il est important de signaler qu'on peut interchanger une pièce désirée d'un fichier "part" à un fichier "pattern" et vice-versa. La version "Release 9" de

"AUTOCAD offre aussi ces avantages.

Un prérequis important était celui de la simplicité relative de l'emploi du logiciel pour un usager non-initié. Les logiciels "CADKEY 3" et "AUTOCAD Release 9" permettent ceci à un niveau acceptable. Les menus sont bien affichés, avec un minimum de jargon. L'usager est interpelé à chaque étape de sélection de menu. De plus, chaque opération qui a été effectuée est bien affichée pour que l'utilisateur suive l'évolution dans les menus de sélection. Certaines commandes rapides permettent d'accéder à des menus ou sous menus directement. Un avantage supplémentaire qu'offrent les versions 3 de CADKEY est qu'elles permettent de personnaliser des menus ainsi que les interpellations ("prompts") affichées qui les accompagnent. Néanmoins, à long terme, cette possibilité de personnalisation de menus ne s'avère pas une avenue avantageuse à exploiter si on considère qu'elle empêchera, dans une certaine mesure, les usagers de se familiariser avec le fonctionnement général du logiciel. Certains usagers, ayant déjà utilisé le logiciel, ont réitéré cette idée. Ils ont manifesté l'intérêt et surtout l'importance de connaître le logiciel entier pour pouvoir l'exploiter au maximum, à court et long terme. Il est évident qu'éventuellement les nouveaux usagers devront ajouter des nouvelles composantes dans la banque de données du système, ou auront à modifier celui-ci

pour mieux s'adapter à l'évolution des besoins et des produits disponibles sur le marché. Ainsi une connaissance plus approfondie du logiciel ne fera que simplifier leur tâche, face à une telle éventualité.

Il y a d'autres avantages à la version 3 de CADKEY lesquels sont important à souligner: ce sontl'utilisation possible d'un interface IGES, (Initial Graphics Exchange Specification), avec 2 directions "IN-OUT", formulant un format graphique normalisé qui permet de communiquer avec d'autres logiciels, DXF ("Data Exchange Files") qui permet de transformer un fichier représenté en 2-D à un fichier en 3-D compatible avec CADKEY, "Solid Synthesis" (un logiciel de reconstruction surfacique), CADL (CADKEY Advanced Design Language) en vue de l'intégration d'éléments finis, de systèmes à commande numérique, de calcul de volume, etc. On retrouve l'équivalent de ces modules avec le logiciel "AUTOCAD Release 9". Tous ces modules seront avantageux à long terme.

Au niveau du prix, la différence entre les logiciels CADKEY version 3 et AUTOCAD Release 9, est de $250 en faveur du logiciel CADKEY version 3. Cette différence est appréciable.

Enfin, il y a un minimum d'équipement informatique

requis pour l'utilisation de ces deux logiciels. L'usager doit se doter d'un micro-ordinateur IBM PC/XT/AT, ou tout autre micro ordinateur compatible, possédant un disque dur dont la capacité de mémoire est de 3.5 Megabyte et un lecteur de disquette (3.5" ou 5.25"). Un écran couleur, avec une carte graphique CGA (Color Graphics Adapter) ou avec toute autre carte de qualité supérieure, est nécessaire. De plus, la version DOS 2.0, ou supérieure, est requise, et l'ordinateur doit avoir 640 KB de mémoire vive. Un traceur de courbes ainsi qu'un co-processeur (8087 avec un XT ou 80287 avec un AT), est presque essentiel pour assurer une vitesse d'opération satisfaisante.

En conclusion, la version 3, du logiciel CADKEY de la compagnie Microsystems, offrant les avantages les plus intéressants, est donc favorisé. De plus, la différence de prix ($250) entre la version 3 du logiciel CADKEY et le logiciel AUTOCAD Release 9, le logiciel qui se rapproche le plus de celui-ci en terme de pertinence pour répondre à nos besoins, est appréciable. Ce choix s'avère le meilleur pour mieux réaliser les objectifs actuels du projet et ceux qui se présenteront dans le futur.

4.3 METHODOLOGIE DE DEVELOPPEMENT

La collaboration développée entre l'Ecole

Polytechnique et l'Institut de Réadaptation de Montréal a permis d'introduire le DAO et la CAO dans les techniques de fabrication des orthèses de positionnement assis développées à l'IRM. L'utilisation du logiciel de CAO "CADKEY", version 3.02 de "Microsystems", d'un micro ordinateur IBM AT, avec une carte graphique EGA, un écran couleur, et un co-processeur 80287, a permis de créer une banque de données complète. Celle-ci comprend toute une gamme de fauteuils roulants disponibles sur le marché actuel (170 en tout), en plus d'une série de composants standardisés (254), développés à l'IRM pour fabriquer des orthèses de positionnement assis personnalisées. La banque de données inclut la plupart des fauteuils roulants des compagnies "Everest & Jennings" (figures 9 et 10), "Fortress Scientific" (figure 11) et "Ortho-Fab" (fig.12). La banque de données a été créée à l'aide des catalogues de fauteuils roulants dimensionnés, fournis par les différents manufacturiers de fauteuils roulants, et par mesures directes. Les instruments de mesure (pied à coulisse et ruban à mesurer) offraient suffisamment de précision pour satisfaire nos besoins. Une erreur de plus ou moins 1/32 de pouce, sur chacune des mesures est acceptable. Les modèles de fauteuils roulants inclus dans la banque de données, sont ceux qui sont le plus souvent utilisés à l'IRM.

National Library
of Canada

Canadian Theses Service

Bibliothèque nationale
du Canada

Service des thèses canadiennes

NOTICE

QUALITY OF THIS MICROFICHE
HEAVILY DEPENDENT UPON THE
LITY OF THE THESIS SUBMITTED
MICROFILMING.

ORTUNATELY THE COLOURED
JSTRATIONS OF THIS THESIS
ONLY YIELD DIFFERENT TONES
GREY.

AVIS

LA QUALITE DE CETTE MICROFICHE
DEPEND GRANDEMENT DE LA QUALITE DE LA
THESE SOUMISE AU MICROFILMAGE.

MALHEUREUSEMENT, LES DIFFERENTES
ILLUSTRATIONS EN COULEURS DE CETTE
THESE NE PEUVENT DONNER QUE DES
TEINTES DE GRIS.

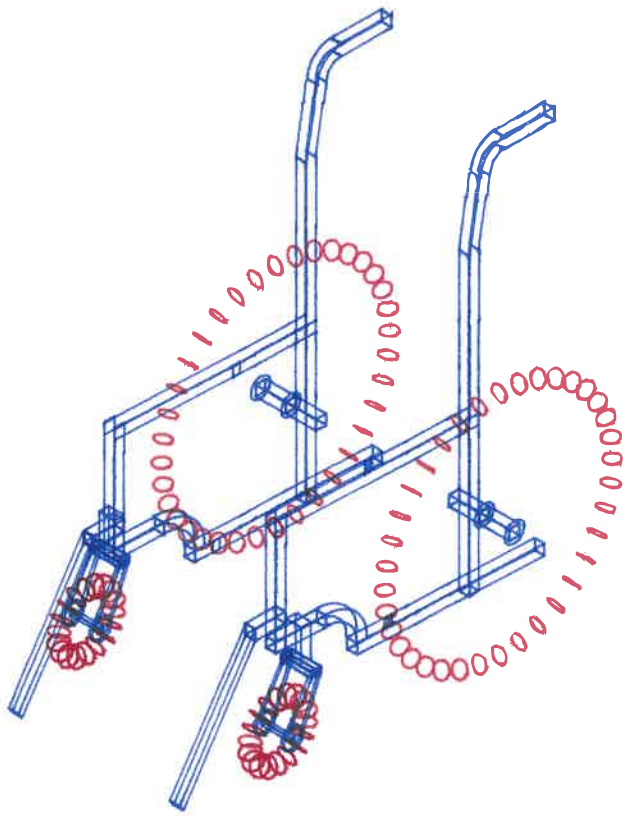


Fig.9: Modèle EVEREST & JENNINGS manuel

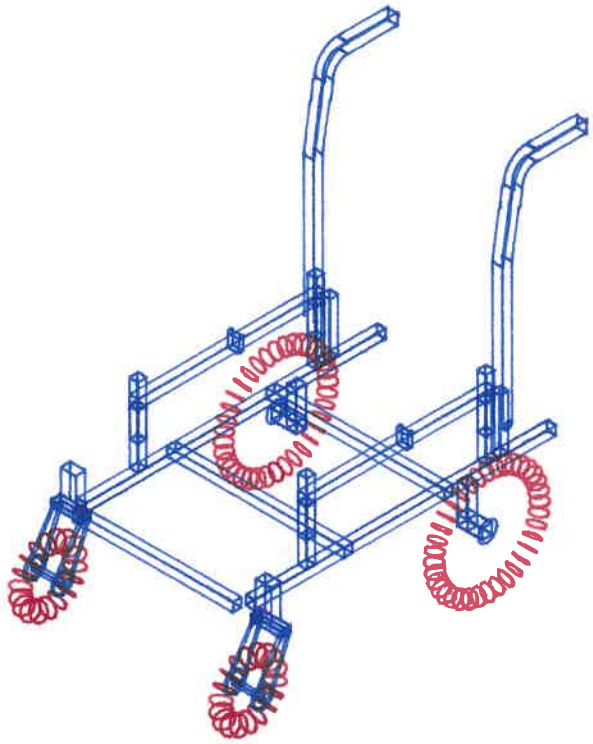


Fig.10: Modèle MOONEY BASE de EVEREST & JENNINGS

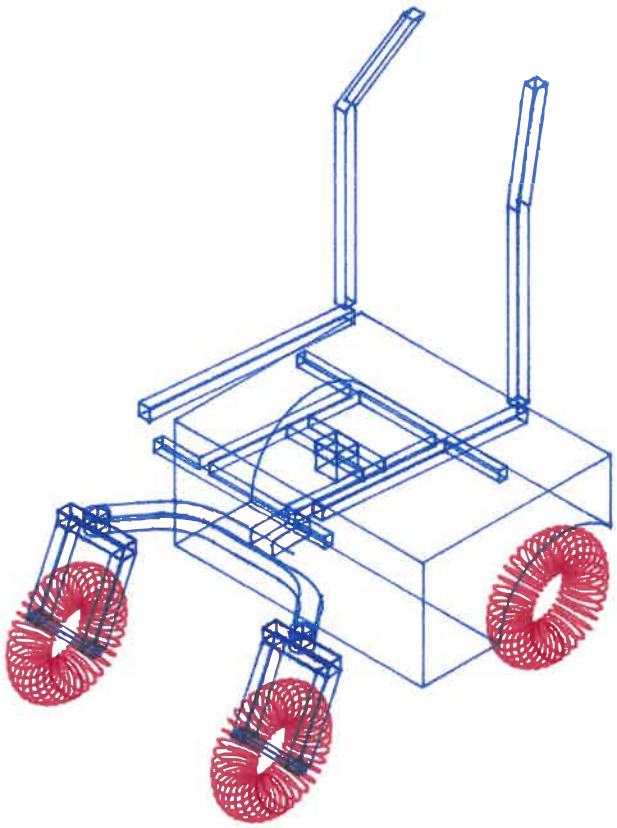


Fig.11: Modèle FORTRESS

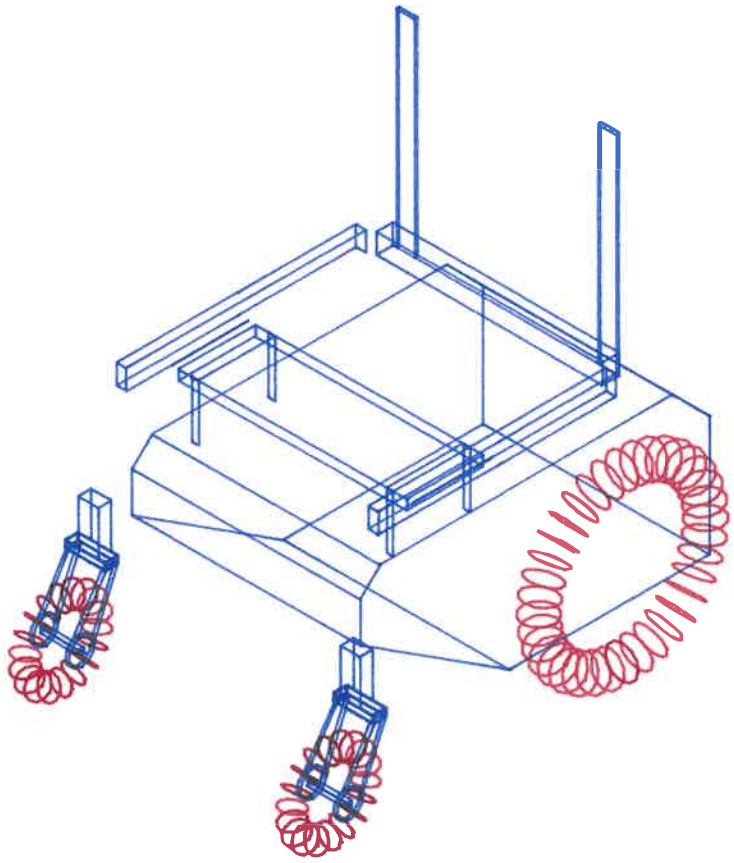


Fig.12: Modèle TARGA

Les fauteuils sont dessinés à l'échelle afin d'y inclure toutes les structures principales, telles les diamètres et la position des roues, les positions et les dimensions des tuyaux verticaux du dossier et des tuyaux horizontaux du siège. De plus, la position des barres transversales en "X" (fig.2a), est incluse dans le cas des fauteuils roulants manuels de "Everest & Jennings". Le système informatique permet aussi l'inclinaison du dossier lorsqu'on travaille à partir d'un fauteuil roulant dont le dossier est inclinable (fig.13).

Pour ce qui est des composants standards, la banque de données inclut toute la série de bases d'ABS (fig.14), les biseaux de siège (fig.15), les biseaux dorsaux (figures 16 et 17) les coussins de siège (fig.18), les appui-bras (fig.19), les appui-pieds (fig.20) et les appui-jambes élévateurs (fig.21). La liste complète de tous les composants ainsi que celle des fauteuils roulants est présentée à l'annexe 1.

Le logiciel a été adapté de telle sorte que l'usager peut faire appel à n'importe quel fauteuil roulant inclus dans la banque de données, l'afficher sur l'écran de l'ordinateur et le visualiser sous tous les angles nécessaires, incluant une vue isométrique représentant le modèle tri-dimensionnel. De plus, il peut sélectionner tous

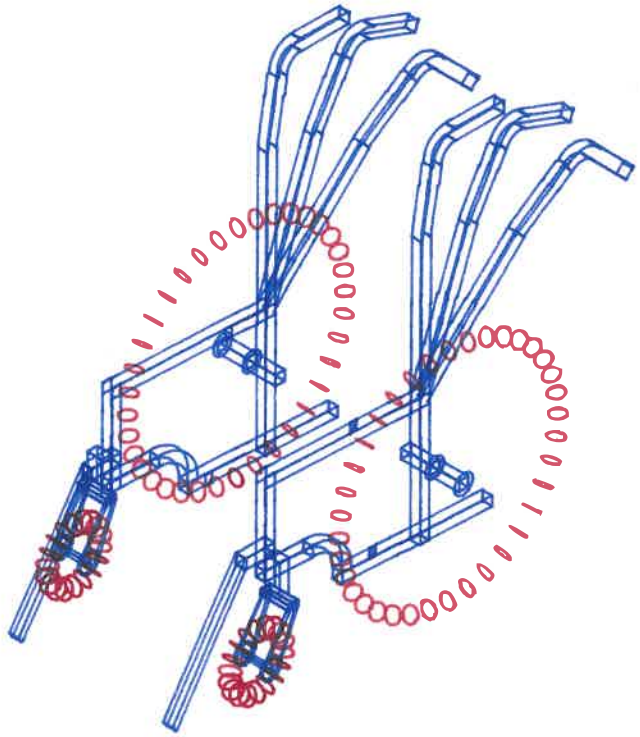


Fig.13: Exemple de la possibilité
d'inclinaison de la structure de dossier

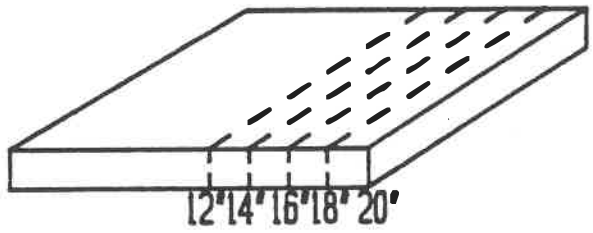


Fig.14: Plaque d'ABS

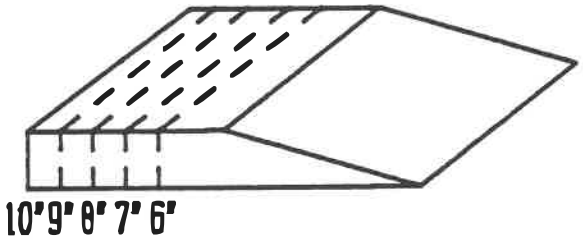


Fig.15: Biseau de siège

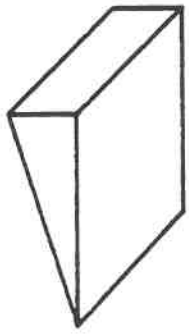


Fig.16: Biseau thoracique

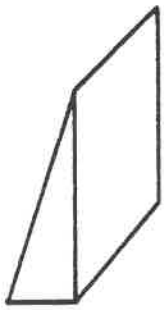


Fig.17: Biseau lombaire

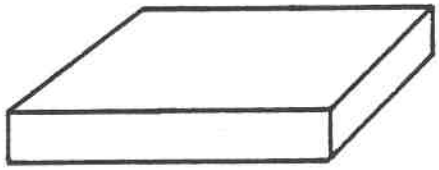


Fig.18: Coussin de siège

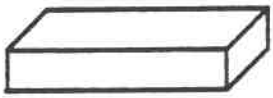


Fig.19: Appui-bras

Fig.20: Appui-pied standard

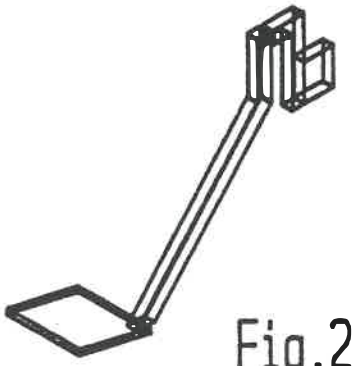


Fig.21: Appui-jambe élévateur

les composants standards et les manipuler sur l'écran pour recréer graphiquement les paramètres optimum, déterminés au préalable lors de la séance d'essayage sur le fauteuil de simulation. En d'autres termes, l'usager peut déplacer graphiquement une structure de siège et de dossier sur la structure d'un fauteuil roulant affiché à l'écran, faire varier l'angle et la hauteur du siège, la profondeur et l'angle du dossier, l'angle de bascule du siège, pour tenter de reconstituer le siège de posture optimal. Il peut faire la même chose avec les appui-pieds et les appui-bras. Lorsque le produit désiré est obtenu, l'usager peut facilement dimensionner le tout pour enfin créer un dessin technique prêt pour l'étape de fabrication (fig.22). Une vue isométrique de l'orthèse sur le fauteuil roulant est démontré à la figure 23. Un manuel de l'usager destiné aux orthésistes qui se serviront de cet outil de simulation, est inclus à l'annexe 1.

La possiblité de créer des algorithmes de paramétrage pour représenter et manipuler les composants standards, a été envisagé, et cette méthode s'avérait relativement simple et efficace pour réalisé nos fins. Par contre, tout compte fait, l'utilisation de ces algorithmes impliquait plus de travail pour l'usager et, pour cette raison, cette approche a été éliminée.

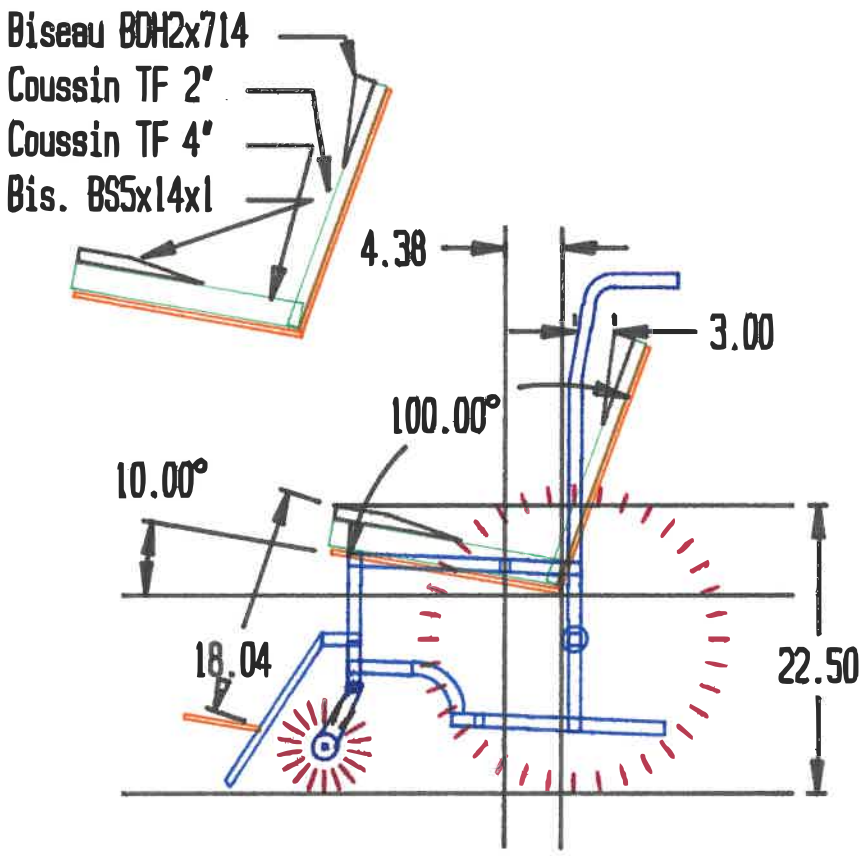


Fig.22: Unité de posture dimensionnée

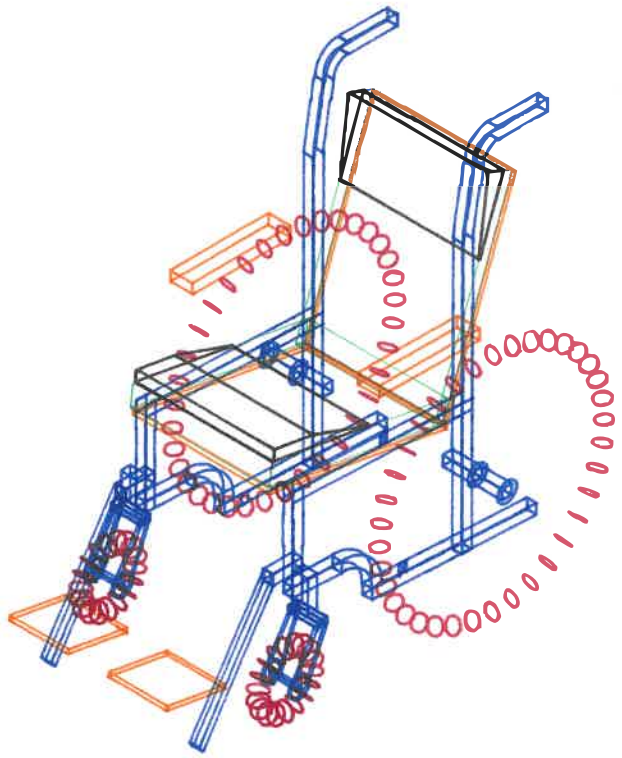


Fig.23: Vue Isométrique d'une unité de posture

5.0 IMPACT DE L'UTILISATION DE LA CAO SUR LA CONCEPTION ET LA FABRICATION D'UNE ORTHESE DE POSITIONNEMENT

Tel que déjà mentionné, le problème majeur jusqu'à ce jour, se situait au niveau de l'orientation et l'installation adéquate de l'orthèse de positionnement assis, sur la structure du fauteuil roulant. Ainsi le transfert de l'information entre le fauteuil de simulation et le fauteuil roulant d'un client s'avérait problématique. Les paramètres d'une posture assise idéale déterminés lors de l'évaluation sur le fauteuil de simulation, étaient parfois difficile à reproduire sur le fauteuil roulant, à cause de considérations fonctionnels et des contraintes physiques et structurales.

La meilleure façon de démontrer l'avantage de la CAO serait par un exemple concret. Supposons un client, monsieur X, arrivant à la clinique de positionnement assis, utilisant déjà un fauteuil roulant de dimensions Y. Dans la majorité des cas, la fabrication de l'orthèse se fait à partir du fauteuil roulant du client. La première étape consiste à évaluer le client, et à procéder à un essayage sur le fauteuil de simulation, pour déterminer les paramètres de l'orthèse de positionnement assis idéale, en fonction des objectifs déterminés lors de l'évaluation. Une orthèse de type modulaire est alors recommandée, dont

l'angle siège-dossier doit être de 95 degrés et celui de la bascule du siège, de 10 degrés. De plus, la distance entre les creux poplités et les appui-pieds sera de 45 centimètres, la hauteur des genoux à partir du sol ne pouvant excéder 60 centimètres, afin de permettre l'accès à une table de hauteur standard. Des contractures au niveau des genoux limitent la flexion à 90 degrés. Tous ces éléments doivent être pris en considération lors de la fabrication de l'orthèse de positionnement assis et lors de l'installation de celle-ci sur le fauteuil roulant du client. De plus, il est essentiel que les appui-pieds ne gênent pas le mouvement des roues avant. Un autre point très important à considérer, est le moyen utilisé par le client pour propulser le fauteuil roulant. Que la propulsion du fauteuil roulant soit manuelle ou assistée d'un pied, l'orthèse doit être installée de façon à ne pas gêner ou empêcher les mouvements requis. Enfin, toute modification apportées au fauteuil roulant ne doit pas enlever l'accomplissement des activités quotidiennes, tels le transfert d'un fauteuil roulant à un autre, l'utilisation d'un urinoir, et/ou l'accessibilité aux espaces environnants dans le milieu de vie du bénéficiaire. Tous les critères doivent être respectés lors de l'installation de l'orthèse sur le fauteuil de dimensions précises.

Guidé par la séance de simulation et par les paramètres de l'orthèse de positionnement idéal qui en résultent, l'orthésiste pourra alors utiliser la CAO pour procéder à la conception finale du devis de l'orthèse de positionnement assis. La position de tous les composants standards constituant l'orthèse ayant été déterminés, il s'agit alors de manipuler ceux-ci graphiquement, pour reconstituer à l'écran, l'orthèse de positionnement assis. L'orthésiste peut alors installer sur la structure du fauteuil roulant, l'orthèse de positionnement assis qu'il a produit. De cette façon il peut vérifier la possibilité de reproduire exactement sur le fauteuil roulant, l'unité de posture élaborée à partir du siège de simulation, en tenant compte de toutes les contraintes qu'elles soient d'ordre fonctionnelle ou structurelle au moment de la réalisation du devis technique.

Dans le passé, toute la fabrication se faisait par essais et erreurs. Toutes les particularités d'ordre fonctionnel, relié à l'installation de l'unité de posture sur la structure du fauteuil roulant, causaient des difficultés, allongeaient les séances d'essayage et rendaient l'emploi du temps des spécialistes et des clients, non-optimal. De plus, ceci occasionnait souvent des visites répétées pour améliorer le produit. Le problème devenait encore plus compliqué lorsqu'une seule

orthèse de positionnement assis devait être réalisé pour deux types de fauteuils roulants différents. Le nombre de contraintes structurales à prévoir étaient ainsi doublées. Cette situation n'est pas rare car très souvent, les clients qui ont un fauteuil roulant motorisé ont aussi très souvent un second fauteuil roulant manuel, entre autre pour le transport en voiture. En plus, à un coût entre $1,000 et $3,000 par orthèse de positionnement assis, l'avantage de ne pas débourser pour une deuxième orthèse est évident.

Maintenant, avec l'avènement de la CAO, les critères de fabrication d'une orthèse de positionnement assis sont réalisables, les limitations structurales deviennent évidentes, évitables et peuvent être corrigées avant la fabrication. La CAO permet une économie de temps et d'argent. L'outil devient aussi un atout sans égal pour la nouvelle unité mobile de l'IRM. Au niveau du classement, chaque dossier de client pourra être stocké en mémoire, dans un minimum d'espace. Les intervenants en réadaptation pourront consulter et modifier facilement les dossiers. Ainsi tous en bénéficient, autant les bénéficiaires que l'équipe d'orthésistes du positionnement assis.

6.0 EVALUATION DES RETOMBEES DU PROJET

Une recherche est proposée pour évaluer l'impact de l'outil de CAO sur la démarche de fabrication d'orthèses de positionnement assis à l'IRM. Elle sera amorcée au printemps de l'année '89 si les fonds pour cette recherche sont accordés. Ainsi, les conséquences pratiques de la recherche proposée dans ce projet, seront premièrement, une méthode d'évaluation systématique du positionnement assis, permettant d'établir des paramètres d'évaluation pertinents à l'utilisation du positionnement dans le cadre d'un programme de réadaptation. De plus, au niveau de la CAO, la recherche infirmera ou confirmera l'hypothèse qui suggère que l'utilisation de la CAO dans la démarche de fabrication d'orthèse de positionnement assis en réadaptation, est un outil fort utile dans l'élaboration d'un système de positionnement assis devant répondre à des besoins spécifiques d'un bénéficiaire.

6.1 METHODOLOGIE

Le projet d'évaluation comporte deux volets: l'évaluation de l'orthèse de positionnement assis conçue à l'Institut de Réadaptation de Montréal et l'évaluation des bénéfices de l'utilisation de la conception assistée par ordinateur dans le processus de fabrication de l'orthèse.

L'évaluation de la technologie appliquée dans le domaine médical doit comprendre deux parties: une composante quantitative dans laquelle l'information est obtenue par la mesure de variables en respectant une méthode reconnue; une composante subjective, souvent la plus pertinente, qui porte sur l'évaluation des facteurs qui ne se prêtent pas à une analyse quantifiée.

6.1.1 EVALUATION DE L'ORTHESE DE POSITIONNEMENT ASSIS

Ce premier volet du projet de recherche a comme objectif l'élaboration d'un outil de mesure visant l'évaluation de l'orthèse de positionnement assis conçue à l'IRM. Cet outil prendra la forme d'un questionnaire.

De façon générale, le questionnaire portera sur la fréquence d'utilisation ou de non-utilisation de l'orthèse, les raisons qui motivent ce choix (par exemple l'instabilité, l'inconfort, la peur, l'apparence, l'effort requis ou les problèmes de santé), les problèmes situationnels (tels les barrières architecturales), reliés au handicap qui compliquent le quotidien et les répercussions du handicap au niveau social et occupationnel (par exemple sur les activités de la vie quotidienne, le travail, les loisirs).

Le cumul des informations requises pour évaluer l'impact de l'orthèse, s'effectuera par la cueillette d'informations pertinentes dans le dossier médical de chaque sujet (tels l'âge, le sexe, le diagnostic, le type de siège de posture prescrit etc.) et par l'utilisation d'un questionnaire structuré et validé. Tous les renseignements recueillis dans le questionnaire seront présentés de façon à se prêter à une analyse informatisée.

Ces questionnaires seront élaborés par un groupe de travail constitué de cliniciens, techniciens et personnes ressources ayant une expérience de travail dans le domaine de l'orthèse de positionnement assis, en consultation avec un docimologue.

6.1.2 EVALUATION DE LA COMPOSANTE CAO

La méthode d'évaluation de la composante CAO se fera en comparant les deux méthodes de création de devis de fabrication, soit la méthode avec la CAO versus la méthode utilisée jusqu'à présent. Les critères d'évaluation porteront sur l'efficacité et la rapidité des services rendus. Comme la CAO est présentement utilisée dans la fabrication de toutes les orthèses, l'étude portera sur 20 cas appariés provenant d'une part de la clientèle

antérieure et d'autre part de la clientèle à venir.

Durant la période de juillet 1989 à janvier 1991, 20 nouveaux cas seront choisis de façon à obtenir une représentation fidèle des différents niveaux de difficulté de fabrication des différents types d'orthèses. Les trois types d'unité de posture seront inclus dans l'échantillonnage. Le groupe contrôle sera composé de 20 cas prélevés dans la clientèle qui a participée à la clinique de positionnement depuis 1987. Pour les cas déjà appareillés, les informations pertinentes seront prélevés dans les dossiers existants. Il est toujours difficile d'apparier les cas, cependant, il faut noter que l'appariement se fait sur la difficulté de réalisation de l'orthèse et non sur le type de clientèle. A cette fin, une grille d'appréciation qualitative de la difficulté de production sera construite par l'ingénieur bio-médical et sera administrée aux techniciens et orthésistes. Basé sur cette évaluation, le choix des paires sera fait. Le choix final des paires se fera à l'unanimité des intervenants.

Les critères d'évaluation de la composante de création de devis par CAO seront: le temps de fabrication, le nombre d'essayage, le nombre de retours. La qualité du positionnement sera évalué par le questionnaire utilisé à la partie précédente. L'ingénieur qui a mis au point le

système s'occupera de coordonner le processus d'évaluation.

La diffusion des résultats de cette étude sera assurée surtout par le biais de conférences spécialisées en réadaptation tel RESNA '90 aux Etats-Unis ("Rehab Engineering Society of North America"), et le "International Symposium on Seating", le "International Society for Prosthetics and Orthotics", ISPO, au Japon en novembre '89 etc. Une équipe sera créée pour donner une présentation dans le cadre de ces conférences. Le sujet proposé a déjà été présenté avec grand succès dans le cadre du congrès ICAART à Montréal l'été 1988, mais la composante de positionnement avec CAO pourra être présentée de façon plus complète et convaincante, ayant été éprouvée et testée dans un contexte clinique appliqué. L'usage permettra de raffiner et polir le système.

7.0 CONCLUSION

En réadaptation, l'orthèse de positionnement assis est une aide technologique de soutien, destinée à compenser les déficiences et les problèmes de posture assise chez l'individu confiné à un fauteuil roulant. La complexité de l'appareillage dépend des problèmes et des besoins du bénéficiaire, des objectifs visés et de la méthode de fabrication du siège à partir d'un fauteuil roulant. A l'IRM, une méthode qui permet de créer un siège de posture assise a été mise au point, à partir d'une série de composants standardisés. Essentiellement, les buts principaux d'une orthèse de positionnement assis, sont d'assurer un confort optimal et de permettre une plus grande symétrie ainsi qu'une stabilité corporelle pour assurer une position plus fonctionnelle, permettant de réaliser l'indépendance. Ceci est un défi de taille et les résultats obtenus à l'IRM sont très encourageants.

La collaboration entre l'IRM et l'EPM a permis d'introduire le dessin et la conception assistés par ordinateur (DAO et CAO) dans la technique de fabrication de l'orthèse de positionnement assis développée à l'IRM. L'utilisation de la DAO et de la CAO pour le positionnement assis, en réadaptation, s'avère un outil fort utile. Il permet de vérifier et d'éviter plusieurs contraintes

structurales avant la fabrication. De plus il permet de prendre en considération les objectifs fonctionnels et physiques précis, avant la fabrication. Le système développé est présentement mis à l'épreuve par l'équipe d'orthésistes en positionnement assis de l'IRM. Les résultats préliminaires sont très prometteurs quant à la réalisation des objectifs mentionnés plus haut soit, simplifier, compléter et accélérer la démarche de positionnement. De plus, au niveau classement, chaque dossier technique des clients pourra être stocké en mémoire dans un espace minimum, et disponible pour toute nouvelle référence. Ainsi, tous en bénéficieront, autant les clients que l'équipe d'intervenants. Une évaluation plus globale et complète est prévue dans un avenir rapprochée.

REFERENCES

1. National Aviation and Space Administration, "Medical benefits from space research", Technology application division, Washington D.C., 20546, 1972.

2. Anderson, B.J. et al., "The sitting posture : an electromyographic and discometric study", Orthopaedic Clinics of North America, vol. 6, no 1, January 1975.

3. National Institute of Handicapped Research, Executive summary of the long-range plan, 1981.

4. Motloch, W.M., "Analysis of medical costs associated with healing of pressure sores in adolescent paraplegic", Rehabilitation Engineering Center, Children's Hospital at Stanford, Palo Alto, 1978.

5. Guthrie, R.H. et al., "Decubitus ulcers : prevention and treatment", Geriatrics, vol. 28, 1973, pp. 67-71.

6. El-Toraei, I. et al., "The management of pressure sores.", The Journal of Dermatologic Surgery and Oncology, vol. 3, 1977, pp. 507-511.

7. Berry, R.B., "The late results of surgical treatment of pressure sores in paraplegics", British Journal of Surgery, vol. 67, 1980, pp. 473-474.

8. "Le Positionnement : rétrospective et prospective", Actes du séminaire tenu à l'Institut de réadaptation de Montréal, le 11 et 12 mai 1984, 80 p.

9. Falk Bergen, A. et al., "Positioning the client with central nervous system deficits : the wheelchair and other adapted equipment", 2nd ed., Valhalla Rehabiliation Pub. Ltd, Valhalla, N.Y., 1985, 237 p.

10. Falk Bergen, A., "Selected equipment for pediatric rehabilitation", Valhalla Rehabilitation Pub. Ltd, Valhalla, N.Y., 1974.

11. Bleck, E.E., "Severe orthopedic disability in childhood: solutions provided by Rehabilitation Engineering", Orthopaedic Clinics of North America, vol. 9, no 2, April 1978, pp. 509-528.

12. Paulson, K., "Psychological aspects of technical aids", proceedings of second international conference on Rehabilitation Engineering, special sessions, Ottawa, Canada, 1984, pp. 282-286.

13. Brattgard, S.O., "Wheelchair sitting quality", Proceedings of the 6th annual conference on Rehabilitation Engineering, June 1983, pp. 151-152.

14. Trefler, E. et al., "A modular seating system for cerebral palsied children", Dev. Med. and Child Neurol., vol. 20, 1978, pp. 199-204.

15. Gibson et al., "Role of the wheelchair in the management of the muscular dystrophy patient", Canadian Medical Association Journal, v. 113, 1975, pp. 964- 966.

16. Taft, L.T. "The care and management of the child with muscular dystrophy", Dev. Med. and Child Neurol., vol. 15, 1973, pp. 510-518.

17. Houle, R.J., "Evaluation of seat devices to prevent ischemic ulcers in paraplegic patients", Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, vol. 50, 1969, pp. 587-594.

18. Bund, W.H. et al., "Principles of orthotic treatment", St. Louis, Mosby, 1976.

19. Graebe, R.H., "Principles of seating tolerance and tissue protection", presented at the second annual interagency conference on Rehabilitation Engineering, Atlanta, August 30, 1979.

20. Garber, S.L., "Wheelchair cushions for spinal cord injured individuals", American Journal of Occupational Therapy, vol. 39, no 11, 1985, pp. 722-725.

21. Garber, S.L., "A classification of wheelchair seating", American Journal of Occupational Therapy, vol. 33, no 10, 1979, pp. 652-654.

22. Silverman, M., "Commercial options for positioning the client with muscular dystrophy", Clinical Prosthetics and Orthotics, vol. 10, no 4, 1986, pp. 159- 179.

23. Bead seat certification seminar publication, given at: Collège Montmorency, May 1988, Montréal, Québec, Canada.

24. Roho Cushion, Roho Inc. P.O. Box 658, Belleville, Illinois, 62222.

25. Kroushop, A. et al., "Issues in seating and positioning spinal cord injured persons", proceedings from the third international seating symposium : seating the disabled, Feb. 1987, Memphis, Tennessee, pp. 26- 28.

26. Jay Cushion, Jay Medical Ltd, 805 Walnut, Boulder, Colorado 80302.

27. Patterson, R.P. et al., "Warning device for the prevention of ischemic ulcers in patients who have injured the spinal cord", Medical and Biological Engineering, pp. 540-550.

28. Garber, S.L., et al., "A system for clinically evaluating wheelchair pressure relief cushions", American Journal of Occupational Therapy, vol. 32, 1978, pp. 565-570.

29. Toronto spinal support system, The hospital for sick children, 555 University avenue, Toronto, Ontario, Canada.

30. Trefler, E., et al., "A modular seating system for physically handicapped children", proceedings of the fourth annual conference on systems and devices for the disabled, Seattle, Wahington, 1977.

31. Hobson, D. et al., "Foam-in-place seating for the severely disabled", proceedings for the fifth annual conference on systems and devices for the disabled, Houston, Texas, 1978.

32. Hobson, D. et al., "Bead seat insert seating system", proceedings of the 6th annual conference on Rehabilitation Engineering, San Diego, California, 1983.

33. Hobson, D. et al., "Bead seat insert system, a follow-up clinical report", proceedings of Resna annual conference, Minneapolis, Minnesota, 1986.

34. Forbes, M.J., "A comparison of three custom seating techniques", proceedings of the international conference on Rehabilitation Engineering, Toronto, Ontario, 1980.

35. Carlson, J.M., "The Gillette seating support orthosis", Orthotics and Prosthetics, vol. 32, no 4, Dec. 1978, pp. 35-45.

36. Gillette Children's Hospital, Orthotic Department, Minneapolis, Minnesota.

37. Silverman, M.W., "The Contour-U custommold seating system", proceedings of the 6th annual conference on Rehabilitation Engineering, San Diego, California, 1983.

38. Cousins, S.J., "Matrix body support system", Bioengineering centre report, Roekampton, London, 1983, p. 99.

39. Couper, D.G., "Shapeable matrix for seating disabled children", proceedings of Resna conference, Washington D.C., USA, 1981.

40. Couper, D.G., "Structural matrices for use in rehabilitation", Prosthetics and Orthotics International, vol. 7, 1983, p. 23.

41. Cousins, S.J., "Pressure sore management using the matrix body support system", Bioengineering centre report, Roehampton, London, 1983, p. 109.

42. Zacharkow, D., "Wheelchair posture and pressure sores", First edition, Spingfield, Ill., Charles C. Thomas, 1984.

43. Ring, N.D. et al., "Moulded supportive seating for the disabled", Prosthetics and Orthotics International, vol. 2, 1970, pp. 30-34.

44. Germans, F.H. et al., "Vacuum dilatency casting for the construction of individually moulded seats", Int. Clin. Inf. Bull., vol. 14, no 5, May 1975.

45. Strange, T.V. et al., "Individually contoured seating for the disabled", Rheumatology and Rehabilitation, vol. 17, no 86, 1978, p. 86.

46. Pope, M.P., "Proposals for the improvement of the unstable postural condition and some cautionary notes", Physiotherapy, vol. 71, no 3, March 1985.

47. Gardan, Y., "La CFAO", Traité des nouvelles technologies, lère édition, Editions Hermes, Paris, 1986, 328 pages.

ANNEXE 1

Positionnement avec CADKEY

Manuel de l'usager

Marc St-Georges

Le 29 août 1988

I- Pour commencer:
- On/Off
- écran
- clavier
- menus
- vues
- manipulation
  - Alt-A
  - Alt-V
  - Alt-X
  - Ctrl-L
  - Ctrl-D

II- Pour travailler:
- organisation en arbre de CADKEY
- aller chercher un fichier PART
- aller chercher un fichier PATTERN
- DESCRIPTION de ces types de fichiers

III- Pour construire un positionnement:

- manipulation des fichiers
- manipulation de "Depth", "LEVEL"
- construction

IV- Pour vérifier, corriger et dimensionner:

V- Pour terminer ...

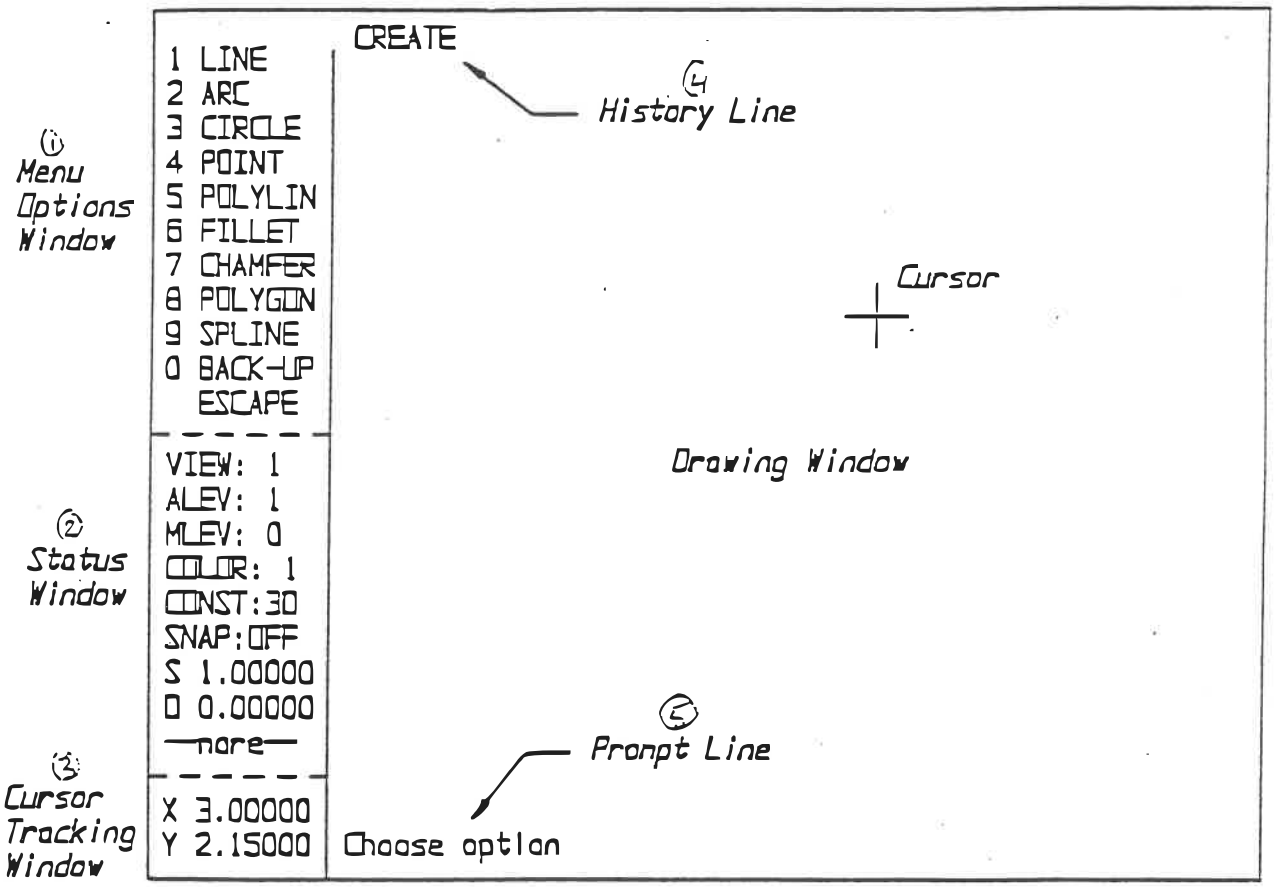
I- Pour commencer:

- Suggestion: - Idéalement l'usager lira le manuel tout en "pitonnant" sur l'ordinateur!

- Pour mettre le système en marche:

  - On doit d'abord allumer l'écran de l'ordinateur (interrupteur sur le côté droit) puis l'ordinateur lui-même (interrupteur à l'avant de celui-là)
  - L'écran indiquera C:\ ›
  - A ce moment on doit taper CD CADKEY puis appuyer sur la touche "ENTER"
  - La signification de cette commande sera expliquée plus tard
  - A ce moment on notera à l'écran, C:\ CADKEY ›
  - On tape ensuite CADKEY puis la touche "ENTER"
  - Ceci nous permet de travailler avec le logiciel CADKEY
  - Après quelques secondes on verra au bas de l'écran la commande: "ENTER PART FILE NAME ( ) :"
  - On tape F10. Les touches de fonction F1, F2, F3, F4 ... F10, sont les touches au haut du clavier, F1 étant à droite de la touche AIDE

- A ce moment l'écran nous présente:



- Sur cette page on retrouve: ¹ la section des menus (1 à 0), ² la section d'information générale, ³ la section de l'affichage digital de la course du curseur, ⁴ la section de l'affichage de la sélection des menus et enfin ⁵ la section de la situation en cours.

- Toutes les commandes et opérations de CADKEY se font à partir des 10 fonctions qu'on retrouve dans la section [1]. Chaque fonction du menu, contient des sous menus et ainsi de suite. Prenons comme exemple la fonction de dessin F1 - CREATE. Si on appuie sur F1 on sera sollicité par une des 10 sous fonctions de CREATE soit LINE, ARC, CIRCLE ... Chacune de ces sous fonctions possède à son tour des fonctions et ainsi de suite. Elles permettent ainsi une multitude d'opérations qui permettent la création de dessins complexes.

Dans la section [2] d'information générale, on retrouve VIEW, ALEV, MLEV, COLOR, CONST, SNAP, S et D. Les en-têtes qui nous intéressent sont:
1) VIEW
2) ALEV
3) COLOR
4) S
5) D

1) VIEW: représente la vue dans laquelle on regarde notre pièce:*
vue 1 = vue du haut
vue 2 = vue de face
vue 3 = vue de l'arrière
vue 4 = vue du dessous
vue 5 = profil droit (la plus utilisée)
vue 6 = profil gauche
vue 7 = vue isométrique
vue 8 = vue axonométrique

- On peut changer la vue dans laquelle on étudie notre objet en pressant simultanément les touches "ALT" et "V" et en faisant notre sélection telle que demandée. En pressant la touche "ENTER" on conclut notre sélection.

2) ALEV: = Active LEVEL. Un "LEVEL" est un niveau sur lequel on dessine une entité, ou plus précisément, un level représente un groupe de lignes qui forment une pièce ou entité. En guise d'exemple, quand on dessine un fauteuil roulant on a avantage à recréer la structure du

* Voir la règlette grise de CADKEY

fauteuil sur un niveau et les bases, les coussins, les biseaux, les appuis-pieds etc., sur d'autres niveaux respectivement. L'avantage réside dans le fait qu'on peut facilement travailler avec les niveaux qu'on choisit, soit en les affichant indépendammant des autres et en les manipulant indépendamment. Les avantages deviendront plus clair à la suite.

- On peut changer le "LEVEL" dans lequel on veut créer ou recréer des pièces, en pressant simultanément les "CONTROLE" et "L" et en faisant notre sélection telle que demandée au bas de l'écran. En pressant la touche "ENTER" on confirme notre sélection.

3) COLOR: = couleur dans laquelle les entités seront dessinées
Ex.: 1 = VERT

- On peut faire la sélection d'une couleur désirée en pressant simultanément les touches "ALT" et "X" et en suivant les directives affichées au bas de l'écran. On confirme notre sélection en pressant la touche "ENTER".

N.B.: ENTER, RETURN, CARRIAGE RETURN, ↵ , sont tous synonymes

4) S: = Scale, ou échelle à laquelle le dessin est reproduit à l'écran. N.B.: Toutes les dimensions sont en pouces.

- On peut réduire de moitié l'échelle de notre dessin en pressant simultanément les touches "ALT" et "H".

- On peut doubler l'échelle de notre dessin en pressant simultanément les touches "ALT" et "D".

- On peut optimiser l'échelle de notre dessin à l'écran en pressant simultanément les touches "ALT" et "A".

- On peut choisir une échelle précise pour notre dessin en pressant simultanément "ALT" et "S" et en suivant les directives au bas de l'écran. On confirme notre choix en pressant la touche "ENTER".

5) D: = Depth en profondeur. Celle-ci représente la profondeur à laquelle on crée où on recrée des entités. Concrètement, sur l'écran, peu importe la vue dans laquelle on est, les axes X, Y et Z sont

représentés suivant les axes cartésiens. Soit, X = l'axe horizontal, Y = l'axe vertical et Z = l'axe qui rentre dans l'écran (positif vers l'usager et négatif vers l'intérieur de l'écran). Ainsi, la valeur de D fixe la position du curseur sur l'axe Z, donc situe le plan X-Y à cette valeur.

- On peut changer la valeur de la profondeur à laquelle on veut dessiner, en pressant simultanément "CONTROLE" et "D" et en entrant la valeur désirée. On confirme notre choix en pressant la touche "ENTER".

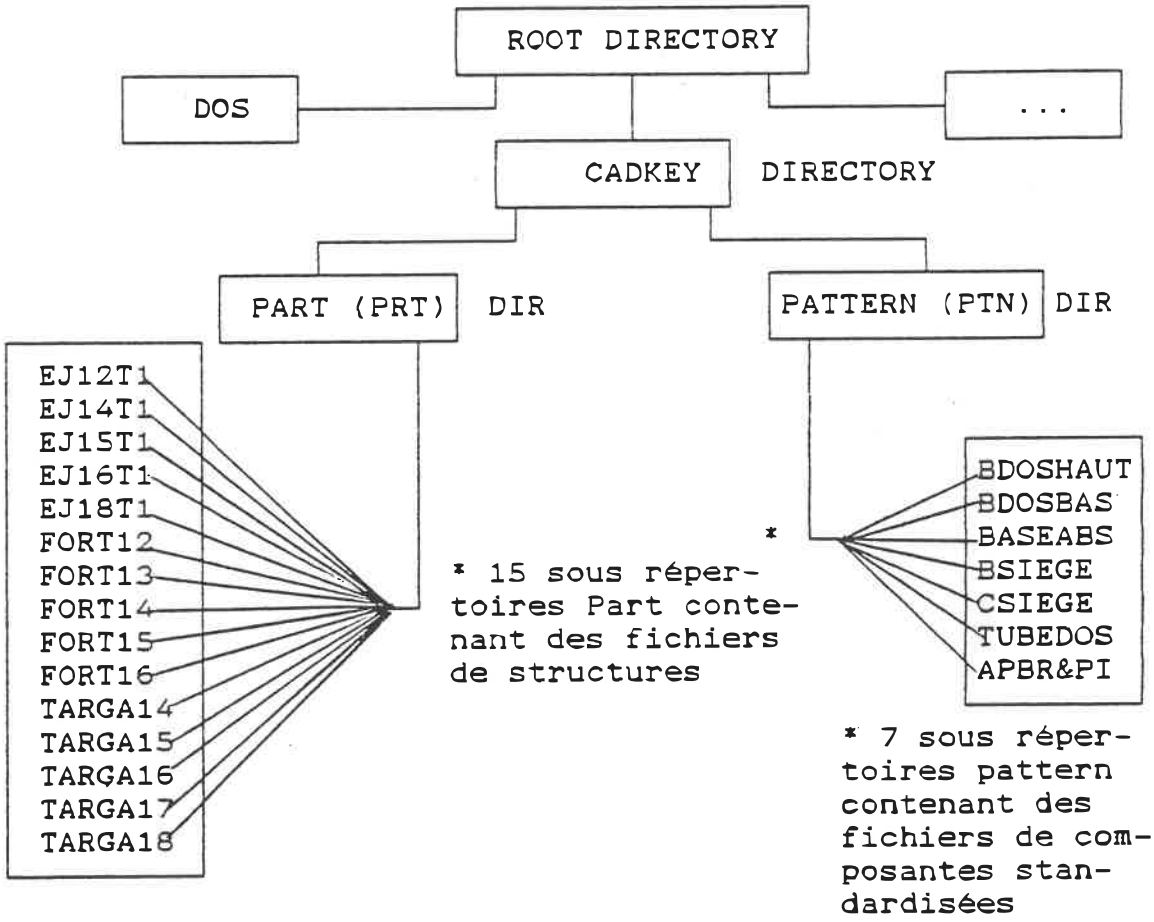
- Sous la section ² de l'information générale on retrouve la section ³ de l'affichage digital de la course du curseur. Celle-ci indique en pouces, les incréments respectifs du curseur sur les axes X et Y. Cette fonction n'est pas constante et est activée en pressant simultanément "CONTROLE" et "T". Il est fortement recommandé d'activer cette fonction à chaque fois qu'on met le système en marche. Elle sera très utile dans toutes les étapes de construction.

N.B.: On peut augmenter ou ralentir la course du curseur en pressant respectivement soit la touche "PRECEDENT" ou la touche "SUIVANT".

II- Pour travailler:

- Organisation des fichiers:

En informatique, les fichiers sont répertoriés d'un façon bien précise. Ils sont organisés dans un système en arbre. Dans notre cas, le système en arbre est comme suit. Chaque "répertoire" peut contenir des sous répertoires, qui à leur tour contiennent des fichiers.



- Au début, lors de la mise en marche du système, la première commande "CD CADKEY" avait comme fonction de changer de répertoire "change directory" soit du "ROOT DIRECTORY" vers le "CADKEY DIRECTORY" descendant ainsi l'arbre décrit plus haut. Ensuite en entrant la commande "CADKEY" on accédait ainsi au logiciel.

Dans le "CADKEY DIRECTORY" on retrouve les "SOUS REPERTOIRES"
1) PART (PRT) et 2) PATTERN (PTN).

1) Dans le répertoire "PRT" on retrouve une série de "SOUS REPERTOIRES" qui contiennent toute la liste des fichiers de fauteuils roulants EVEREST & JENNINGS, TARGA et FORTRESS 760 FS. Ils sont catalogués de telle sorte que le nom du "sous répertoire" indique le type de fauteuil et sa largeur. Ainsi, dans le sous répertoire EJ12T1 on retrouve 10 fichiers de fauteuils roulants E & J différents, qui ont 12" de largeur. Le même principe s'applique pour les autres types soit TARGA et FORTRESS 760 FS.

2) Dans le répertoire "PTN" on retrouve une série de "sous répertoires" qui contiennent toute une liste de composantes standardisées, soit des biseaux dorsaux, des biseaux de siège, des coussins de siège, des appuis-bras, appuis-pieds, des tubes de dossiers inclinables. Tous les fichiers patterns sont des composantes amovibles que l'on peut déplacer sur l'écran et sont ainsi différenciées des fichiers "PART" qui sont les structures de fauteuil roulant. Les répertoires "PART" et "PATTERN" sont nommés comme c'est indiqué à la section II.

III- Pour construire un positionnement:

La première chose à faire lorsqu'on désire faire un positionnement est d'aller chercher en mémoire, la structure de fauteuil roulant avec laquelle on veut travailler. Comme il a été expliqué plus tôt, les structures de fauteuil roulant sont classées dans des "sous répertoires" indiquant le type de fauteuil roulant et la largeur du siège. Ainsi, si on désire travailler avec un fauteuil roulant E & J qui a 15" de largeur on ira dans le "sous répertoire" EJ15T1. La terminaison T1 indique le "type 1" pour différencier du "type 2" qui est le modèle pour amputés. Dans ce sous répertoire, on retrouvera 10 fichiers représentant des modèles de fauteuil roulant E & J. La nomenclature qui est utilisée est la même pour tous les types de fauteuils roulants. Comme il a été mentionné plus haut, les 2 premières lettres d'un nom de fichier représentent le nom du fauteuil roulant et les chiffres qui suivent représentent les dimensions du fauteuil, le premier nombre étant la profondeur et le deuxième la hauteur. Ces nombres sont séparés par un "X". A noter qu'un signe de pourcentage % représente la fraction "1/2".

Lorsqu'on a déterminé le modèle et les dimensions du fauteuil roulant avec lequel on fait affaire, il faut aller consulter le répertoire approprié pour aller afficher le fauteuil roulant en question à l'écran. Ceci est fait comme suit:

On assume à ce moment qu'on est prêt à travailler avec le logiciel **CADKEY** et que les dix menus de base sont affichés à l'écran soit "CREATE", EDIT, DETAIL, ETC." (Sinon, il faut consulter la section I du manuel). Comme on peut le deviner, on doit aller dans le menu F5, "FILES", pour aller consulter le répertoire des "PART", où se trouvent les dessins des structures de fauteuil roulant. Après avoir appuyé sur F5 (touche de fonction F5 en haut du clavier) on choisit F1 (PART) puis F3 (LST/LOAD). A ce moment on verra apparaître au bas de l'écran "ENTER PART DIRECTORY PATH NAME (PRT/):" Ceci veut dire qu'on doit expliquer à l'ordinateur quelle branche suivre sur la structure en arbre des répertoires pour aller trouver le fichier qu'on veut afficher à l'écran.

Ainsi après un coup d'oeil rapide sur la structure en arbre de l'organisation de nos fichiers à la section II, on voit que le "DIRECTORY PATH NAME" sera par exemple "\CADKEY\PRT\EJ12T1". Après avoir taper cette commande on confirme notre choix en appuyant sur "ENTER". Apparaîtra ensuite à l'écran la liste des fauteuils E & J ayant 12 pouces de largeur. On fait notre sélection en encadrant notre choix de la bande horizontale blanche. On déplace cette dernière avec les flèches ↑ ou ↓. Lorsque le fauteuil roulant qu'on désire afficher est encadré par la bande on confirme notre sélection en appuyant sur la touche du curseur qui est la longue touche horizontale au bas du clavier. A ce moment on attend un peu. Aussitôt, l'ordinateur nous demande: "SAVE CURRENT PART FIRST?". On répond non en appuyant sur F1. Le dessin apparaît à l'écran de profil. On peut aller regarder la structure en pressant simultanément les touches "Alt" et "V" et en sélectionnant la vue désirée telle que décrite sur la réglette grise **CADKEY**. La grosseur du dessin peut être optimisée sur l'écran en faisant la commande Alt-A. Pour continuer on doit retourner à la vue #5, la vue de profil.

Avant de continuer, il faut ouvrir une parenthèse. Comme il a été mentionné plus haut, il est important de dessiner tous les "PATTERNS" sur des "LEVELS" différents. Ceci facilitera bien des choses comme on le verra. Entre autres, il est possible d'effacer des "LEVELS" spécifiques sans modifier les autres, il est possible de déplacer un "LEVEL" par rapport à un autre, il est possible d'afficher

successivement différents "LEVELS" et ainsi de suite. Donc, vu que les fichiers "PATTERNS" des composantes standardisées sont des pièces qu'on doit déplacer pour créer notre positionnement, on a intérêt à ce que celles-ci soient créées sur des "LEVELS" différents pour fins de flexibilité de manipulation. Alors, en guise de suggestion, je propose l'idée suivante: Que les pièces suivantes soient créées sur les "LEVELS" correspondants:

Tubes de dossier	--------	LEVEL = 22
Bases de sièges et dossier	--------	LEVEL = 33
Coussins de siège	--------	LEVEL = 44
Biseaux de siège	--------	LEVEL = 55
Biseaux dorsaux (haut)	--------	LEVEL = 66
Biseaux dorsaux (bas)	--------	LEVEL = 77
Appuis-pieds	--------	LEVEL = 88
Appuis-bras	--------	LEVEL = 99
Dimensions	--------	LEVEL = 111
Jambes	--------	LEVEL = 122

- On change le "LEVEL" sur lequel on veut dessiner en appuyant simultanément les touches "CONTROLE" et "L" et en inscrivant le nombre désiré. On confirme notre choix en appuyant sur la touche "ENTER". A chaque fois que l'on veut repêcher un fichier "pattern" de son "répertoire" on doit aller changer la valeur du "LEVEL" pour mettre la valeur appropriée. Ceci instal lera pour ainsi dire, ce "pattern" particulier sur le "LEVEL" choisit.

A ce stade, il est très important de noter que chaque fichier "pattern" doit être installé à une profondeur bien spécifique si on veut respecter la qualité de notre dessin dans les 3 dimensions et les différentes vues. Avant d'installer un dossier, une base, un coussin ou autres pièces de positionnement, il faut s'assurer de bien régler la valeur "DEPTH" (profondeur) pour chacun de ces choix. Ces valeurs sont propres à chacune des structures et ces valeurs sont énumérées respectivement dans la section "pattern". Donc, avant d'aller repêcher un fichier "pattern" de son répertoire on doit s'assurer qu'on travaille dans la vue #5 et que les valeurs de "LEVEL" et de "DEPTH" soient appropriées. En guise de rappel, on change la valeur de la profondeur en appuyant simultanément sur les touches "CONTROLE" et "D", puis F1 (VALUE) et en entrant la valeur appropriée. On confirme notre choix en appuyant sur la touche "ENTER". C'est ainsi que se forme cette longue parenthèse. Continuons maintenant là où on était rendu soit à créer un positionnement sur un fauteuil E & J qu'on a affiché à l'écran.

La prochaine étape consiste à rajouter des tubes de dossier à notre fauteuil. Ceci s'applique seulement pour les fauteuils E & J car ceux-ci ont des tubes de dossier de longueur variable et aussi certains sont inclinables. Donc, pour ce faire on doit aller consulter le répertoire des pièces "patterns" et plus spécifiquement dans le "sous répertoire" appelé "TUBEDOS". Pour savoir le contenu de ce répertoire et de tous les autres, il faut consulter la section "pattern" à la fin de l'annexe où tous les répertoires sont décrits quant à leur contenu et le mode d'emploi des fichiers qu'ils contiennent. A noter qu'à cette étape "LEVEL" = 22, VIEW = S, et DEPTH est à la valeur appropriée. Dans le cas des tubes de dossier on doit aller dans le menu FILES pour aller consulter le répertoire des PATTERNS, où se trouve le "sous répertoire" "TUBEDOS". Donc, comme il a été décrit plus haut, mais pour le cas des fichiers des structures de fauteuils roulants, on appuie successivement sur les touches F5 (FILES), F2 (PATTERNS), F3 (LST/RETRIEVE). Apparaîtra au bas de l'écran la question: "ENTER PATTERN DIRECTORY PATH NAME (PTN1)". Dans ce cas on doit inscrire le trajet que l'ordinateur doit suivre pour aller chercher le fichier. On inscrit donc: \CADKEY\PTN\TUBEDOS puis on appuie sur "ENTER". Ainsi on verra le contenu en fichiers du "sous répertoire" TUBEDOS. On fait sélection en encadrant notre choix et en appuyant sur le curseur. Lorsque notre choix a été fait, l'ordinateur nous demande: "GROUP PATTERN ENTITIES". On répond F1 (non). Ensuite il demande: "ENTER SCALE FACTOR (1.000)". On appuie sur "ENTER" pour accepter le choix entre parenthèse (1.000). Puis, il nous demande: "ENTER ROTATION ANGLE". Ceci signifie qu'on peut décider à quel angle on installe notre tube de dossier par rapport à sa position initiale qui est la verticale. Donc, pour un choix de zéro degré on aura un tube dossier vertical, et à -5° par exemple, le tube de dossier sera incliné vers l'arrière de 5° et ainsi de suite. Ainsi, il s'agit de choisir l'angle de notre dossier. Enfin, lorsque ceci est fait, on appuie sur la touche "ENTER" et cette fois l'ordinateur nous demande: "INDICATE PATTERN BASE POSITION". Ceci signifie qu'on doit aller placer le curseur de l'écran sur la structure là où on désire reconstruire la pièce en question, ou dans ce cas le tube de dossier gauche.

Tous les fichiers patterns sont créés avec un point de référence. C'est ce point qui ira s'installer là où sera placé le curseur à la suite de la question "INDICATE PATTERN BASE POSITION". A la section "pattern" on pourra trouver tous les points de référence des fichiers patterns. Tous ces points sont placés respectivement à des points stratégiques qui facilitent au maximum la manipulation de

ces pièces sur l'écran. Lorsqu'on a choisi la position où on veut installer notre pièce pattern, on confirme notre choix en appuyant sur le curseur. A ce moment le fichier pattern apparaît sur l'écran à l'angle et à la position indiquée et aussi sur le "LEVEL" et la valeur de "DEPTH" choisie au préalable. Maintenant, si on désire compléter le dessin en 3-D, on doit aller installer le tube de dossier sur le côté droit. Ceci est fait tout simplement en changeant la valeur "DEPTH" à la valeur appropriée (voir section "part" de la structure en question pour avoir les valeurs de DEPTH particulières) et en sélectionnant une deuxième fois le même "PATTERN BASE POSITION" avec le curseur. Ceci demande au système de retourner à nouveau dans le "DIRECTORY" TUBEDOS d'aller chercher ce même tube de dossier, mais cette fois de l'installer à la nouvelle valeur "DEPTH".

Lorsque ceci est terminé, on appuie sur la touche F10 à quelques reprises. Ceci permet de reculer étape par étape dans la liste des menus qu'on avait sélectionné pour enfin retourner aux menus de base soit, CREATE, EDIT, DETAIL, ETC. Une façon plus rapide de faire ceci est d'appuyer sur la touche ESC. Cette intervention permet de retourner directement aux menus de base sans remonter graduellement la liste des menus comme c'était le cas avec la fonction F10.

Pour récapituler, lorsqu'on veut ajouter une pièce "pattern" sur une structure de fauteuil roulant qu'on a affiché à l'écran, on doit d'abord mettre les valeurs appropriées de "DEPTH, LEVEL et VIEW". Ensuite on doit commander les fonctions suivantes: F5 (FILES), F2 (PATTERN), F3 (LST/LOAD) puis entrer \CADKEY\PTN\NOM? suivi de ENTER. A ce moment on choisit la pièce désirée à l'aide des flèches ↑ et ↓ et on confirme notre choix en appuyant sur le curseur. Enfin l'ordinateur nous demande: "GROUP PATTERN ENTITIES?". On répond non, F1. Ensuite il demande "ENTER SCALE FACTOR (1.000):" On appuie simplement sur "ENTER". Puis, il nous demande "ENTER" ROTATION ANGLE". Ceci signifie à quel angle on désire installer notre pièce, que ce soit une base de dossier ou de siège ou autre. A noter que les angles de rotation sont toujours négatifs pour nos applications. De plus, lorsqu'on installe une base de dossier, l'angle du dossier égale l'angle du siège plus l'angle de bascule. Enfin, lorsque le choix d'angle est fait on appuie sur la touche "ENTER" et cette fois l'ordinateur nous demande "INDICATE PATTERN BASE POSITION". Ainsi avec les flèches on doit aller positionner la pièce à l'endroit désiré, selon la position de son point de référence. On appuie sur le curseur pour confirmer le choix de cette position.

N.B.: Il faut consulter la section "pattern" pour savoir où sont les points de référence sur les "pattern".

IV- Pour vérifier, corriger et dimensionner:

- Lorsque les éléments de posture sont installés suivant la convention suggérée, soit:

Tubes de dossier	-----	LEVEL = 22
Bases de siège et dossier	-----	LEVEL = 33
Coussins siège	-----	LEVEL = 44
Biseaux siège	-----	LEVEL = 55
Biseaux dorsaux (haut)	-----	LEVEL = 66
Biseaux dorsaux (bas)	-----	LEVEL = 77
Appuis-pieds	-----	LEVEL = 88
Appuis-bras	-----	LEVEL = 99
Dimensions	-----	LEVEL = 111
Jambes	-----	LEVEL = 122

- On peut procéder à une vérification systématique pour déterminer si la position de chacun des éléments est désirable. On a deux possibilités pour aller vérifier les positions des éléments. On peut soit se servir du curseur directement (on assume que la commande "CONTROLE-T" a été activée pour afficher la course du curseur) ou de la fonction de vérification qui se trouve dans le menu de CONTROL →F7. Alors en appuyant successivement F7, F1, F3 on peut aller vérifier la distance entre 2 points, et en appuyant successivement→F7, F1 (VERIFY), F4 (ANGLE) on peut aller vérifier l'angle entre deux droites. Avec ces deux outils on peut aller mesurer tous les paramètres et les distances désirées. Une opération qui s'avère très pratique est la construction de deux droites qui simuleront l'angle d'une jambe au genou. Ainsi, on créée une droite qui est parallèle au coussin de siège et une droite qui simule la distance entre le talon et le creux poplité. On fait ceci très facilement avec les fonctions F1 (CREATE), F1 (LINE), F1 (ENDPOINTS) puis en déplaçant le curseur aux extrémités de ces droites qu'on veut créer. On confirme le choix des points en appuyant sur le curseur au bas du clavier. On a avantage à créer ces "simili"-jambes sur un "LEVEL" différent soit LEVEL=122, car si on désire modifier l'angle des bases ou de leur position, on pourra facilement effacer ce niveau pour les recréer à leur nouvelle position. On efface un "LEVEL" avec la fonction F8 (DELETE), puis F2 (LEVEL) et en suivant les instructions au bas de l'écran.

Lorsque les "simili"-jambes ont été créées on peut aller mesurer l'angle au genou et aussi la longueur entre le talon et le creux poplité avec les fonctions décrites plus haut. Assumons maintenant que ces paramètres sont insatisfaisants et que l'on détermine que les bases sont trop hautes et trop avancées. Pour changer la position du siège de posture on doit temporairement effacer les "LEVELS" qu'on ne désire pas déplacer, soit la structure, les appuis-pieds, les tubes de dossier, les simili-jambes. Donc, pour faire ceci on utilise les fonctions F6 DISPLAY), F3 (LEVEL), F2 (VISIBLE), F2 (REMOVE) et on suit les instructions au bas de l'écran. Donc, on enlève les "LEVELS", 1, 2, 3, 4, 99, 88, 22, 122, ou 1, 2, 3, 4 sont les "LEVELS" sur lesquels sont dessinés les structures. Apparaîtra ensuite à l'écran, seulement les autres pièces soit les bases (LEVEL=22) les biseaux (LEVEL=55, 66, 77) et les coussins (LEVEL=44). Pour déplacer le système de bases, de coussins et de biseaux on doit faire appel aux fonctions F4 (XFORM), F1 (TRANS-R), F1 (MOVE), F3 (WINDOW) et suivre les instructions au bas de l'écran. La fonction "WINDOW" permet de dessiner une fenêtre carrée autour des pièces qu'on désire déplacer. On choisit le premier point de la fenêtre avec la touche curseur et on agrandit la fenêtre avec les flèches. On ferme le carré en confirmant le deuxième avec le curseur. A ce moment, les entités qui seront déplacées sont celles qui sont complètement entourées par la fenêtre. Ensuite, apparaîtra successivement à l'écran les variables dxV = , d = , dZV = . On doit entrer à chacune de ces questions, les valeurs respectives que l'on désire faire déplacer les pièces dans chacun de ces axes. A noter que la valeur de déplacement dans le plan Z est toujours nulle donc dZV égale toujours zéro. Si on fait une erreur, F10 nous retourne à la question précédente. Lorsqu'on a terminé on appuie sur "ENTER" après chaque entrée. Ainsi, on peut facilement déplacer nos pièces.

Lorsque ceci est terminé on peut refaire apparaître les "LEVELS" qu'on a effacé en appuyant les fonctions suivantes: F6 (DISPLAY), F3 (LEVEL), F2 (VISIBLE), F1 (ADD) puis en rajoutant les LEVELS qu'on avait temporairement effacés. A ce moment on peut de nouveau créer une "simili"-jambe pour aller vérifier les paramètres pertinents. Une autre dimension qu'il est important de mesurer dans le cas des fauteuils roulants E & J est la distance entre la croix arrière et le point de rencontre du système de bases siège-dossier. Il a été déterminé que cette distance devrait être soit 1°, 2°, 3°, 4° ou 5° pour qu'on puisse reconstruire exactement ce qu'on observe à l'écran, tout en respectant les contraintes des trous et de la charnière. Ceci doit être considéré lorsqu'on déplace notre fenêtre comme il a

été décrit plus haut. Une autre possibilité qui peut être exploitée est celle de changer l'angle de bascule. Pour ce faire, on se sert des fonctions F4 (XFORM), F3 (2D-ROT), F1 (MOVE) et F3 (WINDOW). (On doit aussi s'assurer que les "LEVELS" qu'on ne désire pas modifier, soit temporairement effacés). Alors, une fois qu'on a créer notre fenêtre on doit aller positionner le curseur au point de rotation désiré, comme c'est demandé à l'écran. Ce point de rotation sera naturellement le point de rencontre du siège et du dossier. En appuyant sur le curseur on confirme ce choix et l'ordinateur nous demande de choisir un angle de rotation. A noter qu'un angle négatif tend à augmenter la bascule et un angle positif tend à la diminuer. Malheureusement, si on désire changer l'angle siège-dossier on doit effacer les "LEVELS" 77, 66, 55, 44, 33 et recommencer notre construction, toujours en respectant les profondeurs et la convention établie pour les "LEVELS" des différentes pièces.

En terminant, lorsque tout est à notre goût on peut aller dimensionner notre dessin et ajouter des notes explicatives telles, le nom du client, les angles importants, dans quelle rangée de noms on doit mettre le dossier, la hauteur sol-siège, etc. Avant d'entrer une note ou une dimension on doit premièrement aller déterminer les dimensions de notre texte. Ainsi, avec les fonctions F3 (DETAIL), F9 (SET), F4 (TEXT), F1 (DIM HEIGHT) on règle la hauteur des dimensions et avec les fonctions F3 (DETAIL), F9 (SET), F4 (TEXT), F1 (NOTE HEIGHT) on règle la hauteur des notes explicatives. Une valeur de 2.0 est suggérée pour les 2 cas. Maintenant pour entrer une note on fait appel aux fonctions suivantes: F1 (DETAIL), F2 (NOTE), F1 (KEYIN) puis on peut ensuite entrer le texte désiré. Si on appuie la touche "ENTER" deux fois, on indique qu'on a terminé l'entrée du texte au complet. L'ordinateur nous demande ensuite: "Indicate Text Position". La position indiquée par le curseur sera la position sous la première ligne de texte. Les autres lignes seront dessous. A noter qu'on peut écrire des majuscules en pressant simultanément la touche avec la flèche "↑" (des deux côtés du clavier alphabétique) et la lettre désirée.

Pour dimensionner on doit se servir des fonctions F3 (DETAIL), F1 (DIMENSION) et faire un choix dans les menus suivants: F1 (HORIZONTAL), F2 (VERTICAL), F5 (ANGULAIRE) ou autre. Ces fonctions sont très simples à suivre. Il s'agit simplement de suivre les instructions de l'ordinateur au bas de l'écran. En général, il s'agit de déplacer le curseur sur une entité, confirmer notre choix en pressant sur

la touche du curseur, puis recommencer sur le deuxième entité pour déterminer la dimension qui les séparent. Il faut aussi choisir la position où sera installée la valeur de la dimension. Enfin, on a l'option d'accepter la dimension telle que représentée.

Ceci résume les possibilités du système qui a été développé. Pour plus de détails sur les menus ou autre il s'agit de consulter l'index du manuel de l'usager **CADKEY** (gros cartable gris) ou me consulter moi!

N.B.: Ceux qui aimeraient essayer de faire du dessin peuvent consulter le manuel de l'usager **CADKEY**. Là ils trouveront un "TUTORIAL" de dessin qui explique étape par étape comment dessiner une pièce.

V- Pour terminer:

- Pour sortir du système on appuie sur la touche de fonction F9, (EXIT) puis F1 (NO) lorsqu'on nous pose la question "SAVE PART BEFORE TERMINATION" au bas de l'écran...

SECTION 1: PART

Modèles EVEREST & JENNINGS:

"DIRECTORY" : EJ12T1 PATH:PRT EJ12T1

1)	EJ19X20%		
2)	EJ18X20%	VALEURS "DEPTH"	
3)	EJ17X20%		
4)	EJ18X19%	BASES D = -3.5	
5)	EJ17X19%		
6)	EJ18X18%	TUBES DOSSIER	D1 = -2.5
7)	EJ17X18%	APPUI-PIEDS ELEVATEURS	D2 = -15.5
8)	EJ16X18%		
9)	EJ17X17%	APPUI-PIEDS	D1 = -2.5
10)	EJ16X17%		D2 = -10.5

"DIRECTORY" : EJ14T1 PATH:PRT EJ14T1

1)	EJ19X20%		
2)	EJ18X20%	VALEURS "DEPTH"	
3)	EJ17X20%		
4)	EJ18X19%	BASES D = -3.5	
5)	EJ17X19%		
6)	EJ18X18%	TUBES DOSSIER	D1 = -2.5
7)	EJ17X18%	APPUI-PIEDS ELEVATEURS	D2 = -17.5
8)	EJ16X18%		
9)	EJ17X17%	APPUI-PIEDS	D1 = -2.5
10)	EJ16X17%		D2 = -12.5

"DIRECTORY" : EJ15T1 PATH:PRT EJ15T1

1)	EJ19X20%		
2)	EJ18X20%	VALEURS "DEPTH"	
3)	EJ17X20%		
4)	EJ18X19%	BASES D = -3.5	
5)	EJ17X19%		
6)	EJ18X18%	TUBES DOSSIER	D1 = -2.5
7)	EJ17X18%	APPUI-PIEDS ELEVATEURS	D2 = -18.5
8)	EJ16X18%		
9)	EJ17X17%	APPUI-PIEDS	D1 = -2.5
10)	EJ16X17%		D2 = -13.5

N.B.: % = 1/2

"DIRECTORY" : EJ16T1 PATH:PRT EJ16T1

1)	EJ19X20%		
2)	EJ18X20%	VALEURS "DEPTH"	
3)	EJ17X20%		
4)	EJ18X19%	BASES D = -3.5	
5)	EJ17X19%		
6)	EJ18X18%	TUBES DOSSIER	D1 = -2.5
7)	EJ17X18%	APPUI-PIEDS ELEVATEURS	D2 = -19.5
8)	EJ16X18%		
9)	EJ17X17%	APPUI-PIEDS	D1 = -2.5
10)	EJ16X17%		D2 = -14.5

"DIRECTORY" : EJ18T1 PATH:PRT EJ18T1

1)	EJ19X20%		
2)	EJ18X20%	VALEURS "DEPTH"	
3)	EJ17X20%		
4)	EJ18X19%	BASES D = -3.5	
5)	EJ17X19%		
6)	EJ18X18%	TUBES DOSSIER	D1 = -2.5
7)	EJ17X18%	APPUI-PIEDS ELEVATEURS	D2 = -21.5
8)	EJ16X18%		
9)	EJ17X17%	APPUI-PIEDS	D1 = -2.5
10)	EJ16X17%		D2 = -16.5

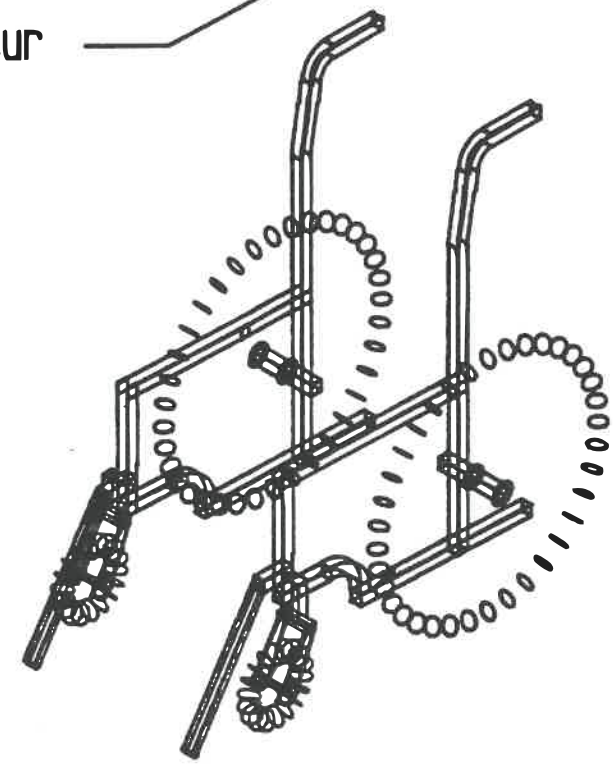
N.B.: % = 1/2

EX: "Directory:" EJ15t1 Modele:EJ20x18%

Largeur

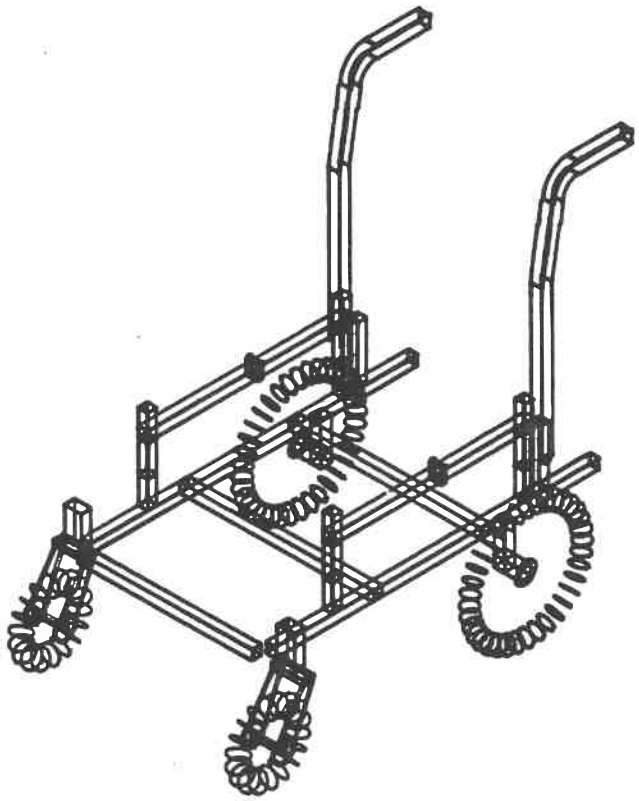
Profondeur

Hauteur



EVEREST & JENNINGS

"Directory:" EJMOON EX: EJMOON



MOONEY BASE DE E.&J.

Modèles: TARGA PRT

"DIRECTORY" : TARGA14 PATH:PRT TARGA14

1)	TG14X16%	
2)	TG14X17%	VALEURS "DEPTH"
3)	TG14X18%	
4)	TG14X19%	
5)	TG15X16%	BASES D = -3.0
6)	TG15X17%	
7)	TG15X18%	
8)	TG15X19%	
9)	TG16X16%	APPUI-PIEDS D1 = -2.25
10)	TG16X17%	D2 = -17.0
11)	TG16X18%	
12)	TG16X19%	
13)	TG17X16%	
14)	TG17X17%	
15)	TG17X18%	
16)	TG17X19%	
17)	TG18X16%	
18)	TG18X17%	
19)	TG18X18%	
20)	TG18X19%	

"DIRECTORY" : TARGA15 PATH:PRT TARGA15

1) TG14X16%
2) TG14X17%
3) TG14X18%
4) TG14X19%
5) TG15X16%
6) TG15X17%
7) TG15X18%
8) TG15X19%
9) TG16X16%
10) TG16X17%
11) TG16X18%
12) TG16X19%
13) TG17X16%
14) TG17X17%
15) TG17X18%
16) TG17X19%
17) TG18X16%
18) TG18X17%
19) TG18X18%
20) TG18X19%

VALEURS "DEPTH"

BASES D = -2.5

APPUI-PIEDS D1 = -1.75
D2 = -17.5

N.B.: % = 1/2

"DIRECTORY" : TARGA16 PATH:PRT TARGA16

1)	TG14X16%	
2)	TG14X17%	VALEURS "DEPTH"
3)	TG14X18%	
4)	TG14X19%	
5)	TG15X16%	BASES D = -2.0
6)	TG15X17%	
7)	TG15X18%	
8)	TG15X19%	
9)	TG16X16%	APPUI-PIEDS D1 = -1.25
10)	TG16X17%	D2 = -18.25
11)	TG16X18%	
12)	TG16X19%	
13)	TG17X16%	
14)	TG17X17%	
15)	TG17X18%	
16)	TG17X19%	
17)	TG18X16%	
18)	TG18X17%	
19)	TG18X18%	
20)	TG18X19%	

"DIRECTORY" : TARGA17 PATH:PRT TARGA17

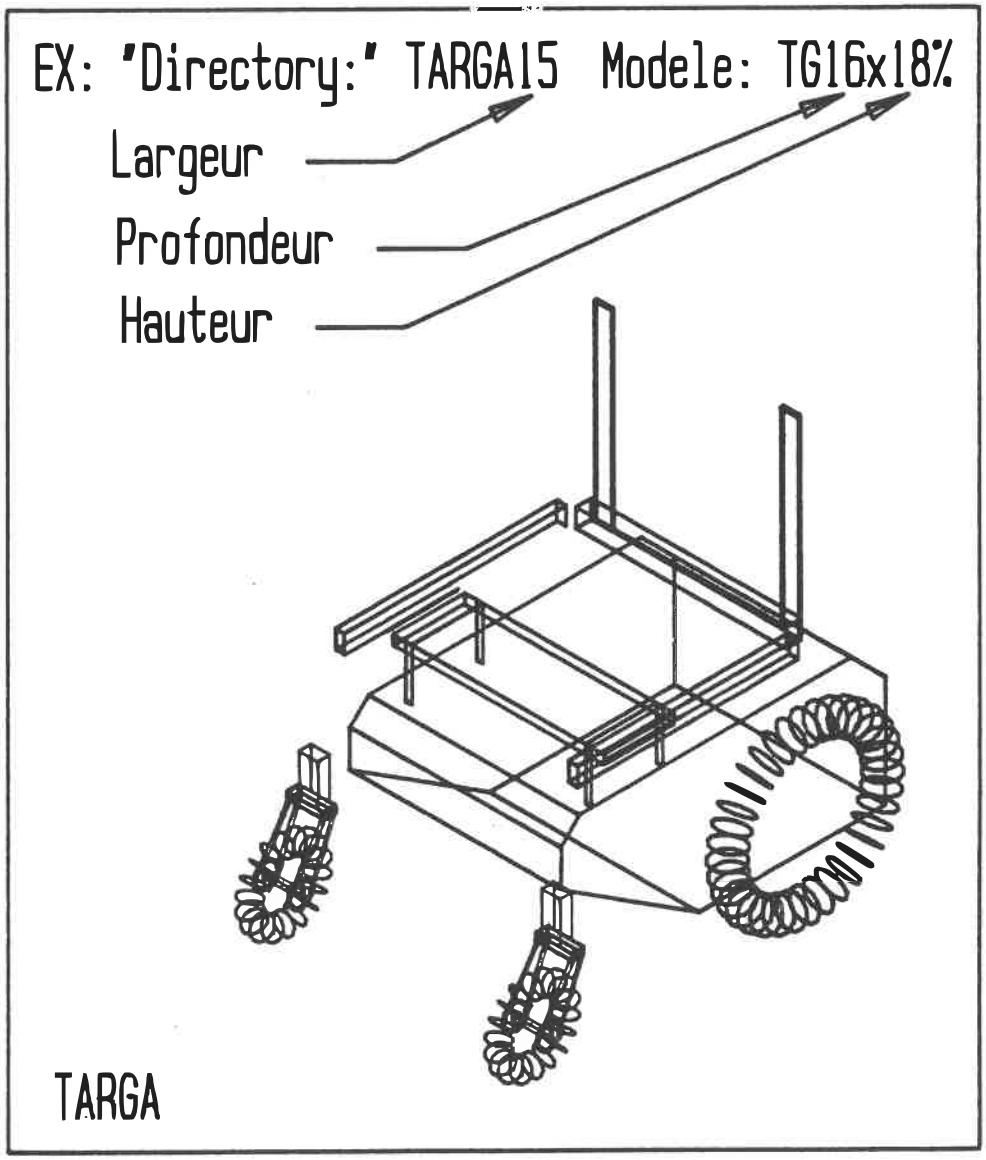
1) TG14X16%
2) TG14X17% VALEURS "DEPTH"
3) TG14X18%
4) TG14X19%
5) TG15X16% BASES D = -1.5
6) TG15X17%
7) TG15X18%
8) TG15X19%
9) TG16X16% APPUI-PIEDS D1 = -0.75
10) TG16X17% D2 = -18.5
11) TG16X18%
12) TG16X19%
13) TG17X16%
14) TG17X17%
15) TG17X18%
16) TG17X19%
17) TG18X16%
18) TG18X17%
19) TG18X18%
20) TG18X19%

N.B.: % = 1/2

"DIRECTORY" : TARGA18 PATH:PRT TARGA18

1) TG14X16%
2) TG14X17% VALEURS "DEPTH"
3) TG14X18%
4) TG14X19%
5) TG15X16% BASES D = -1.0
6) TG15X17%
7) TG15X18%
8) TG15X19%
9) TG16X16% APPUI-PIEDS D1 = -2.5
10) TG16X17% D2 = -19.0
11) TG16X18%
12) TG16X19%
13) TG17X16%
14) TG17X17%
15) TG17X18%
16) TG17X19%
17) TG18X16%
18) TG18X17%
19) TG18X18%
20) TG18X19%

N.B.: % = 1/2


EX: "Directory:" TARGA15 Modele: TG16x18%
Largeur
Profondeur
Hauteur
TARGA

Modèles: FORTRESS 760FS

"DIRECTORY" : FORT12 PATH:PRT FORT12

1) FS16X18 VALEURS "DEPTH"

2) FS17X18

3) FS18X18 BASES D = -4.0

4) FS19X18 APPUI-PIEDS D1 = -3.0

D2 = -16.0

"DIRECTORY" : FORT13 PATH:PRT FORT13

1) FS16X18 VALEURS "DEPTH"

2) FS17X18

3) FS18X18 BASES D = -3.5

4) FS19X18 APPUI-PIEDS D1 = -2.5

D2 = -16.5

"DIRECTORY" : FORT14 PATH:PRT FORT14

1) FS16X18 VALEURS "DEPTH"

2) FS17X18

3) FS18X18 BASES D = -3.0

4) FS19X18 APPUI-PIEDS D1 = -2.0

D2 = -17.0

"DIRECTORY" : FORT15 PATH:PRT FORT15

1) FS16X18 VALEURS "DEPTH"

2) FS17X18

3) FS18X18 BASES D = -2.5

4) FS19X18 APPUI-PIEDS D1 = -1.5

D2 = -17.5

"DIRECTORY" : FORT16 PATH:PRT FORT16

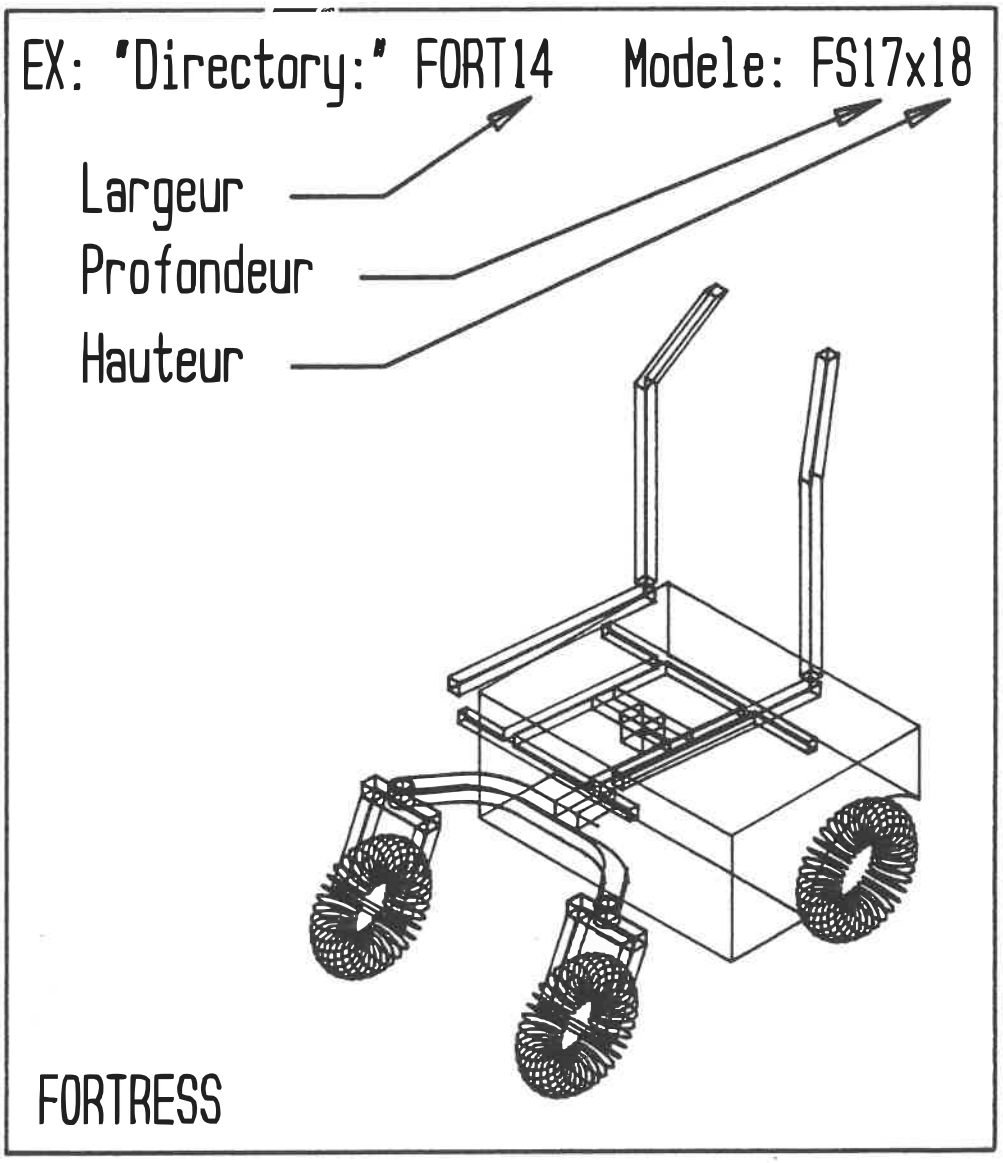
1) FS16X18 VALEURS "DEPTH"

2) FS17X18

3) FS18X18 BASES D = -2.0

4) FS19X18 APPUI-PIEDS D1 = -1.0

D2 = -18.0


EX: "Directory:" FORT14
Modele: FS17x18
Largeur
Profondeur
Hauteur
FORTRESS

SECTION 2: PATTERN

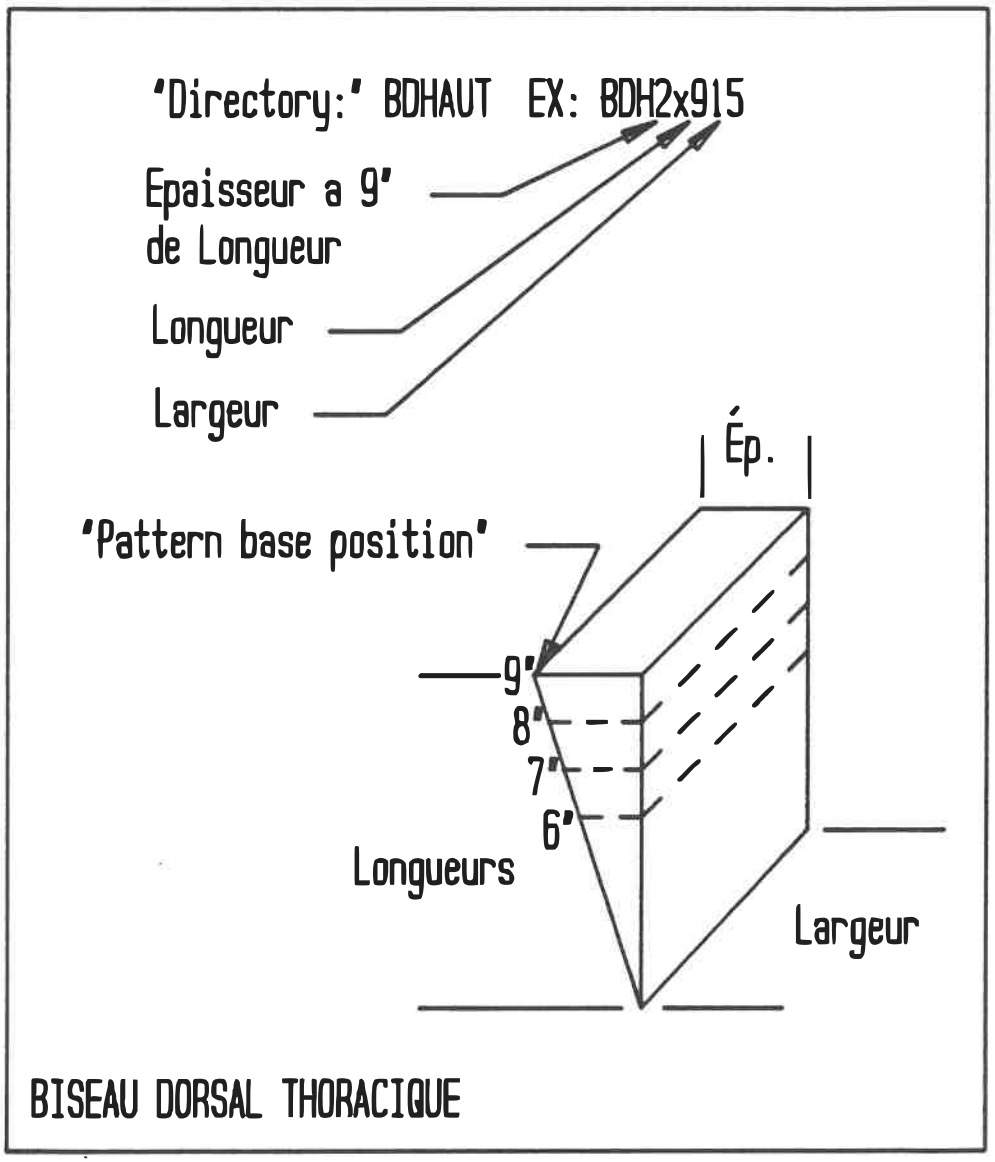
Biseau dorsal du haut

DIRECTORY PATH FILE NAME : PTN BDOSHAUT

1)	BDH2X912	BDH2X812	BDH2X712	BDH2X612
	BDH2X914	BDH2X814	BDH2X714	BDH2X614
	BDH2X915	BDH2X815	BDH2X715	BDH2X615
	BDH2X916	BDH2X816	BDH2X716	BDH2X616
	BDH2X918	BDH2X818	BDH2X718	BDH2X618
	BDH%X912	BDH%X812	BDH%X712	BDH%X612
	BDH%X914	BDH%X814	BDH%X714	BDH%X614
	BDH%X915	BDH%X815	BDH%X715	BDH%X615
	BDH%X916	BDH%X816	BDH%X716	BDH%X616
	BDH%X918	BDH%X818	BDH%X718	BDH%X618

N.B.: % = 1 1/2

BDH1X912	BDH1X812	BDH1X712	BDH1X612
BDH1X914	BDH1X814	BDH1X714	BDH1X614
BDH1X915	BDH1X815	BDH1X715	BDH1X615
BDH1X916	BDH1X816	BDH1X716	BDH1X616
BDH1X918	BDH1X818	BDH1X718	BDH1X618


'Directory:' BDHAUT EX: BDH2x915
Epaisseur a 9"
de Longueur
Longueur
Largeur
Ép.
'Pattern base position'
9"
8"
7"
6"
Longueurs
Largeur
BISEAU DORSAL THORACIQUE

Biseau dorsal du bas

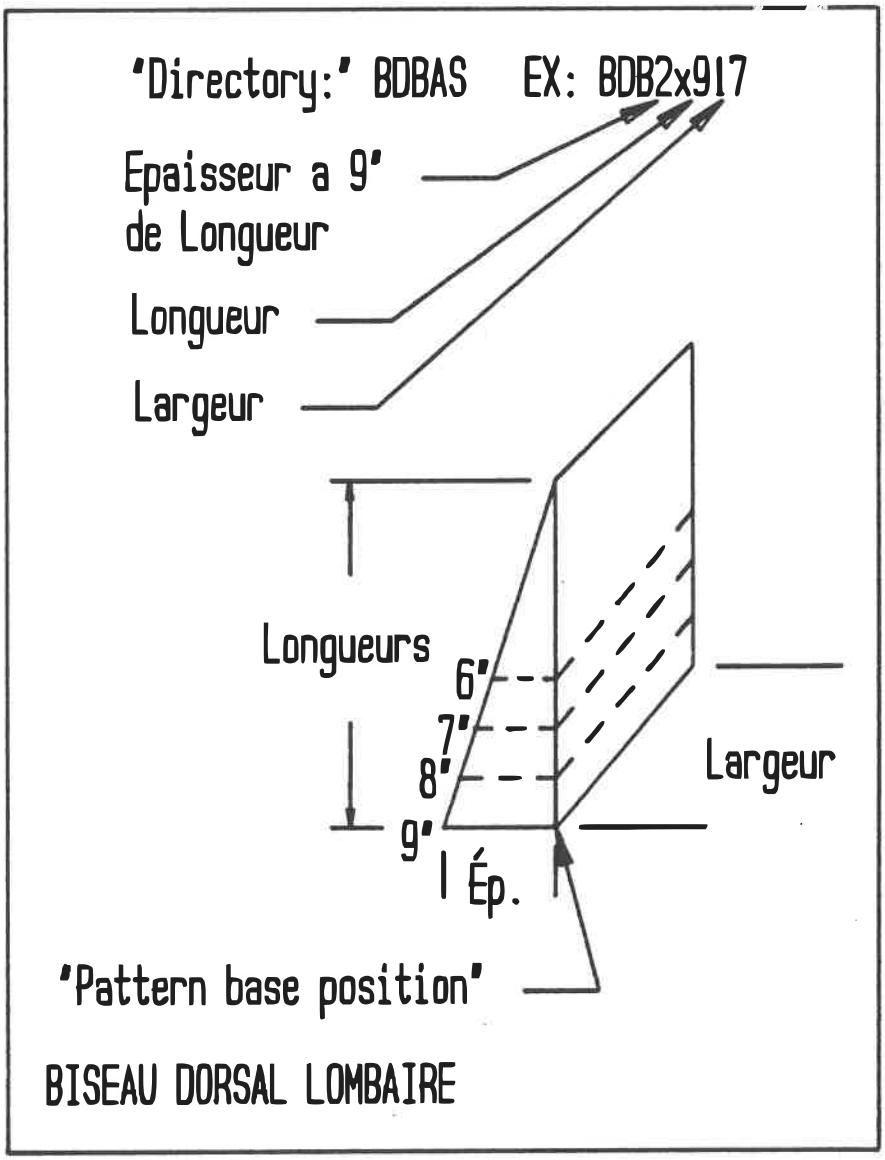
DIRECTORY PATH FILE NAME : PTN BDOSBAS

1)	BDH2X912	BDH2X812	BDH2X712	BDH2X612
	BDH2X914	BDH2X814	BDH2X714	BDH2X614
	BDH2X915	BDH2X815	BDH2X715	BDH2X615
	BDH2X916	BDH2X816	BDH2X716	BDH2X616
	BDH1X918	BDH2X818	BDH2X718	BDH2X618

BDH%X912	BDH%X812	BDH%X712	BDH%X612
BDH%X914	BDH%X814	BDH%X714	BDH%X614
BDH%X915	BDH%X815	BDH%X715	BDH%X615
BDH%X916	BDH%X816	BDH%X716	BDH%X616
BDH%X918	BDH%X818	BDH%X718	BDH%X618

N.B.: % = 1 1/2

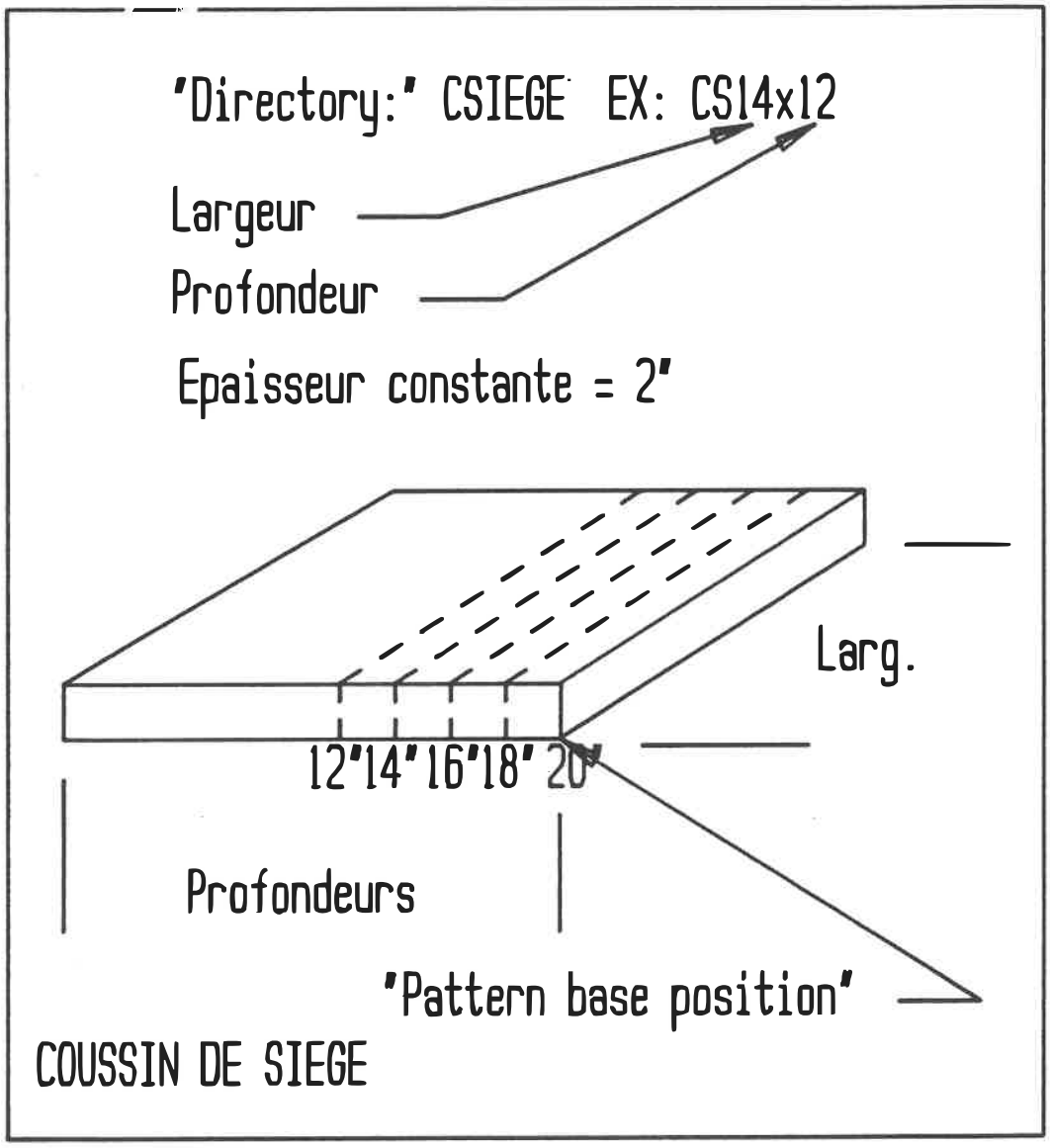
BDH1X912	BDH1X812	BDH1X712	BDH1X612
BDH1X914	BDH1X814	BDH1X714	BDH1X614
BDH1X915	BDH1X815	BDH1X715	BDH1X615
BDH1X916	BDH1X816	BDH1X716	BDH1X616
BDH1X918	BDH1X818	BDH1X718	BDH1X618


'Directory:' BDBAS EX: BDB2x917
Epaisseur a 9'
de Longueur
Longueur
Largeur
Longueurs
6'
7'
8'
9'
Largeur
Ép.
'Pattern base position'
BISEAU DORSAL LOMBAIRE

Coussin de siège

DIRECTORY PATH FILE NAME: PTN CSIEGE

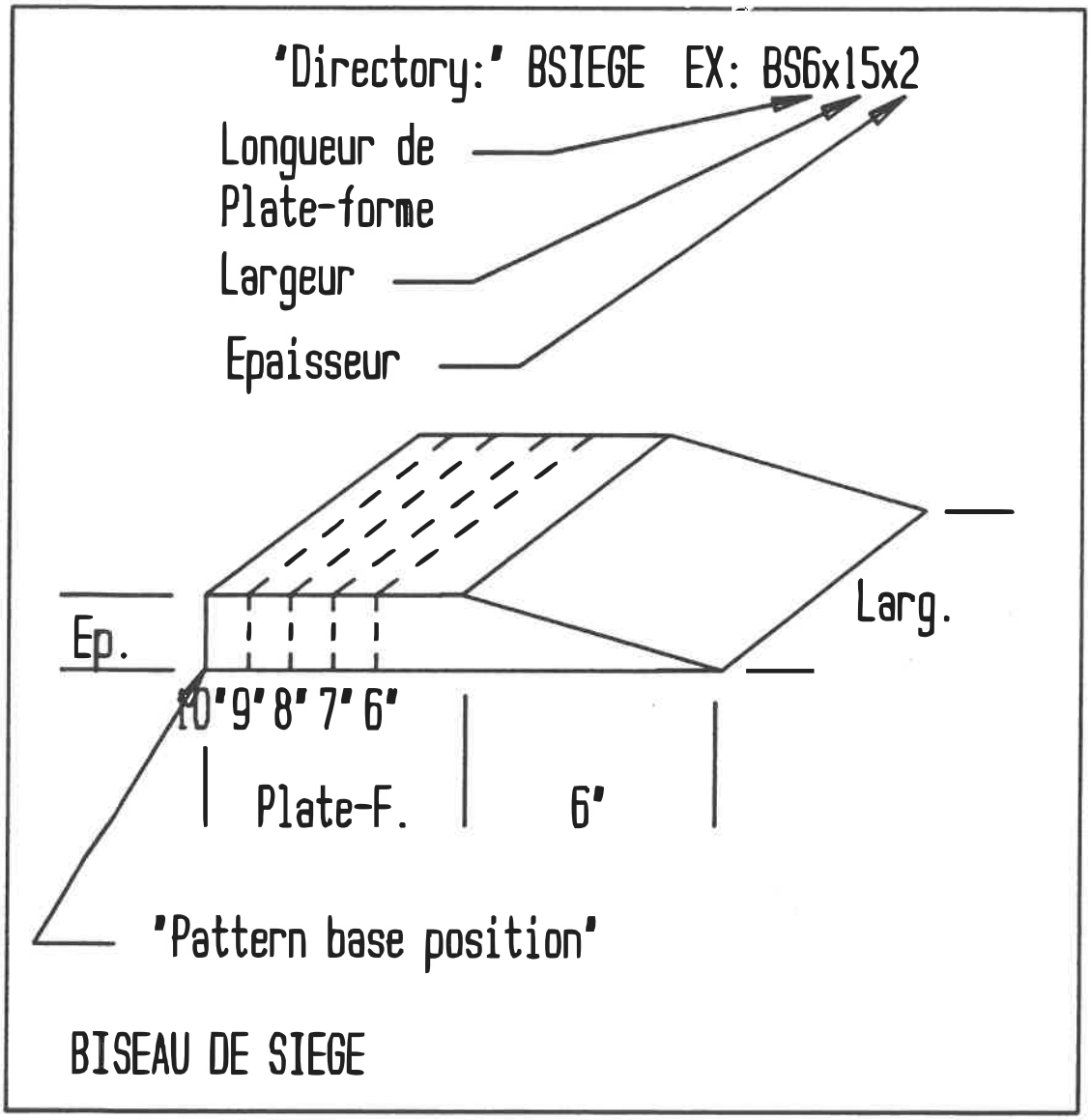
1)	CS14X12	CS14%X12	CS15X12	CS15%X12
	CS14X14	CS14%X14	CS15X14	CS15%X14
	CS14X15	CS14%X15	CS15X15	CS15%X15
	CS14X16	CS14%X16	CS15X16	CS15%X16
	CS14X18	CS14%X18	CS15X18	CS15%X18
	CS16X12	CS16%X12	CS17X12	CS17%X12
	CS16X14	CS16%X14	CS17X14	CS17%X14
	CS16X15	CS16%X15	CS17X15	CS17%X15
	CS16X16	CS16%X16	CS17X16	CS17%X16
	CS16X18	CS16%X18	CS17X18	CS17%X18
	CS18X12	CS18%X12		
	CS18X14	CS18%X14		
	CS18X15	CS18%X15		
	CS18X16	CS18%X16		
	CS18X18	CS18%X18		


"Directory:" CSIEGE EX: CS14x12
Largeur
Profondeur
Epaisseur constante = 2"
Larg.
12"14"16"18" 20"
Profondeurs
"Pattern base position"
COUSSIN DE SIEGE

Biseau de siège

DIRECTORY PATH FILE NAME : PTN BSIEGE

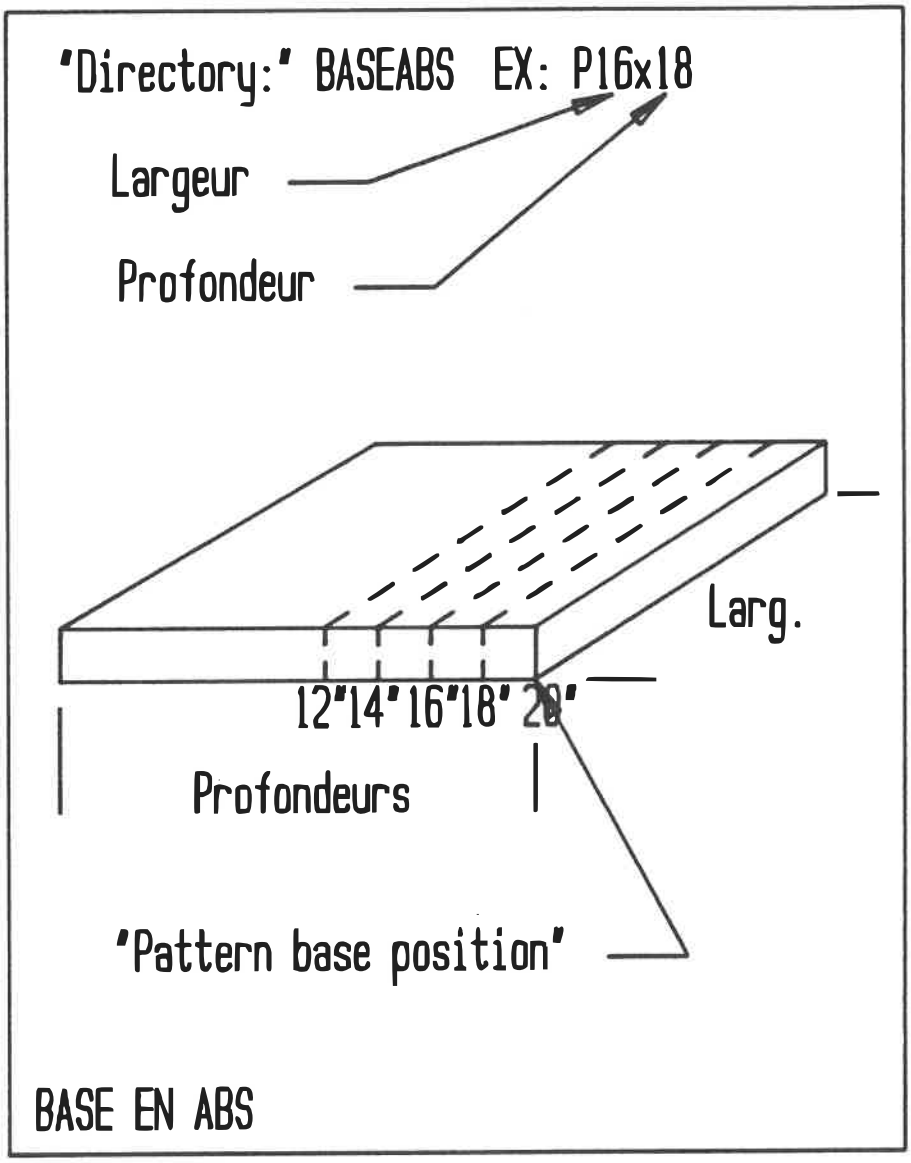
1)	BS6X12X1	BS5X12X1	BS4X12X1	BS3X12X1	BS2X12X1
	BS6X14X1	BS5X14X1	BS4X14X1	BS3X14X1	BS2X14X1
	BS6X15X1	BS5X15X1	BS4X15X1	BS3X15X1	BS2X15X1
	BS6X16X1	BS5X16X1	BS4X16X1	BS3X16X1	BS2X16X1
	BS6X18X1	BS5X18X1	BS4X18X1	BS3X18X1	BS2X18X1
	BS6X12X2	BS5X12X2	BS4X12X2	BS3X12X2	BS2X12X2
	BS6X14X2	BS5X14X2	BS4X14X2	BS3X14X2	BS2X14X2
	BS6X15X2	BS5X15X2	BS4X15X2	BS3X15X2	BS2X15X2
	BS6X16X2	BS5X16X2	BS4X16X2	BS3X16X2	BS2X16X2
	BS6X18X2	BS5X18X2	BS4X18X2	BS3X18X2	BS2X18X2
	BS6X12X3	BS5X12X3	BS4X12X3	BS3X12X3	BS2X12X3
	BS6X14X3	BS5X14X3	BS4X14X3	BS3X14X3	BS2X14X3
	BS6X15X3	BS5X15X3	BS4X15X3	BS3X15X3	BS2X15X3
	BS6X16X3	BS5X16X3	BS4X16X3	BS3X16X3	BS2X16X3
	BS6X18X3	BS5X18X3	BS4X18X3	BS3X18X3	BS2X18X3


'Directory:' BSIEGE EX: BS6x15x2
Longueur de Plate-forme
Largeur
Epaisseur
Ep.
Larg.
10" 9" 8" 7" 6"
Plate-F.
6"
'Pattern base position'
BISEAU DE SIEGE

Bases ABS

DIRECTORY PATH FILE NAME : PTN BASEABS

P15X12	P15X14	P15X15	P15X16	P15X18
P15%X12	P15%X14	P15%X15	P15%X16	P15%X18
P16X12	P16X14	P16X15	P16X16	P16X18
P16%X12	P16%14	P16%X15	P16%X16	P16%X18
P17X12	P17X14	P17X15	P17X16	P17X18
P17%X12	P17%X14	P17%X15	P17%X16	P17%X18
P18X12	P18X14	P18X15	P18X16	P18X18
P18%X12	P18%X14	P18%X15	P18%X16	P18%X18
P19X12	P19X14	P19X15	P19X16	P19X18
P19%X12	P19%X14	P19%X15	P19%X16	P19%X18
P20X12	P20X14	P20X15	P20X16	P20X18
P20%X12	P20%X14	P20%X15	P20%X16	P20%X18
P21X12	P21X14	P21X15	P21X16	P21X18


"Directory:" BASEABS EX: P16x18
Largeur
Profondeur
Larg.
12"14"16"18"20"
Profondeurs
"Pattern base position"
BASE EN ABS

Tube de dossier

DIRECTORY PATH FILE NAME : PTN TUBEDOS

1) TBDOS13

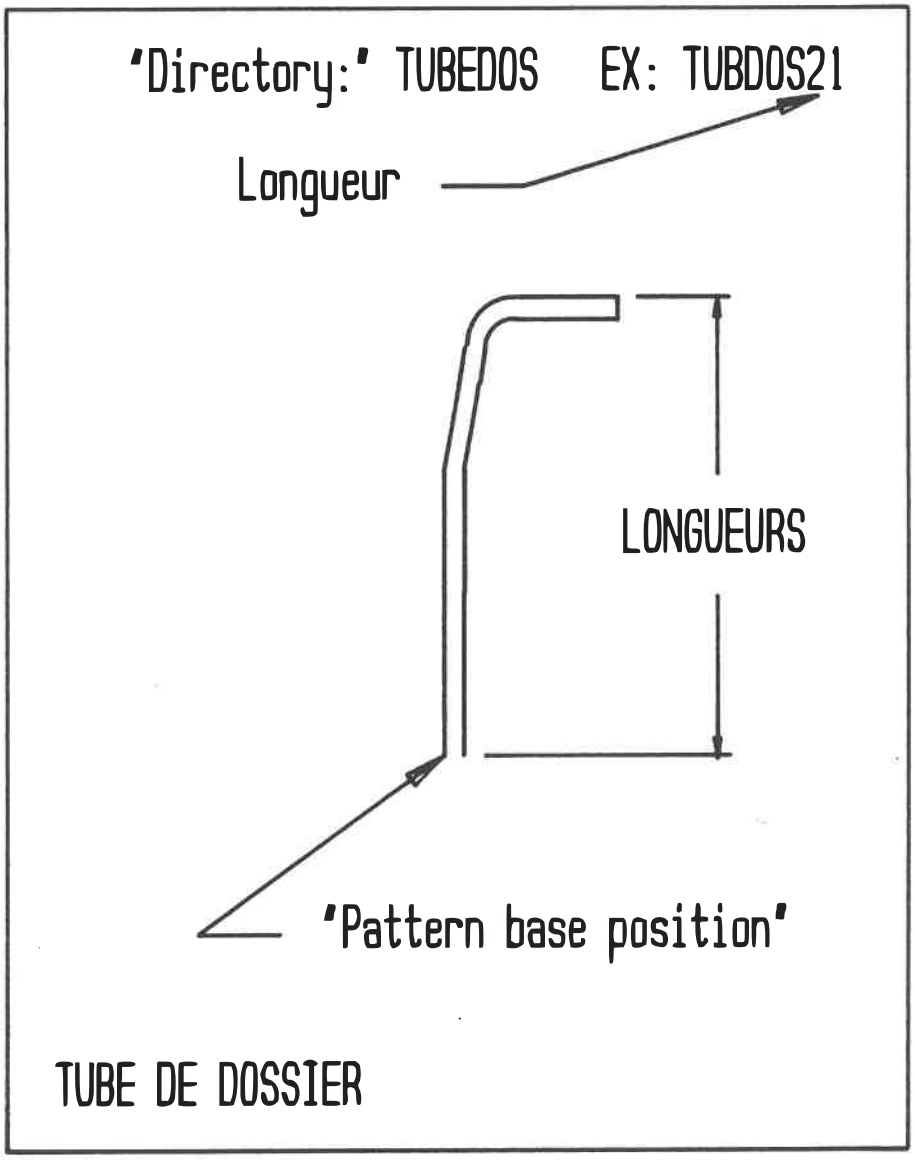
2) TBDOS15

3) TBDOS17

4) TBDOS19

5) TBDOS21

6) FS655DOS


'Directory:' TUBEDOS EX: TUBDOS21
Longueur
LONGUEURS
'Pattern base position'
TUBE DE DOSSIER

Appui-pieds et appui-bras

DIRECTORY PATH FILE NAME : PTN APBR&PI

1) APPUIBR1

2) EJAPPIFX

3) TGAPPIEL

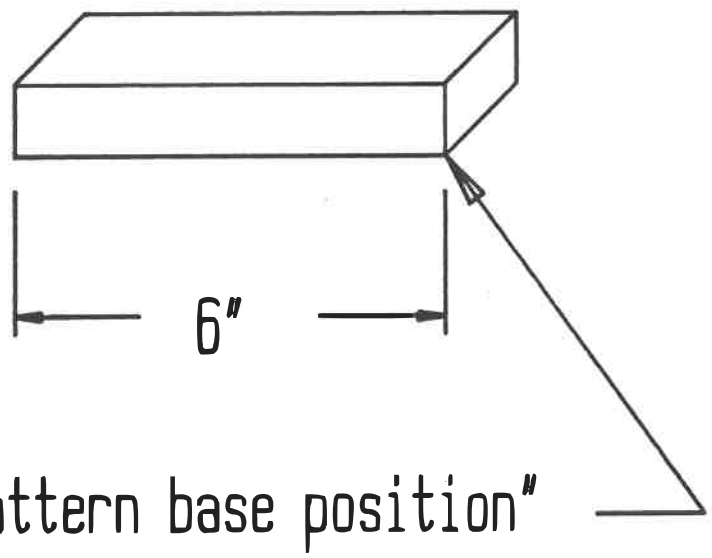
4) TGAPPIFX

5) FSAPPIEL

6) FSAPPIFX

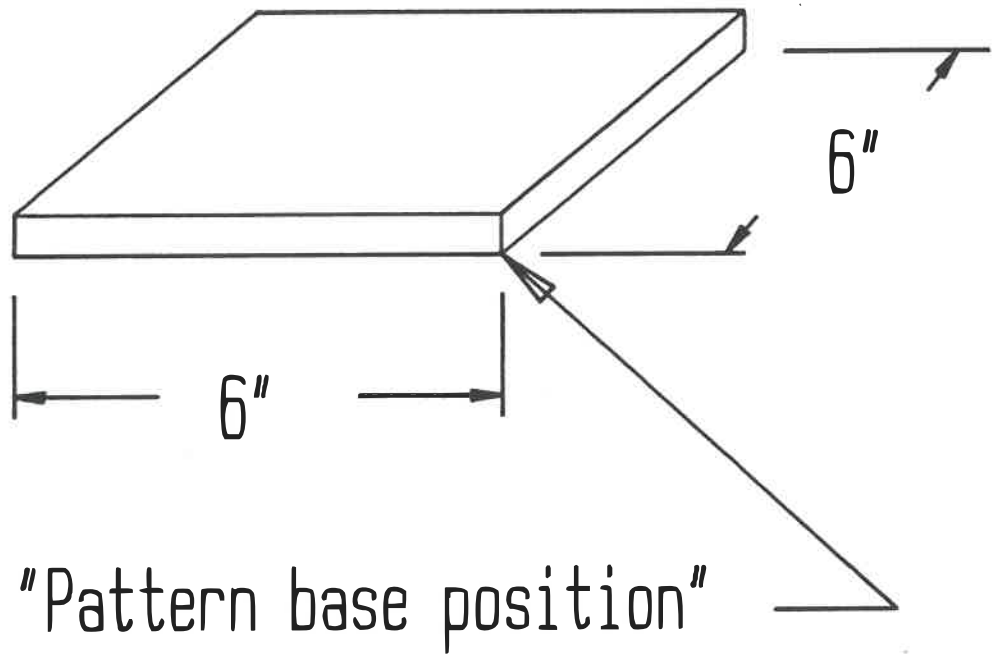
7) EJAPPIEL

"Directory;" APBR&PI EX: APPUIBR1



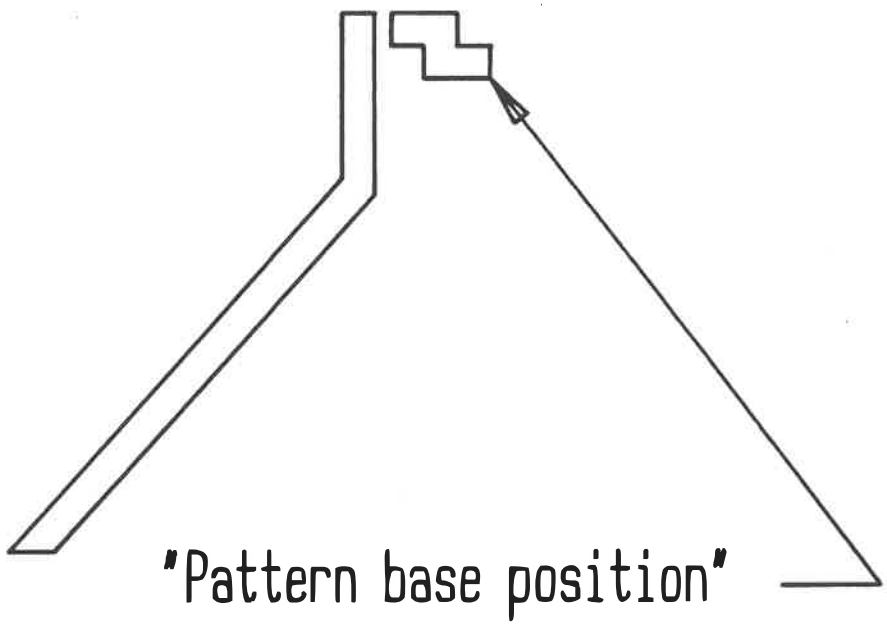
APPUI-BRAS

"Directory:" APBR&PI EX: EJAPPIFX



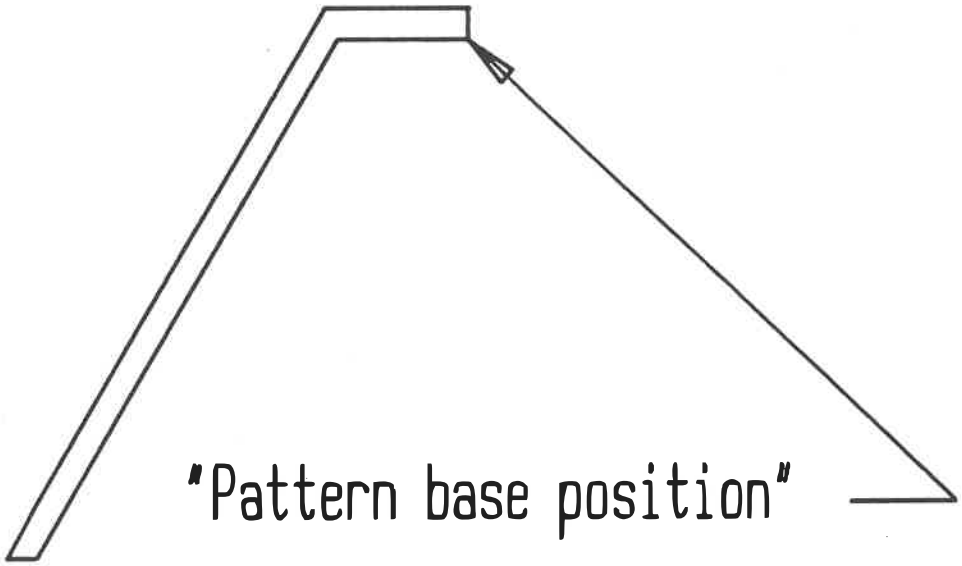
APPUI-PIED FIXE E.&J.

"Directory:" APBR&PI EX: TGAPPIEL



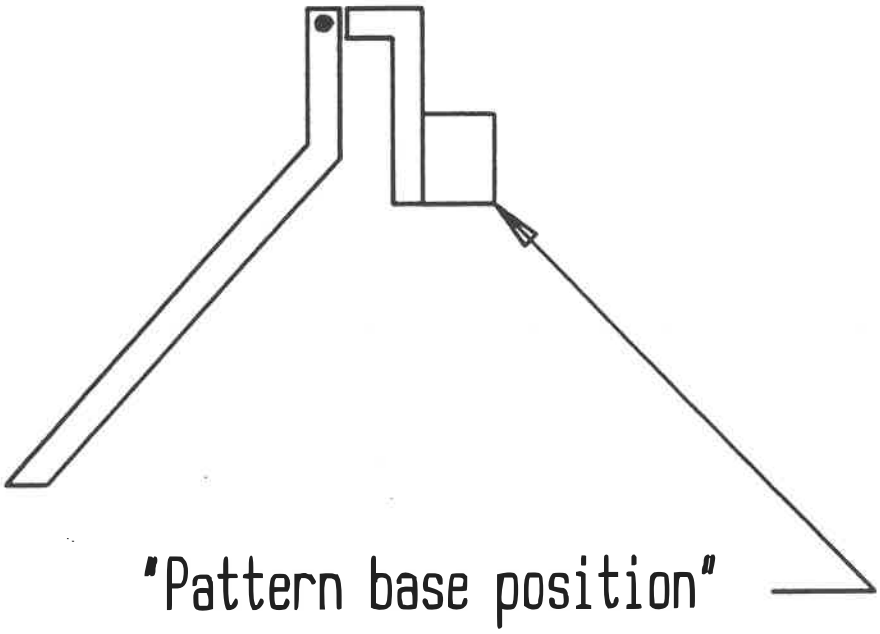
APPUI-JAMBE ELEVATEUR TARGA

"Directory:" APBR&PI EX: TGAPPIFX



APPUI-PIED TARGA

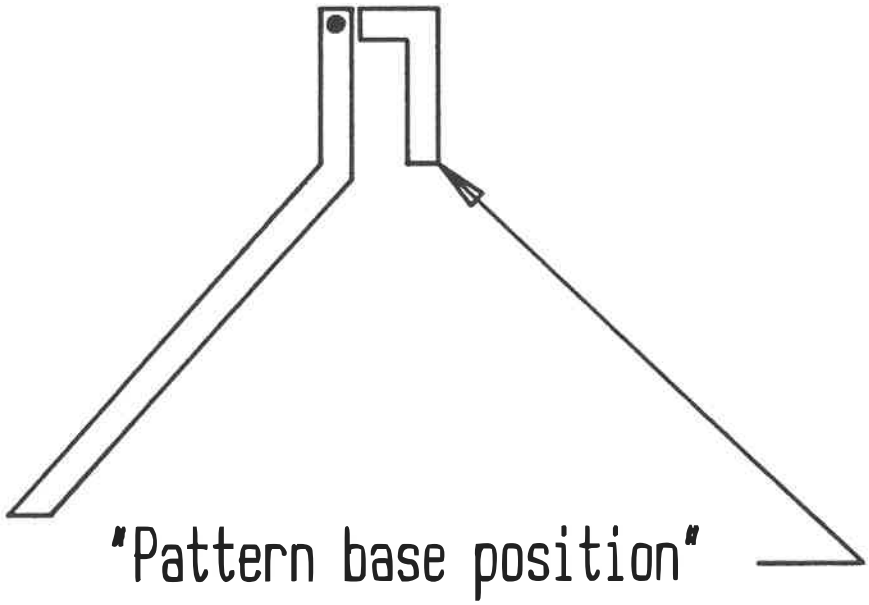
"Directory:" APBR&PI EX: FSAPPIEL



"Pattern base position"

APPUI-JAMBE ELEVATEUR FORTRESS

"Directory:" APBR&PI EX: EJAPPIEL



APPUI-JAMBE ELEVATEUR E.&J.

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL
3 9334 00248686 6

ST-G

19

C
U
1
S