

Titre: Variables stratégiques fondamentales et cardinalité nécessaires au
Title: vêtement sur-mesure de masse pour hommes

Auteur: Jocelyn Bellemare
Author:

Date: 2014

Type: Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

Référence: Bellemare, J. (2014). Variables stratégiques fondamentales et cardinalité
Citation: nécessaires au vêtement sur-mesure de masse pour hommes [Thèse de doctorat,
École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie.
<https://publications.polymtl.ca/1648/>

 Document en libre accès dans PolyPublie
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/1648/>
PolyPublie URL:

**Directeurs de
recherche:** Pierre Baptiste, & Serge Carrier
Advisors:

Programme: Génie industriel
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

VARIABLES STRATÉGIQUES FONDAMENTALES ET CARDINALITÉ NÉCESSAIRES
AU VÊTEMENT SUR-MESURE DE MASSE POUR HOMMES

JOCELYN BELLEMARE

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET DE GÉNIE INDUSTRIEL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

THÈSE PRÉSENTÉE EN VUE DE L'OBTENTION

DU DIPLÔME DE PHILOSOPHIAE DOCTOR

(GÉNIE INDUSTRIEL)

DÉCEMBRE 2014

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Cette thèse intitulée :

VARIABLES STRATÉGIQUES FONDAMENTALES ET CARDINALITÉ NÉCESSAIRES
AU VÊTEMENT SUR-MESURE DE MASSE POUR HOMMES

présentée par : BELLEMARE Jocelyn

en vue de l'obtention du diplôme de : Philosophiae Doctor

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

M. TRÉPANIÉ Martin, Ph. D., président

M. BAPTISTE Pierre, Doctorat., membre et directeur de recherche

M. CARRIER Serge, Ph. D., membre et codirecteur de recherche

M. PELLERIN Robert, Ph. D., membre

M. RIOUX Michel, Ph. D., membre

DÉDICACE

« Un habit, c'est une idée qui flotte autour du corps d'un homme. »

(Chevreuil, tailleur, Paris 1854)

REMERCIEMENTS

En préambule à cette thèse, je souhaite adresser ici tous mes remerciements aux personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de cette recherche. Tout d'abord, je tiens à remercier Pierre Baptiste mon directeur de thèse pour son soutien attentif, son implication continue, ses conseils avisés et sa façon de voir les choses autrement. Merci infiniment à Serge Carrier, ce merveilleux codirecteur pour m'avoir transmis son intérêt pour la recherche, sans lequel cette thèse n'aurait jamais vu le jour. Merci à vous deux pour votre support tout au long de ce travail, pour votre rigueur scientifique, vos corrections efficaces et vos critiques constructives. Mes remerciements vont également aux membres de mon jury, les professeurs Martin Trépanier, Robert Pellerin et Michel Rioux, qui ont accepté d'évaluer cette thèse.

Ces travaux de recherche n'auraient jamais pu aboutir sans l'aide et l'implication des intervenants des Centres de transferts technologiques, la collaboration des entreprises manufacturières, des détaillants et surtout des maîtres-tailleurs et des patronnistes ainsi que des candidats constituant mon échantillon de recherche. Un grand merci à toutes ces personnes (leur nom est confidentiel) qui ont travaillé avec moi et m'ont fourni suffisamment d'information pour mener à bien mes analyses. J'ai eu beaucoup de plaisir à collaborer avec vous et trouvé passionnant d'apporter des données concrètes à un travail de recherche constructif. Merci à Mike Fralix de TC2 ainsi que Brian Villeneuve et l'équipe d'Innovations VLAM pour la collecte de données. Je tiens à remercier également Paulette Kaci et l'équipe de Vestechpro du Cégep Marie-Victorin ainsi que l'équipe du Laboratoire Techno-espace du Collège LaSalle. Un merci particulier à Isabelle Simard, mon adorable assistante de recherche : merci pour ta complicité, ta rigueur et surtout ta grande patience. Merci à Marie-Ève Lecavalier Lemieux pour les magnifiques illustrations. Merci au Musée Stewart, à l'historien Renée Chartrand, à Martin Falcon et Valérie Gosselin chez Logistic Unicorps, Stéphanie Craig-Dugas chez Fullum & Holt, Tommy Maida du Complexe sportif Marie-Victorin ainsi que Manon Simard du Centre d'éducation physique et des sports de l'Université de Montréal (Cepsum) nous ayant permis de réaliser cette collecte de données.

J'exprime ma gratitude à Joe Pine et Frank Piller pour leur générosité, Akli Akour pour sa disponibilité et son aide et notamment Marie-Ève Faust qui m'a initialement présenté cette opportunité de doctorat. Sans compter Bernard Clément, Richard Labib et Gilles Saint-Pierre de l'École Polytechnique et l'équipe de l'École supérieure de mode de Montréal et de l'École des sciences de la gestion de l'UQAM. Merci à John, Tom & Catherine pour m'avoir fait sourire et pour avoir finalement apprécié l'écriture sous l'air de Cape Cod. À ma famille et extraordinaire belle famille, particulièrement mes ami(e)s Michèle, Phil, Marie-France qui m'ont soutenu tout au long de mes (longues !) études et qui m'ont encouragé à distance avec la même intensité que si j'avais été présent auprès d'eux. Enfin, un remerciement tout particulier à toi Robin, pour ta patience et ton inconditionnel encouragement vers le succès.

RÉSUMÉ

Plusieurs fabricants et détaillants tentent d'offrir des produits « personnalisés » (*mass customization*) aussi bien au niveau des commerces traditionnels que du Web. Toutefois, si quelques sociétés ont réussi à implanter avec succès l'innovation et les principes du *mass customization* à leurs produits autrefois standardisés, le concept du *mass customization* reste globalement assez mal maîtrisé et insuffisamment utilisé par les entreprises en raison des problèmes de mensurations, d'adaptation des patrons et de flexibilité dans les méthodes ainsi que des délais de fabrication. En tenant compte de ce contexte particulier, nous nous sommes fixés comme objectifs spécifiques dans cette recherche : l'identification (1) des variables fondamentales et des données nécessaires pour réaliser un vêtement « sur-mesure », la réduction (2) du nombre de variables fondamentales (longueur, circonférence, densité et variables de comportements des matières) qui permettra de diminuer (3) la quantité de données à traiter et à transmettre pour réaliser un patron dit « intelligent ». Cette thèse présente une recension des écrits portant sur les grands aspects et les principaux problèmes rencontrés par l'industrie par rapport au concept de « sur-mesure de masse ».

Nous avons étudié sous divers angles les problèmes posés par l'automatisation de tailles standards et de *fit* selon des approches aussi bien traditionnelles que numériques pour l'adaptation des produits. C'est en analysant le concept de *mass customization* que nous proposons des approches technologiques et opérationnelles qui apporteront des éléments de discussion utiles pour mieux cerner cette problématique.

À la suite de notre campagne de mesure et d'interview de 60 hommes, il devient évident que la gradation unique de tailles standards est complètement insuffisante pour satisfaire la population et qu'en conséquence, le *mass customisation* a un grand avenir dans l'industrie du vêtement.

À partir des mesures systématiquement faites sur plusieurs pantalons, il apparaît que les manufacturiers ont un problème majeur de répétitivité dans leur production sans compter que les patrons sous-jacents sont loin d'être parfaits. Dans ce cas-ci, le même individu n'aura assurément pas le même sentiment de confort en essayant deux pantalons de même marque, même fabricant et même grade. Quelle que soit notre approche de *mass customisation*, nous cherchons dans cette thèse à résoudre ce problème car il est inutile de trouver le patron idéal pour un individu donné si le pantalon créé ne respecte pas ce patron. De plus, à la suite de nos rencontres avec les maîtres-tailleurs et de notre campagne de mensurations il apparaît clairement que les mesures, prises manuellement ou de manière automatisée par *body scan*, seront très insuffisantes pour garantir un *fit* minimum entre un pantalon sur-mesure et un client. De nombreuses autres informations sont indispensables, voire plus importantes que les mesures seules. Une approche de type *mass customisation* passera par une importante collecte d'information sur le *fit*, sur les habitudes et les choix. Cela se confirme à la suite de nos rencontres avec les patronnistes et les manufacturiers du

Québec, car en analysant le processus permettant de créer des patrons pour différentes gradations à partir d'un patron maître, la difficulté de créer un patron spécifique pour chacun des clients devient évidente. L'automatisation des patrons ne semble ni faisable, ni indispensable.

Nos résultats d'analyse des 60 individus étudiés montrent que l'on peut identifier environ 12 profils de clients pour chaque taille. Il faudrait concevoir a priori non pas un, mais 12 patrons par taille pour accommoder toute la population avec un pantalon tout aussi bien ajusté que fait sur-mesure. Le problème de *mass customisation* serait résolu en ciblant plus efficacement lequel, parmi les 12 profils identifiés, conviendrait le mieux au client et lui procurerait un pantalon mieux ajusté à son style à partir du patron correspondant. Les essais faits avec les réseaux de neurones montrent qu'il est possible de classer automatiquement tous les individus de la population avec moins de mesures que ce qui est classiquement utilisé (65% seulement des mesures habituelles). Il s'agit simplement de rajouter des informations venant d'une pesée par un analyseur corporel permettant de mesurer les masses osseuse et adipeuse (par statistique sur la masse maigre) et le pourcentage d'eau corporelle. Cette classification simplifiée s'effectuera également en tenant compte de quelques questions sur la perception du *fit*. Globalement, tous ces résultats permettent d'imaginer facilement ce que serait la chaîne logistique d'une entreprise en *mass customisation*.

L'approche devient donc différente pour le patronniste. Au lieu de créer un patron par type de pantalon (le patron maître de taille 32), il lui faudra en préparer 12, c'est-à-dire un par profil type. Ensuite, les mêmes méthodes de dérivation d'un grade à partir d'un grade maître permettront de créer les 12 patrons pour chaque grade. Ainsi, en jumelant un *body scan*, à partir de simples *Kinect Xbox-3D* et un petit questionnaire, le manufacturier obtiendra automatiquement la silhouette correspondant à l'individu. Cette chaîne peut s'envisager pour les vêtements professionnels, techniques comme pour les vêtements de grande consommation.

Au vu de ce travail, on s'aperçoit aussi que dans le prêt-à-porter, il serait sans doute intéressant d'étiqueter chaque modèle de pantalon avec la silhouette sous-jacente qui représente le mieux la coupe. Cela permettrait sans doute au client d'aller beaucoup plus rapidement vers le ou les modèles correspondant le mieux à sa silhouette, excluant par le fait même des modèles trop éloignés et non standards. Cette simple approche amène de nouvelles perspectives relativement à de nouveaux concepts comme la théorie du *fitthinking* et offre de nombreuses possibilités d'innovation pour les acteurs de l'industrie. Si les maîtres d'œuvre veulent saisir cette occasion, ils devront s'efforcer de mieux comprendre ce qui est faisable dans ce concept afin de développer un avantage concurrentiel par une segmentation privilégiée du marché.

Mots clés: *Sur-mesure de masse, informations dites cachées, effet de la densité et subjectivité, configurateur de produits, industrie de l'habillement, fitthinking.*

ABSTRACT

Several manufacturers and retailers have already begun this smart innovation shift. In fact, several brands already offer mass customization products at their established stores and on the web. However, while many companies have been able to successfully implement the principles of mass customization to their once standard products, the concept of mass customization is generally poorly mastered and not sufficiently used by companies because of issues related to measurements, adaptation of patterns and flexibility in methods and manufacturing deadlines. Taking this particular context into account, we have set the following specific objectives for this research: (1) identifying the fundamental variables and required parameters/data needed to produce “custom” clothing, (2) reducing the number of fundamental variables (length, circumference, density and variables related to the properties of materials) which will allow (3) the reduction of the amount of data to process and to communicate in order to achieve an “intelligent” pattern. This thesis also presents a variety of previously written works related to major aspects and problems within the apparel industry with respect to the concept of “mass customization”.

We discuss custom clothing for men in conjunction with the effects stemming from the evolution of mass production practices. This leads us to explore from different angles the problems related to the automation of standard sizes and integration of “fits” done in traditional ways as well as computerized ways with respect to product adaptation. In this same section, we also analyze the mass customization concept and propose technological and operational approaches aimed at initiating useful discussions to better understand these issues.

It appears obvious, following our measurements and interviews of 60 male individuals, that the single pattern with respect to standard sizes is inadequate to meet the needs of the population. Mass customization therefore is deemed to have a great future within the apparel industry.

Based on measurements systematically made on several pairs of pants, it appears that manufacturers have a major weakness in terms of consistency in their productions, not to mention that the underlying patterns are far from perfect. Based on this data, two different pairs of pants of the same quality, brand and manufacturer will feel different on an individual. Independent of our approach to mass customization, we are attempting to solve this problem through this thesis because it is useless to try and find the perfect pattern for a given individual if the manufactured trousers don't conform to the pattern. In addition, following our measurement activities and meetings with master tailors, it appears that the measurements taken manually or in an automated fashion by body scan will not suffice to guarantee a minimum fit when it comes to custom trousers for given customers. Other types of data are deemed more essential and more important than measurements. A particular approach to mass customization will imply the acquisition of important data concerning fit, habits and choices. This is confirmed following our meetings with Québec

pattern makers and manufacturers. When analyzing the process of creating patterns for different sizes from a master pattern, it appears that it will be very difficult to create a specific pattern for every customer. This type of pattern automation is deemed neither feasible nor necessary.

Analysis results of the 60 individuals sampled show that we can identify approximately 12 customer profiles for every size. It would therefore be necessary to design from known data, not one but 12 patterns for each size to accommodate the entire population with pants that would fit just as well as custom-made ones. The issue with mass customization would then rest on rapidly identifying the customer profile from the 12 standard profiles, and produce a pair of pants from the corresponding pattern. Tests made with respect to neural network aspects show that it is possible to automatically classify all individuals with relatively fewer measurements than what is conventionally used (only 65% of typical measurements), however adding information from body analyzer/weight data providing fat and bone mass data (in the form of lean body mass statistics), body water percentage and data concerning fit perception. On the whole, these results allow us to envision the logistical aspects within an installation that would use mass customization methods.

The methods also become different for patternmakers since instead of creating one pattern for each type (i.e: master pattern for size 32), 12 patterns, one for each profile type, would then be created. Then, the same extraction methods for grading using master grade units would yield the 12 patterns for each size. Thus, by obtaining a body scan through *Kinect Xbox -3D* and data from a short survey/questionnaire, the manufacturer will automatically obtain the silhouette data of target customers. This method can be applied for professional, commercial, technical and mass consumer apparel.

Through this work, it is also seen that it would be beneficial to label ready-to-wear trousers with profile-type information that best displays the style. This would no doubt allow the customer to filter more quickly through non-desired pairs or models.

This simple approach provides new perspectives with respect to new and interesting concepts such as “Fitthinking” theory for this industry and that could serve well in future tasks. This project offers numerous innovative possibilities and could provide a major opportunity for those implicated in the apparel industry. If the heads and masters of the industry wish to seize this opportunity, they will have to make an effort to better understand what is feasible in this concept, which will in turn allow them to gain a new competitive advantage by creating opportunities for an effective segment of the market.

Keywords: *Mass Customization, Sticky information, Subjectivity and density effects, Products configurator, Apparel industry, Fitthinking.*

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE.....	III
REMERCIEMENTS	IV
RÉSUMÉ.....	V
ABSTRACT	VII
TABLE DES MATIÈRES.....	IX
LISTE DES TABLEAUX	XIV
LISTE DES FIGURES	XV
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS.....	XVII
LISTE DES ANNEXES	XVIII
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 REVUE DE LITTÉRATURE	5
1.1 Introduction	5
1.1.1 Contexte	6
1.1.2 Mode masculine et individualisme vestimentaires	8
1.1.3 Industrialisation de la mode	9
1.1.4 La production de masse	9
1.2 Études des tailles standards pour hommes dans l'industrie du vêtement	10
1.2.1 Identification des tailles pour hommes	11
1.2.2 L'augmentation des retours	13
1.3 La transformation de la morphologie au fil du temps	14
1.3.1 Causes à effets	14
1.3.2 Mutation.....	14
1.3.3 Indice de masse osseuse.....	14
1.3.4 Stature	15
1.3.5 La masse corporelle	15
1.3.6 Indice de masse grasse.....	16
1.3.7 Surpoids	16
1.4 Le <i>fit</i> d'un vêtement.....	17
1.4.1 Définition d'un <i>fit</i> pour un vêtement	17
1.4.2 Le <i>fit</i> de façon subjective	18
1.4.3 Le corps de façon subjective.....	18
1.4.4 Le subjectif ayant un effet direct sur le subjectif.....	19
1.4.5 Le tour de taille, une mesure subjective	20
1.4.6 L'approche objective des mesures propres au <i>fit</i> d'un vêtement.....	21
1.4.7 Le problème de <i>fit</i>	21
1.5 Les proportions	21
1.5.1 Silhouettes TITRO et morphologies types.....	22
1.5.2 Les proportions, la personnalité et les somatotypes	23
1.5.3 Classification et normalisation d'un <i>fit</i>	24

1.5.4	Les limites des méthodes objectives pour l'évaluation d'un <i>fit</i>	25
1.5.5	L'effet des matières premières dans le <i>fit</i> d'un vêtement	25
1.6	Dessin de patrons	26
1.6.1	Approche des méthodes traditionnelles	26
1.7	L'ajustement du patron par une approche de sur-mesure	27
1.7.1	15 principaux problèmes de <i>fit</i> d'un pantalon sur-mesure	28
1.7.2	6 règles d'ajustement d'un pantalon sur-mesure	29
1.8	La technologie CAD et la simulation	31
1.8.1	L'essayage virtuel et la réalité augmentée	31
1.8.2	La prise de mesures virtuelle	33
1.9	Modélisation par système 3D <i>body scanning</i>	34
1.9.1	Le principe de la technologie 3D <i>body scan</i>	37
1.9.2	La technologie <i>body scan</i> 3D Microsoft Kinect Xbox	37
1.10	Mass customization	37
1.10.1	L'approche	39
1.10.2	Le vêtement et le sur-mesure de masse	39
1.10.3	La méthode	40
1.10.4	Problématique	40
1.10.5	« Sticky information »	41
1.10.6	Modèle d'aisance 3D	41
1.10.7	Modélisation d'un <i>fit</i> de vêtements	43
1.10.8	Algorithme adaptatif	45
1.10.9	Essayage du modèle adaptatif	47
1.10.10	L'utilisation d'un réseau de neurones	47
1.10.11	Configurateur	49
1.10.12	La configuration d'un produit	50
1.10.13	Les risques technologiques	50
1.11	Éléments de discussion	51
1.11.1	Les problèmes de configuration	51
1.11.2	L'intégration des technologies	53
1.11.3	L'écart entre la virtualité et la réalité	54
1.11.4	La densité sur les techniques de prise de mesures	55
1.11.5	Le <i>fit</i> subjectif dans l'approche du « <i>sticky information</i> »	56
CHAPITRE 2	PLAN D'EXPÉRIENCES	57
2.1	Introduction	57
2.2	Objet	57
2.3	Objectif général	58
2.3.1	Objectif spécifique	59
2.3.2	Cadre théorique et hypothèses	60
2.4	Méthodologie de recherche 1 : La création de la connaissance	61
2.4.1	Entrevues avec des maîtres-tailleurs et des patronnistes	61
2.4.2	Entrevues et sondages avec des manufacturiers	61
2.4.3	Sujets humains et prise de données	62
2.5	Méthodologie de recherche 2 : La gestion de la connaissance	64
2.5.1	Échantillons de pantalons et mesures des patrons	64

2.5.2	Échantillons des modèles de pantalons.....	64
2.5.3	Analyse des patrons des deux pantalons.....	65
2.6	Méthodologie de recherche 3 : La classification.....	65
2.6.1	Visualisation d'ensemble de la perception du <i>fit</i>	65
2.6.2	Génération des patrons.....	65
2.6.3	Méthode empirique.....	65
2.6.4	Méthode scientifique à l'aide d'un réseau de neurones.....	65
2.6.5	Validation de l'apprentissage.....	67
2.7	Méthodologie de recherche 4 : Évaluation finale.....	67
2.7.1	Portée de l'étude.....	68
2.8	Originalité dans le projet.....	68
2.9	Retombées du projet.....	71
CHAPITRE 3	ENTREVUES, SONDAGES: CONDUITE ET RÉSULTATS.....	73
3.1	Introduction.....	73
3.2	Entrevues maîtres-tailleurs et littérature.....	73
3.2.1	La vision du <i>fit</i> dans une approche de mass customization.....	74
3.2.2	Mesures indispensables.....	75
3.2.3	Proportion du corps.....	77
3.2.4	L'approche du « Sticky information ».....	81
3.2.5	Les 12 règles d'extraction de mesures.....	82
3.3	Entrevues patronnistes.....	84
3.3.1	Le <i>fit</i> d'un patron.....	85
3.4	Résultats des entrevues et sondages avec des manufacturiers.....	85
3.4.1	Facteurs et caractéristiques du secteur.....	87
3.4.2	Le cadre conceptuel du sondage.....	87
3.4.3	Les indicateurs d'intégration et de performance.....	89
3.4.4	L'attitude envers les technologies.....	89
3.4.5	Les variables indépendantes et dépendantes.....	89
3.4.6	Les technologies et l'innovation.....	91
3.4.7	L'avenir du mass customization.....	93
3.4.8	Les grandes problématiques.....	93
3.4.9	L'importance du <i>fit</i> dans la production de masse.....	95
3.5	Conclusion et éléments clés.....	96
3.5.1	Le développement de l'innovation.....	97
3.5.2	L'intégration des technologies.....	97
3.5.3	La configuration.....	97
3.5.4	La conception.....	98
3.5.5	La vision.....	98
CHAPITRE 4	RÉSULTATS DU PLAN D'EXPÉRIENCES.....	99
4.1	Sélection des 60 sujets humains.....	99
4.2	Résultats de la prise de mesures par <i>body scan</i> et manuelle.....	100
4.2.1	L'expérimentation par <i>body scan</i>	100
4.2.2	La prise de mesures manuelle.....	101
4.2.3	Comparaison entre les mesures manuelles et par <i>body scan</i>	102

4.3	Les résultats de la densité	103
4.3.1	Les variations	104
4.3.2	Représentation de la densité	105
4.3.3	Trois (3) formes différentes avec le <i>body scan</i>	106
4.3.4	L'effet de la densité du corps sur le <i>fit</i> d'un vêtement	106
4.4	Analyse des résultats de la prise de mesures	107
4.4.1	Représentation des classes par silhouettes	110
4.4.2	<i>Body Shape</i> : la forme du corps	111
4.4.3	<i>Body shape</i> : en fonction de l'âge	113
4.4.4	Postures et variations de la silhouette	114
4.5	Condition d'essayages et évaluation	114
4.5.1	Paramètres des patrons et chartes de mesures	115
4.5.2	Évaluation visuelle par le sujet	115
4.5.3	Processus et méthode d'évaluation de façon subjective	116
4.5.4	L'aspect subjectif de la mode	116
4.6	Conclusion	117
CHAPITRE 5 AJUSTEMENTS ET CALCUL D'UN PATRON DE PANTALON ESSENTIELS AU SUR-MESURE DE MASSE		118
5.1	Introduction	118
5.2	Le choix d'une taille d'un pantalon	118
5.2.1	La taille choisie versus la taille donnée	119
5.2.2	L'évaluation des essayages	119
5.2.3	Évaluation des écarts de la densité	121
5.3	Comment la masse affecte la prise de données	123
5.4	Configuration de la prise de données	124
5.4.1	Identification des écarts entre les données obtenues	125
5.5	Essais par validation virtuelle par applications tridimensionnelles	126
5.5.1	Constat d'applications d'algorithmes adaptatifs	126
5.5.2	Patron de pantalon d'après un pantalon existant	127
5.6	Base de données pour la modélisation d'apprentissages	127
5.6.1	Modélisation et éléments de cardinalité d'un patron sur-mesure	128
5.6.2	Ajustements et modélisation d'un pantalon en sur-mesure de masse	131
5.7	La calibration des patrons	136
5.7.1	L'exactitude des points cardinaux sur les modèles calibrés	137
5.7.2	Comparaison des patrons des deux pantalons	138
5.8	Tests et validation d'ajustements	138
5.9	Fonctions discriminantes	140
5.10	Conclusion	143
CHAPITRE 6 SIGNIFICATION D'APPRENTISSAGES ET GÉNÉRALISATION PAR DES RÉSEAUX DE NEURONES		144
6.1	Introduction	144
6.2	Contexte d'exploration du sur-mesure de masse	145

6.2.1	Algorithmes constructifs.....	145
6.2.2	Extraction et transmission des données	146
6.3	Élagage	147
6.4	L'utilisation d'un réseau de neurones.....	148
6.4.1	Préparation des échantillons de données	148
6.4.2	Structure et paramètres pour le programme.....	149
6.5	Première expérience d'apprentissage RNA <i>shape</i> : <i>test avec une seule sortie</i>	149
6.6	Deuxième expérience d'apprentissage RNA <i>shape</i> : <i>test avec plusieurs sorties</i>	153
6.7	Troisième expérience d'apprentissages RNA <i>fit</i>	156
6.8	Constat d'apprentissages	161
6.9	Hypothèses et signification des données primaires	162
6.10	Identification des catégories de <i>fit</i>	163
6.11	Identification des variables stratégiques fondamentales	164
6.11.1	Stratégie d'identification.....	164
6.11.2	Liste des huit (8) variables nécessaire au sur-mesure de masse	166
6.12	Résultats d'applications types selon 12 profils.....	167
6.13	Conclusion	170
CHAPITRE 7	CONCLUSION	171
7.1	Synthèses et contribution.....	171
7.2	Objectifs de recherche	174
7.3	Les limites.....	174
7.4	Travaux futurs.....	175
7.4.1	L'avancement du Mass Customization.....	175
7.4.2	<i>eTailoring</i>	175
7.4.3	Le concept de <i>co-fitting</i>	176
7.4.4	<i>eSizing</i>	176
7.4.5	Manufacturier et <i>fitthinking</i>	177
7.4.6	Perspectives	177
7.5	Conclusion générale	178
BIBLIOGRAPHIE		179

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1: Identification standard des tailles au Canada	11
Tableau 1.2: Identification des tailles standards américaines (Maier, 2000)	12
Tableau 1.3: Indices des poids corporels en fonction de l'ossature. (NIH, 2011)	15
Tableau 1.4: Prise et charte internationale de mensurations de vêtements pour hommes (Wargnier, 2010).....	27
Tableau 3.1: Charte standard de mensurations - ONGC	76
Tableau 3.2: Calcul du <i>sticky information</i> pour le sur-mesure de masse	82
Tableau 3.3: Calcul tour de ventre et de taille pour un pantalon.....	84
Tableau 3.4: Moyenne des indicateurs sur la variable réponse	90
Tableau 3.5: Volume de production nécessaire en sur-mesure de masse	94
Tableau 4.1: Variations dans la prise de mesures manuelle et par <i>body scan</i>	102
Tableau 4.2: Variations par silhouette dans la prise de mesures manuelle et par <i>body scan</i>	103
Tableau 4.3: Observation de la densité chez 60 sujets	104
Tableau 4.4: Corrélation entre l'âge, la grandeur et la densité.....	105
Tableau 4.5: L'effet de la densité sur le rejet des tailles de pantalons	106
Tableau 4.6: Régression multiple entre les variables dépendantes et la variable "shape"	107
Tableau 4.7: Calcul de A, B et C à la même distance euclidienne du centre	108
Tableau 4.8: Résultats de la régression multiple (Mahalanobis et de Cook) – <i>body scan</i>	109
Tableau 4.9: Analyse de la variance - groupes HVXO	111
Tableau 4.10: Tests <i>fit</i> sur le pantalon noir et le beige.....	114
Tableau 5.1: Comparaison des essayages des pantalons (noirs et beiges) – acceptations de <i>fit</i> et rejets.....	119
Tableau 5.2: Mesures comparatives en fonction des tailles des pantalons confectionnés (32-34-36-38).....	134
Tableau 5.3: Cardinalité selon un standard 36 comparativement d'une taille 35 silhouette X	135
Tableau 5.4: Comparaison du poids en fonction des silhouettes H-V-X-O	140
Tableau 5.5: Cardinalité en fonction des silhouettes H-V-X-O	141
Tableau 6.1: Concept d'identification des variables stratégiques et fondamentales	146
Tableau 6.2: Identification des neurones vainqueurs/ <i>hidden bias</i>	154
Tableau 6.3: Prédiction du RNA par silhouette	155
Tableau 6.4: Ensemble d'apprentissage et résultats des silhouettes types	156
Tableau 6.5: Ensemble d'apprentissage – résultats fits.....	158
Tableau 6.6: Nouvelle littérature pour la configuration d'un <i>fit</i> en sur-mesure de masse	163
Tableau 6.7: Résultats de la variable <i>M</i> expliquent les 6 possibilités d'ajustement d'un pantalon	165
Tableau 6.8: Résultat de l'identification des 12 profils tailles globales pour hommes par figure type	168
Tableau 6.9: Catégorisation globale de quatre figures types pour hommes.....	169

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1: Approvisionnement en uniformes Compagnies franches de la Marine 1744.....	7
Figure 1-2: Adaptation des avatars virtuels aux proportions Grecques classiques	20
Figure 1-3: Silhouette TITRO	22
Figure 1-4: Male body-shapes, <i>Theory of Body Shapes</i> (1978)	22
Figure 1-5: Théorie des trois somatotypes de Sheldon's (1961).....	23
Figure 1-6: Normalisation d'un fit	24
Figure 1-7: Développement de gabarit de base, de patron et d'échantillon	26
Figure 1-8: Schéma du processus de conception de patron, Serwatka (2008)	28
Figure 1-9: Avatars, essayages virtuels, référencement et réalité augmentée	32
Figure 1-10: Ratio de variation des tailles/grandeur de 175 centimètres (Wang, 2005).....	33
Figure 1-11: Structure virtuelle présentent des topologies graphiques (Wang, 2005)	35
Figure 1-12: Numérisation 3D et mensurations	35
Figure 1-13: Résultat d'une classification selon une étude anthropométrique par <i>body scan</i> (Robinet, 2009).....	36
Figure 1-14: Modèle d'ajustement 3D d'un patron 2D (Wang, 2005).....	42
Figure 1-15 : Adaptation d'un produit et gradation automatisée virtuelle (TCP, 2009).....	42
Figure 1-16: Ajustement d'un échantillonnage en 3D par <i>Optitex</i>	43
Figure 1-17:: Modélisation de la conception de patron en 3D	44
Figure 1-18:: Modèle de patronage adaptatif pour contrôler l'aisance (Sewarta, 2008).....	45
Figure 1-19: Exemple d'aplat d'un patron 3D par algorithme adaptatif (Sherwata, 2008)	46
Figure 1-20: Création des lignes et contours pour définir les surfaces (Sewarta, 2008).....	46
Figure 1-21: Test d'essayage (Pun, 2005).....	47
Figure 1-22: Schéma d'un réseau de neurones formels (Virole, 2001).....	48
Figure 1-23: Description du processus de configuration manuelle (Bellemare, 2010).....	49
Figure 1-24: Configureur de produits (Bellemare, 2010).....	52
Figure 1-25: <i>Mass customization</i> , configureur et chaîne logistique (Bellemare, Baptiste, Carrier 2011)	53
Figure 1-26: Vêtements design filiformes pour hommes	54
Figure 2-1: Configureur de vêtements.....	59
Figure 2-2: Silhouettes HVXO	63
Figure 2-3: Principe de l'apprentissage	66
Figure 2-4: Modèle de validation de l'apprentissage	67
Figure 2-5: Extension de l'offre dans un concept de <i>mass customization</i>	68
Figure 2-6: Modélisation technologique dans le sur-mesure de masse.....	69
Figure 2-7: Interface et transmission de données	71
Figure 3-1: Modèle d'exemple de <i>fit</i> propre à la variation de la silhouette utilisée chez un maître-tailleur.....	75
Figure 3-2: Proportions du corps.....	77
Figure 3-3: Proportions de base d'un pantalon pour hommes.....	77
Figure 3-4: Hauteur du cou	78
Figure 3-5: Posture du cou	78
Figure 3-6: Proportions des épaules	78
Figure 3-7: Silhouettes des bras	79

Figure 3-8: Silhouettes du torse.....	79
Figure 3-9: Silhouette du dos	79
Figure 3-10: Silhouette du ventre.....	80
Figure 3-11: Proportions des jambes.....	80
Figure 3-12: Proportions des fémurs	80
Figure 3-13: Proportions du siège	81
Figure 3-14: Calcul du tour de ventre	84
Figure 3-15: Cadre conceptuel du sondage auprès des manufacturiers	88
Figure 3-16: Variation de tailles réelles d'un pantalon 34 de taille 38	96
Figure 4-1: Prise de données avec le <i>body scan</i>	101
Figures 4-2: Corrélation et représentation des valeurs résiduelles par silhouette	110
Figures 4-3: Corrélation et représentation des hanches et de la fourche en fonction de la silhouette	110
Figure 5-1: Essayage des deux pantalons et effets de variations (refusés)	120
Figure 5-2: Essayage des deux pantalons et effets de variations (acceptés)	121
Figure 5-3: Étude du pantalon selon la variation de densité quotidienne – (8h-14h-16h)	121
Figure 5-4: Calcul du tour de taille selon d'adiposité abdominale.....	123
Figure 5-5: L'effet de la masse sur la prise de données, sujet #44 athlète/forme X	124
Figure 5-6: Ceintures et variations de poids.....	125
Figure 5-7: Représentation d'ensemble des silhouettes en fonction de taille/poitrine.....	128
Figure 5-8: Modélisation d'un gabarit (bloc) de base	129
Figure 5-9: Patron de base d'un patron sur-mesure	132
Figure 5-10: Calcul pour effectuer l'ajustement d'un patron sur-mesure	132
Figure 5-11: Détermination des points cardinaux	137
Figure 5-12: Détermination du point de fourche (Courtesy, 2010).....	138
Figure 5-13: Ajustement du point de fourche	139
Figure 5-14: Modification de la fourche selon la courbe de niveau.....	139
Figure 5-15: Principes d'ajustements agiles d'un patron	140
Figure 5-16: Éléments déterminent les classes pour un ensemble d'apprentissage	142
Figure 6-1: Structure du RNA (<i>shape</i>)	149
Figure 6-2: Modélisation du RNA <i>shape</i>	150
Figure 6-3: Classification de la silhouette par taille et hanches	150
Figure 6-4: Classification du pourcentage de gras et de muscle en fonction d'une taille	151
Figure 6-5: Apprentissage d'un drop et d'une taille selon les valeurs résiduelles	152
Figure 6-6: Modélisation d'un RNA HVXO.....	153
Figure 6-7: Résultats de la classification par silhouette	154
Figure 6-8: Pourcentage de gras en fonction de la silhouette.....	157
Figure 6-9: <i>Fit</i> en fonction du calcul de drop et des hanches par taille	157
Figures 6-10: Modélisation des fits du pantalon noir par silhouette (<i>shape/fit</i>).....	159
Figures 6-11: Modélisation des <i>fits</i> du pantalon beige par silhouette (<i>shape/fit</i>).....	160
Figure 6-12: Groupe de silhouettes types par segment de développement de produits	164
Figure 6-13: Modélisation d'un gabarit selon 12 profils (12 patrons de bases).....	168
Figure 6-14: Exemple de classification d'étiquetage par figure type.....	169

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ASTM	American Society for testing and Materials
B2B	Business to business
B2C	Business to customer
BOM	Bill of Material
BTO	Bill-to-order
BFGS	Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno
CAESAR	The Civilian American and European Surface Anthropometry Ressource
CAO/FAO	Conception Assisté par Ordinateur/ Fabrication Assisté par Ordinateur
CAD	Computer-aided design
CGSB	Canadian General Standard Board
CTTM	Centre de transfert technologique de la mode du Québec
ERP	Enterprise Ressources Planning
ETO	Engineer-to-order
GPAO	Gestion de Production Assistée par Ordinateur
IFTH	Institut Français du Textile et de l'Habillement
ISO	L'Organisation internationale de normalisation
JAT	Juste-à-temps
MCPC	Mass Customization Product Creation
MES	Manufacturing Execution System
MMGPC	Men's Measurements for Garment and Pattern Construction
ONGC	Office des normes générales du Canada
PLM/PDM	Product life management/Product Data Management
RFID	Radio Frequency Identification
RNA	Réseau de neurones artificiel
SCM	Supply Chain Management

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 – Guide d’entrevues maîtres-tailleurs	188
ANNEXE 2 – Guide d’entrevues auprès des manufacturiers.....	189
ANNEXE 3 – Sondage auprès des manufacturiers.....	190
ANNEXE 4 – Guide d’entrevues téléphoniques auprès des manufacturiers	194
ANNEXE 5 – Questionnaire de mensurations du Volet 1 et 2	195
ANNEXE 6 – Guide de commentaires lors des essayages	198
ANNEXE 7 – Chartes de mesures des pantalons	199
ANNEXE 8 – Mesures des pantalons étudiés	200
ANNEXE 9 – RNA (Algorithme)	201

INTRODUCTION

Cette thèse, axée sur le phénomène du « sur-mesure de masse » (ou *mass customization*) du vêtement, s'inscrit dans une perspective descriptive, analytique et prospectiviste. Elle relève d'une discussion persuasive basée sur des faits probants et des observations critiques concernant l'industrie de l'habillement qui connaît ces derniers temps d'importants bouleversements attribuables à la mondialisation de l'économie et la globalisation des marchés.

Le Québec a toujours fait figure de leader incontestable du vêtement et de la mode au Canada. Montréal est la première ville du vêtement au Canada et compte parmi les plus importants centres de production vestimentaire à l'échelle nord-américaine (avec Los Angeles et New York¹). Cette industrie est une source fructueuse d'activité économique et d'emploi. Toutefois, après une croissance formidable au cours des années 1990, l'industrie québécoise du vêtement semble marquer le pas et traverse actuellement une période difficile faite d'importantes perturbations provoquées principalement par les mouvements massifs d'importation et les variations économiques du marché. La percée notoire de nouveaux compétiteurs étrangers venus s'ajouter à la compétition locale existante a engendré une situation concurrentielle sans précédent pour les entreprises québécoises œuvrant dans cette industrie. La durée de vie toujours plus courte des produits, accentuée par l'introduction et l'implantation de nouveaux modèles d'affaires, exerce une forte pression sur les stratégies commerciales des entreprises œuvrant dans les secteurs de la mode, du textile et de l'habillement. Cette situation oblige les acteurs de l'industrie québécoise et canadienne du vêtement à revoir foncièrement l'ensemble de leurs stratégies organisationnelles pour survivre et s'imposer dans ce marché devenu extrêmement compétitif.

Les solutions à cette problématique se trouvent essentiellement au niveau des stratégies corporatives, notamment commerciales et manufacturières. Ces entreprises menacées doivent se réinventer et trouver de nouvelles façons de satisfaire le client. Pour croître, préserver les emplois et même en créer de nouveaux, les donneurs d'ordres doivent développer de nouvelles stratégies manufacturières qui vont guider la production locale vers un mode de réponse rapide et flexible permettant de fournir et de supporter divers types de commandes (petites quantités, délais rapides, requérant un haut niveau de spécialisation). Il devient alors primordial d'ajuster l'ensemble de l'entreprise aux nouvelles stratégies plus adaptées à la réalité du marché et permettant un rythme de production à cycle court.

¹ Filière de l'habillement, ministère du Développement économique et régional, Direction des biens de consommation (2008)

Plusieurs entreprises souscrivent actuellement au concept de *mass customization* qui permet, selon Pine (1993), de se réorienter vers la flexibilité, l'adaptabilité et l'agilité. Les entreprises de mode tentent de proposer de plus en plus de produits personnalisés afin de séduire les consommateurs avec des offres attrayantes. Pourtant, il est assez surprenant de remarquer un important retard chez les manufacturiers en matière d'offres pour le *mass customization*. Cette situation s'explique par les impacts sur la gestion des opérations et l'alignement des processus d'affaires sur la demande commerciale. Une stratégie de *mass customization* demande une réorganisation complète des processus d'affaires et exige une maîtrise parfaite des systèmes opérationnels. Cette stratégie se traduit aussi fréquemment par des investissements technologiques importants, impliquant des arbitrages (*trade-offs*) au niveau de l'investissement du capital au sein de l'entreprise. Une entreprise ne peut pas se baser uniquement sur ses assises en termes de notoriété pour développer un concept de *mass customization*. Elle doit surtout miser sur sa compétence distinctive en termes d'offre, car il n'y a pas place à l'erreur. Pour rester performante et concurrentielle, une entreprise doit faire preuve d'adaptation dans la création, la production, la qualité, les délais et le prix. Mais qu'en est-il dans le cas du sur-mesure de masse ? Selon Rogoll et Piller (2004), il faut offrir « l'expérience » nécessaire afin d'être en mesure de créer et de fournir au consommateur un produit personnalisé correspondant précisément à ses besoins.

Cette thèse s'articule autour de la problématique du vêtement pour homme fabriqué en sur-mesure de masse. Nous étudions cette perspective non seulement sur le plan du développement de style, mais aussi en ce qui concerne la capacité du consommateur à se procurer un vêtement seyant à un prix abordable ainsi que sur la façon dont les entreprises manufacturières doivent désormais s'intégrer au concept. Pour notre part, nous pensons que cette intégration doit passer par l'acquisition et la gestion d'une base de connaissance des besoins et des préférences du consommateur.

L'étude cible particulièrement les problèmes de *fit* d'un vêtement en sur-mesure réalisé de façon virtuelle. Elle présente une démarche et une méthode pour définir le *fit* d'un pantalon pour homme que nous avons sélectionné pour des besoins de démonstration. Le sur-mesure de masse est rendu possible par l'identification des points de mesures nécessaires à la production d'un vêtement seyant et bien ajusté, mais encore faut-il pouvoir prendre ces mesures de manière efficace et efficiente. La fabrication d'un produit sur-mesure à distance, sans contact avec le maître-tailleur, est loin d'être aisée.

En effet, malgré l'existence d'appareils permettant un *body scan* économique et efficace, peu d'entreprises arrivent à répondre adéquatement aux attentes du sur-mesure pour leur clientèle, en raison spécialement :

- (1) du manque de qualité des mesures obtenues par le *body scan* ;

- (2) des problèmes de transmission d'un trop grand nombre de données vers les fabricants éventuels et
- (3) des problèmes d'interface entre les données générées au *body scan* et celles utilisées par les logiciels d'élaboration de patrons et de coupe/assemblage.

Toujours est-il que le phénomène du *mass customization* est souvent mal maîtrisé ou reste peu utilisé par les entreprises du secteur du vêtement en raison de la grande variabilité des mensurations et des problèmes d'adaptation des patrons et de flexibilité dans les méthodes et les délais de fabrication. Plusieurs auteurs ont réfléchi à propos du *mass customization*, mais peu d'entre eux ont réellement identifié les problèmes relevant du *sizing* et des données dites cachées par le consommateur (aisance, ampleur, style, confort).

Ce projet d'étude découle d'une idée axée sur la recherche d'un configurateur optimal de produits ayant la capacité de traduire objectivement et efficacement les désirs jumelés aux données anthropométriques et anthropomorphiques des consommateurs concernés. L'ouvrage explique brièvement l'environnement manufacturier ainsi que les problèmes liés aux technologies qui sont en forte croissance ces dernières années. De l'environnement numérique à celui de la 3D, l'environnement manufacturier peine actuellement à suivre la cadence. Notons que le nombre de retours dus aux problèmes de *fit* préoccupe de nombreux manufacturiers. Savoir décoder les désirs réels ainsi que les préférences et les goûts plus ou moins capricieux des consommateurs est déjà un défi en soi, sans compter que le processus de création, déjà très compliqué, doit être adapté au système de fabrication

Cet exercice a permis d'établir le cadre théorique de notre recherche et de formuler des hypothèses pour sa réalisation. Nous entrevoyons dans ces hypothèses une réduction de plus de 65 % des données nécessaires pour l'automatisation des patrons, en comparaison de la situation qui prévaut actuellement dans l'industrie de l'habillement.

Globalement, cette étude porte, dans un premier temps, sur l'identification des variables fondamentales et les données nécessaires pour réaliser un vêtement en sur-mesure. Cela permettra, dans un deuxième temps, d'effectuer la réduction du nombre de variables fondamentales (longueur, circonférence, densité et variables de comportements des matières) qui servira, dans un troisième et dernier temps, à diminuer considérablement la quantité de données à traiter et à transmettre pour réaliser un patron dit « intelligent », dans le but de définir la création d'un *fit* parfait dans la fabrication d'un produit en sur-mesure de masse.

Cette thèse présente au chapitre 1 une revue de littérature portant sur les grands aspects et les principaux problèmes rencontrés par l'industrie par rapport au concept de « sur-mesure de masse » pour homme. Le chapitre 2 traite de la méthodologie pour réaliser cette étude et des grands thèmes qui seront abordés avec les participants. Pour mener à bien cette étude, nous avons adopté une approche à la fois quantitative,

exploratoire et qualitative, en procédant à des entrevues individuelles exhaustives avec trois maîtres-tailleurs, deux spécialistes de développement de patrons, trois manufacturiers dans le vêtement pour homme et nous avons mesuré, habillé et interviewé 60 sujets masculins pour la collecte de données. De plus, nous avons sondé 20 donneurs d'ordres de l'industrie, intéressés par le sur-mesure et /ou la personnalisation de masse. De ce chapitre émanent nos hypothèses de travail. De plus, ce chapitre explique la signification des données primaires relatives à cette approche méthodologique, tout en exposant l'originalité et les retombées attendues par ce projet de recherche.

Une analyse des commentaires recueillis par les entrevues et sondages est présentée au chapitre 3. Le chapitre 4 dévoile les résultats du plan d'expérience et dégage les premières pistes particulièrement intéressantes en matière de prise de mesures; l'analyse de la densité confirme qu'il est difficile de se vêtir d'un pantalon de taille standard. La comparaison et l'évaluation des résultats de cette étude pour l'ajustement d'un vêtement en sur-mesure sont effectuées au chapitre 5 visant la modélisation d'un pantalon en sur-mesure de masse nécessaire à l'ajustement personnalisé des patrons. Afin de valider les premières pistes de nos résultats, les données des 60 sujets sont analysées au chapitre 6 à l'aide d'un réseau de neurones dans le but d'effectuer des tests par un algorithme d'apprentissage automatique. Les résultats devraient permettre par la suite de définir et d'établir la notion de *fit* pour le consommateur. Dans ce chapitre, nous définissons des catégories de *fit* pour l'application d'un configurateur optimal de produits à partir des résultats des tests et des applications. Ainsi, le chapitre 6 met en place les variables stratégiques nécessaires et le nombre de profils essentiels à l'élaboration d'un pantalon en sur-mesure de masse.

Cette thèse se conclut par la présentation des limites rencontrées et des perspectives de recherche dans un avenir rapproché. Enfin, des recommandations sur les stratégies que les entreprises de vêtements devraient mettre en œuvre afin de négocier intelligemment le virage participatif du *mass customization* sont présentées dans cette conclusion. Les résultats de cette thèse révèlent que les possibilités d'avancées sont immenses pour ce concept. À l'heure où on souligne le rôle de plus en plus crucial de l'innovation et du développement technologique pour contrer l'avantage concurrentiel étranger du coût de la main-d'œuvre, l'objectif de cette recherche est de démontrer la pertinence du *fit* dans le concept de *mass customization* et de l'importance de l'implantation des systèmes de fabrication de sur-mesure de masse adaptés à l'ensemble des acteurs de cette industrie. S'il est vrai que l'industrie Canadienne de l'habillement ne peut plus lutter à armes égales avec celles des nouveaux pays émergents, il est également vrai qu'elle dispose encore d'un environnement technologique avancé qui peut lui garantir des avantages décisifs.

CHAPITRE 1 REVUE DE LITTÉRATURE

« Mass production of goods with differing individual specifications through the use of components that may be assembled in a number of different configurations. Production of personalized or custom-tailored goods or services to meet consumers' diverse and changing needs at near mass production prices². »

1.1 Introduction

Le consommateur d'aujourd'hui est de plus en plus exigeant et il n'est plus seulement intéressé que par l'offre de masse que lui proposent les grands détaillants, comme l'a fait remarquer Piller (2005). Le web joue fortement sur ses habitudes et choix de consommation selon Pine et Korn (2011), car il est plus conscient de ce qu'il a et de ce qu'il n'a pas. Dans ce contexte, il se lasse plus rapidement d'après Piller (2004) de l'offre grand public et désire l'authenticité du fabricant. Plus aguerri, il comprend mieux selon Pine et Korn (2011), les mécanismes que les détaillants de masse lui proposent pour le divertir davantage et gagner sa confiance. Selon Joergensen (2009), ce qu'il recherche, c'est l'expérience mais pas à n'importe quel prix.

Effectivement, comme le confirme Camiré (2008) le renforcement des marques globales a réduit le sentiment d'individualité du consommateur qui, en réaction, ressent de plus en plus le désir d'être différent et de se distinguer des autres. Nous sommes selon Lampel et Mintzberg (1996) dans l'ère de la découverte où l'individu recherche un monde plus évolué et identitaire. Conscient de son environnement, le consommateur d'aujourd'hui devient exigeant et recherche des produits et services personnalisés, permettant ainsi, selon Otieno, Harrow et Greenwood (2005), de se différencier par ses modes (participation-collaboration) et ses choix de consommation.

Nous sommes, selon Piller (2005) passés de l'« ère-produit » à l'« ère d'expérience » et vers celle de l'individualisation. Partant de ce constat, les manufacturiers du secteur de l'habillement doivent répondre aux attentes des consommateurs en leur fournissant des produits de qualité bien sûr mais qui répondent aussi à des exigences spécifiques telles que la personnalisation associée au *fit* approprié du vêtement. Dans un tel contexte, le produit personnalisé vient répondre de façon directe à la demande du consommateur confirment Pine (1993), Zipkin (2001), Piller (2004) et Bachvarov et Al. (2014). D'après Teresko (1994), la personnalisation permet de s'éloigner de la banalisation des produits de luxe et de développer un

² <http://www.businessdictionary.com/definition/mass-customization.html> - Juillet 2009

rapport différent avec notre environnement. Chaque consommateur désire se créer un univers personnel selon Pine (1993); ce que nous pourrions nommer : « concept d'individualisme de masse ».

La revue des différents écrits portant sur ce sujet nous apprend que paradoxalement, à l'heure où la standardisation est omniprésente à l'échelle internationale, le mot d'ordre actuel dans le milieu de la mode serait plutôt celui d'« unicité ». Tian, Bearden et Hunter (2001) confirment que le consommateur veut de plus en plus apporter une touche personnelle à ses produits de manière à les rendre « uniques ». Selon Piller (2004), il souhaite exercer sa créativité dans tous les domaines, notamment dans l'ameublement, les véhicules, vêtements et accessoires de sport. C'est pourquoi selon Pine (1993), dans un marché de production de masse, une entreprise doit faire de la personnalisation de masse; c'est-à-dire la personnalisation de toutes les adaptations finales d'un service dès sa conception et la transposer dans tout le processus de fabrication.

Ce premier chapitre met en exergue une revue de littérature permettant de mieux comprendre l'évolution de sur-mesure de masse et ses grandes problématiques spécifiques associées aux *fits* pour les entreprises de mode masculine. Le but est de comprendre que la création de nouveaux modèles d'affaires par une approche de type *mass customization* pure pourrait occasionner un impact majeur dans l'industrie de la mode et de l'habillement si ce modèle est appliqué adéquatement. Cette recension est divisée en cinq sections commençant par la description de l'environnement de la mode masculine et la production vestimentaire de masse suivie par une section sur l'étude des tailles standards pour hommes dans l'industrie du vêtement. La troisième partie explique le *fit* d'un vêtement en lien avec les autres points techniques tels que le dessin de patrons, la technologie CAD, la simulation des patrons 3D et la modélisation par le système de 3D *body scanning* qui conduit à l'avant-dernière partie axée sur le concept du *mass customization*. Pour clore ce chapitre, nous proposons quelques éléments de discussion émanant de la compilation des écrits relatifs au thème de cette étude.

1.1.1 Contexte

L'idée de départ de cette thèse découle d'une vingtaine d'années d'expérience dans l'industrie de l'habillement, dont quelques années dans la confection de vêtements en sur-mesure pour hommes. Plus précisément, l'idée a jailli il y a plus de 15 ans avec la réalisation d'uniformes pour La Compagnie franche de la Marine pour le Musée Stewart à Montréal. Il faut se rappeler qu'au 19^e siècle, Montréal servait d'entrepôt et de plateforme de distribution de matériel de guerre, dont les vêtements pour les militaires. Le complexe militaire de l'Île Sainte-Hélène a été érigé par les Britanniques entre 1820 et 1824, pour ses troupes basées en Amérique du Nord. Officiellement constituées en « Compagnies franches de la Marine » en 1690, elles composaient plus de 30 compagnies comprenant chacune de 50 à 65 hommes. La

confection à Rochefort en France des uniformes, comme en témoigne cette facture à la figure 1-1, a été ensuite adaptée au Québec pour ces troupes qui constituèrent la première véritable armée coloniale du continent nord-américain.

Quebec, 1744

Estat des fonds a remettre pour le parfait payement du prix du grand habillement et vivres de la fourniture du Sr. Jacques Framery, munitionnaire général des vivres de la marine, embarqués sur deux navires particuliers dont l'un de La Rochelle nommé la Déesse commandé par Cap^e le S^r Dassier et le 4^e navire appartenant aux S^{rs} Pascals négociants au 4^e lieu, Et l'autre de Bordeaux, nommé L'Adelaïde, commandé par Cap^e de S^r Martin Monbélié, pour porter et remettre a Quebec aux ordres de M^r Hocquart Intendant de la Marine au dit lieu sur rante quatre.

Sçavoir

Grand habillement pour 28 Compagnie, sur les fonds de ce port, de la fourniture du S^r Jacques Framery munitionnaire général des vivres de la Marine. Embarqué sur la Déesse.

Pour sergents

56 Justaucorps de chacun 2 aunes 1/3 de drap fin gris blanc de la manufacture du Baign de Marseille, 1/2 de drap bleu d'aune 1/2 de large pour parements, 1 aune 1/2 de serge bleue de Mervejols pour doubler 1 au 1/2 de gallon d'or fin de Lyon pesant une once pour l'agrement des manches avec 3 douz^{es} de boutons de cuivre dent sur fets et 2 poches à 42^e 43 p^{re}..... 2363 # 4s.

56 Grands Chapeaux façon de caudébec bordés d'un gallon d'or fin de Lyon d'un pouce de large pesant une once garnies de Coffres, Cordons, garnies de soye et boutons unis à 30/15s.....602 #

56 paires de bas bleu de Nîmes à 4 p^{re}.....224 #

Pour tambours

28 Juste au Corps de chacun de chacun 2 aunes de drap bleu de la manufacture du Baign de Marseille, 1/2 de drap incarnat pour parements, 5 aunes de serge rouge de Mervejols pour doubler, 16 aunes d'un large gallon à la Levée du Roy pesant 1 once 6 grains à l'aune faisant 24 onces l'aune de bord de la même levée par^{te} 4 onces avec 3 douzaines de gros boutons de Cuivre lavés sur bois à 47 # 13 p^{re}.....1334 # 4s

Pour soldats

700 Juste au Corps de chacun 2 aunes de drap gris blanc de la manufacture du Baign de Marseille, 1/2 de drap bleu pr parements 5 aunes de serge bleue de Mervejols pour doubler avec 3 douz^{es} de boutons de cuivre lavés sur bois à 25^e 13^e p^{re}.....17955 #

Pour cadets, soldats et Tambours

756 Grands Chapeaux façon de caudébec bordés d'un gallon d'or faux sur soye d'un pouce de large, garnis de coffres, cordons, garni de soye et boutons unis à 3 # 31 p^{re}.....2381 # 8s

756 paires de bas bleu drapés de S^r Maigant dont 28 paires rouges pr tambours à 3^e 9 la p^{re}.....2079

812 casottes de chacune 1 aune 1/2 de serge bleue de Boissonson doublées d'une aune 1/3 de toile de fin grise avec 2 poches et 2 boutons et boutonnières à la ceinture dont 28 rouges pr tambours à 3^e 9 p^{re}.....4253

1620 Chemises de toile rouge de brin de 5/8 de

21990 #

Figure 1-1: Approvisionnement en uniformes Compagnies franches de la Marine 1744³

À l'heure actuelle, le Musée Stewart assure la confection des uniformes ajustés de la Nouvelle-France respectant la tradition pour ses parades militaires du 18^{ième} siècle durant l'été. Mais tous les printemps, le même problème ressurgit. C'est celui des ajustements et de la confection de nouveaux uniformes pour de jeunes officiers dont la silhouette se modifie perpétuellement au cours de l'année. Il faut donc, dans ce cas précis, adapter chaque uniforme de façon individuelle et anticiper le *fût* au cours de la période estivale et tout cela sous des règles de fabrication strictes à travers un modèle de production flexible exigeant de courts délais de livraison. Dans une entrevue en août 2012 avec l'historien militaire René Chartrand, il est dit que ces problèmes n'étaient pas aussi prononcés à l'époque. Selon lui, les morphologies étaient moins variables en ce siècle, les vêtements étaient offerts seulement en trois tailles et une fois arrivés au Québec, les officiers devaient trouver un moyen pour en assurer l'ajustement. C'est en faisant preuve de ce même système de débrouillardise que d'autres vêtements militaires ont été développés et adaptés pour la forêt et les durs hivers canadiens, créant par là un certain sentiment de distinction. La personnalisation de fait que leur procurent leurs costumes, va les différencier les uns les autres, créant et renforçant ainsi de nouvelles et fortes identités s'exprimant à travers la diversité de leurs uniformes. De ce point de vue, il ressort que la mode masculine se caractérisait même à travers l'aspect militaire. Une personnalisation de masse omniprésente mais non rigoureuse à cette période prenait déjà place.

³ Source : René Chartrand historien militaire 17^{ième} - 18^{ième} siècle, patrimoine canadien et les archives du Musée Stewart (2012)

1.1.2 Mode masculine et individualisme vestimentaires

La mode vestimentaire masculine désigne selon McDowell (1997), la manière de se vêtir conformément aux tendances d'une époque précise dans un environnement spécifique. La fonction première du vêtement est certes la protection mais une autre fonction lui est également inhérente et elle est d'ordre social. En effet, le vêtement est porteur de sens dans la mesure où l'individu communique à travers ce qu'il porte. La façon de se vêtir est un phénomène qui implique la collectivité à laquelle on appartient. Elle exprime selon Najat (2009), les codes imposés et le goût individuel.

L'aspect d'individualisme vestimentaire est omniprésent depuis l'antiquité jusqu'à nos jours selon Camiré (2006). Il révèle une marque d'affirmation de soi. Cela a permis au métier de tailleur d'habits et d'artisan de coupe de vivre de la confection en sur-mesure. McDowell (1997), confirme que l'industrie de la confection s'est considérablement développée à partir du 19^{ième} siècle, conduisant à une marginalisation du métier associé actuellement à l'industrie du luxe.

Longtemps restreinte au costume trois-pièces, aux tenues d'ouvriers et aux habits de paysans, la mode masculine a connu peu de changements majeurs tout au long du XIX^{ième} siècle et des débuts du XX^{ième} siècle. Ce sont les « sociostyles » de vie d'après Pine et Korn (2011), qui ont métamorphosé la tenue avec la consommation de masse. Le costume a seulement changé pour devenir plus fonctionnel selon Chenoune (1993), mais la coupe même du costume n'a que peu changé depuis tout ce temps. Selon McDowell (1997), c'est l'avènement du sportswear qui a révolutionné l'industrie de la mode masculine avec l'arrivée des tendances et des phénomènes de la mouvance de la rue et des banlieues. Dans les années 1990, les grandes marques se sont emparées de la tendance (*sportswear, citywear, casual*) afin de banaliser la mode vestimentaire selon Wagnier (2010), tant et si bien que le produit griffé semble avoir perdu aujourd'hui de son attrait au profit de produits marginaux qui sont plus intéressants, peu chers et surtout faciles pour la production de masse comme l'a fait remarquer McDowell (1997). Les années 2000 verront un grand changement des tendances relativement au positionnement des marques et des catégories de produits tel que : sport actif (*activewear*), sport extrême (*extremewear*), vêtement interactif (*interactivewear*) et un retour à la consommation responsable (*slow wear*⁴).

L'évolution de la mode masculine apportera tout de même quelques changements avec la disparition des maîtres-tailleurs et l'engouement pour les produits de masse mais sans toutefois apporter de modifications

⁴ A philosophy of fashion that emphasizes the connection between appearance and ethics. Far different than "fast fashion", slow wear considers fair trade economics and ecology, as well as other values that contribute to responsible and sustainable clothing consumption (Bellemare, 2012).

décisives dans le style vestimentaire, et ce, même avec l'avènement de l'industrialisation. D'ailleurs, la question se pose de savoir si l'industrialisation ne serait pas une des causes à l'origine du ralentissement constaté depuis le début du siècle, du développement de la mode masculine en termes de style.

1.1.3 Industrialisation de la mode

Même si la mode a peu évolué depuis tout ce temps, Faust et Carrier (2009a) soulignent qu'elle a tout de même créé de nouveaux standards avec la production de masse. Rappelons que la révolution industrielle en Angleterre entre 1783 et 1787 a constitué une période charnière pour la fabrication de vêtements, en permettant aux entrepreneurs industriels de créer de nouvelles formes de production. McDowell (1997) confirme que c'est à partir de 1801, que nous avons vu apparaître réellement un début d'industrialisation avec cette singulière anglomanie qui voulait imposer le costume de style anglais que les gens « doivent » adopter.

La Révolution française en 1789 a eu pour sa part un impact significatif avec la généralisation des métiers à tisser, le développement des techniques de patronage et l'arrivée vers 1830, de la première machine à coudre pratique à fil continu du maître-tailleur lyonnais Barthélemy Thimonnier. Selon Chenoune (1993), le développement des manufactures au début du 18^{ième} siècle constitue la première véritable révolution industrielle. Sous les règnes de Louis XV puis de Louis XVI, la Révolution Américaine et la Révolution Française, Honoré Blanc (1736-1801) un armurier français, pionnier du concept d'interchangeabilité des pièces, est celui qui instaurera la standardisation. D'après Starr (2010), ces idées seront en effet reprises notamment par Eli Whitney, Simeon North et John Hall pour la fabrication de masse qui sera par la suite appliquée aux vêtements. Le concept d'interchangeabilité des pièces devient un élément particulièrement important pour introduire la production en *mass customization* que nous verrons plus tard. Mais d'ores et déjà, on peut dire que ce principe est véritablement à l'origine du passage de la fabrication artisanale vers la production de masse.

1.1.4 La production de masse

Selon Pine (1993), la production de masse est reconnue comme un processus de fabrication en volume permettant une économie d'échelle. La vraie production de masse dans le vêtement pour homme est arrivée avant la première guerre dans les années 1910. C'est avec la Deuxième Guerre mondiale (1939-1945) qu'une grande production de masse de produits vestimentaires permettant le développement d'une certaine standardisation dans les processus de fabrication chez les manufacturiers a eu lieu. Cette transformation de la production industrielle a permis entre autres le développement des chartes standards de mesures et de nouvelles méthodes de fabrication de masse.

À cette période, le développement de l'étiquetage par tailles fut aussi marqué par la production de masse selon Faust et Carrier (2009a). D'après Schofield et Labat (2005a), les manufacturiers offraient plusieurs produits, pourvu que vous entriez dans les tailles standards qu'ils avaient définies. Selon Faust (2008), une certaine homogénéité dans les choix des tailles offertes se dessinait pour l'industrie de l'habillement. C'est ainsi, d'après Melliand (2005), que les grands donneurs d'ordre ont pris place sur les marchés et assuré la distribution de produits ayant des tailles standards pour un marché global.

Actuellement, la production de masse vit une mutation profonde selon Faust et Carrier (2009b), générant d'importants retours, soldes et démarques sans arriver à séduire le consommateur au final. L'effet de la mondialisation de la production de masse d'après Pine et Korn (2011), dirigée par une poignée de donneurs d'ordres, a créé aujourd'hui un effet de saturation du marché. Il devient pour ainsi dire impossible dans ces conditions de satisfaire la masse, si la masse reste indifférente.

Cette situation se confirme selon Zipkin (2001), avec la transformation de la production industrielle : nous sommes passés de l'orientation « produit » à l'orientation « marché », avant de changer de paradigme et d'avoir une orientation « individu ». Selon Park et Stoel (2002), cette transformation jumelée à la mondialisation des marchés et l'arrivée du Web sont les principales raisons de l'effondrement des marques et des produits de masse.

Pour notre part, la lecture de nombreux ouvrages consacrés au sujet nous donne à penser que l'orientation « individu » est certainement l'approche la plus avantageuse pour les stratégies manufacturières et les divers canaux de distribution en termes d'offre face à une demande qui subit actuellement de grands changements sociétaux reflétant l'étendue des groupes ethniques sur la planète, joints aux transformations de la morphologie, de l'anatomie et des divers aspects physiologiques. Mais reste que pour bien comprendre ce problème, il nous faut savoir que la majorité des vêtements sont conçus à partir de vieux standards désuets.

1.2 Études des tailles standards pour hommes dans l'industrie du vêtement

La littérature confirme que les tailles standards pour homme dans l'industrie du vêtement sont maintenant dépassées. Il devient important de mettre à jour, selon Faust (2012), les données morphologiques parce que les designers et les manufacturiers continuent souvent à travailler à partir des mensurations d'Américains blancs datant de la fin des années 1940. Même s'ils les ont pour la plupart actualisées à partir de données concernant leur public cible, celles-ci ne sont pas toujours fidèles à la silhouette d'aujourd'hui, affirme Faust (2012).

Des collectes régulières de données anthropométriques deviennent donc importantes pour les donneurs d'ordres du secteur afin de réduire les risques liés à l'offre, soulignent les spécialistes du secteur (Faust,

Robinet et Gribbin, 2012) lors d'une importante conférence sur le *fit* et les tailles présentée en avril 2012 par l'organisme Vestechpro à Montréal.

Selon Faust et Carrier (2009a), le vrai problème qui rend particulièrement difficile la conception de vêtements pour un grand échantillon, provient du manque de règles et de normes internationales communes. Cela permettrait un degré d'ajustement meilleur pour des tailles intermédiaires qui permettent de déterminer le nombre d'évolutions de tailles dans les tables de mensuration.

Un simple regard sur l'industrie américaine nous révèle que le dispositif de tailles standards est apparu à la suite d'une étude anthropométrique menée au début des années 1940 dans le but de satisfaire les consommateurs tout en permettant aux manufacturiers de s'ajuster en termes de « *sizing* ». Aujourd'hui, nous pouvons constater que l'Office des normes générales du Canada (ONGC) propose un code pour chaque taille correspondant à des mesures spécifiques d'un vêtement et d'un corps. Dans le cas des vêtements pour homme, l'ONGC a utilisé la même charte que les États-Unis avaient adoptée dans les années 1950. Nous remarquons depuis plusieurs années que de nombreux problèmes surgissent relativement à l'ajustement et qu'il devient de plus en plus difficile d'identifier les tailles.

1.2.1 Identification des tailles pour hommes

Selon Yu (2004), pour créer un système d'identification des tailles, la population doit être d'abord divisée en différents types de corps, basés sur des dimensions comme la hauteur ou les ratios entre les mesures du corps. Depuis les années 1980, les vêtements pour hommes sont officiellement classifiés chez les grands détaillants d'après Frith et Gleeson (2004), par standards de tailles en : moyen, long, court, super taille et super taille allongée.

Tableau 1.1: Identification standard des tailles au Canada

Identification des tailles	Moyen	Long	Court	Super tailles	Super tailles, long
Grandeur	5 pi 8 - 5 pi 11	6 pi - 6pi 3	5pi 4 - 5pi 7	5pi 8 - 5 pi 11	6 pi - 6pi 3

En matière de mode masculine, la longueur du corps et la valeur du point de chute (la différence entre le calcul du tour de la poitrine et le tour de taille) sont les deux principales mesures qui déterminent la définition du type de silhouette.

L'Organisation internationale de normalisation (ISO) a élaboré en 1991 un système révisé des standards de mesures selon le type de silhouette débouchant sur un classement basé sur la valeur du point de chute communément appelé « *drop* » dans l'industrie de la mode. Par la suite, Maier (2000) a défini la valeur du point de chute (*drop*) au calcul entre la différence de la poitrine et du tour de taille. Le même Maier (2000) a fait une étude comparative sur les systèmes de mesures standards existants dans le monde entier. Au

Royaume-Uni, la British Standards Institution (BSI) a identifié quatre formes corporelles standards : court (166 centimètres), régulier (174 centimètres) grand (182 centimètres) extra grand (190 centimètres), chacun disposant de deux types de silhouettes : mature (valeur du drop d'environ 14 centimètres) et athlétique (valeur de la chute d'environ 18 centimètres). Le système de mesures standard Allemand classe les types de silhouette d'hommes en neuf catégories différentes : mince, normale, trapue, large, courte-trapue, taille grande, courte de taille élevée, grande et athlétique (avec valeur de chute d'environ 20 centimètres). En Amérique du Nord, quatre formes corporelles sont identifiées : moyen, long, court et super tailles sont normalement identifiés avec quatre types de morphologies : mince, standard, grand et taille plus.

Tableau 1.2: Identification des tailles standards américaines (Maier, 2000)

Identification des tailles	Designation	Grandeur	Drop
XS-XLXS	Court	167-174 cm	-15 cm
S-XXL	Régulier	173-182 cm	-15 cm
MT-XXLT	Long	183-192 cm	-15 cm
MXT-3XLXT	Extra long	193-201 cm	-10 cm
2XL-5XL	Taille plus	173-182 cm	-10 cm
2XLT-5XLT	Taille plus, long	183-192 cm	-10 cm

Selon Robinet (2009), les Français identifient six silhouettes principales en centimètres : 162, 168, 174, 180, 186 et 192 et sept types de formes corporelles : athlétique (avec valeur de chute d'environ 15 centimètres), élancé (avec valeur de chute d'environ 10 centimètres), normale (avec valeur de chute d'environ 10 centimètres), fort (avec valeur de chute d'environ six centimètres), trapu (avec valeur de chute d'environ six centimètres), corpulent (avec valeur de chute de < 0 centimètre) et ventru (avec valeur de chute de $+ 6$ centimètres), ainsi que sept morphotypes : normal, sportif, surpoids léger, compact, ventru et obèse.

Pareillement en Argentine, en République tchèque, au Danemark et en Finlande, Yu (2004) confirme que les chiffres des hommes sont tous classés en fonction du calcul de valeur du point de chute. Tous les systèmes de standardisation des grandeurs ont à la fois des similitudes et des différences, bien que des intervalles de taille pour les hommes dans les différents pays soient généralement classés en fonction de la grandeur et du calcul du point de chute (drop). Selon Maier (2000), aux États-Unis, l'écart entre les tailles est d'environ cinq centimètres. En Europe, la taille change tous les quatre ou environ six centimètres. Selon Yu (2004), la valeur du point chute de chaque taille reste constante dans certains pays (par exemple : 12 centimètres au Japon, 14 centimètres en Chine et 15 centimètres aux États-Unis). Dans d'autres pays, comme la Suisse et la Scandinavie, la valeur du point de chute de la plus petite taille est de 15 centimètres mais il diminue de un centimètre pour chaque taille plus grande.

Malgré tout, le calcul du point de chute reste problématique pour certains détaillants. Le problème d'identification des standards de taille dans le vêtement est un problème qui s'accroît avec la mondialisation des marchés confirment Faust et Carrier (2009a). Partant de ce constat, les donneurs d'ordres ne respectent plus les standards et développent leurs propres caractéristiques de taille (Ulrich, Anderson-Connell et Wu 2003), pour mieux répondre au marché visé, tout en utilisant quand même les codes numériques de taille généralement admis. Sans normes ou standards clairement établis, les consommateurs ne s'y retrouvent plus (Schofield et Labat, 2005b) créant ainsi frustrations et confusion lors de l'essayage des vêtements.

1.2.2 L'augmentation des retours

Pour les entreprises, les tailles des vêtements des manufacturiers sur le marché sont inconstantes selon Workman (1991) et créent d'importantes pertes de ventes potentielles. L'augmentation des retours de vêtements autant chez les détaillants que par Web indispose les commerçants selon Park et Stoel (2002). L'augmentation des retours cause de réels problèmes pour l'image de marque. Selon une enquête réalisée par la firme Synovate⁵ en 2008 : 58 % des Canadiens affirmaient qu'il est très difficile de trouver des vêtements qui leur vont parfaitement et 77 % des Canadiens trouvaient que les tailles des vêtements varient d'un magasin à l'autre.

Cela s'explique selon Rasband et Liechty (2006) et Ashdown (2007) par le fait que certaines compagnies fixent elles-mêmes les chartes de mensuration en lien avec l'encolure, la poitrine et la ceinture. Ces deux auteurs estiment que les tailles ne conviennent qu'à une partie de la population américaine (d'environ 65 %) et que l'autre partie devra tenter de se vêtir souvent avec des tailles trop grandes pour arriver à porter un vêtement convenable.

Selon Istook (2002), le tour du cou et de la ceinture change et d'après Otieno, Harrow et Greenwood (2005) les consommateurs retournent les chemises car les manches sont souvent trop longues et quelquefois l'emmanchure pas assez large en raison des problèmes de *fit*. Schofield et LaBat (2005b) apportent pour leur part un point important concernant les réels besoins du consommateur. Ils démontrent que les problèmes de *fit* vont au-delà des besoins d'un simple ajustement. Effectivement, nos recherches nous amènent à conclure nous aussi qu'en réalité le *fit* est un concept à la fois objectif et subjectif et que les standards en place ne permettent que très peu de saisir cette notion.

⁵ "Canadian Market Research Customer Experience," Synovate Business Consulting (2008).

1.3 La transformation de la morphologie au fil du temps

L'anthropométrie concernant la mesure des particularités dimensionnelles d'un homme, joue aujourd'hui selon Sun et Su (2009) un rôle de plus en plus important sur l'étude ergonomique aussi bien dans le design du vêtement que dans sa production industrielle. Otieno, Harrow et Greenwood (2005) expliquent que l'industrie fait face actuellement à une transformation de la morphologie dont les causes à effets se résument à une mutation causée principalement par le poids et la stature.

1.3.1 Causes à effets

La littérature confirme que les changements associés au style de vie, la nutrition et la composition ethnique des populations mènent à des modifications de nos comportements et de nos habitudes de vie. Selon Julien (2010), un des phénomènes de transformation observée aussi bien chez les jeunes que chez les adultes s'explique par leur rapport avec l'effort.

Selon Ruff (2000a), les niveaux de dépense physique sont souvent situés aux deux extrêmes caractérisés par l'absence totale d'effort chez les uns (les sujets inactifs), aux efforts excessifs chez les autres (les obsédés du culte du corps). Yunchu et Weiyuan (2007) abondent dans le même sens et précisent que les effets de l'alimentation et de l'exercice physique modifient l'ergonomie du corps entraînant des complications pour l'ajustement vestimentaire.

1.3.2 Mutation

Patrick Robinet, chercheur à l'Institut français du textile et de l'habillement (IFTH), confirme que le corps des hommes a beaucoup changé en 60 ans. L'accroissement de la sédentarité compterait selon lui parmi les principales causes de ces transformations morphologiques. La nouvelle génération des hommes âgés de 18 à 35 ans est beaucoup plus grande que la moyenne des hommes au cours des années 1980 et elle devrait encore s'accroître selon le chercheur. Ce qui explique l'importance que peuvent revêtir l'indice de la masse osseuse, la stature, la masse corporelle et l'indice de masse grasseuse dans la disposition des proportions corporelles.

1.3.3 Indice de masse osseuse

Le squelette évolue avec l'âge en fonction du développement de la structure osseuse. La masse osseuse qui définit le squelette du corps humain représente selon Ruff (2000b) environ 15 % du poids total de la masse corporelle. Nous avons défini cet indice selon la mesure du tour de poignet tel qu'utilisé par Rasband et Leichty (2006) afin de définir la grosseur des os pour des hommes ayant une grandeur variant entre 5' 4'' et 6' 3'' : 6½ '' ou moins étant fine, de 6½ '' à 7½ '' étant moyenne et de 7½ '' ou plus comme étant large.

Il est important de souligner que la masse osseuse change avec l'âge. Selon Ruff (2000b), le volume squelettique diminue progressivement après l'âge de 50 ans. De ce fait, la masse osseuse change et affecte directement la masse corporelle, la posture et les contours de la silhouette.

1.3.4 Stature

Les écrits confirment que la force de la masse osseuse a évolué depuis les 50 dernières années apportant un accroissement dans la charpente squelettique. D'après une étude de la National Center for Health Statistics of North America (2002), l'homme a gagné en l'espace de 40 ans près de 5,5 centimètres, pèse 5,4 kilogrammes de plus et mesure aujourd'hui 1,75 mètre pour 77,4 kilogrammes (171 livres). Même remarque pour Workman (1991) qui prend pour exemple les États-Unis où la stature moyenne des hommes serait passée de 1,69 mètre en 1940 à 1,76 mètre aujourd'hui.

Dans une recherche avec Size Germany, Melliand (2005) nous apprend pour sa part que de 1875 à ce jour, la stature moyenne des hommes en Allemagne a augmenté de 16 centimètres. Tout cela confirme que la stature a bel et bien changé, reste à savoir si l'industrie s'est adaptée.

1.3.5 La masse corporelle

L'industrie de l'habillement est également confrontée à un autre problème, c'est celui de la masse corporelle. Ashdown (2007) affirme et confirme que le poids est le paramètre qui varie le plus entre les individus comparativement aux données anthropométriques telles que les dimensions et circonférences. Le poids d'un individu selon Ruff (2000a) est déterminé par l'interaction des gènes et de l'environnement. Le tableau 1.3 ci-dessous nous présente les indices de masse corporelle de l'Amérique du Nord (National Institute of Health, 2011) basées sur des variances de taille par ossature.

Tableau 1.3: Indices des poids corporels en fonction de l'ossature. (NIH, 2011)

Grandeur	Petite	Moyenne	Large
Pied	Ossature (Kg)	Ossature (Kg)	Ossature (Kg)
5' 0"	55-60	57-62	61-66
5' 1"	56-61	58-63	62-67
5' 2"	57-62	59-64	63-68
5' 3"	58-63	60-65	64-69
5' 4"	59-64	61-66	65-71
5' 5"	60-65	62-67	65-73
5' 6"	61-66	63-68	66-74
5' 7"	62-67	64-70	68-76
5' 8"	63-68	66-71	69-78
5' 9"	64-69	67-73	70-80
5' 10"	65-70	68-74	72-82
5' 11"	66-71	69-75	73-83
6' 0"	68-73	71-77	74-85
6' 1"	69-74	72-79	76-87
6' 2"	70-76	74-81	78-89
6' 3"	72-78	76-83	80-92

Le poids moyen des hommes adultes de plus de 20 ans en Amérique du Nord se situe à 87 kilogrammes soit 190 livres⁶. Chez l'homme européen de 15 ans et plus, ce poids serait de 77,1 kilogrammes (170 livres)⁷ en France et de 82,4 kilogrammes (182 livres)⁸ en Allemagne. Il est à noter selon la NIH (2011) que le tissu musculaire représente 40 % du poids corporel. La variation de la densité selon nos recherches pourrait s'étendre entre 1,6 % et 4,8 % en moyenne chez certains hommes adultes Nord-Américains de 39 ans ou plus, d'une grandeur de 5'7'' ou plus et ayant un poids supérieur à 162 livres. Ce changement de la densité corporelle va créer une variation de poids importante durant une même journée et devrait selon nous avoir un impact direct dans le choix des vêtements pour certains hommes en termes d'ajustement.

1.3.6 Indice de masse grasse

Jackson et Pollock (1978) nous expliquent qu'il est important de connaître les indices de pourcentage de gras chez l'homme afin de mieux comprendre les proportions du tissu adipeux (masse grasseuse) qui compose la densité du corps humain. Ceci nous amène à définir six catégories de personnes en fonction de leur niveau de pourcentage de gras :

- 2-5 % - niveau de gras essentiel (maigreur extrême)
- 6-13 % - niveau de gras athlétique (maigreur élevée)
- 14-17 % - niveau de gras (maigreur) de musculation et de sportif
- 18-25 % - niveau de gras normal acceptable
- 26-29 % - niveau correspondant à l'embonpoint
- >30% - niveau de l'obésité

1.3.7 Surpoids

Selon Robinet (2012), plus d'un quart de la population adulte française (26 %) est actuellement en état de surpoids et 8,3 % serait en situation d'obésité. Au Canada, Faust (2012) témoignait lors d'une conférence, qu'une personne sur quatre soit 24,1 %⁹ comparativement à une personne sur trois aux États-Unis soit 34,4 %¹⁰ est en surpoids. Une étude de Statistique Canada relève que le tour de taille de l'ensemble des Canadiens s'est effectivement élargi chez les hommes, notamment chez les 60-74 ans. Par ailleurs, les adolescents de 15 ans font six centimètres de tour de taille de plus que leurs aînés d'il y a 37 ans et pèsent deux kilos de plus. Cette adiposité abdominale entraîne forcément des déséquilibres dans les proportions et les formes du corps.

⁶ Étude de la NCHS, 1999-2002 Body Measurements, National Center for Health Statistics of North America

⁷ Eurobaromètre EB64.3, novembre/décembre (2005)

⁸ Étude Mikrozensus (2005), en archive sur Wissen.de/Bildung

⁹ Statistique Canada 2011

¹⁰ CDC (Centre de prévention et de contrôle des maladies) américain 2011

Des hommes « athlétiques », « ventrus » ou « trapus »; Robinet (2012) confirme que les gens sont aujourd'hui plus gros, comme dans beaucoup de pays occidentaux et que l'effet se fait sentir aussi au vu des nombreux retours d'articles invendus, car les détaillants ne connaissent pas bien les proportions de leurs clients. La population a certainement grossi mais présente aussi une ossature plus longue. Les proportions du corps ne sont plus les mêmes que dans les années 1940-1950, voire par rapport aux années 1980. Selon Norman Marks¹¹ : « les mensurations des clients ont changé aussi et les grandeurs des vêtements basées sur des mensurations datant des années 1980 ne conviennent plus ».

1.4 Le *fit* d'un vêtement

Dans l'industrie de l'habillement, les problèmes de *fit* existent depuis longtemps mais se sont beaucoup accentués ces 30 dernières années selon Ashdown (2007). D'après Kim et Forsythe (2008), pour plus de 50 % des consommateurs, il est presque impossible de trouver un produit qui réponde à leurs attentes en termes de *fit*. Edward A. Gribbin de chez Alvanon confirme que 67 % des consommateurs américains se plaignent de ne pas trouver de vêtement qui épouse bien leur corps. Il constate par ailleurs que 85 % de ces consommateurs retournent vers leurs marques préférées qui s'accordent mieux avec leur *fit*.

1.4.1 Définition d'un *fit* pour un vêtement

La notion de « fit » dans le secteur de l'habillement est définie par Serwatka (2008) comme « le bien aller » et selon Bougourd (2007), comme la relation entre la grandeur, le contour et la forme d'un vêtement épousant parfaitement la forme d'un corps humain. Lorsque nous parlons de *fit*, nous définissons le terme d'ajustement d'un produit à une taille spécifique (Chen, 2006). Selon Ashdown, Schoenfelder et Lynman-Clarke (2004), plus une taille augmente en termes de grandeur et de poids, plus l'ajustement est problématique à cause des disproportions du corps.

D'après Istook (2002), la perception du *fit* pour un consommateur est un principe clé qui lui permet de repérer rapidement si celui-ci est convenable. Cette perception peut être fondée sur plusieurs éléments sur lesquels un individu se base pour déterminer les critères d'un bon *fit* sans avoir de réels points de repère, explique Ashdown (2007). Il s'avère par conséquent que le *fit* est plus qu'un simple ajustement dans la mesure où il exige d'après Dellaert et al. (2001) une nette compréhension des besoins et des désirs (parfois cachés) des consommateurs. L'évaluation d'un *fit* est un processus complexe dans lequel la relation du vêtement au corps peut être analysée de différentes façons. Les travaux de Melliand (2005) mettent en évidence le fait que les individus ont généralement tendance à faire preuve de beaucoup de subjectivité

¹¹ Entrevue octobre 2009 : Norman Marks – Maître tailleur pour hommes/MARKS INC/Entreprise familiale fondée en 1910

dans ce type d'analyse. Ainsi, Ashdown (2007/2008) explique dans ses recherches que deux individus ayant objectivement les mêmes mensurations et portant le même produit peuvent percevoir le *fit* de façon totalement différente.

1.4.2 Le *fit* de façon subjective

Ce facteur de subjectivité implique de s'interroger sur le statut social et le style de vie de la personne qui porte le vêtement au regard de son comportement. La subjectivité concerne ce qui est spécifique à un sujet par rapport à son identité propre, sa manière de lire le monde, de lui donner du sens relativement à l'inscription de sa réalité dans le temps (Pardinielli et Fernandez, 2005). Rasband et Leichty (2006) soulignent que la subjectivité du *fit* est une manifestation de la personnalité et une caractéristique de l'identité. Les théories de la subjectivité du *fit* expliquées par Fan et Yu (2004) vont de pair avec le concept de personnalité - des travaux de Pardinielli et Fernandez (2005) - reliée en partie à un certain nombre de traits et de dimensions stables permettant de déterminer les attitudes et comportements de l'individu. Ce qui explique qu'une personne pourra changer plusieurs fois de *fit* pour des raisons subjectives au cours de sa vie. Les ouvrages de Pardinielli et Fernandez (2005) confirment que ces changements sont souvent en lien avec les changements de l'environnement immédiat et leur impact sur les attitudes et comportements de l'individu désirant façonner ou adapter sa personnalité.

1.4.3 Le corps de façon subjective

La majorité des problèmes d'ajustement des vêtements indique Yu (2004), résultent des variations des formes du corps, de ses contours, de sa posture et de ses proportions mais aussi par des perceptions franchement subjectives de l'ajustement. Des problèmes de « fit » apparaissent parfois selon Ashdown (2007), comme une relation presque impossible entre une personne et un vêtement. Selon Chen (2006), pour que le vêtement se conforme à l'ergonomie du corps et qu'il puisse être en harmonie avec le consommateur, on doit prendre en considération les critères suivants : le confort, le tombé (i.e. l'aplomb et la tenue), le style, la matière, la forme, l'ajustement et l'équilibre. Pour cet auteur, le confort ainsi que les aspects fonctionnels et pratiques du vêtement revêtent une importance toute particulière, car c'est de façon subjective qu'ils susciteront instinctivement l'acceptation ou le rejet du produit lors de l'essayage.

Les facteurs psychologiques reliés à la subjectivité sont définis selon Julien (2010) par la personnalité, les valeurs et l'estime de soi, provenant de l'impact du port d'un vêtement donné. Ces facteurs psychologiques jouent un rôle essentiel dans le choix d'un produit et dans l'aisance d'un vêtement. Toutefois, une importante corrélation existe aussi selon Julien (2010) entre l'aisance fonctionnelle et

l'aisance de style permettant d'offrir un équilibre dans le port du vêtement. On admet généralement qu'il existe une relation étroite entre l'aisance fonctionnelle, l'aisance du style et l'aisance personnelle rattachée à l'estime de soi. Selon Najat (2009), l'aisance personnelle est directement liée à la confiance en soi, à son sentiment de confort et à sa façon d'être. Elle deviendra identitaire selon Julien (2010) pour le port d'un produit plus seyant. Dans certaines situations, la perception d'un *fit* ou d'un produit ajusté sur nous rejaillira sur notre comportement d'après Ulrich, Anderson-Connell et Wu (2003) et changera parfois jusqu'à notre façon de nous mouvoir. Yu (2004) confirme aussi que l'estime et la perception de soi jouent un rôle majeur dans le choix d'un vêtement.

Ainsi, l'aspect seyant d'un produit prendra toute sa forme en termes de valeur perceptuelle de ce que représente le produit lorsqu'il est porté par l'individu. Si l'ajustement définit effectivement la relation du vêtement au corps, il devrait donc permettre une amélioration de ce qui a trait aux proportions corporelles. En d'autres termes, l'ajustement devrait être en mesure de faire ressortir certaines parties du corps et dévoiler aussi des informations sur les caractéristiques corporelles. Les écrits confirment que l'apparence pouvant être aussi un facteur d'estime de soi, le vêtement ayant un *fit* adéquat permettra de maintenir et peut-être même améliorer le niveau d'assurance de soi. À l'inverse, Bye, Labat et Delong (2006) soulignent que l'apparence d'un vêtement trop ajusté ou mal ajusté peut rendre un individu inconfortable autant au plan physique que moral.

1.4.4 Le subjectif ayant un effet direct sur le subjectif

Ce facteur d'apparence devient une représentation récurrente dans la littérature lorsque l'on prend par exemple le cas du culte de la minceur chez les hommes et les femmes. D'autres facteurs comme le désir de rester jeune et de dégager du charme sont aussi des exemples de facteurs sociaux selon Pedinielli et Fernandez (2005), qui vont influencer l'industrie de la mode masculine. Pour le consommateur, la valeur d'un vêtement ou d'une marque peut être perçue comme le regard des autres se posant sur soi et évaluant la place que l'on occupe dans l'échelle sociale selon Julien (2008). Tout cela explique combien les facteurs subjectifs influent sur le comportement d'achat d'un produit en termes de *fit* ou d'ajustement.

Loker, Ashdown et Schoenfelder (2005) rapportent une augmentation sensible des ventes de vêtement sur le web qu'ils expliquent par l'adaptation des mannequins virtuels aux proportions classiques à 9 têtes utilisées par les anciens Grecs pour les illustrations ou les sculptures et qui répondrait à l'image idéale que se fait le consommateur de son corps propre.

Cette méthode est d'ailleurs actuellement utilisée pour la modélisation et l'adaptation d'avatars en 3D comme présentée à la figure 1-2.

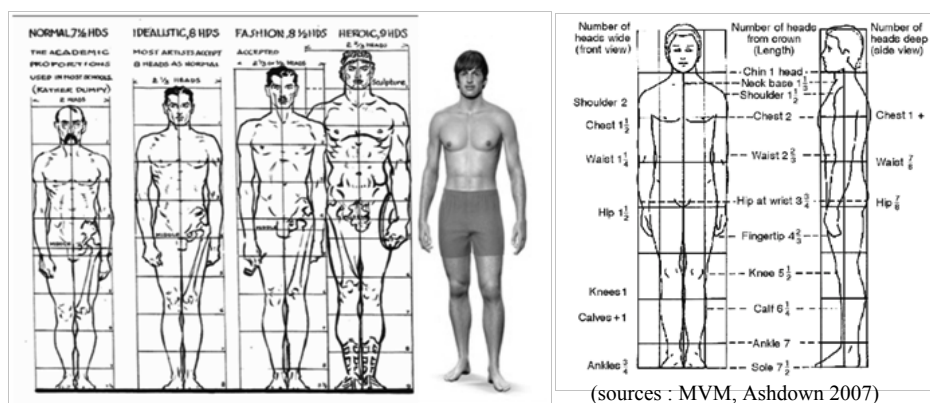


Figure 1-2: Adaptation des avatars virtuels aux proportions Grecques classiques

C'est à travers les effets sociaux et les sentiments d'appartenance à un groupe qu'un individu définit sa propre personnalité selon Julien (2010), soit en se démarquant ou en se conformant aux comportements vestimentaires d'un groupe d'individus. De ce point de vue, l'humain a une perception qui diffère dans certains cas de la réalité et nous remarquons qu'elle est en majeure partie causée par l'environnement et les médias qui incitent sans cesse à la consommation.

1.4.5 Le tour de taille, une mesure subjective

Nous nous retrouvons selon Gribbin (2011) avec une industrie qui tente de s'adapter au marché où les standards de mesure ne sont plus respectés provoquant en cela une authentique confusion dans la perception du *fit*. D'autant plus que les détaillants et manufacturiers de vêtements jouent sur les effets psychologiques en offrant un « *vanity sizing* », souligne Faust (2012) dans le but de répondre à des segments particuliers de marché. Ainsi, une étude réalisée aux États-Unis par le Sunday Telegraph en automne 2011 et ciblant 10 grands détaillants pour hommes qui offrent des tailles non conformes a montré que sur 30 pantalons vérifiés d'une même taille, 28 avaient des variations entre un et trois pouces par rapport à une norme théorique. Y sont cités notamment des jeans Levis de taille 31 qui étaient en réalité de 32,5 pouces. Se laisser séduire par les marques qui vous offrent une taille inférieure vient répondre à un sentiment subjectif qui selon Faust (2012) vient créer un vrai problème, car il devient de plus en plus difficile de trouver la grandeur réelle de sa taille.

Ces constatations animent actuellement les théories de Pine (1993) et de Teresko (1994) du « *Mass production vs Mass confusion* ». Selon Gribbin (2012), les entreprises vont continuer à explorer de

nouvelles techniques pour tenter de résoudre la frustration causée par le *fit* mais le consommateur continuera à être le seul juge capable de savoir si quelque chose lui convient ou pas, peu importe ce que fait l'industrie.

1.4.6 L'approche objective des mesures propres au *fit* d'un vêtement

Il n'existe pas de théorie de la prise de mesures qui se penche sur les fondements mathématiques de l'acte de mesurer et définir une grandeur quelconque. Faust et Carrier (2009a) confirment que la majorité des consommateurs ne savent pas calculer leur taille naturelle à l'aide d'un ruban à mesurer. Chez les hommes, moins de 40 % connaissent exactement leur tour de taille selon Robinet (2012).

D'après nos lectures, le caractère subjectif ne réside pas tant dans la difficulté de mesurer les grandeurs qui définissent le vêtement mais plutôt dans la perception globale que l'on a de celui-ci. Même si le tour de taille devient une mesure subjective, nous constatons que plusieurs facteurs influenceront notre façon de rechercher un bon *fit*.

1.4.7 Le problème de *fit*

Selon Carrier et Faust (2009b), le problème de *fit* représente le principal défi auquel font face les détaillants, car il devient presque impossible aujourd'hui de sélectionner un produit « tablette » en se fiant à l'étiquette. Comme la prise de poids chez l'homme se situe le plus souvent au niveau du ventre et des cuisses et que les tailles standards des produits en magasin varient considérablement, trouver le bon « match » devient presque une forme d'acharnement selon Edward A. Gribbin, président d'Alvanon.

Les hommes ont en tête généralement : leur taille de veste, de pantalon et leur tour de cou pour pouvoir fermer le col de leur chemise. Malheureusement, les tables standards de mensuration ne sont pas ajustées correctement, ce qui oblige chacun à connaître plus précisément ses mensurations. Les experts du *fit* renommés mondialement de la compagnie Alvanon avancent que les entreprises devraient logiquement mettre en rayon des vêtements ajustés aux mesures réelles de leurs clients pour qu'ils s'y sentent à l'aise, voire même les classer par taille et non par marque.

1.5 Les proportions

Dans le monde de l'habillement pour hommes, aucune littérature consensuelle ne cerne clairement les proportions du corps, contrairement à ce qu'on peut observer en ce qui concerne les vêtements pour femmes. Nous avons tout de même relevé quelques travaux portant sur les proportions du corps masculin. Il y a notamment des textes sur les silhouettes TITRO ainsi qu'une étude sur les morphotypes qui ont été

réalisés et qui nous permettent de discuter de la classification et normalisation d'un *fit* et de mieux comprendre les limites des méthodes objectives pour l'évaluation d'un *fit* chez l'homme.

1.5.1 Silhouettes TITRO et morphologies types

La littérature décline cinq grands types de morphologies pour les hommes : trapèze, triangle inversé, triangle, rectangle et ovale. Ce modèle est basé sur les données de Rasband et Leichty (2006) mais n'a jamais été réellement approfondi dans la littérature consacrée aux proportions pour hommes.

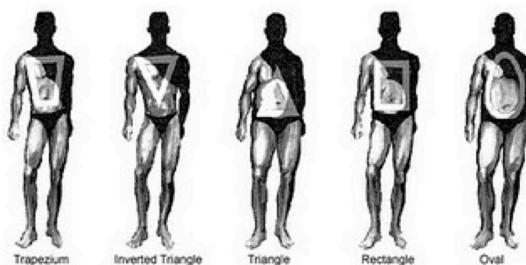
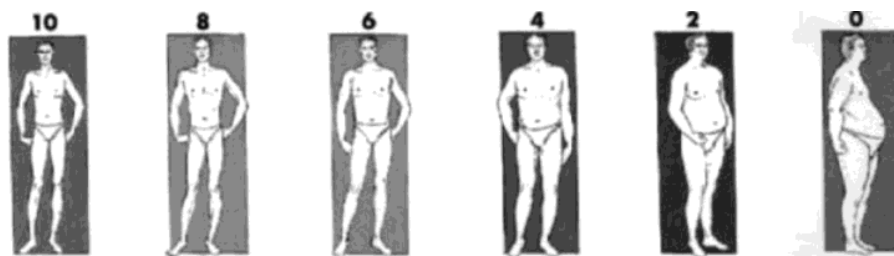


Figure 1-3: Silhouette TITRO¹²

En 1968, Silvio Quattrocolo a mené des recherches sur la théorie des structures anthropométriques. Il a identifié six principales formes du corps masculin et supposait que tout homme pouvait être classé dans une même classe de morphotype avec un ensemble de mesures anthropométriques communes. Il renonce aux anciens concepts de taille, coupe, extra long, petit, large et à la place il commence à réfléchir à la forme des vêtements ou “Shape”. Quattrocolo (1978) publie les variations de la forme du corps ainsi que les moyennes des dimensions anatomiques des produits et propose l'échelle anthropométrique suivante :



(Copyright© S.I.A.E. n°9401846) par Silvio Quattrocolo

Figure 1-4: Male body-shapes, *Theory of Body Shapes* (1978)

Cette approche est intéressante, car elle aide à mieux saisir les différences entre les silhouettes de base et les différentes formes de corps offertes aujourd'hui par les recherches du fondateur de la société CAD Modelling Ergonomics,. Mais la question reste posée : comment les différentes formes de corps influencent-elles la sélection du style vestimentaire et dans le choix d'un *fit*?

¹² “<http://www.style-makeover-hq.com/male-body-shape.html>, 2008.

1.5.2 Les proportions, la personnalité et les somatotypes

Comme les maîtres-tailleurs s'intéressent à la personnalité et la physionomie des clients, nous nous sommes penchés sur la théorie Sheldon selon laquelle l'anatomie dans le domaine du sport agit et détermine notre personnalité ainsi que l'expérience somatique de chacun. Cette théorie soulève la controverse car elle reste très subjective. Cependant, nos recherches indiquent qu'elle est encore aujourd'hui mise en application dans le domaine du sport où elle est considérée comme une donnée objective car pour certains auteurs, les trois morphotypes ont démontré des résultats probants comme on peut le voir dans la figure ci-dessous.

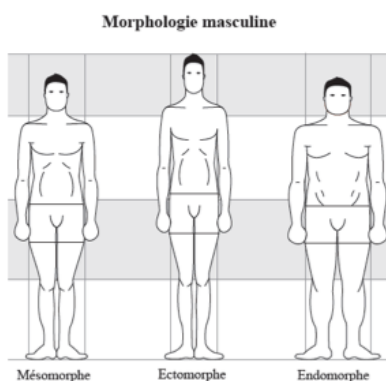


Figure 1-5: Théorie des trois somatotypes de Sheldon's (1961)

Dans les années 1940, William Sheldon a décrit trois somatotypes basés sur les données de l'embryologie qui distingue trois couches de tissu: l'endoderme, le mésoderme et l'ectoderme. Dans son étude, il a défini des traits de personnalité en cohérence avec cette approche. En termes de morphologie et de personnalité, le chercheur dégage trois principaux types :



► Mesomorphe

Le mésomorphe (Le guerrier : la musculation, Judo, squash)

Doté d'une musculature prononcée, le mésomorphe est plus bâti et aura tendance à prendre facilement de la masse musculaire. Selon Sheldon, ce morphotype n'est pas attiré par son introspection mais plutôt par sa motivation face à un besoin constant de dépense physique et par son instinct de combat.



► Ectomorphe

L'ectomorphe (Le stratégique : la course, le vélo, le tennis, le ski)

De par son ossature fine, l'ectomorphe a un corps mince et affiné. Il est pourvu d'un puissant contrôle de lui-même et d'une capacité émotionnelle forte qui l'aident à maintenir une meilleure gestion de ses pulsions. Il a une prise de poids difficile en raison d'un métabolisme trop rapide.



L'endomorphe (Le pacifique : la marche, la natation, le golf)

Du fait de sa corpulence, l'endomorphe est plus sensible à son bien-être physique et à ses relations amicales, car très fidèle à son appartenance au groupe. Il aime rester dans sa zone de confort qu'il protège continuellement. Caractérisé par un gros appétit naturel, l'endomorphe exprime facilement ses émotions. Il serait sujet, selon Sheldon, à des problèmes liés à l'adiposité abdominale et aux problèmes lombaires.

En 1954, Sheldon va plus loin dans ses recherches et explique que ces trois morphotypes sont généralement amalgamés selon plusieurs combinaisons. La taille et la corpulence jouent un rôle important dans le développement de la personnalité des individus. Ceux-ci sont donc extrapolés selon diverses personnalités en fonction des proportions et de la stature du corps. Ce concept théorique explique pourquoi certains facteurs sont précieux pour l'élaboration d'un *fit* vestimentaire correspondant au type morphologique de la personne. Ces facteurs mis en accord avec les caractéristiques anthropométriques (les dimensions, la stature, la longueur des membres; les circonférences et autres) ainsi qu'avec les exigences particulières du client, pourraient aider à la réalisation d'un vêtement sur-mesure doté d'un excellent *fit*.

1.5.3 Classification et normalisation d'un *fit*

Nos recherches à ce sujet confirment qu'il n'existe pas vraiment de règles clairement définies se rapportant à la normalisation d'un *fit* pour hommes dans l'industrie. Nous savons que les tailles sont normalisées dans l'industrie et qu'il existe dans certaines entreprises des classifications mises au point pour mieux adapter leurs produits.

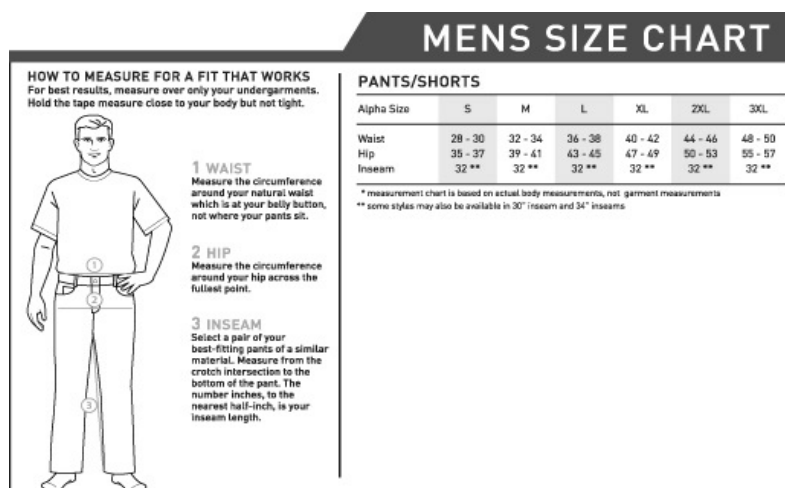


Figure 1-6: Normalisation d'un *fit* ¹³

¹³ <http://www.marks.com/webapp/wcs/stores>, 2012

Le but étant de répondre à des besoins spécifiques du marché comme des segments particuliers dans l'uniforme comme les produits techniques, ergonomiques et sécuritaires. Ces classifications (figure 1-6) comportent diverses catégories telles que : ajustable, ajustée, semi-ajustée, one size. Mais les classifications ne sont pas toujours applicables comme facteurs pour un *fit* plus ajusté comme peut l'être le concept de sur-mesure.

1.5.4 Les limites des méthodes objectives pour l'évaluation d'un *fit*

Les autres facteurs qui affectent le *fit* sont liés à des exigences techniques selon Senanayake (2001) telles que des produits adaptés pour les personnes à mobilité réduite ou pour les produits hautement spécialisés ayant des besoins de *fit* particuliers sur un plan ergonomique comme pour le sport, la sécurité ou l'atteinte de performance.

En outre, selon Pan et Holland (2006) plus un produit est « fashion », plus il semble comporter des limites par rapport aux méthodes d'évaluation pour un *fit*. D'après Kim et Forsythe (2008), une des plus grandes limites concerne ces données dites « cachées » lors de l'essayage, c'est-à-dire ces informations que le consommateur ne dévoile pratiquement jamais. Un des meilleurs exemples à ce sujet est sans doute celui de l'impact de la matière première sur le comportement d'achat d'un produit.

1.5.5 L'effet des matières premières dans le *fit* d'un vêtement

Selon Faust et Carrier (2009b), le problème de *fit* est en train de se propager rapidement et de se généraliser à l'ensemble de l'industrie de l'habillement. Une des principales causes selon Ashdown (2007) réside dans le choix de matières de piètre qualité qui affectent négativement le tombé et l'équilibre des styles.

Les matériaux qui composent le vêtement sont importants dans le tombé et l'aplomb pour un excellent *fit* assure Yu (2011). Selon Wang, Zhou et Zhang (2009), les matières extensibles exigent moins d'ajustements pour un vêtement qu'un tissu sergé pour la confection d'un complet pour homme par exemple. Pour Ashdown (2007), dans la création de produit, la couleur, les textures et les motifs des matériaux peuvent s'avérer problématiques ou au contraire être avantageux pour la silhouette lors de l'élaboration d'un *fit*.

La qualité des propriétés textiles est un principe nécessaire à la réalisation d'un bon *fit* déclare Bougourd (2007), car le facteur « matière » dans le vêtement procure une certaine ergonomie au corps et aux mouvements de ce corps. Toutefois, même si la place de la matière première est importante, notre conclusion est que la première étape d'un bon *fit*, c'est l'existence d'un patron bien conçu par le patronniste-expert.

1.6 Dessin de patrons

Pour réaliser un bon patron, il faut savoir que la relation entre le corps et le vêtement est souvent ambiguë, déclare Serwatka (2008). Il existe une façon simple pour construire des plans de base afin de développer 1) les gabarits standards, 2) le patron et 3) l'échantillon tel que présenté à la figure 1-7.

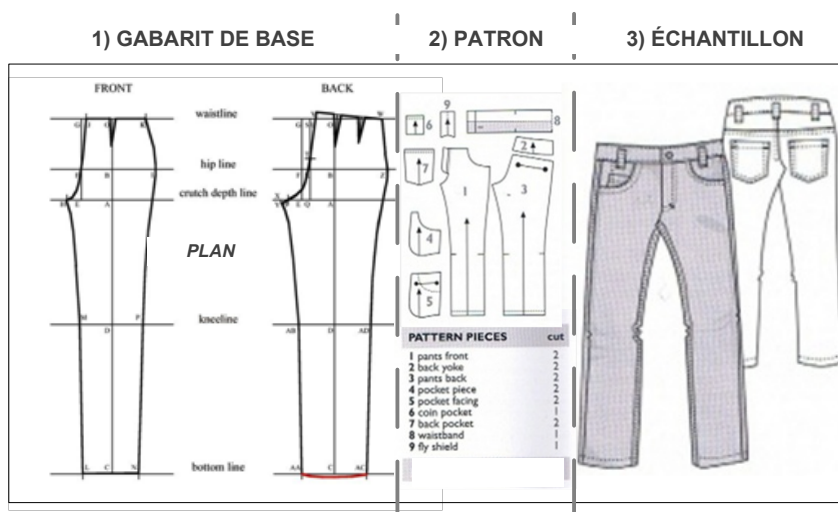


Figure 1-7: Développement de gabarit de base, de patron et d'échantillon

Mais l'élément clé réside selon Petrak, Rogale et Mardeki-Botteri (2006) dans la structure et l'équilibre que représente le gabarit de base afin de développer plusieurs styles avec cette même base de travail. Et c'est dans l'approche des méthodes traditionnelles que nous retrouvons les meilleures techniques de développement selon eux.

1.6.1 Approche des méthodes traditionnelles

Selon Loker, Ashdown et Schoenfelder (2005), des erreurs dans la prise de mensurations pour l'industrie du vêtement persistent toujours. Même si une charte précise de mesure lui est fournie, le consommateur peine à se mesurer adéquatement lorsqu'il est seul. Quelques problèmes simples sont répertoriés par Ashdown (2007). Par exemple, lors de la prise de mesures de la circonférence du corps, il faut se tenir droit, adopter une position naturelle du corps et maintenir le ruban à mesurer parallèlement au sol. Selon Serwatka (2008), il faut admettre que cela reste une méthode subjective, c'est-à-dire que l'on observe que la répétitivité des résultats de mesures qui dépend de la personne chargée de l'effectuer. Car selon Loker, Ashdown et Schoenfelder (2005), un simple déséquilibre pourrait faire perdre ou gagner jusqu'à un demi-pouce au vêtement final. Pour effectuer une prise de mesures, nous avons besoin selon Serwatka (2008) de connaître des règles indispensables. De plus, il est essentiel d'avoir également des connaissances avancées de la morphologie du corps humain et la capacité de reconnaître visuellement et tactilement les points anthropométriques. Wargnier (2010) présente une charte de prise de mesures et une charte de base

comme notion de *fit*. Nous retrouvons ci-dessous (Figure 1-8) le modèle de Koh et Lee (1995) traduit par Serwatka (2008), pour l'ajustement du patron par une approche globale (sous trois règles de création des patronages) tel que présenté dans l'industrie de l'habillement.

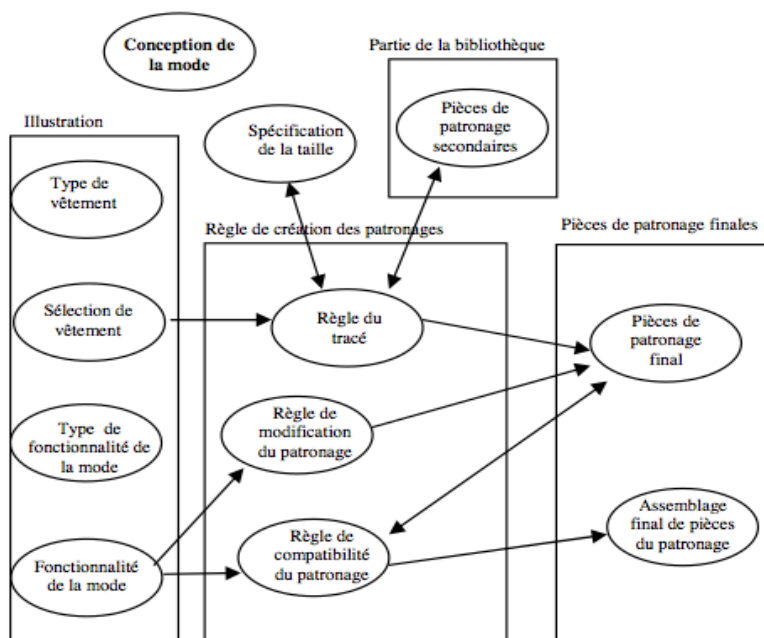


Figure 1-8: Schéma du processus de conception de patron, Serwatka (2008)

1.7.1 15 principaux problèmes de *fit* d'un pantalon sur-mesure

Pour définir ces règles, nous avons consulté les travaux de l'Institut Français du textile et de l'habillement (IFTH) où a été préparé un ouvrage sur les techniques dans la résolution de 15 problèmes de *fit*, au cours de la mise au point d'un produit.

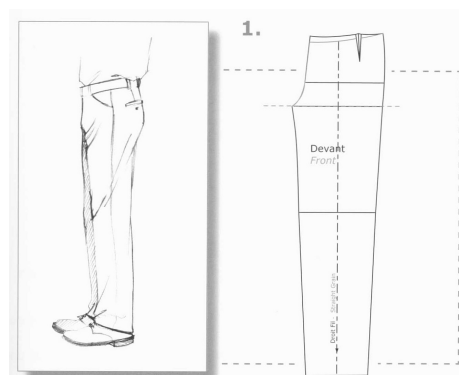
1. Excès de pointe au fond du pantalon
2. Fond de pantalon trop long, coupe trop renversée
3. Pantalon trop redressé
4. Mauvais aplomb entre le devant et le dos du pantalon vers l'entrejambe
5. Mauvais aplomb entre le devant et le dos du pantalon vers le côté
6. Dos du pantalon trop redressé, couture de côté trop ronde
7. Manque de pointe dos à l'entrejambe
8. Le montant du devant est excessif
9. Manque de longueur à la couture de côté
10. Total montant excessif
11. Manque de montant devant
12. Excès de matière à l'entrejambe
13. Fourche pas assez profonde
14. Fourche devant trop creusée
15. Valeur tour de cuisse trop étroite

1.7.2 6 règles d'ajustement d'un pantalon sur-mesure

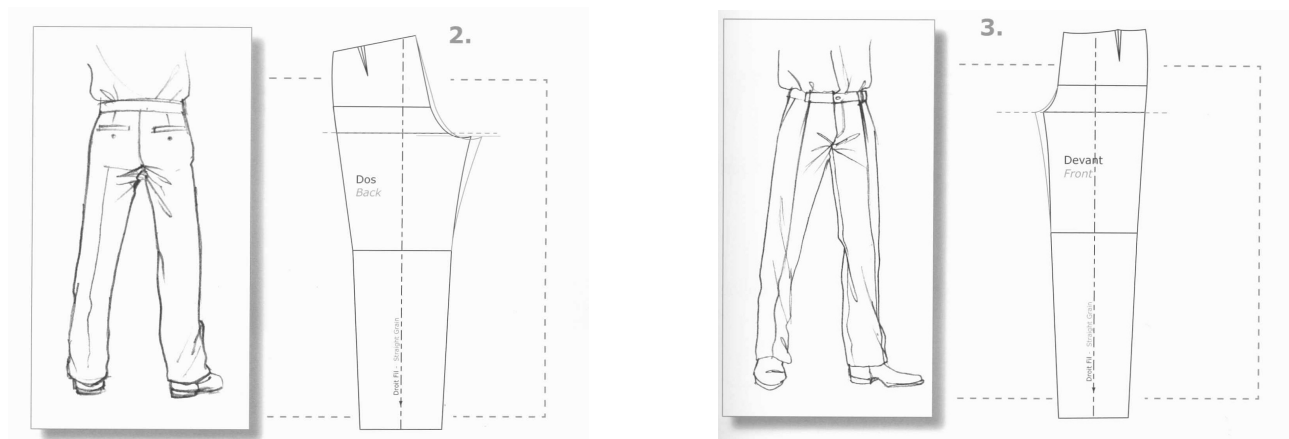
*« Je disais donc que, né en France, le pantalon devait son nom à sa forme, vêtement qui pend sur le talon. »
(La fashion, 20 juin 1840)*

Comme ce référentiel des défauts est destiné à la construction d'un pantalon pour femmes, nous nous sommes tournés vers les six règles d'ajustement d'un patron pour hommes en ajoutant le modèle de Wargnier (2010). Cet ouvrage approprié sera aussi nécessaire à la définition des paramètres d'un configurateur pour la conceptualisation d'un pantalon en sur-mesure. Les différentes règles devront par contre être traduites en langage mathématique.

La règle no 1 décrit les problèmes d'aplomb lorsque le pantalon est en-dessous de la taille et qu'elle s'amplifie avec la courbe du ventre, celui-ci a tendance à être plus haut vers l'arrière et plus bas au-devant. Il faudra baisser la taille du patron au-devant afin d'ajuster le pantalon.



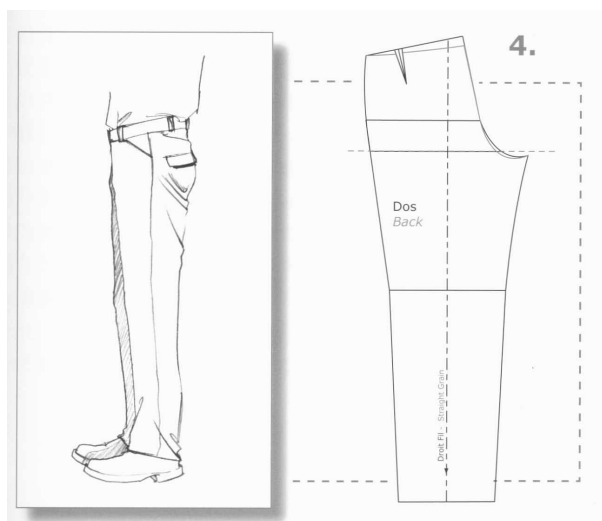
La règle no 2 explique que lorsque le pantalon épouse trop la courbe du fessier, celui-ci a tendance à rentrer dans la fourche et l'entrejambe est trop court et étroit. Il faut donc créer une boîte d'enfourchure.



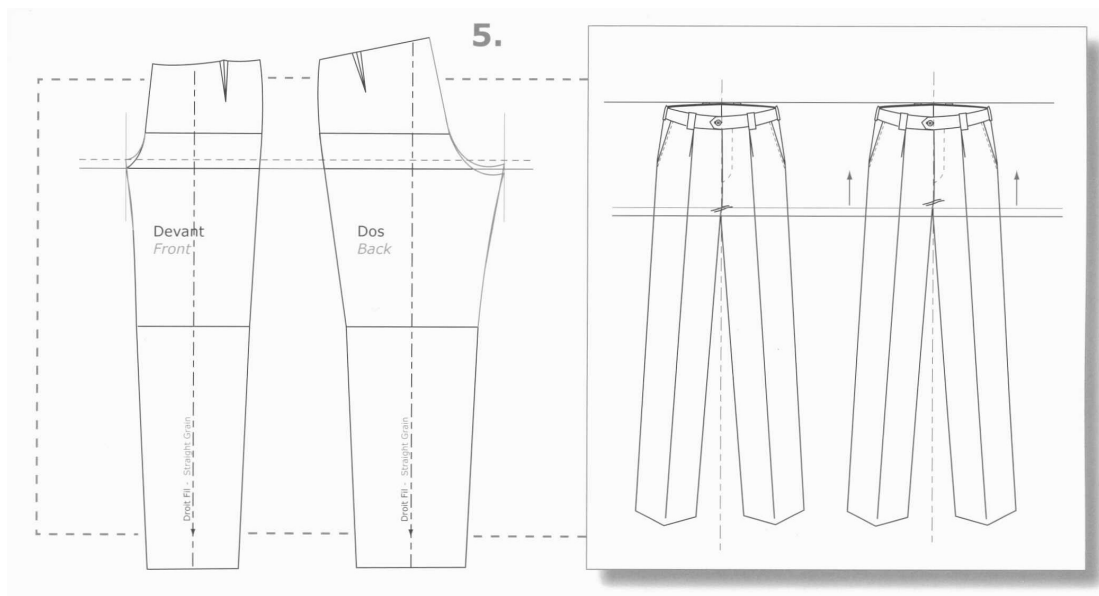
La règle no 3 confirme que dans certaines coupes de pantalon, des plis que l'on nomme « moustache » ont tendance à se former à l'entrejambe sur le devant. Le pantalon est trop étroit au niveau des cuisses ou du sexe. Il faut donc dans ce cas, ajouter de la valeur d'enfourchure (boîte d'enfourchure) au-devant ainsi que la valeur sur la ligne d'entrejambe devant.

La règle no 4 spécifie que lorsque des plis se forment sous le fessier, le fond du pantalon flotte. Le montant du dos est trop long et il faut donc creuser la couture de fond de l'enfourchure afin que le pantalon épouse mieux la courbe fessière.

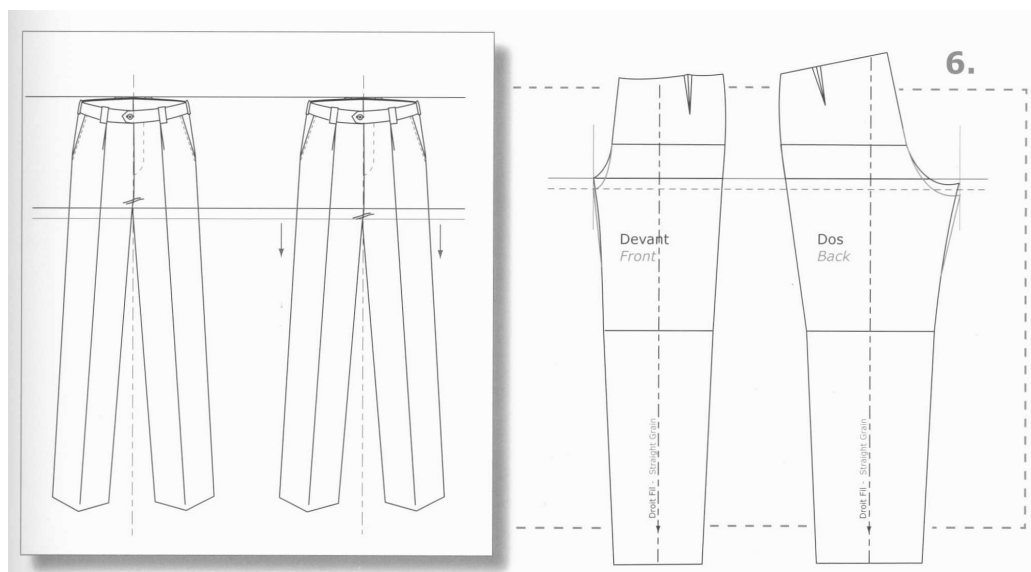
Contrainte à ce type de problèmes, la silhouette en X est l'exemple parfait pour ce type d'ajustement.



La règle no 5 permet de comprendre les calculs à partir des gabarits de base. Ils doivent en premier lieu être axés sur la hauteur du montant ainsi que sur le positionnement de la ceinture afin de donner une allure au pantalon.



La règle no 6 illustre comment corriger le fond du pantalon qui touche l'entrejambe.



1.8 La technologie CAD et la simulation

Comparativement à l'ère industrielle caractérisée par une économie basée sur un modèle d'affaires de type « *top-down* » et gérée par les individus possédant les moyens matériels et financiers nécessaires, l'ère numérique a transformé ce paradigme selon Kim et Forsythe (2008) en permettant à quiconque possédant les moyens et les connaissances technologiques suffisantes de se partir en affaires et de participer ainsi à l'économie. La mondialisation de la production et les économies d'échelle qui en découlèrent ont permis d'offrir des technologies à des coûts compétitifs, élargissant ainsi le marché des ventes de ces mêmes technologies. Dès lors, selon Pine et Korn (2011), celles-ci sont devenues plus accessibles et surtout plus faciles à utiliser. L'appropriation des technologies de l'information et de communication (TIC) est un élément essentiel à cette recherche puisqu'elle a provoqué l'éclosion des pratiques de participation et de collaboration (essayage virtuel, réalité augmentée, sur le Web...).

1.8.1 L'essayage virtuel et la réalité augmentée

Selon Pine et Korn (2011), l'essayage virtuel révolutionnera et changera nos habitudes de consommation et notre expérience du shopping *offline* ou *online* car, grâce à la réalité augmentée, il n'est désormais plus nécessaire de toucher le produit physiquement pour l'essayer. Dans le futur, selon Kim et Forsythe (2008), on pourra vraisemblablement avoir dans les magasins des cabines virtuelles en complément des cabines traditionnelles pour éviter de faire de longues queues pendant les soldes et pour nous permettre d'avoir un premier aperçu sans perdre de temps comme l'offre déjà actuellement la compagnie Me-Ality dans

certains centres commerciaux aux USA. Sur le web, ce type d'application a encore beaucoup plus d'intérêt, notamment pour augmenter les ventes des cybermarchands auprès des acheteurs qui ont besoin de plus d'assurance dans leurs choix et leurs achats en ligne.

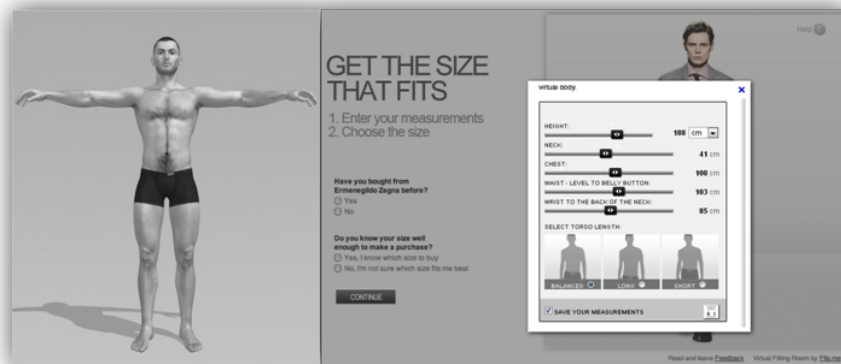


Figure 1-9: Avatars, essayages virtuels, référencement et réalité augmentée¹⁴

Les travaux de Kim et Forsythe (2008) permettent de mieux comprendre l'effet de la technologie sur l'essayage virtuel pouvant fournir des données semblables à l'information obtenue à partir de l'examen des produits antérieurement consommés. En outre, la participation et l'interactivité client créées par un essayage virtuel peuvent augmenter la valeur de divertissement de l'expérience de magasinage en ligne comme le propose la nouvelle plateforme www.Fits.me avec une ergonomie simple et efficace en termes d'essayage virtuel.

Mais nous remarquons avec l'avènement des essayages et mannequins virtuels que plusieurs sites restent hors fonction comme c'est le cas du site Myshape.com qui promet depuis l'année 2006 de trouver en vain « *the right fit* ».

En plus, certains sites proposant des avatars moins bien développés ont dû rebrousser chemin, car les consommateurs masculins étant de plus exigeants s'habituent à la réalité augmentée et aux avatars proposés dans l'industrie des jeux vidéo et désirent que ceux offerts par les boutiques en ligne soient aussi bien sinon mieux définis, comme illustré avant (Figure 1-9). Il y a aussi le cas de ces consommateurs qu'on désigne sous le nom de « hors- rack » et dont la juste forme du corps ne correspond pas bien avec la plupart des vêtements malgré les nombreuses tentatives de résoudre leur dilemme de taille et de forme.

Mon Mannequin virtuel a été un précurseur dans le monde de l'avatar personnalisé permettant au consommateur de présenter des mesures à un site Web pour essayer des vêtements. Certains, comme *My*

¹⁴ Logiciel Avatar 3D Marvelousdesign.com et fitting virtuel sur www.fits.me (2010)

Best Fit, *Get My Size* et *My True Fit* se sont appuyés sur des algorithmes et des bases de données pour convertir les mesures du corps d'une personne dans la meilleure taille transitoire se rapportant à n'importe quelle marque, d'autres comme *My Shape* et *Fit Logic* ont suivi une autre démarche. Ils considèrent la forme comme plus importante que la taille, voire même que les mesures du corps mais selon Ding et Xu (2008) l'identification de la bonne forme est une chose alors que trouver des produits au détail réel pour correspondre à cette forme en est une autre. Certaines de ces premières tentatives pour résoudre le problème ont aussi omis de prendre en compte les préférences personnelles ou les facteurs d'erreur dans le traitement des mesures rapportées par le consommateur, d'autres ont essayé d'aborder ces questions mais n'ont jamais pu gagner réellement la confiance des consommateurs.

1.8.2 La prise de mesures virtuelle

La fabrication virtuelle de sur-mesure pour hommes nous fait comprendre que la prise de mesures est le facteur essentiel qui permettra de répondre directement à une offre personnalisée et à distance. Cette prise de mesures reste toutefois complexe, estime Ashdown (2007), car un individu donné utilisera souvent une méthode différente par rapport à un autre pour évaluer sa taille. Pour des produits de masse standardisés, le « fitting » reste aussi compliqué que dans le sur-mesure.

Selon Kartsounis, Magnenat-Thalmann et Rodrian (2003), le *fit* est le principal problème causant le retour de marchandise aux détaillants lors de l'achat par catalogue ou via un site Web. L'élément « fit » est donc un facteur critique de succès pour une entreprise, car selon Chen (2006), le *fitting* influence directement les ventes et c'est pourquoi plusieurs se tournent vers des technologies avancées en matière de *body scanner*. L'exemple ci-dessous illustrant les travaux de (Wang, 2005) nous permet de voir les effets d'une simple variation d'une taille de 76 centimètres à 120 centimètres d'un homme mesurant 175 centimètres et d'imaginer comment cela pourrait affecter la prise de mesures.

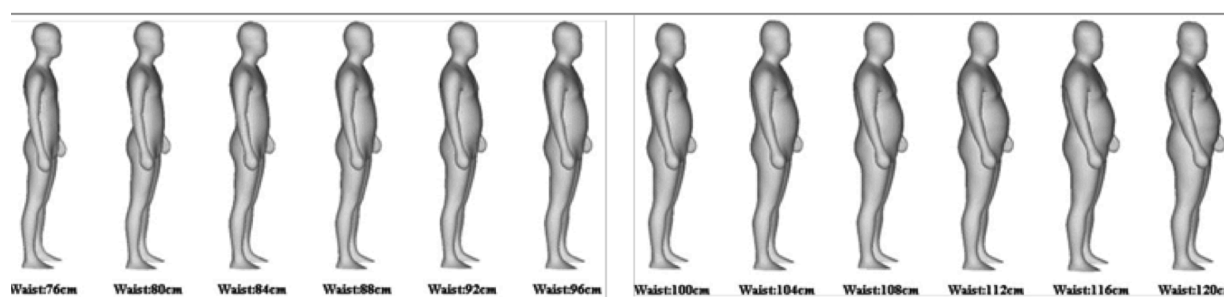


Figure 1-10: Ratio de variation des tailles/grandeur de 175 centimètres (Wang, 2005)

Le problème majeur dans la prise de mesures est la ceinture que représente la taille. Norman Marks explique que certains utiliseront la partie la plus creuse de la taille tandis que d'autres choisiront le

nombril comme référence ou encore le creux des reins. Pourtant, il semble qu'un maître-tailleur ne se pose jamais la question, car il sait instinctivement et par expérience où prendre la mesure de ceinture qui est pourtant une donnée très complexe. Sans compter que des erreurs de transmission, expliquent Park et Stoel (2002), sont souvent réalisées dans le transfert de données créant ainsi des complications lors de la prise de commandes d'après Jiao, Zhang et Pokharel (2005). Il en va de même lors de l'utilisation de la technologie *body scan 3D* selon Ashdown (2007), qui achemine plus de 300 000 données lors de la numérisation pour l'étude d'un corps humain. Tout cela complique davantage la sélection des données valables permettant d'obtenir des informations fiables.

Toujours selon Ashdown (2007), il faut au départ que le système informatique génère convenablement l'information provenant du logiciel de patrons et celui du *body scan*. D'autres soucis peuvent surgir lorsque les chartes de grandeurs et les niveaux d'ajustements pour les différents types de corps ne sont pas clairement élaborés au départ. La clé du succès selon Jianping, Dongping et Fuliang (2009) est dans le développement, l'architecture et le support du système informatique qui génère les données aux logiciels de patrons provenant des mesures du corps, et ce, d'une façon individuelle. Selon le site *fibre2fashion*, la compagnie *Intellifit* serait la plus performante en matière de technologie « 3D body measurement », car celle-ci mise sur l'individualisation et offre des programmes performants de numérisation. Elle détiendrait actuellement la plus riche banque de données en termes de *sizing* à travers le monde.

Si toutes ces approches ont pour objectif la réalisation de vêtements les plus réalistes possible, on comprend bien que la diversité des contraintes imposées à chacune d'elles rend difficile le compromis entre la performance, le réalisme et la technicité de la réalisation.

1.9 Modélisation par système 3D *body scanning*

Il n'y a pas si longtemps déjà, Istook (2002) expliquait que le scanner corporel était encore au stade de l'acceptation et de réflexion et les avantages de l'automatisation n'étaient pas encore clairement visibles pour l'industrie. Gang Luo et Yen (2005) estiment que le processus de prise de mesures peut être simplifié avec l'assistance d'un système 3D de technologie *body scanner*. Cette technologie permet d'extraire une multitude de données du corps physique servant à modifier les patrons automatisés à l'aide d'un système de conception assistée par ordinateur (CAO).

Cho et al. (2008) affirment que la technologie *body scanner* rend possible l'extraction de données permettant d'obtenir des informations utiles à la modification des patrons automatisés, et ce, de façon individuelle. Abondant dans le même sens, Liu et al. (2014). expliquent que l'utilisation d'une technologie *body scanner 3D* est plus efficace dans l'analyse des formes du corps et de l'évaluation du « fit » que tout

autre système comme les photographies ou les bandes vidéo utilisées depuis plusieurs années permettant les méthodes de visualisation 3D comme ci-dessous :

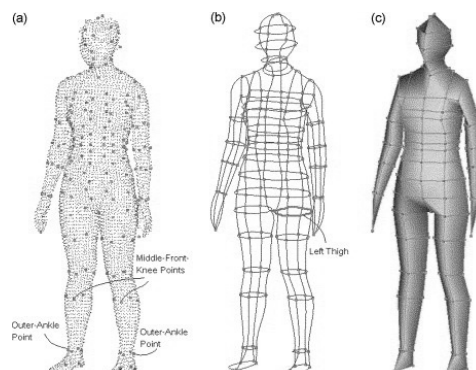


Figure 1-11: Structure virtuelle présentant des topologies graphiques : a) par une caractéristique de points; (b) caractéristique finale de fil de fer; et (c) topologie graphique (Wang, 2005)

Les deux méthodes (manuelle ou *body scanner 3D*) de mesure ont chacune leurs forces et leurs faiblesses. Pour certains auteurs, la plus grande force de la mesure manuelle réside dans sa capacité à déceler les mesures incohérentes alors que ses faiblesses les plus importantes seraient les coûts de main-d'œuvre et l'imprécision causée par une erreur humaine lors de la transcription des données d'après Lu et al. (2010).

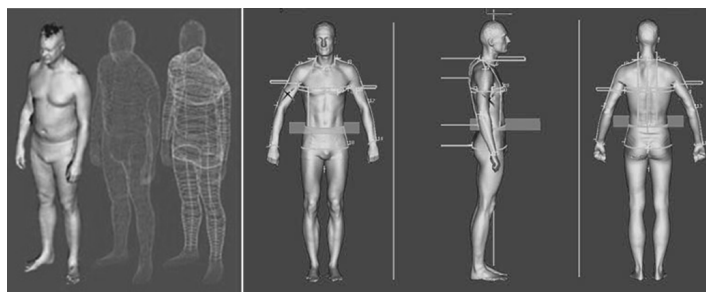


Figure 1-12: Numérisation 3D et mensurations¹⁵

Quant à la numérisation 3D du corps humain (figure 1-12), ses forces sont la vitesse et le faible coût (de nos jours), tandis que sa principale faiblesse se trouverait dans les incohérences de mesure dues aux mouvements dit Cugini et Rizzi (2002), ainsi que le manque de précision par rapport aux mesures prises à la main soulève Istook (2002) et de la difficulté à obtenir des mesures correctes à la position debout selon Wang, Lu et al. (2009). L'obtention de mensurations précises lors de la numérisation 3D est également rendue difficile par d'autres facteurs tels que la posture, les indications (points) de repère ainsi que l'orientation et la position de l'instrument de mesure selon Fan et al. (2004).

¹⁵ <http://www.tecno-systems.com/news/en/index.html> et Optitex.com

Comme l'ont écrit Mohr, Sengupta et Slater (2005), la numérisation 3D du corps humain est un outil désormais reconnu dans l'industrie du vêtement. Avec le temps, les technologies de mesure sans contact avec le corps peuvent susciter beaucoup d'intérêt en plus de leur application spécifique dans l'industrie de l'habillement. Elles peuvent servir à de nombreuses applications : enquêtes anthropométriques de mesure, développement des trois dimensions (3D) habillement, conception assistée par ordinateur (CAO), environnements virtuels de vêtements et d'animation, personnalisation de masse selon Workman (1991); Tseng, Jiao et Su (1998); Lee et Chen (2000); Ulrich et al. (2003). Voici ci-dessous un exemple de résultats d'enquête par Robinet (2009) permettant de former des classes afin de définir des morphologies types chez l'homme.

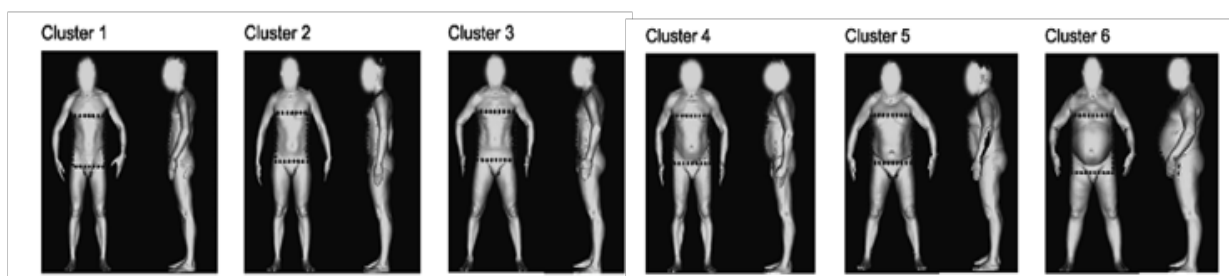


Figure 1-13: Résultat d'une classification selon une étude anthropométrique par *body scan* (Robinet, 2009)

Selon Robinet (2009), l'étude donne six (6) morphotypes spécifiques chez les hommes Français : normal, sportif, surpoids léger, compact, ventru et obèse. Nous pouvons de plus remarquer que deux (2) mesures sont présentes sur chaque groupe et représentent le calcul de valeur de chute. La forme corporelle cinq représentant le ventru, offre une valeur de chute de < 0 centimètre. L'image six du morphotype obèse, offre une valeur de chute de + six centimètres afin que le vêtement puisse bien fermer à la taille. De plus, cette étude révèle que les deux groupes des morphotypes masculins les plus significatifs dans la population française sont les sportifs (29%) et les ventrus (28%).

Lors de nos recherches, nous avons remarqué que Jun-Ming et al. (2010) ont réalisé pour les besoins de l'industrie du vêtement une étude en comparant deux méthodes de mesure du corps humain. Une comparaison, entre la méthode manuelle traditionnelle et la méthode automatique utilisant un scanner, a été effectuée afin de vérifier le degré de précision de cette dernière. Ils mesurent les changements de dimension en 13 points convenablement choisis sur le corps humain et liés aux enquêtes anthropométriques en simultanéité avec des changements de posture du corps. Leurs résultats sont significatifs et confirment que la différence entre la prise de mesures traditionnelle et la méthode par scanner ne varie que de quelques centimètres seulement. Par contre, cette étude ne comporte pas de tests d'essayages et n'est basée que sur des mesures spécifiques sans corrélation aux facteurs tels que la densité, l'âge ou le type de morphologie selon l'enquête.

1.9.1 Le principe de la technologie 3D *body scan*

Certains entrepreneurs furent découragés par les premières tentatives infructueuses pour résoudre le dilemme de taille et de forme du corps. Mais aujourd'hui, des entreprises comme *Metail* (Royaume-Uni) et *Upload* (Allemagne) utilisent la technologie simple photo afin d'aider les consommateurs à trouver des vêtements qui leur conviennent bien. *Me-Ality*, *TC2* et *Bodymetrics* ainsi que *Styku* ont tous des programmes qui visent à trouver la meilleure solution *off-the-rack* pour les gens qui utilisent leurs scanners corporels. Toutes ces technologies sont encore à leurs débuts. Les détaillants et les marques les testent activement à la fois en magasin et sur le web mais il reste à voir, selon le potentiel des solutions, si une majorité vont réellement adopter cette nouvelle technologie.

1.9.2 La technologie *body scan* 3D Microsoft Kinect Xbox

Situé à Los Angeles, le nouveau partenariat entre les compagnies *Styku* et *Tukatech* propose actuellement un modèle d'affaires simple et efficace en matière de vêtement fabriqué en personnalisation de masse. Leur principale force est l'utilisation de la *Microsoft Kinect*. Depuis les trois dernières années, la compagnie *Microsoft* a permis aux utilisateurs de développer des projets de technologies afin de conquérir le marché. La technologie est peu coûteuse, ce qui rend la compétitivité importante en termes de développement de marché. Les capteurs *Kinect* sont accessibles aux développeurs afin de créer leurs propres applications. Il s'agit d'une caméra utilisant des techniques d'interaction développées par la société israélienne *PrimeSense* et portant le nom de « Project Natal » et acquise depuis par Apple. Cet outil est actuellement en train de révolutionner la façon d'interagir avec les appareils numériques en leur donnant le don de la vue. Des solutions comme le Système sur puce PS1080 qui transfèrent le contrôle de périphériques tels que les télécommandes et manettes de jeu à vos mains et le corps pour une immersion numérique totale, sont également mises à profit. Leur objectif est de pouvoir entrer dans les foyers afin de rendre le *body scanning* accessible au consommateur avec les *3D Skanect Pro sensor* pour les iPad et Xbox comme le fait le programme de routine d'entraînement en vogue avec *Your Shape Fitness Evolved*. La disponibilité de ces nouvelles technologies d'un côté et la double difficulté de repenser les standards et d'habiller tous les individus en sur-mesure de l'autre font qu'on s'est tourné vers l'approche de *mass-customization*.

1.10 Mass customization

Lampel et Mintzberg (1996) affirmaient que le *mass customization* des produits deviendrait une tendance lourde. Le concept de *mass customization* a fait l'objet de nombreuses recherches relativement récentes mais il a été développé plus particulièrement dans les années 1990. Depuis, plusieurs définitions sur le

sujet ont vu le jour. L'idée de base de ce concept a été développée en 1987 par Stan Davis et reconnue par la publication *Future Perfect* en 1996 et approfondie depuis dans la littérature. Tseng, Jiao et Su (1998) expliquent parfaitement cette théorie en définissant ce concept comme la production de biens et de services devant respecter les besoins du client de façon individuelle avec la même efficacité que la fabrication de série.

Mais la tendance du concept de *mass customization* va plus loin avec la personnalisation du corps comme en témoignent les succès du perçage, des implants et des tatouages mais surtout de la modification corporelle. Julien (2010) rappelle que la marque corporelle devient aujourd'hui une signature par laquelle l'individu entend aussi affirmer sa différence. Selon Camiré (2008), le consommateur de masse cherche lui aussi à se distinguer grâce à ses vêtements. Pine (1993) identifie quatre grands types de *mass customization* qui sont la collaboration en co-création, l'adaptation par l'utilisateur, la personnalisation cosmétique et le sur-mesure réalisé d'une personnalisation pure représentée par des exemples ci-dessous :

- a) la collaboration en co-création : l'entreprise KIK'S Montréal offre des vêtements de *Cheerleaders* et travaille avec chacune des associations à la modification des styles mais aussi à l'équilibre de chaque vêtement porté par une équipe.
- b) L'adaptation par l'utilisateur : le designer reconnu Issey Miyaké offre actuellement le concept « *a-piece of cloth* » et « *a-poc making*¹⁶ » avec de longs tubes de mailles transformables que le consommateur peut découper et modifier lui-même.
- c) La personnalisation cosmétique : la marque Longchamp a lancé les sacs pliables en satin de coton polyamide pouvant être décorés aux feutres ou en toile à broder.
- d) le sur-mesure réalisé d'une personnalisation pure : Levi's Jeans propose aux consommateurs un jeans totalement personnalisé (coupe, couleur des surpiqûres, fermetures latérales...).

Les concepts du *mass customization* peuvent constituer selon Zipkin (2001) une occasion d'affaires pour les fabricants qui sont de plus en plus confrontés aux pays à bas coûts de revient. Étant situés à proximité de leurs marchés, ces fabricants sont mieux placés pour répondre de façon rapide à une demande changeante et incertaine. Ils doivent toutefois avoir accès à des unités de production flexibles et agiles permettant de fabriquer de petits lots efficacement; ne reste plus alors qu'à personnaliser leurs offres affirment Chen et Tseng (2007). Glock et Kunz (2005) confirment que ce concept doit être directement rattaché aux processus de distribution, de production et de gestion des stocks de l'entreprise

¹⁶ <http://www.designboom.com/eng/funclub/apoc.html>

manufacturière. Pour Pine (1993), cela exige de l'agilité et de la flexibilité dans un environnement d'affaires fiable et porté par des technologies qui puissent soutenir un tel processus d'affaires.

1.10.1 L'approche

L'élément clé pour le consommateur dans une approche de *mass customization* est la cohérence entre la qualité perçue et l'image véhiculée de la marque (Bellemare, Carrier et Baptiste, 2011, p.184). Le *mass customization* offre autant de potentialités à l'extension de la marque que l'acquisition de nouveaux marchés tout en générant de meilleures marges de profits. La possibilité d'acquérir de nouveaux consommateurs ou de nouveaux segments de marché par le *mass customization* pourra sans conteste construire aisément un capital de marque fort et une personnalité de la marque avantageuse. Mais attention, Zipkin (2001) explique que dans les limites du *mass customization* l'entreprise doit auparavant ajuster ses processus d'affaires et définir clairement les limites de sa stratégie opérationnelle afin de ne pas altérer ce qui a été bâti depuis plusieurs années. Même indépendante du produit, une marque doit être en synergie constante avec l'offre faite aux consommateurs, et ce, même si l'entreprise perd de l'argent. Car un des aspects intéressants du *mass customization* c'est qu'il offre une vitrine extraordinaire pour le positionnement d'une marque.

1.10.2 Le vêtement et le sur-mesure de masse

Encore maintenant, il n'est pas exceptionnel de voir confondre personnalisation et sur-mesure de vêtements de masse. Inala (2007) affirme que le *mass customization* est devenu une stratégie très compétitive pour les entreprises offrant des produits personnalisés. Plus le degré de personnalisation est élevé, plus l'entreprise devient concurrentielle affirme Wikström (1996). Lorsque les vêtements étaient faits en sur-mesure, chacun était taillé et confectionné pour celui qui doit le porter. L'ajustement était strictement personnalisé à l'individu explique Workman (1991). C'était essentiellement une production que Pine (1993) qualifie d'artisanale et personnalisée. Cependant, pour répondre à une demande de sur-mesure de masse, il faut que l'ensemble des opérations d'une entreprise manufacturière soit appuyé selon Zipkin (2001) par des processus constamment flexibles pour répondre rapidement aux diverses demandes. Le plus souvent, le sur-mesure de masse consiste, par exemple, à assembler des éléments de base en fonction de commandes spécifiques confirment Jiao, Zhang et Pokharel (2005). La mode étant d'abord un domaine de subjectivité, les clients sont de plus en plus centrés sur leurs propres exigences et par conséquent, plus réfractaires à l'uniformisation des produits selon Wang, Zhou et Zhang (2009). Le sur-mesure de masse représente alors un élément clé de développement pour les entreprises de fabrication et de distribution du domaine du vêtement d'après Pine (1993). En effet, la demande pour un sur-mesure de

vêtement est de plus en plus forte et est dorénavant devenue envisageable et possible grâce aux technologies et aux outils informatiques disponibles.

1.10.3 La méthode

Cette tendance est visible et les grands fabricants doivent maintenant répondre à cette demande axée sur le produit ajusté ou modifié afin qu'il réponde aux exigences du consommateur. Le vêtement en sur-mesure exige une compréhension détaillée des exigences et des particularités spécifiques du client selon Peterson (2008). Le succès du *mass customization* selon Pine (1993) repose principalement sur une intégration réussie de la chaîne de valeur. L'entreprise doit en quelque sorte accomplir l'exploit d'être très performante sur deux (2) axes qui sont pourtant aux antipodes l'un de l'autre dans de nombreuses entreprises : afficher des délais d'approvisionnement rapides tout en offrant des produits conçus sur-mesure en fonction des spécifications du client. La méthode par un système de fabrication sur commande (BTO), permet à l'entreprise de parvenir à presque éliminer les inventaires coûteux en opérant en « juste à temps » et en créant des partenariats avec ses fournisseurs qui seront pleinement intégrés dans la chaîne d'approvisionnement et en ayant une très grande visibilité sur le système de prise de commande du manufacturier.

1.10.4 Problématique

La littérature nous renseigne quant aux limites à comprendre les différents niveaux de customization. Pour les entreprises qui désirent offrir le sur-mesure de masse, il est impératif de saisir l'impact que ce concept pourrait avoir sur leur organisation. Il faut avoir la capacité de répondre à la demande selon Brown (2003). Le but du manufacturier aujourd'hui est d'être le plus compétitif possible en devenant stratégiquement flexible dans ses processus explique Pine (1993). À ce sujet, *Made4Me.com* fut un pionnier dans le domaine, en essayant de recueillir les mensurations des consommateurs pour produire des chemises et des pantalons personnalisés qui correspondent parfaitement à leur corps. Malheureusement, le processus de collecte des mensurations était vicié parce que, même avec d'excellents outils de mesure bien conçus, les consommateurs semblaient être incapables de prendre correctement leurs mesures. L'autre inconvénient est que le processus d'altération était encore en 2D, des ajustements simples qui n'arrivaient pas à bien saisir la forme et les caractéristiques d'équilibres nécessaires pour créer un vêtement qui correspond vraiment à la forme du corps. On pensait alors que le concept était prématuré mais bientôt d'autres joueurs comme *Archetype* ont pris place sur le marché.

Toutefois, il faut savoir que ceux qui cherchent un ajustement personnalisé sont généralement des gens qui ne trouvent pas des vêtements seyants dans les commerces de détail, ce qui rend la demande plus variable en termes de *sizing* à produire. Ce type d'entreprises doit déjà avoir mis en place une chaîne

d'approvisionnement pour concevoir des vêtements de masse en volume suffisant et avec des commandes simplifiées; mais alors trouver des sources fiables pour l'ajustement des vêtements à des prix raisonnables devient difficile pour elles. De plus, la majorité des consommateurs qui achètent des vêtements ne veulent pas attendre plus de deux ou trois semaines pour les obtenir. À côté, il peut y avoir aussi les demandes concernant les complets pour hommes ou portant sur des tenues personnalisées comme des combinaisons de ski, par exemple. Autrement, la plupart des consommateurs font des achats spontanés quand ils tombent sur quelque chose qui leur plait ou par nécessité pour un besoin spécifique ou un événement important. La fermeture du concept Levis en sur-mesure de masse en 1999 et les tentatives plus ou moins concluantes de réouverture en 2004 et en 2010 confirment les théories d'Agrawal, Kumaresh et Mercer (2001) qui attribuent le principal problème du « sur-mesure de masse » à la préparation du produit à modifier selon les exigences des clients.

Von Hippel (1998) affirme que le manque de connaissance et d'expérience du consommateur fait que celui-ci ne sait pas toujours ce qu'il désire réellement. Il faut donc dans la majorité des cas simplifier cette demande en guidant le client du mieux possible. Assister le consommateur dans sa demande exige de connaître non seulement ses mensurations et le style qu'il désire mais aussi obtenir l'information que le consommateur cache et ne dévoile pour ainsi dire jamais : ce que la littérature cite comme étant le « *sticky information* ».

1.10.5 « Sticky information »

Le terme « *sticky information* » est défini par Von Hippel (1994) comme étant l'ensemble des informations cachées par le client. La possession de ces informations peut procurer un avantage concurrentiel certain sur la compétition engendrant ainsi des occasions d'innovation importantes. Thomke et Von Hippel (2002) affirment que les consommateurs connaissent certainement mieux leurs besoins et leurs goûts que le fabricant. Seulement, il est très difficile pour un manufacturier d'obtenir ces données, car le consommateur ne les dévoile que de temps à autre et parfois même jamais. Ces données inexprimées concernant l'aisance, l'ajustement, les proportions ainsi que d'autres paramètres, sont essentielles à la fabrication d'un produit sur-mesure, car selon Ashdown (2007) elles constituent dans la plupart des cas la principale cause du retour des marchandises chez le détaillant.

1.10.6 Modèle d'aisance 3D

Il est possible de réaliser de façon interactive des patrons en 2D et de les transférer dans une application 3D. Des logiciels actuellement disponibles permettent de reproduire les variations des résultats de la simulation 3D, explique Serwatka (2008).

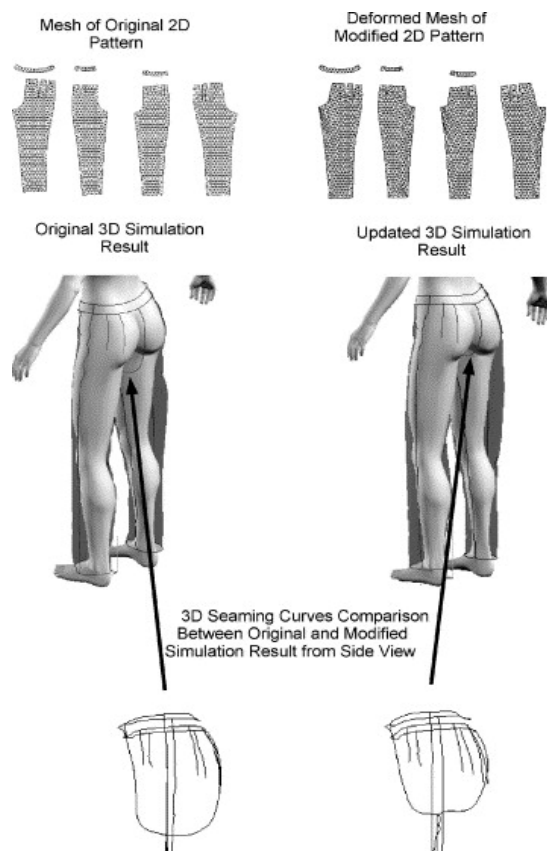


Figure 1-14: Modèle d'ajustement 3D d'un patron 2D (Wang, 2005)

Les modèles d'ajustement virtuels selon les maillages triangulaires que composent les algorithmes présentés par le modèle 3D de Gang Luo et Yuen (2005) offrent une méthode d'ajustement qui permet d'éviter la répétition des itérations sur l'ensemble du maillage en se concentrant uniquement sur la zone de déformation et permet de calculer simultanément le tombé du vêtement. Selon Serwatka (2008), il n'a pas été prouvé que les nouvelles modifications améliorent le design du pantalon et engendrent le *fit* adéquat au confort de l'utilisateur.



Figure 1-15 : Adaptation d'un produit et gradation automatisée virtuelle (TCP¹⁷, 2009)

¹⁷ <http://www.tpc-intl.com/news.asp>

Le modèle de TPC semble se rapprocher de la méthode manuelle qui apparaît comme une approche simple et singulièrement intéressante. En revanche, les utilisateurs confirment la complexité de la géométrie optimale pour réaliser un pantalon sur-mesure en peu de temps. Le nouveau système de patron 3D permet d'apprécier la qualité du tombé d'un vêtement et de visualiser la position statique de celui-ci. Dans un certain nombre de cas, le modèle d'aisance et de visualisation avec la compagnie *optitex* permet de voir le tombé du vêtement mais encore faut-il que l'avatar soit réalisé adéquatement.

La grande difficulté du modèle d'aisance se situe dans le choix des contours morphologiques humains, selon que la valeur des paramètres d'aisance définit ou non les zones de contact entre le vêtement et le corps. Par exemple, dans le cas du pantalon, les contours morphologiques de la jambe doivent être modélisés de telle sorte qu'ils suivent des hypothèses de forme. Entre autres difficultés, le protocole de numérisation du scanner 3D impose des conditions rigoureuses à la silhouette de la posture initiale du corps humain (nanisme, déformation et handicap) qui peut influencer la forme finale des patrons. Par conséquent, il n'est pas possible d'utiliser complètement l'original de la posture du corps humain virtuel. Dans le cas du pantalon le problème se pose surtout au niveau des jambes mais dans la conception de vêtements en général, d'autres facteurs extérieurs (matière, tombé) interviennent et nous devons les intégrer dans la modélisation afin de s'assurer d'une modélisation parfaite du *fit*.

1.10.7 Modélisation d'un fit de vêtements

Pendant ce temps, la recherche sur la personnalisation des modèles en trois dimensions à l'aide d'une numérisation avancée se poursuit. L'harmonisation du corps et du modélisme avec l'utilisation des nouvelles technologies est en bonne voie de développement et de réalisation.

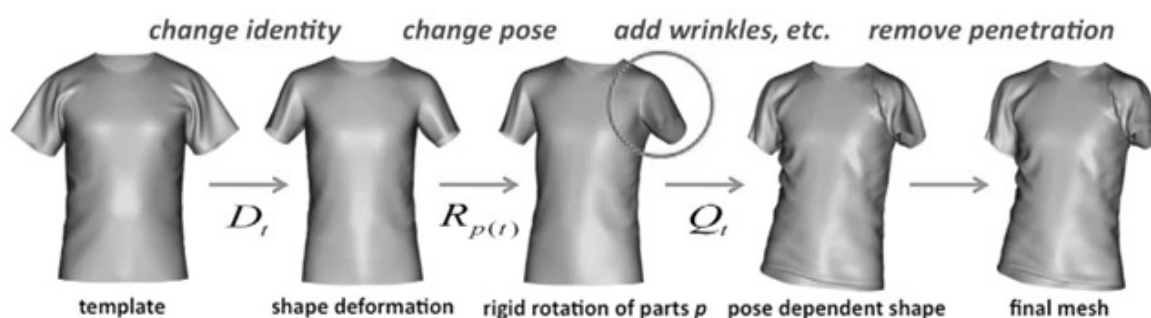


Figure 1-16: Ajustement d'un échantillonnage en 3D par *Optitex*¹⁸

¹⁸ Logiciel Optitex 3D (2011)

Aujourd'hui, des sociétés comme *TC2*, *Humaines Solutions* et *Styku* ont mis au point plusieurs versions de scanners corporels qui peuvent traduire la forme d'une personne dans un modèle tridimensionnel qui reproduit réellement la forme, l'équilibre et la profondeur du corps analysé. Ce sont encore des développements en phase de démarrage mais il est très probable que ces technologies deviennent progressivement plus courantes et permettent au moins une certaine forme de personnalisation de masse pour devenir plus fréquentes à l'avenir. Grâce au développement des techniques informatiques, de nouvelles solutions de CAO 2D avec visualisation du vêtement sur mannequin en 3D sont actuellement disponibles pour les entreprises (*Optitex*, *Browzwear*, *MTM Pad System*,...). En voici, ci-dessous, une illustration :

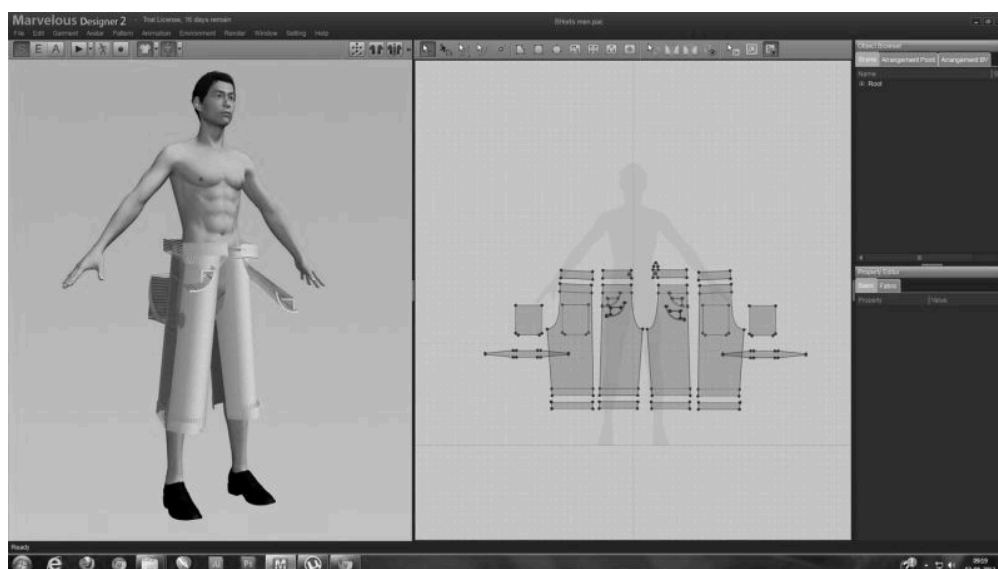


Figure 1-17:: Modélisation de la conception de patron en 3D¹⁹

Il existe actuellement toute une panoplie de nouvelles technologies qui s'adressent directement aux consommateurs en matière de « fitting ». Mais pour atteindre l'objectif de la modélisation de *fit*, il faut tenir compte d'un certain nombre de facteurs dont la littérature ne traite que très peu. Par exemple, nous cherchons à savoir comment générer automatiquement un patron en sur-mesure de masse. Pour ce faire, un patron doit être « faisable », ce qui implique qu'il doive respecter des paramètres afin de s'adapter pour une morphologie spécifique. De ce point de vue, le patron « faisable » deviendra un patron « potentiel » admissible au programme de sur-mesure de masse.

Les travaux de Sewartka (2008) expliquent que la modélisation virtuelle est très présente sur le Web mais ne tient pas compte de l'avantage de penser le modélisme de préférences en volume (3D) et non à plat

¹⁹ Logiciel CAD 3D Marvelousdesign.com (2011)

(2D). De plus, il faudrait concevoir « aisément » un modèle sur-mesure directement sur le mannequin numérique 3D, permettant de simuler le *fit* du vêtement avec la meilleure adaptation du tissu, de la forme du modèle et de la morphologie. L'auteur explique aussi qu'il y a une grande carence dans l'adaptation en temps réel de la création du vêtement tenant compte de la posture et des mouvements du corps et qu'il n'existe pour le moment pratiquement rien concernant le contrôle de la gradation pour les tailles extrêmes.

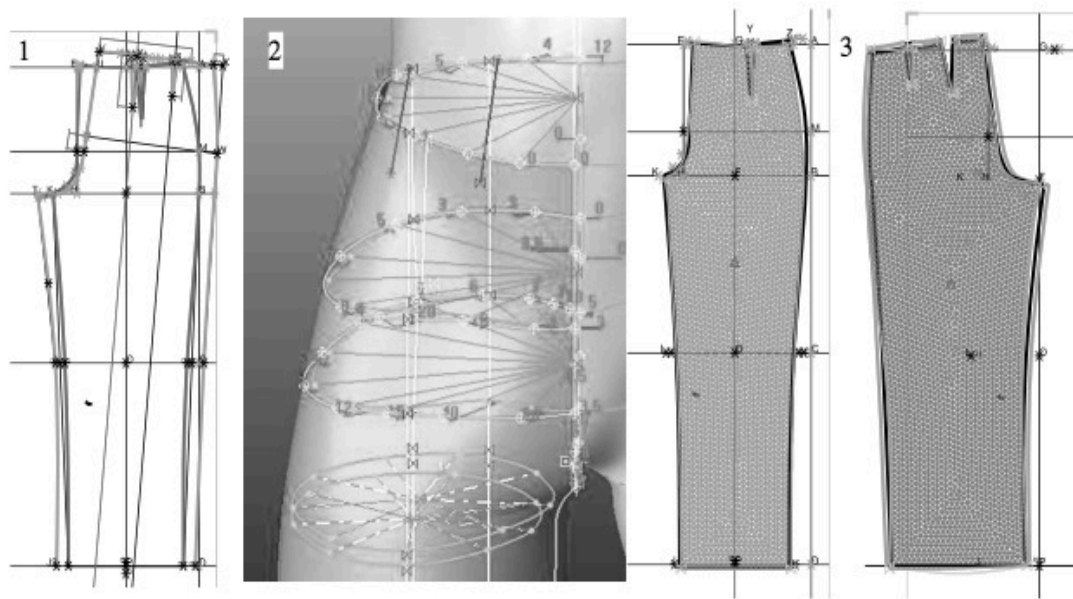


Figure 1-18:: Modèle de patronage adaptatif pour contrôler l'aisance (Sewarta, 2008)

Les procédures de validation statique du vêtement d'un produit 2D en 3D permettent de repérer et visualiser un modèle d'aisance. Les travaux de Choi et al. (2007) de Li et al. (2007) et Chin-Hsien et al. (2009), portant sur des modèles de prédiction de forme de patrons et de forme du corps en 3D, offrent de prometteuses perspectives en analyse sur l'étude de l'ergonomie des vêtements.

1.10.8 Algorithme adaptatif

Pour la validation virtuelle, l'algorithme adaptatif est expliqué dans les travaux de Sherwata (2008) comme étant en mesure de modifier automatiquement son comportement en fonction de son contexte d'exécution (données manipulées par l'algorithme, paramètres de configurations de l'environnement d'exécution, occupation des ressources) pour atteindre des performances optimales. Certains dans l'industrie le nomment algorithme de déformation de surface et il a été utilisé pour faire une géométrie équilibrée de la surface d'un vêtement convertie en une structure en treillis qui permet cet effet de 3D.

Selon Kim et Kang (2003), les systèmes automatisés de design de patron qui utilisent des données tridimensionnelles de balayage du corps sont efficaces, non seulement dans la réduction de la période de développement de produits mais aussi dans le processus de gestion de la qualité. De plus il peut être utilisé pour répondre aux besoins croissants de la personnalisation de masse.

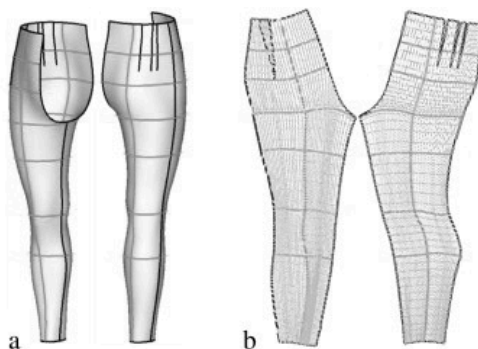


Figure 1-19: Exemple d'aplat d'un patron 3D par algorithme adaptatif (Sherwata, 2008)

La figure (1-19) donne comme exemple l'aplat d'un pantalon 3D : (a) la surface donnée 3D de pantalon et de la carte des couleurs pour visualiser la capacité de développement – à l'avant et à l'arrière de la ligne d'aplomb - sont définis comme des courbes caractéristiques clés; (b) l'ouverture du patron en aplat offre les résultats du régime d'algorithme de déformation progressive. Dans l'ensemble de la littérature portant sur ce sujet, les modèles de prédiction de patron et de forme du corps sont reconnus pour leur capacité à obtenir un modèle d'aisance en 3D mais ils ne comportent pas de modèle de collecte ou de transfert de données concernant le *Sticky info*, ce qui rend le modèle plus complexe dans une approche de sur-mesure unique. Actuellement, il est devenu possible de transposer les patrons directement en 3D permettant ainsi aux modélistes d'avoir une vision plus réaliste des volumes et du choix de leurs créations dans le but de faciliter l'interprétation du bon volume et de l'aisance. Pourtant, dans l'industrie du vêtement et plus précisément dans le contexte du sur-mesure, il reste difficile d'appliquer cette technologie, car la majorité des entreprises utilisent encore la configuration manuelle.

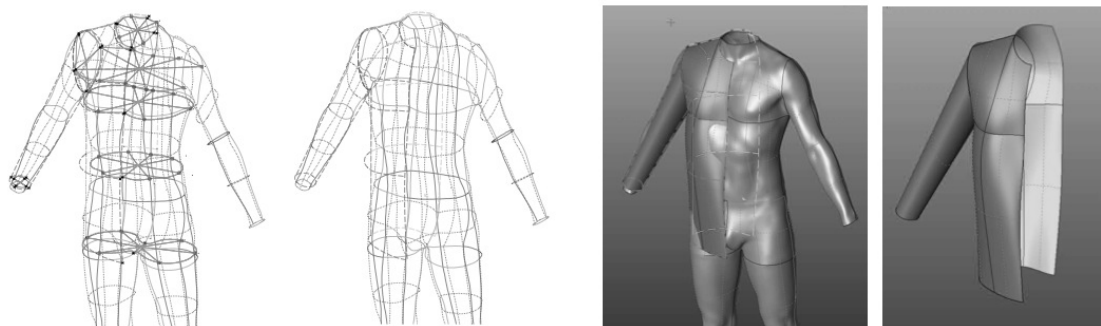


Figure 1-20: Création des lignes et contours pour définir les surfaces (Sewarta, 2008).

1.10.9 Essayage du modèle adaptatif

Afin de savoir si le modèle adaptatif était réellement valide, nous avons consulté plus en profondeur les ouvrages des spécialistes tels que Wang (2008), Ashdown (2007) et Pun (2005) à la recherche de tout ce qui concerne l'évaluation des essayages. Les travaux de Pun (2005) précisent l'élément d'essayage et des tests d'ergonomie (vêtements) des mouvements chez l'homme. L'exemple ci-dessous, des travaux de Pun permet de voir la méthode 3D de l'extraction des mesures qui reste à un niveau statique. Il manque donc l'aspect dynamique. Nous ne parlons pas de l'aspect 3D mais bien de l'aspect variation de la densité quotidienne et d'évaluation de l'ergonomie *fit-test*. Cela pourrait être tout aussi applicable pour les variations du corps durant une journée et permettre d'améliorer la collecte de données dites « cachées ».

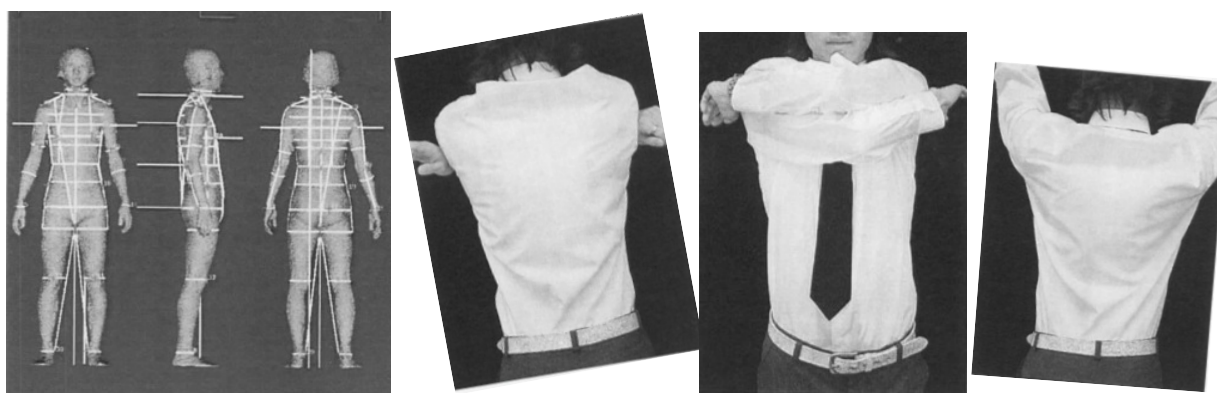


Figure 1-21: Test d'essayage (Pun, 2005)

Certains ouvrages abordent l'aspect de nomenclature et d'optimisation visant le domaine de l'intelligence artificielle qui semble selon nous une piste intéressante pour produire des classificateurs sûrs et efficaces lors de la classification de nouveaux exemples lors des tests d'essayages.

1.10.10 L'utilisation d'un réseau de neurones

Les réseaux de neurones sont optimisés par des méthodes d'apprentissage de type statistique grâce à leur capacité de classification. Dans le domaine de l'intelligence artificielle, il faut savoir que les algorithmes d'apprentissage tentent de se généraliser à tous les exemples qu'ils apprennent, affirme Aloise (2005). Selon Haykin (1994), un réseau de neurones est un processeur massivement distribué en parallèle qui a une propension naturelle à stocker de la connaissance empirique et la rendre disponible à l'usage. Il ressemble au cerveau sur deux aspects : (1) la connaissance est acquise par le réseau au travers d'un processus d'apprentissage et (2) les connexions entre les neurones, connues sous le nom de « poids synaptiques », servent à stocker la connaissance.

Un réseau de neurones est généralement composé d'une succession de couches cachées ainsi que de neurones ayant chacune ses entrées (composées de variables prédictives) à travers les sorties de la

précédente. Comme les neurones formels sont interconnectés entre eux, leur niveau d'interconnexion va définir des couches. Selon Virole (2001), on distingue une couche d'entrée contenant les neurones formels qui vont recevoir les informations primitives, puis un certain nombre de couches intermédiaires dites « couches cachées » et une couche de sortie qui contient les neurones finaux transmettant les informations de sortie traitées par la totalité du réseau. L'ensemble du réseau et des couches de neurones se transforme par les informations reçues en entrée; suivra alors la phase d'apprentissage qui consiste à exposer les stimuli reçus en entrée, un grand nombre de fois. Les poids synaptiques des neurones formels sont par la suite convertis. Selon Virole (2001), c'est à partir de ce moment que se définit petit à petit dans les couches cachées du réseau un attracteur vers lequel converge l'ensemble des valeurs des poids synaptiques qu'on assimile alors à des trajectoires.

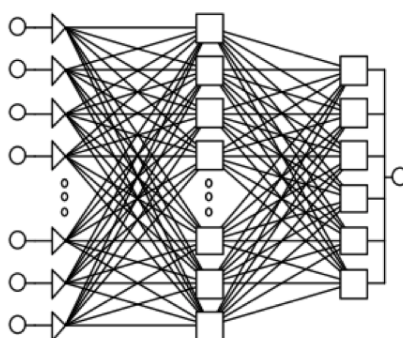


Figure 1-22: Schéma d'un réseau de neurones formels (Virole, 2001)

Dans le même ordre d'idée, les ouvrages d'Haykin (1994), confirment que si l'on met l'une derrière l'autre les différentes couches d'un réseau de neurones, cela reviendrait à mettre en cascade plusieurs matrices de transformation et pourrait se ramener à une seule matrice, produite des autres, s'il n'y avait pas à chaque couche la fonction de sortie qui introduit une non-linéarité à chaque étape.

Ceci démontre l'importance du choix judicieux d'une bonne fonction de sortie, car un RNA ayant des sorties de types linéaires n'aurait dans ce cas aucune efficacité. De plus, un réseau de neurones pourrait permettre la configuration optimale de produit dans le cadre d'un programme de *mass customization*. Mais pour ce faire, il faut bien comprendre les paramètres d'un configurateur en fonction des perspectives qu'offre la valeur ajoutée du *mass customization*.

Il ne faut pas croire que *mass customization* signifie augmentation des coûts. Au contraire, selon Piller (2004), une diminution des coûts devrait même être obtenue grâce à l'utilisation d'un configurateur de produits rendu possible par la technologie Web, permettant alors de gagner du temps lors de commande. D'après Haug, Hvam, et Mortensen (2012), un configurateur installé dans ce contexte une interface entre le consommateur et le fournisseur créant ainsi des opportunités formidables de co-crédation.

1.10.11 Configurateur

Un configurateur de produits doit être soutenu par une plate-forme technologique performante afin de réaliser le produit de façon interactive entre le consommateur et l'entreprise. Ceci permettra alors une interface entre le consommateur et le fournisseur créant ainsi des opportunités de co-crédation de valeur aux différents secteurs du vêtemet et de la mode selon Bellemare, Baptiste, Carrier (2012). La configuration est essentielle pour la personnalisation de masse, car elle permet au consommateur d'être bien guidé dans ses choix. D'après Piller (2004), le but premier d'un configurateur est de faciliter la tâche pour l'utilisateur lorsqu'il est devant une interface Web. Selon Pine (1993), les systèmes de configuration de produit jouent un rôle important dans le support du paradigme du concept de *mass customisation* en déterminant le degré de personnalisation qu'offrira l'entreprise.

Les entreprises sont actuellement à la recherche d'une solution technologique qui permet de vendre, ajuster, produire et livrer de façon systématique et automatisée des produits sur-mesure et personnalisés. Dès lors, leur modèle d'affaires sera axé sur une personnalisation de masse grâce à laquelle les clients pourraient choisir, commander et recevoir un produit fabriqué sur-mesure au meilleur coût possible (Jiao, Zhang et Pokharel, 2005). Ainsi, la valeur ajoutée qui en résulterait, serait fortement appréciable et octroierait une capacité d'opération apte à assurer une croissance mesurée.

La grande majorité des entreprises manufacturières œuvrant dans le vêtemet pour hommes appliquent actuellement un processus similaire et traditionnel pour leurs opérations afin de répondre le plus adéquatement possible aux exigences des consommateurs pour des vêtements en sur-mesure. Sommairement, cette méthode pourrait se résumer de la façon suivante :

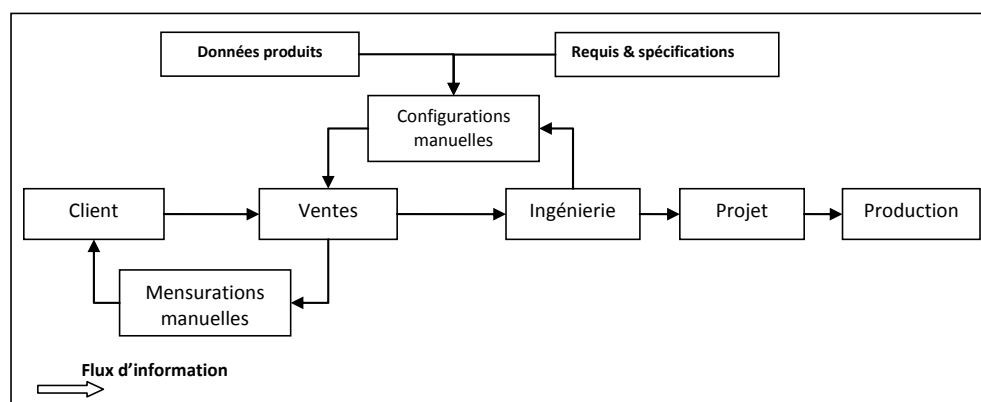


Figure 1-23: Description du processus de configuration manuelle (Bellemare, 2010).

Pour le moment, les entreprises de fabrication de vêtements pour hommes continuent d'utiliser plutôt les catalogues et la conception manuelle de produits. Nous pouvons remarquer que la figure 1-23 présente un

processus axé sur des configurations manuelles à partir des données de produits et des requis par spécifications. Le problème rencontré relève des mensurations manuelles que doivent assurer les ventes vers l'ingénierie. Les catalogues fournissent un nombre prédéfini et limité de combinaisons pour le choix des produits, sans toutefois combler totalement les besoins spécifiques d'un client causant parfois des problèmes à l'ingénierie. Ahlström et Westbrook (1999) confirment que la configuration manuelle quant à elle, repose entièrement sur l'expertise humaine et requiert des employés expérimentés et compétents. L'acquisition de cette expertise nécessite du temps et des efforts; elle oblige de plus les employés à se tenir au courant des fréquents changements d'ordre technique.

1.10.12 La configuration d'un produit

La configuration d'un produit qui respecte les exigences du client peut s'avérer une tâche très complexe selon Inala (2007) et demandera beaucoup de temps au fur et à mesure que le nombre de composantes et d'options augmente. Lorsque la configuration comporte de nombreuses variantes, la possibilité d'erreurs augmente et peut créer d'importants glissements d'horaire, rallonger les délais de mise en production et mener à des répétitions coûteuses, d'où les nombreux défis techniques qui en résultent selon Pine (2000).

En effet, Kincade, Regan et Gibson (2007) confirment que la personnalisation des produits se traduit par une augmentation considérable du nombre de fiches produits et de données techniques (nomenclatures, gammes de fabrication). Les équipes de ventes ont du mal avec leurs moyens traditionnels (esquisses, traitement de texte, tableurs Excel) à répondre rapidement à un flot grandissant de demandes de soumissions. Aussi, pour être vraiment efficace, il importe que le personnel de vente des entreprises puisse configurer un nouveau produit à partir d'un produit générique (Quin et Yang, 2009), garantir la faisabilité de production et générer les données techniques correspondantes, chiffrer la soumission d'un produit spécifique sans attendre (parfois pendant plusieurs jours) la réponse du bureau d'études ou de la production.

1.10.13 Les risques technologiques

Selon Petrak, Rogale et Mandeki-Botteri (2006), les risques technologiques entourant un configurateur paramétrique sont liés principalement au développement d'un système de mise en commun et de traitement des données ainsi que des paramètres en provenance des outils de saisie de l'information. Ashdown (2007) cite plus spécifiquement les difficultés reliées au numériseur corporel Bodyscan, tandis que Gam, Cao et al. (2009) mentionnent aussi les difficultés inhérentes aux patrons de base des vêtements modèles, au logiciel de placement de pièces (marker), de la table de coupe automatisée (que l'on trouve le plus souvent dans les systèmes de *Gerber*, *Lectra* ou *PAD*) ainsi qu'aux données administratives et

comptables. Actuellement, il existe sur le marché des simulateurs « e-fit software » reliés à des systèmes CAD de patronages tels que : *Archetype*, *My Label*, *Pattern-Maker*, *Wild Ginger*, *Tukatech*, *Gerber* et *Lectra*. En matière de *body scan* nous retrouvons les sociétés *Tc2*, *Human Solutions*, *Cyberware*, *Symcad*, *VisImage System*, *dimension 3D system*, *Polhemus Fast-Scan*, *Voxelan*, *Vitronic Human Solutions* et *Wick and Wilson*. De toute évidence, les écrits démontrent que le configurateur doit s'acclimater avec plusieurs langages informatiques tout en prenant en considération les propriétés et dimensions qui viendront amplifier le degré d'intégration.

Dans ce contexte, Moon et Lee (2014) affirment que le configurateur doit se situer en plein cœur des processus d'affaires afin de conceptualiser, produire et facturer un ou plusieurs produits à l'aide d'un ensemble de composantes prédéfinies, de composantes paramétrées et d'options diverses, de manière à satisfaire les exigences individuelles du client. Il devra permettre d'enregistrer toutes les données techniques et commerciales pertinentes à une vente et éliminer pratiquement toute erreur et toutes clarifications techniques postérieures potentiellement coûteuses en termes de temps.

1.11 Éléments de discussion

À l'issue de cette recension des différents écrits, nous avons identifié quatre grands éléments de discussion qui serviront principalement à l'élaboration de notre méthodologie de recherche. Nous commencerons par les problèmes de configuration actuelle et l'intégration des technologies, suivis par une discussion à propos des écarts entre la virtualité et la réalité d'un monde parallèle pour les produits offerts en sur-mesure de masse pur. Nous aborderons ensuite les nouvelles perspectives se rapportant aux effets de la densité sur les techniques de prise de mesures et enfin nous terminerons en examinant de nouvelles théories concernant l'approche de la subjectivité d'un *fit* face au *sticky information*.

1.11.1 Les problèmes de configuration

Les catalogues et la conception manuelle de produits sont encore largement utilisés par les entreprises de fabrication. Ces catalogues fournissent un nombre prédéfini et réduit de combinaisons pour le choix des produits selon Totz et Reimer (2001) et ne répondant pas en totalité aux besoins spécifiques d'un client. La configuration manuelle, quant à elle, repose entièrement sur l'expertise humaine et requiert des employés expérimentés et compétents selon Rogoll et Piller (2004). L'expertise nécessite énormément de temps et beaucoup d'efforts, ce qui oblige les employés à se tenir au courant des fréquents changements d'ordre technique.

Les travaux de Bachvarov et al. (2014) confirment que la configuration d'un produit qui respecte les exigences d'un client peut devenir une tâche très complexe et demander beaucoup de temps à mesure que

le nombre de composantes et d'options augmente. Lorsque la configuration comporte de nombreuses variantes, la possibilité d'erreurs augmente. Elle peut également allonger les délais de mise en production et mener à des répétitions coûteuses lors des étapes suivantes. D'où, selon Ashdown (2007), les nombreux défis techniques à relever avant de réaliser un vêtement personnalisé en sur-mesure de masse. En plus d'optimiser le processus des commandes, le configurateur de produits améliorera l'ensemble de la gestion des ventes et assurera l'uniformité requise lors des soumissions. Pour ce faire, cette fonction de configuration pourra selon le cas être :

- intégrée à des progiciels de gestion de production assistée par ordinateur (GPAO) d'où l'importance de l'harmonisation des ergonomies et interfaces;
- optimisée dans des logiciels de configuration autonomes qu'il sera possible d'interfacer avec des progiciels GPAO eux-mêmes interfacés au système de gestion intégrée (ERP);
- adaptée aux principaux outils de saisie de données tels que le numériseur corporel *Bodyscan*, les systèmes de conception assistée par ordinateur (CAO), 3D et autres.

Le configurateur doit jouer un rôle conséquent dans le développement des stratégies de commercialisation de produits et de services affirment Haug, Hvam et Mortensen (2012). Selon Bourke (2000), le but du configurateur est de parvenir à consolider les stratégies et le modèle d'affaires complexe dans ce type de pratique qu'offre le *mass customization*. Le schéma qui suit illustre la place qu'occupe le configurateur de produits dans l'ensemble des processus de ventes, production et gestion de l'entreprise :

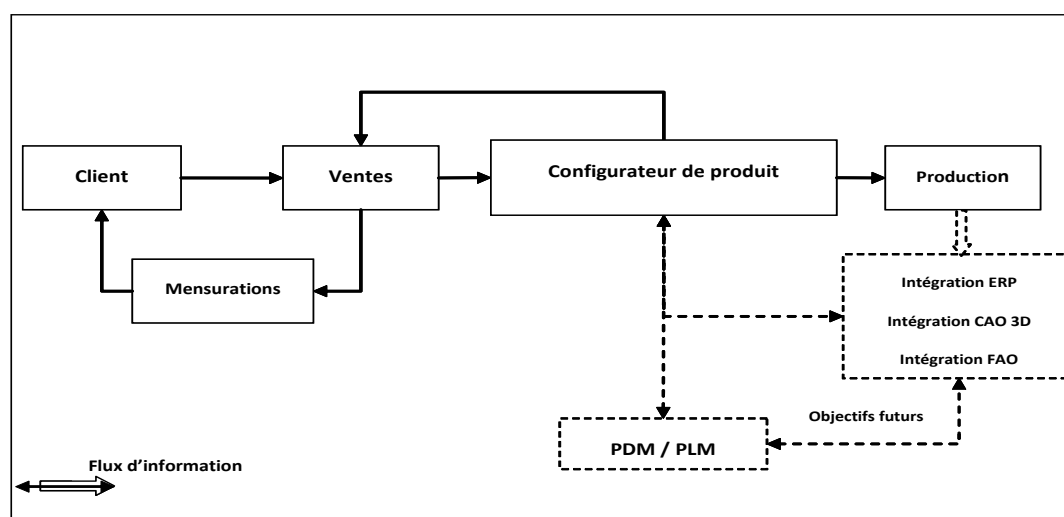


Figure 1-24: Configurateur de produits (Bellemare, 2010)

Le configurateur est nécessaire pour soutenir le système logistique autant des ventes (mensurations et service client) que de la production. Le système repose sur sa capacité à maîtriser la structure des coûts

liés à la personnalisation des vêtements (PDM/PLM), à sa capacité au niveau de sa rotation des stocks, à sa capacité à maintenir un flux d'encaisse positif, à une excellente maîtrise de la compréhension des besoins clients (produits et services) et à sa capacité d'introduire de nouveaux produits et créer des liens (Intégration ERP/CAO 3D/FAO).

Pour ce faire, l'entreprise manufacturière de mode doit définir ses capacités, ses limites et adapter le configurateur et ses systèmes d'information (plates-formes technologiques intégrées) ainsi que ses pratiques en matière de gestion de chaînes d'approvisionnement pour supporter globalement l'environnement de *mass customization* en fonction des objectifs futurs.

1.11.2 L'intégration des technologies

Dans ce contexte de gestion logistique intégrée, nous remarquons que chaque technologie est individuelle et manque d'intégration avec d'autres systèmes technologiques experts (synergie nécessaire pour les manufacturiers) causant ainsi un important retard dans l'implantation du concept de *mass customization*. En résumé, aucun des systèmes technologiques actuels ne semble être au point en matière de solution pour le sur-mesure de masse de vêtements par manque d'interface. Selon Lu & Wang (2004), le rôle du configurateur est de faire le pont entre le consommateur et le manufacturier. Cette figure illustre le configurateur dans un concept de *mass customization* dans un secteur mode-habillement :

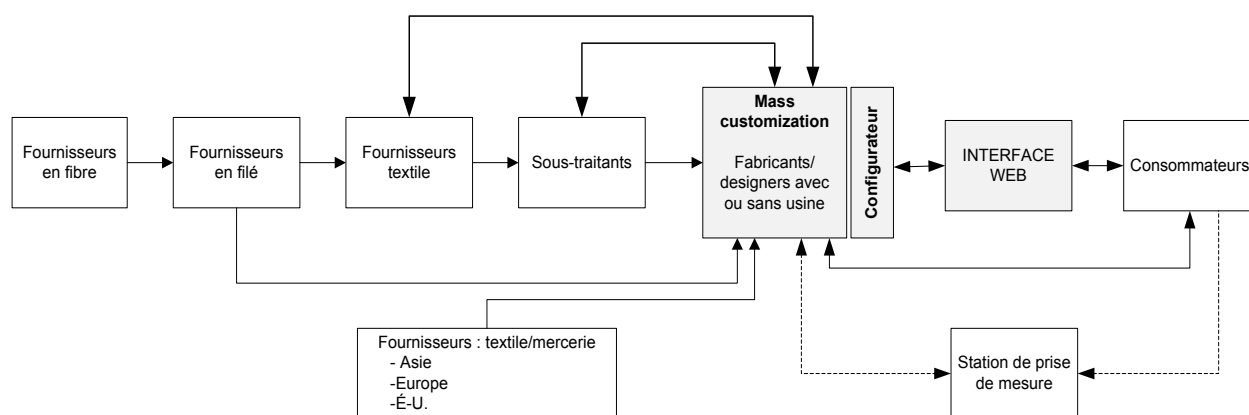


Figure 1-25: *Mass customization*, configurateur et chaîne logistique (Bellemare, Baptiste, Carrier 2011)

Les travaux de Rogoll et Piller (2004) confirment qu'un configurateur optimal de produits doit s'interfacer avec plusieurs langages informatiques et être en mesure de fonctionner de façon autonome créant ainsi une autre dimension qui s'ajoute au niveau d'incertitude lors de l'implantation d'un configurateur. De ce fait, il faudra tenir compte pour notre méthodologie de recherche des variables basées sur le niveau des indicateurs de performance pour la technologie et aussi le niveau des indicateurs d'intégration pour la

technologie dans l'entreprise selon le modèle de Venkatraman (1991). Dans chacun des cas, le niveau sera classé en « faible » ou « élevé ». Les écrits confirment que les fournisseurs de technologies offrent une promesse intéressante, mais dans ce contexte, notre méthodologie devra tenir compte de la gestion des opérations et de l'innovation sur les effets de la technologie, à savoir : l'attitude envers les technologies (Toffler, 1970; Davis, 1993/03), l'attitude envers l'innovation (Ostlund, 1974; Rogers, 1983; Venkatraman, 1991; Midgley and Dowling, 1978) et l'intention réelle du *mass customization* (Pine, 1993; Teresko, 1994; Kotha, 1995, Duray et al., 2000). La relation entre ces variables indépendantes et dépendantes est définie par le rôle des processus d'affaires de l'entreprise manufacturière de mode. L'intégration des processus d'affaires pour prédire et expliquer les effets des deux indicateurs se justifie par le rôle des processus du manufacturier dans l'interprétation de la technologie externe représenté par le degré d'innovation suggéré par les fournisseurs de technologie. En effet, c'est grâce au processus d'affaires selon Henderson et Venkatraman (1999) que le manufacturier pourra se faire une idée concrète du niveau d'intégration et de performance concernant la technologie implantée (ou à implanter). Dans ce cas-ci nous tenterons de mieux comprendre si l'intégration des nouvelles technologies pourrait être un obstacle important dans les processus d'affaires des manufacturiers de vêtements désirant offrir le concept de *mass customization*.

1.11.3 L'écart entre la virtualité et la réalité

Si toutes ces approches ont pour objectif la réalisation de vêtements les plus réalistes possible, on voit bien que la diversité des contraintes imposées à chacune d'elles rend difficile le compromis entre la performance, le réalisme et la technicité de la réalisation. Tel qu'il est illustré ci-dessous, il est difficile de vendre un produit via le web et que celui-ci puisse convenir adéquatement au consommateur de masse.



Figure 1-26: Vêtements design filiformes pour hommes²⁰

Ce problème s'applique aussi au concept de co-crédation, un consommateur n'ayant pas la silhouette adaptée ou ayant simplement une image de soi déformée aura pour désavantage de porter un vêtement qui

²⁰ <http://www.ssense.com>

pourrait ainsi nuire à l'image de marque. Lors de la conférence MCPC 2011²¹ et MCPC 2014²², nous avons remarqué qu'il y avait une asymétrie de l'information entre les acteurs du monde des technologies vu selon un concept académique et la réalité observée chez les manufacturiers. Il nous est apparu alors que la littérature ne traite pas suffisamment des risques que comporte le fait de produire des vêtements en *mass customization*. De plus, aucune donnée sur les produits retournés vendus en personnalisation et sur-mesure de masse via le web n'est disponible à l'heure actuelle. Comparativement aux accessoires, le vêtement reste un des plus grands problèmes en matière d'approvisionnement via le web et il semble y avoir un écart important entre l'image du produit diffusée et le produit réellement livré.

Il appert que la littérature fait la part belle au concept de *mass customization* du vêtement dans ses aspects strictement virtuels mais semble négliger quelque peu les aspects se rapportant à la gestion des opérations et à la production détaillée. Les écrits ne semblent pas en accord avec les théories courantes et ne rejoignent pas la réalité des manufacturiers créant ainsi un fossé important. Cet écart doit être réduit afin d'amoindrir le choc et créer une réelle expérience autant pour le consommateur que pour le manufacturier et éviter ainsi l'asymétrie de l'information que nous avons évoquée plus haut. Cet aspect nous permettra de mieux définir l'originalité dans notre projet visant une extension dans la proposition de l'offre lors de la configuration, et ce, dans le but de satisfaire le consommateur en termes d'expérience et de valeur ajoutée au concept que doit apporter le *mass customization*.

1.11.4 La densité sur les techniques de prise de mesures

Nous nous sommes aperçus à travers les différents écrits que les technologies *body scan* nous donnent des mesures objectives pures mais que pendant ce temps, la densité sur les techniques de prise de mesures reste un élément crucial que ces écrits n'expliquent à aucun moment. Sans compter qu'il semble y avoir une forte corrélation entre les variations de la densité du corps humain et le *fit* d'un vêtement. Comme la vision traditionnelle du *fit* chez l'homme est une vision concentrée sur l'aspect quantitatif et ne tient pratiquement pas compte de l'aspect qualitatif, nous avons décidé à partir de ces éléments de problématique, de nous pencher sur l'analyse des données fondamentales nécessaires à l'élaboration d'un vêtement en sur-mesure de masse que nous verrons sous de nouvelles perspectives dans les prochains chapitres.

Nous baserons cette analyse à partir de cette revue de littérature et retiendrons les principaux ouvrages de Ashdown (2007) et Wargnier (2010) pour les techniques de prise de mesures ainsi que les travaux de Pun

²¹ The 6th International Conference on Mass Customization and Personalization (MCPC 2011) - Bridging Mass Customization & Open Innovation, San Francisco, California

²² World Conference on Mass Customization, Personalization, and Co-Creation (MCPC 2014) - Alborg, Denmark

(2005) qui précisent les éléments d'essayages et des tests d'ergonomie d'un vêtement chez l'homme. De plus, nous utiliserons quelques aspects de méthodologie pour les travaux de Sherwata (2008) qui apportent quant à eux une dimension intéressante pour l'analyse des modèles d'ajustement en 2D et 3D des patrons.

1.11.5 Le *fit* subjectif dans l'approche du « *sticky information* »

L'aspect qualitatif comme abordé dans la littérature ne traite pas de l'information concernant la prise de mesures du *sticky information* chez l'homme, en particulier de l'information relative à la densité du corps : la musculature et la stature ou encore l'adiposité abdominale et les effets pervers de celle-ci. Ces effets sont particulièrement importants à connaître, car ils sont directement liés aux comportements d'achats selon les travaux de Pun (2005). Nous aimerions avoir une confirmation de ces idées qui circulent et qui affirment que plus un consommateur est complexé (autant de sa morphologie que de son image), plus il développera et conservera des données dites cachées lors de l'acte d'achat pour un vêtement. Il n'en demeure pas moins que le degré de perception par rapport au vêtement désiré pourra être tellement fort (j'aime, j'achète), que même le *fit* pourrait être dans certains cas mis à l'épreuve, sans qu'il soit forcément adéquat. Et c'est ce que nous tenterons de vérifier lors de notre collecte de données.

Cette revue de littérature a permis de comprendre que nous devons rester très attentif à l'aspect de subjectivité du *fit* au regard des facteurs sociaux, psychologiques et des protocoles vestimentaires, qui reste semble-t-il un sujet à débattre. Un exemple simple se vérifie dans le contexte actuel où la tendance est à l'acceptation des tailles fortes confrontées aux tendances extrêmes de la minceur et de l'hypersexualisation ayant pour résultat une totale confusion du consommateur quant à ses goûts comparés aux choix offerts en termes de *fit*. Faut-il donc dans ce cas-ci, suggérer de nouvelles théories? Car la question se pose à savoir si c'est le corps qui valorise le vêtement où le vêtement qui doit valoriser le corps. Il devient difficile de donner une réponse et ceci semble représenter un problème de taille pour l'industrie de la mode et de l'habillement.

CHAPITRE 2 PLAN D'EXPÉRIENCES

2.1 Introduction

Ce chapitre que nous avons divisé en trois grandes parties portera sur la description de la méthodologie du plan d'expériences. Dans la première partie, nous évoquerons la portée et les objectifs de l'étude et dégagerons nos hypothèses de recherche ainsi que la signification de celles-ci concernant cette approche méthodologique. Dans la seconde partie, nous traiterons de la méthodologie des entrevues, de la collecte de données, de l'étude de produits spécifiques et expliquerons plus en détails la méthode et les outils utilisés dans notre analyse au cours de cette recherche appliquée. En troisième partie, nous conclurons ce chapitre du plan d'expériences en exposant l'originalité et les retombées attendues de ce projet de recherche.

2.2 Objet

La présente étude s'adresse tout spécialement aux entreprises manufacturières qui offrent ou qui désirent offrir un vêtement pour homme en utilisant le concept de « sur-mesure de masse ». Aujourd'hui, on dispose d'une vaste panoplie d'offres concernant la personnalisation de masse pour hommes. Certains concepts fonctionnent parfaitement grâce à la standardisation des produits et à leur haut degré de personnalisation, tandis que d'autres, moins standardisés et donc plus distinctifs, tentent difficilement de survivre avec l'arrivée des nouveaux modèles d'affaires.

C'est dans ce contexte particulier que nous nous sommes penchés sur les différents types de consommation vestimentaire en général et la mode masculine en particulier. Notre objectif sera de mettre à jour et de mieux comprendre les concepts essentiels et les tendances lourdes de l'évolution en cours afin de bien négocier le virage décisif auquel est confrontée l'industrie de l'habillement. Un virage qu'on sait d'autant plus périlleux qu'avec l'explosion des nouveaux médias et des télécommunications, le consommateur est beaucoup mieux informé des dernières tendances du monde de l'habillement et, de ce fait, est devenu plus exigeant et désormais ne se contentera plus de ces produits standardisés qui lui demandaient de faire tellement de compromis au prix de nombreux renoncements.

L'Internet influe grandement sur les habitudes de consommation du client d'aujourd'hui en créant de nouveaux désirs et de nouvelles offres à combler de façon rapide, voire quasi instantanée. Pour répondre à ces attentes « urgentes », les entreprises de vêtements se doivent dorénavant de fabriquer ou de proposer des produits en sur-mesure. Les marques offrant des produits « personnalisés » (*mass customization*)

investissent aussi bien le Web que les points de vente des commerces traditionnels. Certaines sociétés dans le secteur du vêtement ont réussi avec succès à implanter les principes du *mass customization* sur leurs produits standardisés d'autrefois. Mais en règle générale, le concept de *mass customization* reste encore assez mal maîtrisé et est peu utilisé par les entreprises du secteur de l'habillement en raison de la grande variabilité des mensurations, des problèmes d'adaptation des patrons, de flexibilité dans les méthodes et des délais de fabrication. Plusieurs auteurs ont réfléchi au sujet du *mass customization*, mais peu ont réussi véritablement à identifier avec certitude les problèmes relevant du *sizing* et des données dites cachées par le consommateur (aisance, ampleur, tombé).

2.3 Objectif général

L'objectif premier de ce travail de recherche est de démontrer qu'il est possible de concevoir un pantalon *fit* dans un contexte de « sur-mesure » de masse (pure *mass customisation*) sans recourir à un maître-tailleur professionnel, mais tout simplement à partir de mesures spécifiques utilisant les technologies modernes et en posant quelques questions sur les préférences et habitudes vestimentaires du client.

Pourtant, malgré l'existence d'appareils permettant un *body scan* économique et efficace, peu d'entreprises arrivent à répondre adéquatement aux attentes du sur-mesure de leur clientèle pour au moins trois raisons :

- (1) le manque de qualité des mesures obtenues par le *body scan* ;
- (2) les problèmes de transmission d'un trop grand nombre de données vers les fabricants éventuels ;
- (3) les problèmes d'interface entre les données générées au *body scan* et celles utilisées par les logiciels d'élaboration de patrons et de coupe/assemblage.

Ce projet de recherche ambitionne de réduire la quantité de données requises tout en augmentant la qualité des patrons automatisés pour permettre la production de vêtements en sur-mesure de masse mieux ajustés et répondant fidèlement aux attentes des consommateurs.

À plus long terme, l'objectif général de ce projet est de développer à l'aide d'un système informatique (sous configuration de systèmes d'informations), un configurateur pour analyser et traduire les données de mesure issues des équipements périphériques afin d'effectuer la reconnaissance de données fondamentales de ces mesures (i.e. données efficaces et nécessaires) dans le but de produire des vêtements ajustés adéquatement.

2.3.1 Objectif spécifique

Ce projet de recherche permettra donc de simplifier le volume de paramètres nécessaires tout en améliorant la qualité des patrons automatisés pour optimiser la conception de vêtements en sur-mesure à même de satisfaire les attentes du consommateur. Nous retrouvons ci-dessous, un diagramme permettant de comprendre l'approche par flux tiré : consommateur – configurateur – prise de mesures – logiciels de patron et de fabrication. Nous visons par ce schéma une organisation de la production consistant à ne déclencher les fabrications qu'après réception de la commande par le configurateur afin d'éviter le stockage de produits finis. Le but premier du configurateur est d'intégrer les mesures du client (A) et de la fonction des matières (B) afin de réaliser un patron potentiel²³ « faisable » à l'aide de logiciels tel qu'illustré ci-dessous :

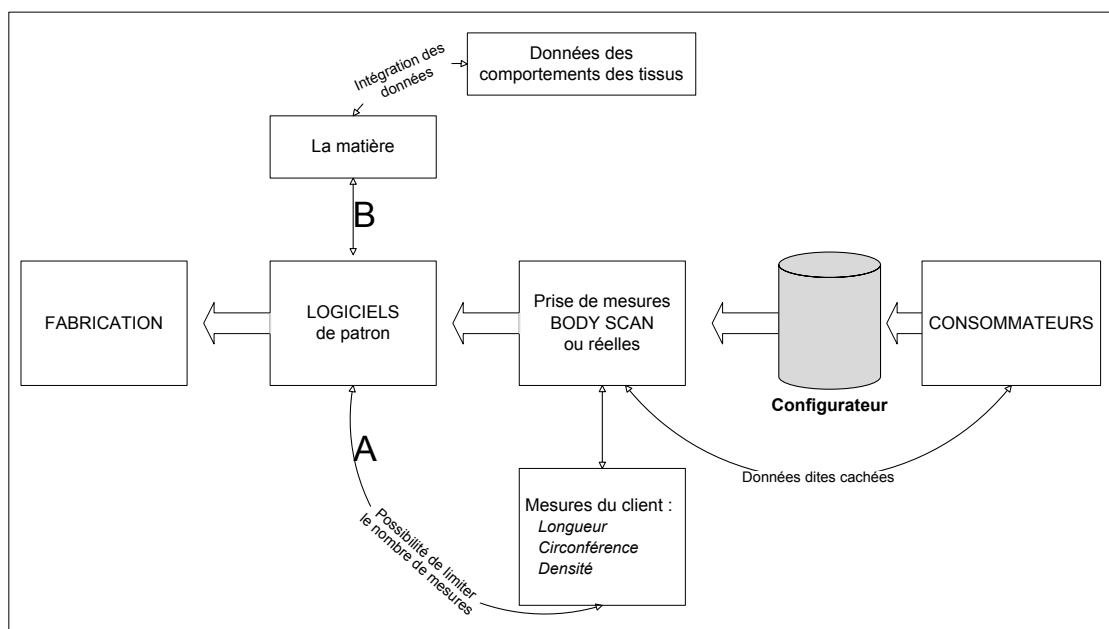


Figure 2-1: Configurateur de vêtements

L'objectif spécifique de cette recherche porte sur l'identification (1) des variables fondamentales et les données nécessaires pour réaliser un vêtement sur-mesure, la réduction (2) du nombre de variables fondamentales (longueur, circonférence, densité et variables de comportement des matières) permettant de diminuer considérablement (3) la quantité de données à traiter et à transmettre pour réaliser un patron dit « intelligent ».

²³ Possédant la capacité à recevoir des modifications selon des paramètres établis à la base par le patronniste

2.3.2 Cadre théorique et hypothèses

Nos objectifs ont permis de dresser le cadre théorique de notre recherche et de formuler des hypothèses pour sa mise en œuvre. Nous entrevoyons dans ces hypothèses **une réduction de plus de 65 % des données nécessaires pour l'automatisation des patrons** comparativement à ce qui se fait actuellement dans l'industrie de l'habillement.

Ce projet de recherche devrait donc réduire la quantité de données requises tout en augmentant la qualité des patrons automatisés et, par la même occasion, aider à la production de vêtements « sur-mesure » mieux ajustés et répondant adéquatement aux attentes des consommateurs.

2.3.2.1 Hypothèses et signification

H 1 : Pour un modèle donné, un patron « faisable » est un patron potentiel (cela signifie que l'on ne recherche pas à déplacer les points en dehors des courbes et des droites prédéfinies selon le gabarit créé initialement par le patronniste).

Cette hypothèse est importante. Si elle se vérifie, il sera sans doute assez facile de générer automatiquement un patron. Dans le cas contraire, on devra sortir des courbes prédéfinies pour s'adapter à une morphologie particulière, ce qui s'avère plus difficile.

H 2 : On peut identifier un ensemble de règles qui définissent, pour un pantalon donné, l'ensemble des patrons potentiels admissibles.

Il est vraisemblable que tous les patrons potentiels ne donnent pas des pantalons possibles et/ou réalisables en termes de *fit*. Comme exemple, nous ne pouvons pas être en 25 centimètres sur un point et en 50 centimètres sur le point suivant. Il doit y avoir des règles donnant les limites d'écarts possibles.

H 3 : Basé sur l'expérience, il est possible de réduire les silhouettes fondamentales à quatre grands types soit : HVXO.

Comme la littérature décline plusieurs types de morphologies pour les hommes : trapèze, triangle inversé, triangle, rectangle et ovale et que ce modèle n'a jamais réellement été approfondi, nous croyons que cette hypothèse du modèle HVXO pourrait simplifier la littérature consacrée aux proportions pour hommes.

Maintenant que nous avons mis en place le cadre théorique de notre recherche et formulé nos hypothèses, il nous reste à définir la méthodologie du plan d'expériences. Cette méthodologie comprendra quatre (4) grands volets : la création de la connaissance, la gestion de cette connaissance, sa classification et l'identification des variables fondamentales nécessaires à l'élaboration d'un vêtement (pantalon) en sur-mesure de masse.

2.4 Méthodologie de recherche 1 : La création de la connaissance

La création de la connaissance est fondamentale pour valider notre approche. Pour la créer, nous devons procéder à une collecte de données auprès de spécialistes de l'industrie du vêtement afin d'identifier, comparer et définir des variables propres aux manufacturiers de mode masculine en général et aux PME en particulier. Nous devons également recueillir auprès d'un certain nombre de sujets masculins des données concernant leurs mensurations ainsi que leurs préférences et leurs habitudes en matière de *fit* pour le port d'un pantalon.

2.4.1 Entrevues avec des maîtres-tailleurs et des patronnistes

Pour ce faire, il faudra que la méthodologie utilisée vise une approche qualitative dans le but de bonifier notre documentation et ainsi démontrer qu'un spécialiste (incluant aussi bien le manufacturier, que le maître-tailleur ou le patronniste) connaît des techniques et des méthodes dans la prise de mesures afin d'extraire des données significatives pour la réalisation d'un vêtement (pantalon) en sur-mesure.

Nous devons ainsi évaluer les méthodes dans la prise des mensurations et effectuer l'identification de données nécessaires à l'élaboration d'un vêtement sur-mesure comme des dossiers techniques et outils de configuration utiles à l'ajustement. Il faudra de plus élaborer quelques questions afin de connaître leur perception concernant la définition d'un *fit* et la vision qu'ils ont du concept du *mass customization*.

De plus, nous devons rencontrer quelques patronnistes experts spécialisés dans le développement de patrons de vêtements masculins afin de comprendre les principes de l'ajustement et des méthodes de construction des gabarits de base. Pour construire notre guide d'entrevue nous allons nous baser sur les travaux de Ashdown (2007) et de Wargnier (2010).

2.4.2 Entrevues et sondages avec des manufacturiers

Pour compléter notre étude, il faudra nous assurer de savoir comment les producteurs idéalisent et appréhendent le sur-mesure de masse. Et plus en détail, savoir comment ils traitent simultanément les données dans la prise de commande, la fabrication et la distribution. Nous devons ainsi planifier des entrevues avec des manufacturiers préférablement en mode masculine (uniforme, tenue de ville, athlétique) et effectuer un grand sondage en ligne auprès des donneurs d'ordres de cette industrie. Notre but est d'avoir une vue d'ensemble ainsi que de comprendre les grandes problématiques liées aux nouvelles technologies et à la fabrication de masse. Il faudra, dans ce contexte, saisir les opportunités pour la fabrication en personnalisation de masse mais aussi voir comment ces importants joueurs pourraient transposer adéquatement le *fit* d'un vêtement à leur production.

Notre étude devra viser spécifiquement les manufacturiers de vêtements qui utilisent les nouvelles technologies pour faciliter la prise de décision dans leurs processus d'affaires. De plus, il faudra s'assurer que ces manufacturiers ont l'intention de fabriquer dans une approche de *mass customization* à long terme, c'est-à-dire d'ici les 10 prochaines années. Il faudra dans ce cas que les processus d'intention du *mass customization* soient couplés à la technologie et aux processus existants. Pour ce faire, une analyse de quelques manufacturiers qui seront sondés par questionnaire devra être réalisée dans le but de bien comprendre le degré d'intégration des systèmes et ainsi vérifier s'il existe un écart important dans l'industrie qui nous intéresse. De plus, il faudra s'assurer que les fournisseurs de service de technologies soient aussi sondés en utilisant les mêmes questionnaires afin d'analyser leurs points de vue en matière d'expérience et d'offre de services pour les manufacturiers. Pour effectuer ce sondage, nous allons tenir compte de trois grands aspects discutés précédemment dans la revue de littérature. Nous allons ainsi considérer les travaux de la gestion des opérations sur les effets de la technologie, à savoir : l'attitude envers les technologies (Toffler, 1970; Davis, 1993/03), l'attitude envers l'innovation (Ostlund, 1974 ; Rogers, 1983 ; Venkatraman, 1991; Midgley and Dowling, 1978) et l'intention réelle du *mass customization* basée sur les travaux de (Pine, 1993; Teresko, 1994; Kotha, 1995, Duray et al., 2000).

2.4.3 Sujets humains et prise de données

Pour réaliser le plan d'expériences, nous nous baserons sur les travaux effectués sur les sujets humains et de prise de données de Pun (2005), Ashdown (2007), Serwatka (2008) et de Robinet (2012). Au départ, un certificat d'éthique sera émis pour ce projet de recherche, car nous devons recruter, selon nos objectifs, 60 sujets masculins pour être pesés et mesurés manuellement ainsi que par une technologie *body scanner*. Outre cela, nous allons procéder à une collecte de données sur les préférences et habitudes des sujets en matière de *fit* pour le port d'un pantalon à l'aide d'un questionnaire. Il est à noter que les sujets devront faire de l'activité physique au moins une fois par semaine, et ce, peu importe le type d'activité. Le sujet devra se vêtir de vêtements actifs *sportwear* et de tenues de ville au cours d'une année complète, car nous croyons qu'il sera plus simple de mesurer, de peser et de questionner un segment sportif étant habitué au vestiaire et plus ouvert aux questions reliées à la densité et au changement morphologique.

Nous devons pour cette collecte obtenir un minimum de 10 sujets par silhouette (HVXO) afin de modéliser notre design d'expérience. En redéfinissant les silhouettes de Rasband et Leichty (2006) présentées à la figure 2-2 de la page suivante, nous avons pu déterminer quatre silhouettes fondamentales selon l'hypothèse H3 qu'en jumelant le trapèze et le triangle inversé pour donner la forme V des épaules et de la taille plus fine. Nous avons par la suite conservé la silhouette rectangle pour nous donner la forme H, puis nous avons éliminé le triangle pour introduire la forme X identifiant une silhouette à la taille plus

fine, mais aux épaules et aux fessiers prédominants. Nous avons conservé la forme ovale représentée par le O et absorbant la forme triangle pour les tours de taille et les bassins plus larges.

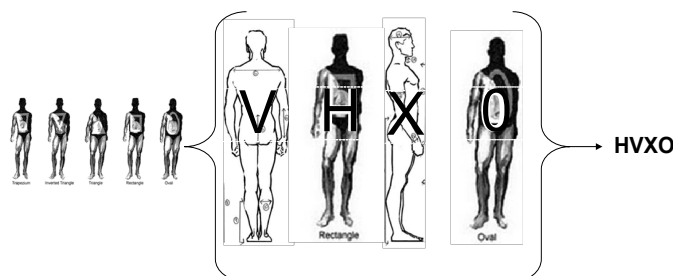


Figure 2-2: Silhouettes HVXO

Notre objectif initial est d'établir la création de la connaissance avec la prise de données chez l'ensemble des 60 sujets masculins. En utilisant ce plan d'expériences, nous devrions avoir la capacité de traduire efficacement les désirs jumelés aux données anthropométriques et anthropomorphiques de tous les sujets.

❖ **Prise de mesures par *body scan***

Chez l'ensemble des 60 sujets masculins, nous envisageons étudier 40 sujets dans un premier volet à l'aide d'un *body scan*. Nous effectuerons par la suite une nouvelle collecte avec 20 sujets lors d'un deuxième volet. Le but d'avoir deux volets permet d'ajuster notre méthode de prise de mesures et ainsi de s'assurer d'obtenir le nombre adéquat de silhouettes HVXO.

❖ **Mesures de densité**

La technologie *body scan* n'offre que des mensurations circulaires et spatiales sans donner les formes exactes de la silhouette en fonction de l'effet de la variation de la densité. Nous devons donc compléter cette campagne avec une pesée par un analyseur corporel permettant de mesurer en temps réel : la masse globale, la masse de graisse corporelle, la masse osseuse (par statistique sur la masse maigre) et le pourcentage d'eau corporelle. Ces informations seront appelées à enrichir les données automatiques prises par le *body scanner*. De plus, nous allons demander aux candidats de nous remettre leurs ceintures afin de vérifier le niveau de variation des tailles depuis les années antérieures en leur offrant comme incitatif une nouvelle ceinture de cuir fabriquée par un manufacturier ici même au Canada.

❖ **Mesures traditionnelles**

Afin de comparer la validité et les écarts de la prise de données du *body scan* nous allons effectuer une prise de mesures traditionnelle par galon à mesurer (« ruban gradué ») afin d'assurer le contrôle en cas de déviation de mesures par le *body scanner*.

❖ Questionnaire et données sur les goûts et habitudes des sujets

Nos participants devront répondre à un bref questionnaire afin de recueillir des informations sur les préférences en termes de *fit* pour un pantalon : matières, confort et ergonomie. De plus, il faudra évaluer les habitudes vestimentaires mais aussi analyser la cohérence par rapport aux habitudes et à la préférence d'un *fit* vestimentaire.

❖ Essayage de deux pantalons afin d'évaluer le *fit*

Après le recueil des réponses au questionnaire, nous allons terminer les entrevues par l'essayage de deux (2) modèles de pantalons de taille standard mais de couleurs et de matières différentes offerts par un manufacturier. Le sujet devra sélectionner sa propre taille et ainsi répondre à quelques questions reliées au *fit* (du type : Comment est l'ajustement à la taille ? Êtes-vous confortable ? Pouvez-vous vous asseoir aisément ?), afin d'analyser les écarts entre les tailles et les goûts du sujet. De plus, afin de comprendre l'aspect subjectif du *fit*, nous allons demander au sujet de se regarder devant un miroir à la fin de l'essayage pour commenter le *fit* du pantalon.

2.5 Méthodologie de recherche 2 : La gestion de la connaissance

De notre méthodologie découle la gestion de la connaissance permettant de créer un système d'expertise à base de règles dominantes. Cette connaissance sera stockée dans une base de données qui sera interprétée par un réseau de neurones artificiel (RNA). Pour gérer cette connaissance, nous utiliserons les résultats de notre collecte de données, qui seront jumelés à des règles concernant la fabrication de pantalons. Les règles seront appliquées aux deux échantillons de pantalons et aux mesures standards utilisées par l'industrie de l'habillement.

2.5.1 Échantillons de pantalons et mesures des patrons

Pour approfondir l'étude, nous allons décortiquer les patrons de deux échantillons de pantalons et analyser l'ensemble des mesures que compose la structure horizontale et verticale de base du vêtement comme la fourche par rapport à l'ajustement des hanches et de la taille.

2.5.2 Échantillons des modèles de pantalons

Pour définir un ensemble d'apprentissage indispensable à la gestion de la connaissance, nous devons sélectionner au minimum deux (2) modèles de pantalons de couleurs et de matières différentes afin d'effectuer un test de *fit* sur l'ensemble de nos 60 sujets. Dans cette approche, nous allons nous intéresser à moyen terme, à démontrer que l'on peut générer un patron personnalisé, quel que soit le modèle de pantalon.

2.5.3 Analyse des patrons des deux pantalons

Dans le but d'adopter une démarche encore plus rigoureuse et de mener notre étude dans le sens d'une approche plus scientifique, nous allons analyser les patrons pour déterminer les points de mesures possibles pour une gradation plus personnalisée et essentielle à l'élaboration de notre patron « intelligent ». Cela permettra notamment de générer des informations relatives aux problèmes de *fit* et d'établir des paramètres de faisabilité sous de nouvelles règles qui corroborent notre référence de gradation. Les nouvelles règles d'apprentissage seront ainsi traitées de façon à permettre à notre système d'expertise d'effectuer des déductions à l'intérieur même d'un modèle de classification.

2.6 Méthodologie de recherche 3 : La classification

Pour simplifier notre étude, nous allons utiliser deux types de variables réponses imbriquées de classification. La première variable réponse sera définie par la silhouette (HVXO) que pose l'hypothèse trois et la deuxième par la prédiction du *fit* que posent les hypothèses un et deux.

2.6.1 Visualisation d'ensemble de la perception du *fit*

Cette visualisation d'ensemble sera définie par une génération des patrons (essayage) associée à une méthode empirique de la perception du *fit*. En fonction des résultats obtenus, nous utiliserons une méthode scientifique à l'aide d'un réseau de neurones pour confirmer et prédire nos règles de classification.

2.6.2 Génération des patrons

Le but de la recherche est de voir si nous sommes en mesure de démontrer qu'il est possible de générer automatiquement des patrons à partir de mesures et de questions et de déterminer l'ensemble minimal de mesures ou de questions permettant de créer les patrons « intelligents ».

2.6.3 Méthode empirique

Au départ, notre démarche relèvera de la méthode empirique. Nous observerons les données en nous efforçant de comprendre, au vu de l'expérience personnelle acquise, les résultats et les éléments de réponse qui semblent les plus pertinents. À partir de là, nous définirons les règles permettant de passer de ces informations pertinentes pour l'ajustement d'un pantalon afin de valider par la suite lesdits résultats par une méthode plus objective et plus scientifique.

2.6.4 Méthode scientifique à l'aide d'un réseau de neurones

Nous avons choisi de travailler avec un réseau de neurones pour deux aspects : (1) la connaissance est acquise par le réseau au travers d'un processus d'apprentissage et (2) les connexions entre les neurones,

connues sous le nom de « poids synaptiques », servent à stocker la connaissance. De cette méthode, nous utiliserons un réseau de neurones artificiel (RNA) ayant une fonction d'activation linéaire et sphérique permettant de diviser l'ensemble des sujets en deux groupes :

- 1) un ensemble d'apprentissage
- 2) un ensemble de validation

Pour effectuer nos prédictions, nous proposons une architecture neuronale adaptée pour l'inférence et le codage de règles afin de développer des algorithmes d'apprentissage et de construction de ces réseaux pour apprendre par la première variable de sortie : *la shape* et ainsi poursuivre pour apprendre *le fit*.

2.6.4.1 Ensemble d'apprentissage

Une fois que le réseau a appris à partir de l'ensemble d'apprentissage, on valide sur l'ensemble de validation la capacité de généralisation du réseau de neurones.

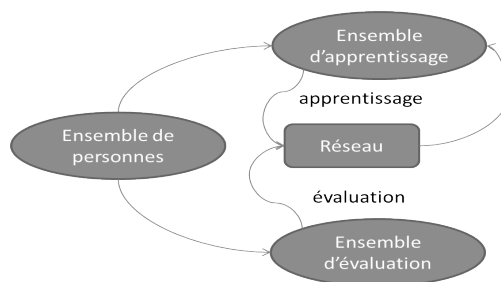


Figure 2-3: Principe de l'apprentissage

Selon les résultats d'analyse, nous pourrions utiliser la totalité de l'ensemble pour apprendre, cependant il faudra une validation avec de nouvelles personnes.

2.6.4.2 Ensemble d'évaluation

Pour la recherche du nombre minimum de mesures à utiliser, on peut soit y aller à tâtons, soit utiliser une méthode de type plan d'expériences. Dans ce cas, on doit considérer chaque mesure comme un paramètre pouvant avoir deux valeurs (utilisé ou non utilisé) et trouver une mesure de la qualité de l'apprentissage (mesure de performance sur les résultats proposés par le réseau sur l'ensemble d'évaluation). Ainsi, on pourra essayer de réduire l'erreur au minimum (maximiser la qualité de l'apprentissage).

A priori, cet apprentissage peut être effectué sur les deux styles de pantalon. Mais en fait, ce que l'on souhaiterait, c'est un réseau de neurones qui apprend indépendamment du style (généralisation à tous les styles). Évidemment, on devra se limiter aux silhouettes et aux styles de vêtement ayant un bon *fit*. Cela exprime la suite ordonnée d'essais pour cette expérimentation ayant pour but non seulement l'acquisition de connaissance, mais aussi la classification de celle-ci dans une approche d'analyse statistique

d'expériences simulées à l'aide d'un réseau de neurones. Pour que l'expérience soit complète, il faudra un ensemble d'apprentissage important en utilisant plusieurs styles différents de pantalons. Sinon, il en nécessitera une typologie des pantalons spécifiques. Nous pourrions aussi envisager une correction a posteriori, selon les modèles des résultats du réseau de neurones. Peut-être encore le résultat de l'apprentissage est-il indépendant du modèle, ce qui serait parfait dans ce cas-ci.

2.6.5 Validation de l'apprentissage

Le principe de la validation de l'apprentissage sera basé sur une nouvelle collecte de données afin d'évaluer si notre apprentissage est satisfaisant. Dès lors, une fois l'ensemble d'apprentissage réalisé avec les 60 premiers sujets et le réseau de neurones activé, nous pourrions préparer un deuxième groupe afin d'évaluer cet apprentissage. Nous utiliserons la même méthode d'extraction avec la technologie *body scan* pour prendre une série de mesure du corps entier pour chaque nouveau sujet. Le choix des personnes sera évidemment un choix aléatoire et nous effectuerons une prise de mesures à l'aide d'un *body scan* avec balances, une prise de mesures avec ruban et nous leur ferons passer le questionnaire sur les goûts et les habitudes comme dans le premier volet.

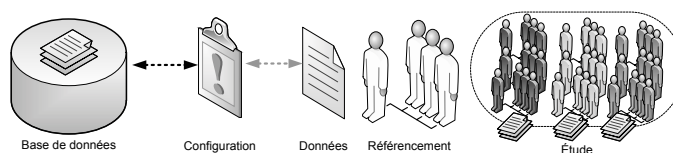


Figure 2-4: Modèle de validation de l'apprentissage

2.7 Méthodologie de recherche 4 : Évaluation finale

L'évaluation finale permettra de savoir si notre modèle est réellement valide. Cette évaluation est basée sur un algorithme d'apprentissage dont l'idée est d'évaluer la satisfaction du consommateur à partir de deux classes de réponses : la silhouette et la prédiction du *fit*.

Selon les conditions, nous aimerions faire fabriquer aux personnes ayant fait les mesures initiales un pantalon sur-mesure et le leur faire essayer par la suite afin de valider le modèle de prédiction. Il faudra donc viser une évaluation finale de cette méthodologie qui confirmera la modélisation et une validation selon les trois objectifs initiaux :

- a) augmentation dans la qualité des mesures obtenues par le *body scan* ;
- b) réduction des problèmes de transmission d'un trop grand nombre de données vers les fabricants éventuels ; et

- c) simplification de l'interface entre les données générées au *body scan* et celles utilisées par les logiciels d'élaboration de patrons et de coupe/assemblage.

2.7.1 Portée de l'étude

La portée de ce projet de recherche vise ultérieurement à développer un configurateur de produits qui ouvrira aux entreprises de multiples possibilités d'innovation et constituera une opportunité majeure pour de nombreuses PME de l'industrie du vêtement. Cela permettra, après le dépôt de cette thèse, d'analyser les données, de modéliser et de proposer un configurateur paramétrique optimal de produits. Cela aidera par ailleurs à évaluer dans un futur proche les modalités d'application de la technologie à développer et celles de son utilisation progressive aux différents secteurs du vêtement et de la mode.

2.8 Originalité dans le projet

Les résultats contenus dans cette thèse permettront le développement d'outils conduisant à la mise au point d'un configurateur de produits optimal pour un vêtement fabriqué en sur-mesure de masse. Grâce à ce configurateur, un client pourra, à partir d'un ensemble de variantes et d'options, choisir un produit personnalisé selon ses besoins propres, le commander et le recevoir dans des délais extrêmement courts sans qu'il y ait pour autant une augmentation du coût ou un changement dans la qualité. Ce configurateur permettra d'optimiser la proposition de produits adéquats pour le consommateur en termes de *fit*. Il est nécessaire que la configuration résulte d'une extension de la proposition dans le but de satisfaire le consommateur en termes d'expérience et de valeur ajoutée au concept qu'apporte le *mass customization*. La figure ci-dessous exprime l'originalité qu'apporte l'extension de l'offre afin d'offrir non seulement ce que le consommateur devrait réellement porter comme vêtements, mais de comprendre ce que le consommateur désire réellement dans ce contexte :

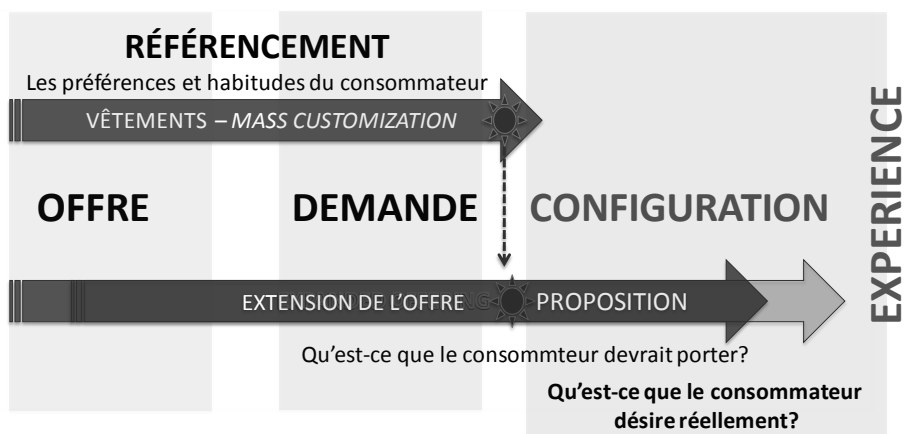


Figure 2-5: Extension de l'offre dans un concept de *mass customization*

Cette thèse permettra de réduire les risques technologiques éventuels se caractérisant d'abord et avant tout par le traitement et la mise en commun des nombreux intrants, par la diversité des langages informatiques, par la nécessité du configurateur de fonctionner de manière autonome comme système d'expertise, de même que sa capacité de s'interfacer avec les autres systèmes de l'entreprise, dont le système de gestion intégré (ERP).

L'objectif général de ce système serait de conceptualiser, produire un ou des produits à l'aide d'un ensemble de composantes prédéfinies, de composantes paramétrées et d'options de manière à satisfaire les exigences individuelles du client. Comme autres objectifs, il devra permettre d'enregistrer toutes les données techniques et commerciales pertinentes à une vente et d'éliminer pratiquement toute erreur et toute clarification technique postérieure, potentiellement coûteuse en termes de temps. La figure 2-6 basée sur le modèle de Lee et Chen (2000) représente les diverses technologies nécessaires pour la fabrication de *mass customization* en sur-mesure de masse. Elle illustre la position que devra occuper le configurateur de produits dans l'ensemble du processus création-vente-production-gestion de l'entreprise.

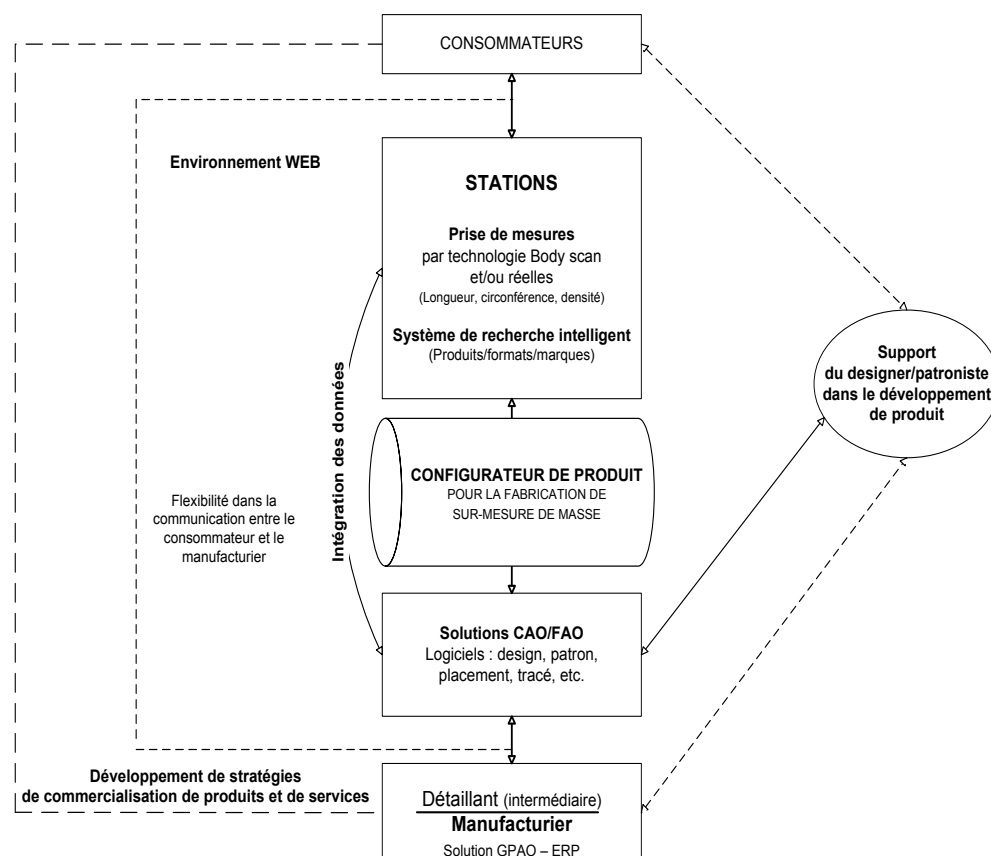


Figure 2-6: Modélisation technologique dans le sur-mesure de masse

Selon Lee et Chen (2000), l'intégration du support du designer/patronniste dans le développement de produit permet d'améliorer continuellement le modèle de vente directe afin d'atteindre une meilleure

personnalisation en termes de « fitting ». Comme ce concept de prise de mesures est virtuel et que nous travaillons à distance, il devient plus difficile d'accéder à des repères comme le faisaient les maîtres-tailleurs de l'époque pour la fabrication d'un produit « sur-mesure ». Pour régler ce problème, l'industrie doit se doter de commerces spécialisés dans la prise de mesures afin de standardiser le transfert de données vers un configurateur.

Ces méthodes de prise de mesures seront jumelées à une prise d'information supplémentaire par le système. Par exemple, en plus de prendre les données physiques de l'individu soit par la technologie *body scan* et/ou manuellement, il sera possible de prendre quelques données complémentaires en termes de produits, de fonctionnalité, de confort, de look, de goût et d'ajustement. Au niveau du *fit*, les données dites « cachées » qu'un consommateur ne dévoile jamais, devraient ressurgir et être enregistrées, paramétrées et configurées afin d'atténuer les problèmes de « fitting » lors des commandes. En plus d'optimiser le processus des commandes, le configurateur de produits améliorera l'ensemble de la gestion des ventes et assurera l'uniformité requise lors des soumissions. Cette fonction de configuration pourra selon le cas être intégrée ou possiblement interfacée à des progiciels de gestion de production assistée par ordinateur (GPAO), interfacée au système de gestion intégrée (ERP) d'une entreprise, adaptée aux principaux outils de saisie de données telles que le numériseur corporel *body scan*, les systèmes de conception assistée par ordinateur (CAO), la 3D ou autres...

Ce modèle, une fois validé, permettra d'identifier un nouveau type de poste de patronniste afin de réaliser des patrons dits « intelligents ». La recherche proposée permettra donc de définir et d'introduire le modèle optimal du configurateur de produits tel que perçu et souhaité. L'objectif poursuivi consistera à bien définir les paramètres et à les intégrer selon un modèle capable de mettre en place une stratégie d'affaires innovatrice dans l'ensemble des activités opérationnelles et administratives de l'entreprise. Les systèmes existants sont des systèmes de grande entreprise. Ils sont très coûteux, lourds à implanter et peu accessibles aux PME de l'industrie du vêtement. Généralement, ces dernières ont bâti des systèmes parallèles qui génèrent un ensemble de questions répondant spécifiquement à des paramètres que normalement, une configuration systématique établirait avec une meilleure efficacité, une simplification opérationnelle et un meilleur contrôle de qualité des informations et des procédés. Ces outils sont peu malléables et difficilement adaptables à l'implantation de nouvelles gammes de produits ou aux changements de spécifications et de fabrication.

À partir de là, l'innovation technologique viendra essentiellement du développement d'un configurateur paramétrique de produits, composé principalement de deux modules, soit : un outil de modélisation des produits à l'usage du personnel technique et un moteur de configuration à l'usage du personnel non technique, dont le personnel de ventes. L'outil de modélisation du produit devrait permettre de définir un

produit variant. En fait, il fournit une structure générique au personnel technique et leur permettra d'élaborer la structure du produit, les options, les compatibilités et les incompatibilités de même que les impératifs de conception. Grâce à cet outil de modélisation présenté à la figure 2-7, ce configurateur optimal pourra facilement s'adapter à une vaste gamme de produits tout en gérant les différents types de contraintes.

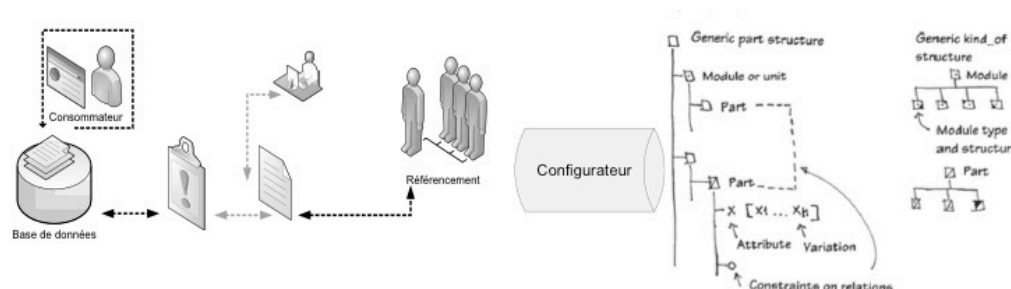


Figure 2-7: Interface et transmission de données

Le moteur de configuration tiendra compte des descriptions intégrées du produit, des variations possibles permettant ainsi de concevoir une solution de configuration de produits valides. Il suffira de répondre aux questions pour configurer un produit. La nomenclature et la gamme de fabrication seront ensuite prises en charge dans le processus de planification lors du calcul des besoins de matières et lors de la planification de la production. Les avantages d'un configurateur paramétrique optimal de produits sont multiples. Parmi ceux-ci, il importe de souligner : un meilleur contrôle des opérations manufacturières et une meilleure gestion des produits de l'entreprise ainsi que l'accélération de la saisie des commandes et la réalisation des soumissions des clients. La visualisation dynamique des produits en 2D ou 3D selon le cas permet la réduction des risques d'erreur lors de la saisie des commandes clients et lors de la fabrication ainsi que l'automatisation de la création des gammes de fabrication et des nomenclatures pour tous les produits fabriqués exigeant des mesures.

2.9 Retombées du projet

Ce projet de recherche permettra de poursuivre activement le développement du concept de sur-mesure orienté vers la personnalisation de masse « intelligente ». Ce faisant, l'École Polytechnique de Montréal pourra également pousser plus loin le développement de son expertise concernant les technologies de numérisation corporelle (*Body scan*). Pour réaliser cette recherche, l'École Polytechnique pourra compter sur l'appui des Centres de recherche qui connaissent bien le contexte entourant les besoins d'éventuels collaborateurs industriels. Parallèlement, certains Centres pourront puiser dans ce projet les bases d'une étude portant sur les mesures corporelles applicables à la population mondiale en général de manière à mieux orienter les manufacturiers de vêtements au regard des outils disponibles et de leur clientèle cible.

Les grappes industrielles pourront plus facilement prendre conscience de toute la problématique et des solutions entourant la personnalisation de masse comme stratégie d'affaires au sein des entreprises du secteur. La configuration pour la personnalisation de masse ouvrira de nouveaux champs d'études dans le domaine de la gestion de production de la mode et de l'habillement.

Concernant l'industrie du vêtement et de la mode, cette recherche offrira aux entreprises de nombreuses possibilités d'innovation et constituera une opportunité majeure pour les PME de l'industrie du vêtement. Les entreprises de l'industrie seront à même de mieux comprendre ce qui est faisable dans la personnalisation et le sur-mesure de masse pour mieux établir leurs stratégies. Dès le départ, le *mass customization* intégrera le client dans l'étape de conception et de fabrication du produit. Ce concept optimal de « sur-mesure » va favoriser la réalisation d'économies en diminuant les stocks et en veillant à une meilleure intégration de tous les équi­piers dans la chaîne d'approvisionnement. Le « sur-mesure de masse » offrira aux entreprises de nouvelles possibilités pour atteindre, voire dépasser, les attentes du client. Il fournira une base de connaissance en matière de besoins et de préférences des consommateurs et créera ainsi des opportunités pour une segmentation privilégiée du marché.

Cette recherche permettra également d'outiller les entreprises de l'industrie de la mode en leur permettant d'innover dans le monde du « sur-mesure » et de la production à délais réduits tout en améliorant leur positionnement de manière à favoriser un nouvel avantage concurrentiel. Ce projet pourrait aussi évoluer vers un nouveau modèle d'affaires extrêmement compétitif et viable pour plusieurs autres secteurs.

CHAPITRE 3 ENTREVUES, SONDAGES: CONDUITE ET RÉSULTATS

3.1 Introduction

Ce chapitre divisé en quatre sections présente une partie importante des résultats révélés par cette recherche, lesquels sont issus des données quantitatives et qualitatives recueillies à travers les opinions que nous ont exprimées les experts œuvrant au sein de cette industrie. Cette approche avait pour but de bonifier notre documentation et ainsi démontrer qu'un spécialiste (incluant aussi bien le manufacturier, que le maître-tailleur ou le patronniste) connaît des techniques et des méthodes dans la prise de mesures permettant d'extraire des données significatives pour la réalisation d'un vêtement (pantalon) en sur-mesure.

Dans une première partie, nous expliquons la conduite des entrevues et apportons les résultats que nous avons eus avec des maîtres-tailleurs. On y trouvera également un complément d'analyse offrant une contribution à une littérature nouvelle que nous avons effectué en colligeant des données au sujet des proportions du corps et des règles d'extraction indispensables de mesures chez les maîtres-tailleurs. En deuxième partie, nous expliquons les résultats d'entrevues avec les patronnistes en ce qui a trait au *fit* d'un patron. C'est en troisième partie que l'on verra comment nos entrevues et nos sondages révèlent clairement les facteurs et caractéristiques expliquant les retards du secteur manufacturier de la mode et de l'habillement dans l'implantation du *mass customization*. En dernière partie, nous concluons par une discussion de certains éléments clés soulevés lors de nos résultats d'entrevues concernant l'implantation du concept de « sur-mesure de masse ».

3.2 Entrevues maîtres-tailleurs et littérature

Cette collecte de données auprès des maîtres-tailleurs a été effectuée sur une période de deux ans (2011-2012) sur le territoire du Grand Montréal. Nous avons rencontré trois (3) maîtres-tailleurs A-B-C pour l'évaluation des méthodes dans la prise des mensurations et la cueillette des données nécessaires à l'élaboration d'un vêtement sur-mesure. Nous avons mis les guides d'entrevues en annexe (1). Cependant, le verbatim des entrevues reste confidentiel.

Dans un premier temps, nous avons cherché à connaître leur perception concernant la définition d'un *fit* et la vision qu'ils ont du concept du *mass customization*. Dans un deuxième temps, il s'agissait simplement de définir quelles mesures indispensables ils prennent pour concevoir un pantalon et comment ils s'assurent de toutes les obtenir. Dans ces mesures indispensables, l'objectif était de faire ressortir la manière d'extraire des données dites cachées (*sticky information*) que le consommateur ne dévoile pour

ainsi dire jamais lors de l'achat d'un pantalon. Cette information qui ne peut être effectivement définie par le *body scan*, reste à notre avis un problème majeur pour la prise de mesures à distance.

Cette information devrait nous permettre de définir un nombre de règles concernant la prise de mesures et par la suite générer des règles pour guider la gestion de la connaissance. Nous croyons fortement que ces résultats d'entrevues avec les experts du sur-mesure nous permettront d'identifier ce que les producteurs visant le sur-mesure de masse manquent dans leur analyse du client.

Lors de notre travail d'entrevue, nous avons tenté de nous enquerir de leur vision du sur-mesure de masse et du *fit*, principalement pour un pantalon. Ces experts de la prise de mesures, du style et de l'aplomb d'un vêtement ont expliqué et ont défini pour nous les points importants dont il faut absolument tenir compte, de même que les méthodes à suivre pour obtenir le *fit* d'un pantalon en sur-mesure pour homme. C'est à partir de leurs points de vue que nous avons pu dégager une nouvelle littérature en matière de proportions ainsi que 12 règles maximales d'extraction de mesures nécessaires à prendre lors de l'élaboration d'un pantalon dit *fit*.

3.2.1 La vision du *fit* dans une approche de mass customization

Dans un premier temps, nous avons cherché à connaître leur perception de la définition d'un *fit* via le concept de *mass customization*. Il ressort de nos entrevues que lorsqu'on parle d'un bon *fit*, cela nous renvoie à la locution : « être tiré à quatre épingles » qui exprime le fait d'être très bien habillé, « selon nos moyens, bien entendu » affirme le maître-tailleur B. Les moyens se traduisant ici autant par le portefeuille, par l'intelligence du style, que par les proportions de la silhouette.

Dans un deuxième temps, nous étions curieux de savoir si le sur-mesure de masse « pur » était envisageable comme concept. Les maîtres-tailleurs A et B nous ont alors indiqué avec insistance que le sur-mesure exige une compréhension claire et précise des caractéristiques du client en fonction de l'adaptation des produits, et ce, dans une relation unique. Cette relation basée sur la confiance est fondamentale, car elle permet au maître-tailleur de rassurer son client possiblement troublé par le choix du produit. Et cela, l'approche virtuelle dans une perspective de masse n'est pas en mesure de le faire, selon eux.

Le maître-tailleur C nous explique que le sur-mesure est à l'opposé du produit standard et qu'il est impossible pour un *body scan* de définir la variation du corps selon la densité et l'extensibilité de l'abdomen du client. La prise de mesures doit être faite manuellement, car ici un deux pièces sur-mesure peut coûter 1 200 \$ et les complets les plus recherchés atteignent même 40 000 \$. Selon un autre maître-tailleur « le sur-mesure de masse doit être axé sur les produits prêts-à-porter à faibles coûts de

production, comme le font les traveling tailors²⁴. Sinon, à long terme, c'est l'expérience du client qui en prendra un coup (ou coût !) ».

3.2.2 Mesures indispensables

Au sujet du prêt-à-porter, nos trois (3) maîtres-tailleurs A-B-C sont unanimes pour dire que les vêtements sont fabriqués suivant un dénominateur commun minimum et que cela convient rarement par exemple aux sportifs qui ont un cou plus épais, une taille plus fine ainsi que des épaules et un fessier-hanche plus larges. Selon eux, il existe une corrélation importante entre la grandeur, le *chest*, la taille et les hanches. Et dans tous les cas, le calcul du « drop » à lui seul ne suffit pas. Concernant la prise de mesures, il faut saisir uniquement ce qui est nécessaire, nonobstant tout ce qui est essentiel à prendre. Pour un pantalon, ce sont : la taille, les hanches, l'entre-jambes, la fourche, le calcul de la déviation de jambes et parfois les mollets.

Nos maîtres-tailleurs B et C affirment que leur expérience leur a montré qu'un client ne revient pas deux fois pour les essayages et que les taux de retour sont infimes. Moins de 1 %, nous assurent-ils. Il y a rarement des pertes et lorsqu'ils ont des matières en stock, ils peuvent les offrir rapidement en promotion à leurs clients.

Nous leur avons posé la question à savoir quelles mesures indispensables ils prennent pour concevoir un pantalon (Question D en annexe 1) et comment ils s'assurent de toutes les obtenir ? Pour les trois tailleurs, chacune des réponses était différente. Toutefois, un commentaire revenait très souvent, à savoir qu'il n'est pas question ici de mesure indispensable, mais plutôt de définir le *fit* propre à la silhouette qui est devant vous. « C'est ça : le concept de sur-mesure », nous déclarent B et C. Et d'ajouter le tailleur B que c'est un réflexe automatique qui permet de définir comment on doit prendre les mesures. « Ça vient avec l'expérience ».

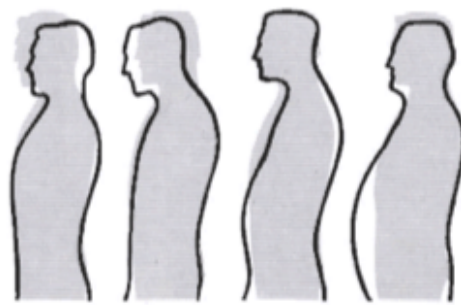


Figure 3-1: Modèle d'exemple de *fit* propre à la variation de la silhouette utilisée chez un maître-tailleur.

²⁴ Une tendance lourde dans l'industrie du sur-mesure, l'arrivée en force des tailleurs provenant de Hong Kong, voyageant aux USA, au Royaume-Uni, en France, en Australie et au Japon offrant un service plus personnalisé et donnant l'occasion de voir les échantillons de tissus et de rencontrer le tailleur en personne. Disponibles sur une courte période de temps pour répondre et fournir les services d'ajustement, les complets sont expédiés dans un délai de 3-4 semaines.

Tous confirment que les chartes standards des mensurations pour hommes ne sont pas pertinentes. Le maître-tailleur A nous cite l'exemple du complet deux-pièces vendu en magasin. Tel qu'il est présenté, c'est-à-dire un pantalon de taille 34 associé à un veston de taille 40, il ne convient plus au marché. Le pantalon de 34 devrait être associé à un veston de 42, voire dans certains cas de 44.

Tableau 3.1: Charte standard de mensurations - ONGC

TAILLES POUR COMPLETS ET VESTES

Moyen, court et long

Poitrine	34	36	38	40	42	44	46	48	50 po
Ceinture	28	30	32	34	36	38	40	42	44 po

Le problème se pose surtout pour les sportifs qui ont une ceinture plus fine, une poitrine et des épaules plus larges. Pour les détaillants, vendre séparément un complet devient problématique, car le duo doit être taillé dans un même lot de tissu afin de prévenir l'effet de « métamérisme ²⁵ » dû à la variance de la coloration et des teintes. En parallèle avec cette affirmation, il semble que les manufacturiers qui ont travaillé dans une approche de « différenciation retardée ²⁶ » dans leur concept de production ont été confrontés aux mêmes problèmes de coupe et de gestion des lots de matières premières qui restent les principaux défis dans le sur-mesure de masse. Un autre défi nous est par ailleurs apparu. En effet, nos entrevues confirment que le sport chez les jeunes entraîne des modifications morphologiques notables. C'est ainsi qu'on observe de plus en plus de jeunes hommes qui recherchent des chemises plus cintrées au corps et présentant plus d'ampleur aux épaules et aux bras. Les manufacturiers ne savent plus comment adapter leur charte de grandeur aux fortes poitrines de certains jeunes de moins de 21 ans. C'est pour cela que l'ergonomie prend de plus en plus d'importance dans le développement du vêtement, car il ne faut pas oublier que nous nous plaçons dans une perspective de performance pour la conception de produit. Performance ici veut dire : ergonomie, *fit*, qualité de la matière et durabilité. Dans un contexte où il faut comprendre l'importance des différentes formes du corps chez les hommes, les patronnistes commerciaux doivent cesser de réaliser des gabarits de base d'une seule grandeur, mais travailler sur le développement de 2-3 silhouettes par style et ainsi adapter les gabarits, la gradation et l'étiquetage en rapport. Les maîtres-tailleurs soutiennent que dans un monde de plus en plus globalisé, où plus de 65 % de la clientèle est multiethnique, les proportions du corps formant la silhouette sont la clé de succès du sur-mesure.

²⁵ Phénomène par lequel deux surfaces sont de même couleur sous un certain éclairage et peuvent être de couleurs différentes sous un autre éclairage.

²⁶ Processus de production, créant des stocks non finis, dans lequel les opérations d'assemblage visant la personnalisation et la finition du vêtement sont repoussées le plus en aval possible.

3.2.3 Proportion du corps

En comparaison à tout ce qui s'est écrit sur les proportions du corps des femmes, il existe peu de littérature clairement définie sur ce même sujet concernant les hommes. Ainsi, nous avons élaboré et illustré lors de cette thèse une terminologie simple en ce qui a trait aux proportions utilisées par l'industrie de l'habillement pour homme suite aux rencontres avec les maîtres-tailleurs. Cette contribution à la nouvelle littérature a été publiée dans un recueil en 2013 au chapitre 9 sous « Understanding Requirements for male apparel sizing » de la publication *Designing apparel for consumers: the impact of body size and shape* par Faust et Carrier pour Woodhead Publishing. Ce chapitre présente les proportions de base de l'industrie liées aux mesures des jambes et du torse spécifiquement reliées à l'équilibre du corps que représentent les hauteurs des genoux, des hanches, de la taille, des épaules et même du cou. Remarquons ci-dessous les trois (3) proportions de bases pour hommes spécifiques à l'industrie de la mode masculine (proportionné, torse court/longues jambes ou long torse/courtes jambes).

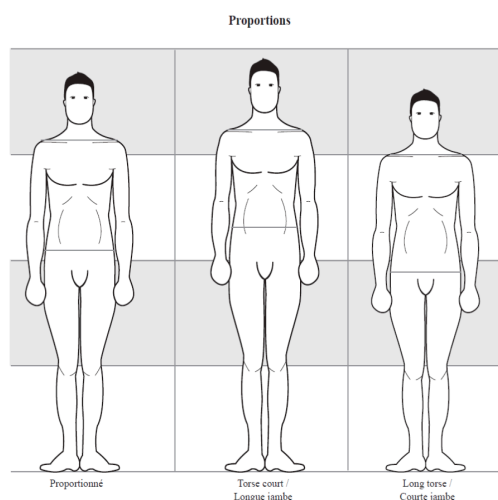


Figure 3-2: Proportions du corps

D'après nos maîtres-tailleurs, l'impact des proportions du corps est grand dans la conception de vêtements. Par exemple, la hauteur de la fourche d'un pantalon est importante car s'il n'y a pas assez d'ampleur, des plis se formeront sur la partie inférieure. Chez les manufacturiers, les tailles standards de fourche sont classées selon la figure suivante :

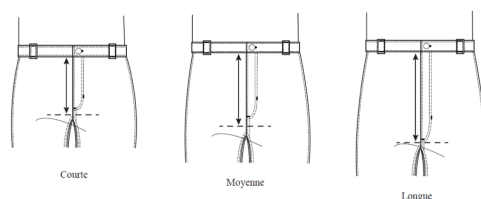


Figure 3-3: Proportions de base d'un pantalon pour hommes

Nous avons complété les illustrations concernant les proportions du haut du corps, la hauteur du cou, ainsi que la posture du cou, lesquelles ont un impact direct sur la proportion du corps et influencent directement la silhouette et donc le tombé du vêtement.

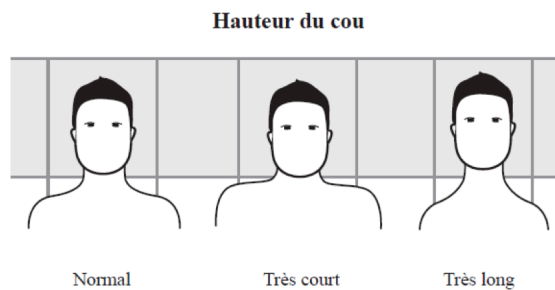


Figure 3-4: Hauteur du cou

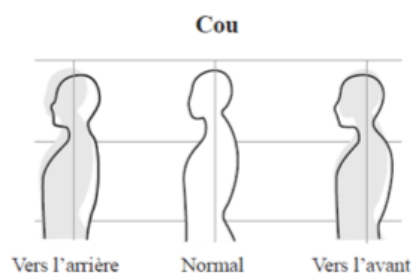


Figure 3-5: Posture du cou

Il est aussi important d'illustrer les proportions des épaules afin de mieux visualiser l'équilibre du haut du corps qui affecte directement la stature. En grande majorité, il semble selon les maîtres-tailleurs que cela soit causé par un déséquilibre musculaire.

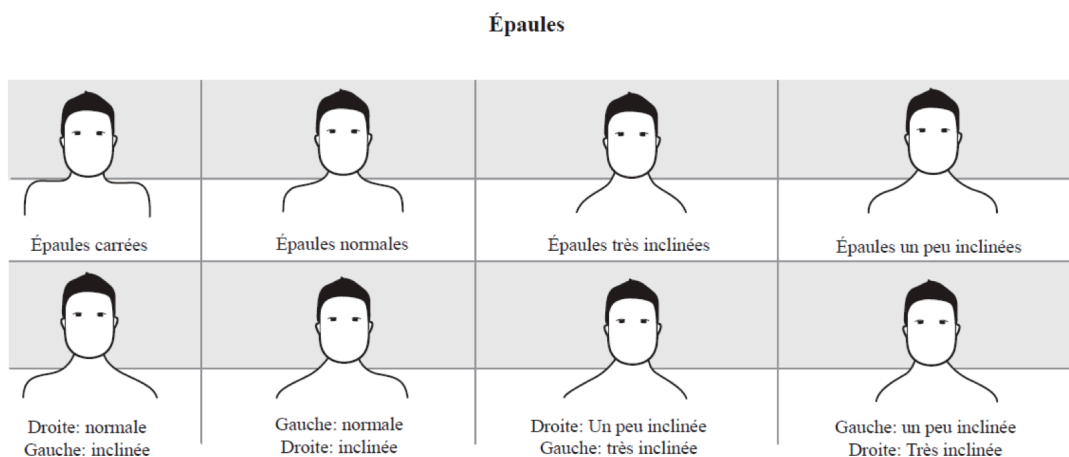


Figure 3-6: Proportions des épaules

Les maîtres-tailleurs confirment qu'un débalancement d'une partie du corps comme les épaules, les hanches, ou les bras influence directement l'aplomb global du corps et dans un tel contexte, il est important pour les producteurs en sur-mesure de comprendre ce type de variations.



Figure 3-7: Silhouettes des bras

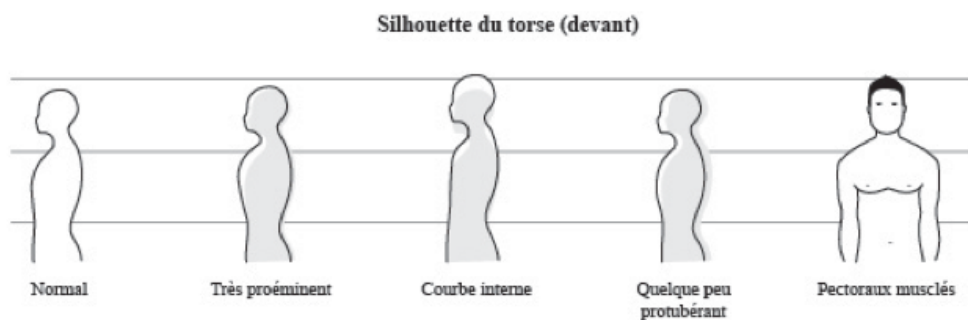


Figure 3-8: Silhouettes du torse

3.2.3.1 Les contours et la distribution de la masse

Les contours se réfèrent aux courbes organiques, en fonction de la taille, des os et de la structure ainsi que des proportions du poids et du tonus musculaire selon le type de stature. Nous avons cinq postures importantes qui caractérisent le contour du torse : normal, courbé, proéminent, haut du dos courbé avec la tête vers l'avant et courbe au haut du dos.

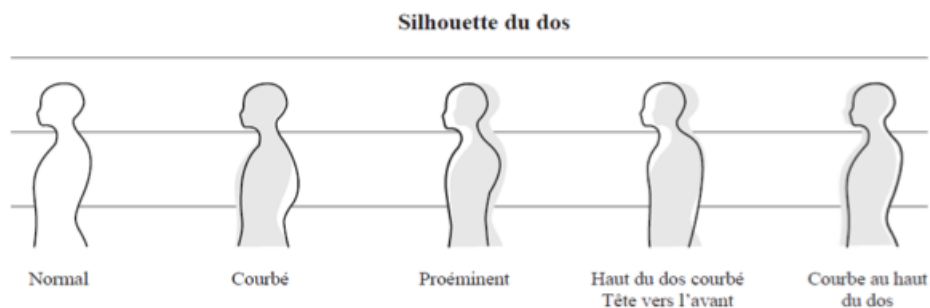


Figure 3-9: Silhouette du dos

Selon les maîtres-tailleurs, la silhouette abdominale reste l'élément le plus complexe dans la prise de mesures. Cela est majoritairement causé par l'âge, le poids, le type d'activité et la morphologie de base. La silhouette abdominale représente six variétés déclinées en : ventre normal, très plat, petit ventre, musclé, très arrondi et ventre de « bière ».

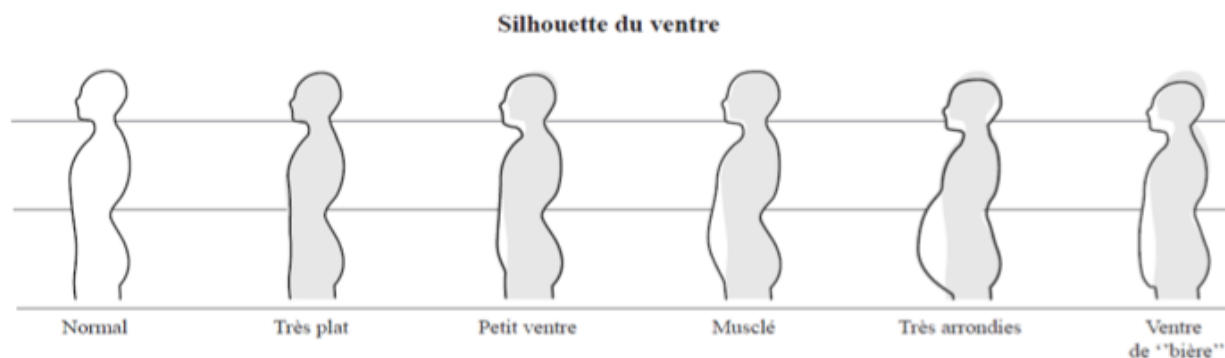


Figure 3-10: Silhouette du ventre

Les proportions des jambes ainsi que celles des fémurs et du siège doivent à leur tour être précisées afin de définir les contours et les courbes permettant d'obtenir le meilleur résultat possible concernant l'équilibre au bas du corps. Voir illustrations ci-dessous :

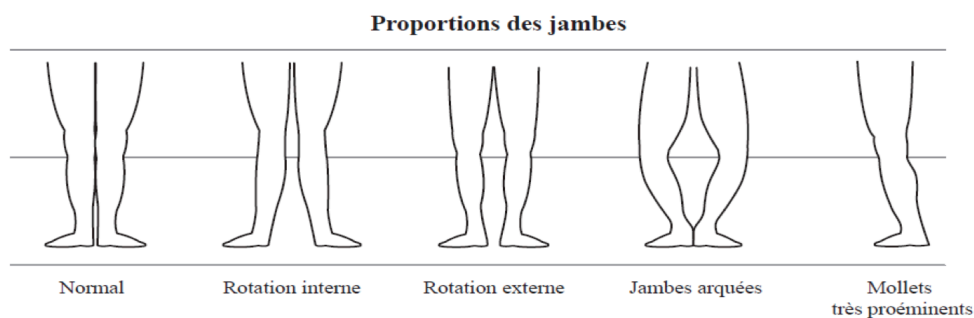


Figure 3-11: Proportions des jambes

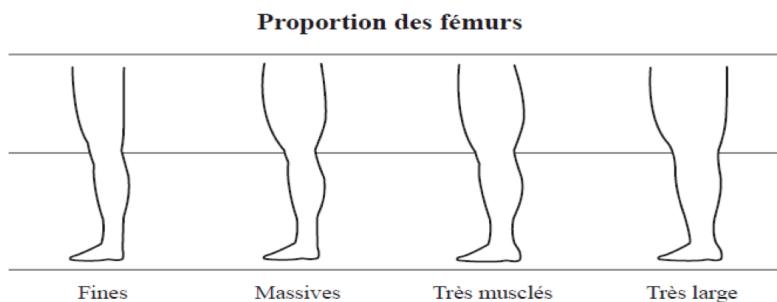


Figure 3-12: Proportions des fémurs

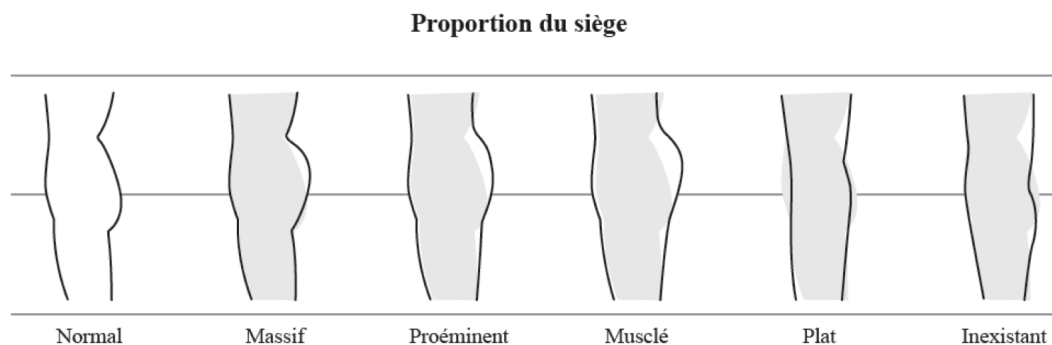


Figure 3-13: Proportions du siège

Toutefois, même si les contours du corps ouvrent des perspectives évidentes, elles n'ouvrent en fait que sur l'ajustement pour le sur-mesure. À l'heure actuelle, aucune perspective ne semble se dessiner à propos de l'identification des tailles et de l'étiquetage qui serait une voie intéressante permettant de réduire le problème de *fit*.

3.2.4 L'approche du « Sticky information »

Nous étions curieux de connaître l'approche des maîtres-tailleurs à propos des données dites « cachées » (*sticky information*) pour la fabrication d'un vêtement en sur-mesure et de savoir comment ils procèdent pour extraire ces informations. Selon le tailleur B : « *Lorsqu'un client arrive, nous remarquons immédiatement sa silhouette, sa façon de porter le vêtement, sa stature et parfois même son budget. Avec les années, nous sommes en mesure de déceler en quelques minutes ce que le client aime ou n'aime pas.* » Le spécialiste A admet : « *tu ne peux pas faire n'importe quoi, même si un client désire porter un pantalon plus court et plus ajusté, je vais toujours m'arranger pour lui confectionner quelque chose de beau afin de changer sa façon de porter le vêtement et de changer son « mindset », car autant pour le pantalon que pour le veston, cela a souvent tendance à définir l'allure du client.* »

Notre objectif étant de faire ressortir la manière d'extraire les données dites « cachées » (*sticky information*) que le consommateur ne dévoile jamais lors de l'achat d'un pantalon, nous demandons à nos spécialistes plus de précisions. « *Selon moi, le sticky est plus fort chez l'homme que la femme* » nous dit le tailleur C. « *La femme est plus complexe dans l'approche de décision, par contre avec elle il faut avoir l'heure juste. Car l'homme, une fois que tu l'as gagné, il sera ton client pour longtemps* ». Selon le tailleur A, « *De bonnes relations client-associé peuvent durer toute une vie, au grand bénéfice des deux parties mais pour d'autres clients il arrive souvent qu'ils ne te disent pas toujours lorsqu'ils ne sont pas contents, qu'ils auront plutôt tendance à ne plus revenir et tu ne sauras jamais pourquoi* ».

Cette information, qui ne peut être définie par le *body scan*, reste un problème majeur pour la prise de mesures à distance. Le maître-tailleur A nous explique que « *Les sticky info, sont un secret qui ne se divulgue pas spontanément. Pour le connaître, tu dois t'introduire dans la tête du client et pour cela, il faut gagner sa confiance* ». Mais paraît-il, on peut s'en faire une petite idée à travers son *body langage* (langage corporel).

C'est lors des dernières entrevues que nous avons compris que le *sticky info* peut être malléable, qu'il peut y avoir une attraction dans la force du *pull and push* en termes de perception du produit et du service offerts, si cela est basé sur la notion de confiance et d'expertise.

Dans ce contexte, nos hypothèses se confirment : le *sticky* se définit bien par le capital que représente le sur-mesure. Par ailleurs, il ressort de nos entrevues que toute la valeur est dans les yeux de celui qui regarde. Au final, on peut avancer que sous forme d'équation, le capital que représente le sur-mesure de masse pourrait s'expliquer comme suit :

Tableau 3.2: Calcul du *sticky information* pour le sur-mesure de masse

(La silhouette du corps + Le degré de l'image de soi / Le degré d'estime de soi) + Les actifs en termes d'habitudes et de références vestimentaires + Le degré de perception de la qualité et de l'image du produit offert + (Le degré de personnalisation du produit + les actifs créant de la valeur ajoutée du vêtement) + Le budget disponible

C'est ainsi qu'on a retenu 12 règles de mesures (objectives et subjectives) permettant d'optimiser la réalisation d'un pantalon sur-mesure.

3.2.5 Les 12 règles d'extraction de mesures

Aux dires de nos spécialistes, on peut donc définir des règles précises à respecter pour une prise cohérente et optimisée des mesures. Ce qui est difficile selon eux, c'est de conserver une méthode simple axée sur la même façon répétitive de prendre les données par différents individus.

Pour notre part, nous sommes persuadés que ces entrevues avec les maîtres-tailleurs vont aider les producteurs de sur-mesure en grand volume à identifier ce qui leur fait défaut dans leur analyse du client. Ces informations permettront de générer les données de base qui serviront à définir la gestion de la connaissance de notre système et offriront une nouvelle contribution à la littérature concernant les règles d'extraction de mesures.

Voici les 12 règles à observer par des spécialistes pour fabriquer un pantalon sur-mesure :

Règle 1 – Ω = **La dégaine (attitude, démarche)** : La posture incluant les dénivellations du corps ainsi que la façon de se mouvoir et de se tenir

Règle 2 – ν = **La « shape »** (la silhouette, la forme) : La dispersion de la masse du corps définissant la silhouette et ses proportions

Règle 3 – ψ = **Le style** (port, allure, touche) : Le produit porté au moment de la visite, les références de style, les couleurs, l'ensemble (harmonie), l'allure, voire même l'état d'usure des souliers

Règle 4 – $(f + \alpha^k)$ = **La taille et le calcul d'aisance** : il est recommandé de prendre cette mesure à la fin, car le client est beaucoup plus détendu. Chez certains, on peut faire glisser toute la main dans le pantalon pour apprécier l'aisance et chez d'autres, le doigt seulement. La densité, lors de l'heure de la prise de mesures.

Règle 5 – β = **Les hanches** (tour/niveau de déséquilibre)

Règle 6 – Σ = **Les cuisses** (gauche et droite)

Règle 7 – γ = **Les mollets** (si nécessaire)

Règle 8 – λ = **Les latérales** (longueur/déséquilibre)

Règle 9 – π = **L'entrejambe** (correspond à la longueur à partir du haut de l'intérieur de la cuisse jusqu'aux bas des pieds.)

Règle 10 – ω = **La fourche** (calcul du tour/fond de fourche)

Règle 11 – Λ, ζ = **Sticky A-B**, CHOIX basés sur les actifs en termes d'habitudes et de références vestimentaires + Le BUDGET disponible qui est toujours un élément non avoué mais inconsciemment fixé.

Règle 12 – δ^S = **Sticky C**, CONFIANCE, basé sur l'attitude et le comportement que représente le degré de l'image de soi / Le degré d'estime de soi

3.3 Entrevues patronnistes

Afin d'aller plus en avant dans la modélisation du produit, nous devons vérifier si d'autres règles ne devraient pas être ajoutées à l'étude, notamment celle des ajustements de patrons manuels et en 2D. Pour cela, nous sommes allés chercher durant l'été 2012 l'avis de deux (2) patronnistes A et B experts dans le vêtement masculin, spécialisés dans le développement de patrons et plus précisément dans les gabarits de base.

Nos entrevues ont porté sur l'ajustement des patrons ainsi que la méthode de construction des gabarits de base servant de structure pour le développement de produits. Dans un premier temps, ces données ont été corrélées aux comportements de la matière première afin de valider si elle était essentielle dans le développement d'un *fit* de pantalon. Dans un deuxième temps, nous leur avons présenté nos 12 règles propres à l'ajustement automatisé des patrons et nous leur avons demandé leur avis là-dessus. Il s'est avéré que les patronnistes sont du même avis que les experts sur l'ensemble des 12 règles, sauf une. Il s'agit de l'ajustement de la fourche en fonction des hanches, de la taille et du tour de ventre.

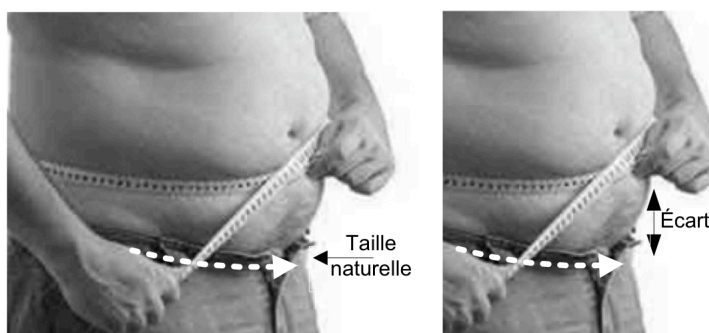


Figure 3-14: Calcul du tour de ventre

Différent du tour de ceinture, le tour de ventre correspond à la circonférence horizontale du corps mesurée à l'endroit le plus fort de l'abdomen. Cette zone se situe généralement juste au-dessus ou en dessous du nombril. Cette mesure est utile pour réaliser un pantalon de taille haute. Autrement dit, la différence entre la hauteur du tour de ceinture et celle du tour de ventre permettra d'ajuster un pantalon ayant un patron de base standard mais avec une gradation non adaptée.

Tableau 3.3: Calcul tour de ventre et de taille pour un pantalon

Tour de taille	f	= $t+3\text{cm}$
Tour de ventre	F	- <i>variable</i>
Tour de hanches	β	= $h+3\text{cm}$
Hauteur taille-ventre	κ	- <i>variable</i>
Hauteur ventre-hanches	η	- <i>variable</i>
Largeur devant	e	= $H/4+1,5\text{cm}$
largeur dos	E	= $H/4-1,5\text{cm}$

Pour la suite, le reste du succès viendra du calibrage dans la gradation selon le style de produit. Mais, selon les patronnistes A et B, il y a une contrainte concernant le développement des patrons de base. En effet, nous ont-ils confié, les manufacturiers ne seraient pas disposés à gérer 2-3 gabarits de base par style : *« Nous avons déjà travaillé sur deux patrons par style à l'époque, mais actuellement, il faut être plus rapide avec les cycles courts en développement de collection et comme nous sommes dans une économie où la qualité n'est plus un souci, seul le prix compte. »*

3.3.1 Le fit d'un patron

Nos entrevues avaient pour but de compléter cette recherche sur l'influence de la matière première pour le *fit* des pantalons dans les secteurs de l'uniforme, tenue de ville et produits athlétiques. Selon un de nos patronnistes, un bon *fit* doit s'adapter à une large part de marché et il doit donc plaire à plus d'un segment.

Par contre, le patronniste B souligne que : *« Nous avons l'impression que les consommateurs se sont habitués à la non-qualité et qu'il devient plus facile de livrer n'importe quoi. Auparavant, il aurait été impensable de livrer une commande avec plus de 7 % de défauts, aujourd'hui c'est courant. Le marché ne pourra pas continuer comme cela, c'est critique actuellement. »*

Le même patronniste B confirme qu'un bon *fit* devient presque l'ADN de l'entreprise ou d'une marque, car c'est ce qui fait la différence : *« Tu as beau avoir les meilleures matières premières, les plus belles couleurs, reste que c'est le fit qui compte, car c'est l'ajustement qui fidélise la clientèle. »*

Maintenant, on sait que le *fit* est une condition essentielle dans la production d'un vêtement en sur-mesure de masse mais encore faut-il que le manufacturier puisse bien comprendre le concept.

3.4 Résultats des entrevues et sondages avec des manufacturiers

Une fois les règles définies, nous devons voir comment les producteurs idéalisent et appréhendent le sur-mesure de masse. Il nous est apparu particulièrement intéressant de savoir ici comment ils traitent simultanément les données dans la prise de commande, la fabrication et la distribution.

Pour dresser ce portrait, nous avons procédé à trois (3) entrevues durant l'été et l'automne 2011 avec des manufacturiers de mode masculine (uniforme, tenue de ville, athlétique) du Grand Montréal et de la Rive Sud. Nous avons par la suite complété 20 sondages (sur un envoi de 80) à l'hiver 2012 auprès des donneurs d'ordre au Québec (10 % grands créateurs, 30 % détaillants et 60 % manufacturiers) afin d'avoir une vue d'ensemble dans le but de comprendre les grandes problématiques liées à la fabrication de masse, aux nouvelles technologies et de saisir les opportunités pour la fabrication en sur-mesure de masse. Il

s'agissait aussi dans ce contexte de voir comment ces importants joueurs pourraient transposer le *fit* d'un vêtement à leur production.

Les résultats de notre sondage proviennent d'entreprises manufacturières de vêtements qui utilisent les nouvelles technologies pour faciliter la prise de décision dans leurs processus d'affaires. De plus, ces manufacturiers devaient avoir l'intention de fabriquer dans une approche de *mass customization* à long terme, c'est-à-dire d'ici les 10 prochaines années. Dans ce cas, il fallait que les processus d'intention du *mass customization* soient couplés à la technologie et aux processus existants.

Pour ce faire, une analyse de vingt (20) manufacturiers sondés a été réalisée dans le but de bien comprendre le degré d'intégration des systèmes et de vérifier s'il existe un écart important dans l'industrie qui nous intéresse. Ces entrevues devaient nous permettre de faire le lien pour savoir (1) comment nous pouvons passer du maître-tailleur spécialisé dans le « sur-mesure » offrant un service adapté et individualisé à un consommateur qui entre ses propres données via un configurateur de produits dans un site internet et (2) savoir comment les grands producteurs doivent « modifier » leur approche pour transférer ces données en temps réel à une production « automatisée ».

Les méthodes de distribution des questionnaires sont celles du sondage en face à face et du sondage acheminé par courrier électronique tel que joint en annexe (3). Le recueil des données a été réalisé à l'aide d'un questionnaire comportant trois types d'échelles : l'échelle nominale, l'échelle de *Likert* (Likert, 1932 ; Malhotra *et al.*, 2007) et l'échelle ordinale.

De plus, nous avons, à l'automne 2012, réalisé une entrevue avec trois (3) fournisseurs de service de technologies en utilisant les mêmes questionnaires afin d'analyser leurs points de vue en matière d'expérience et d'offre de services pour les manufacturiers. Cette étude a été effectuée suite à une participation à « *The International Conference on 3D Body Scanning Technologies 2010 of Lugano, Switzerland* » et suite aux réactions des manufacturiers lors de la présentation de notre conférence²⁷ qui présentait l'intérêt du développement d'un configurateur de produits pour l'industrie de l'habillement. Nous avons remarqué lors de cette conférence la confusion qui semblait régner au sujet des solutions destinées à faciliter l'implantation du concept de *mass customization* chez les manufacturiers de vêtements.

Les trois (3) fournisseurs de technologies *body scanner* nous ont confirmé par la suite que les entreprises ont tendance à mal évaluer une implantation tant au plan opérationnel, qu'au niveau stratégique. Un des plus grands fournisseurs de services technologiques a montré que les dirigeants eux-mêmes ne savaient

²⁷ Bellemare, J. (2010) The Solution Of A Clothing Mass Customization Program, *International Conference on 3D Body Scanning Technologies*, Lugano, Switzerland, OCT 19-20 pp. 60-67

pas évaluer et identifier les besoins technologiques de l'entreprise lors de l'implantation ou lors de la configuration de systèmes intégrés dans une approche de personnalisation de masse. Il semble que ce problème est majeur pour l'industrie, car il repose sur l'analyse des différentes technologies et leur cohérence vis-à-vis des objectifs de l'organisation. De fait, cette étude menée en parallèle à notre recherche principale ajoute une dimension supplémentaire importante, celle de la relation entre nos différentes variables permettant de mieux comprendre le rôle des fournisseurs de service dans l'intégration des systèmes technologiques à implanter chez le manufacturier.

3.4.1 Facteurs et caractéristiques du secteur

Les différents sondages et entrevues nous ont permis d'identifier clairement les facteurs et caractéristiques expliquant les retards du secteur manufacturier de la mode et de l'habillement dans l'implantation du concept de *mass customization*. Une des principales causes est le manque d'intégration entre les technologies actuellement en place et celles offertes par les fournisseurs de services qui ne répondent pas adéquatement aux exigences des fabricants et des distributeurs. Initialement, l'enquête ciblait les indicateurs de performance et d'intégration des technologies nécessaires à l'implantation du concept de *mass customization* en entreprise manufacturière de vêtements. Et chemin faisant, les entrevues avec les acteurs ont révélé un certain nombre de facteurs et caractéristiques expliquant ce retard. Nous pouvons citer entre autres : 1) le manque de compétence technologique de la main-d'œuvre et des gestionnaires, 2) la forte résistance au changement d'une industrie marquée par le traditionalisme des méthodes de travail, 3) le manque de proactivité et de veille technologique, 4) une carence des investissements en capital requis au sein d'une industrie pour laquelle le financement est difficile, sans compter 5) la mauvaise presse de certaines implantations autant des nouvelles technologies que du concept de *mass customization* chez des acteurs importants de cette industrie.

3.4.2 Le cadre conceptuel du sondage

Les principaux objectifs de ce sondage sont axés sur l'intégration des nouvelles technologies dans les processus d'affaires des manufacturiers de vêtements désirant offrir le concept de *mass customization*. En plus de reconnaître le concept du sur-mesure de masse, cela permet de valider si les indicateurs de performance et d'intégration des technologies disponibles ont, ou non, une incidence sur les réponses qui permettront de comprendre les facteurs et caractéristiques qui expliquent les retards du secteur manufacturier de la mode et de l'habillement face à l'implantation du concept de *mass customization* d'un point de vue technologique. Ainsi, s'agira-t-il de répondre à un triple questionnement : d'abord, nous cherchons à savoir si le niveau des indicateurs de performance et d'intégration utilisés (faible vs élevé) a une influence sur les réponses ; puis, si la nature des indicateurs employés (performance vs intégration) a

une incidence sur les processus d'affaires ; enfin, si les processus d'affaires de prise de commande, de fabrication et/ou de distribution jouent un rôle d'influence sérieux au niveau des indicateurs de performance et d'intégration sur les réponses.

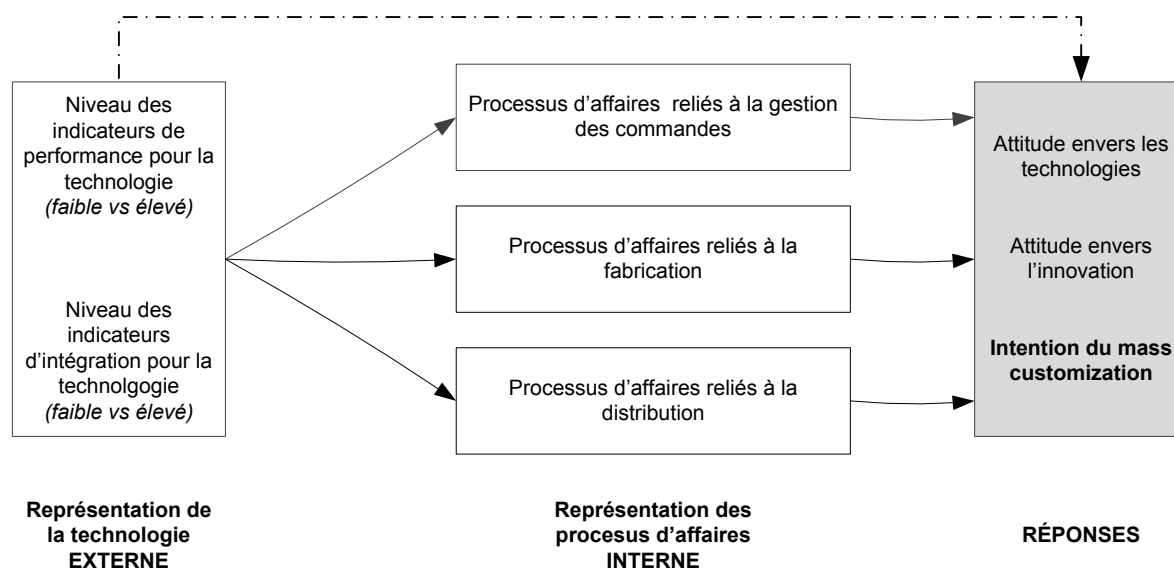


Figure 3-15: Cadre conceptuel du sondage auprès des manufacturiers

Ainsi, nous sommes dans la situation de deux variables indépendantes (le niveau des indicateurs de performance pour la technologie et le niveau des indicateurs d'intégration pour la technologie) à deux niveaux chacune (faible vs élevé). Ces variables sont de type externe et représentent la promesse offerte par les fournisseurs de technologies et de services à cette industrie. La relation entre ces variables indépendantes (externe) et dépendantes (interne) est définie par le rôle des processus d'affaires de l'entreprise manufacturière de mode.

Pour ce qui concerne les variables dépendantes, nous avons retenu trois sortes de réponses fréquemment utilisées dans la gestion des opérations sur les effets de la technologie, à savoir l'attitude envers les technologies (Toffler, 1970; Davis, 1993/03), l'attitude envers l'innovation (Ostlund, 1974 ; Rogers, 1983 ; Venkatraman, 1991; Midgley and Dowling, 1978) et l'intention réelle du *mass customization* (Pine, 1993; Teresko, 1994; Kotha, 1995, Duray et al., 2000).

L'intégration des processus d'affaires pour prédire et expliquer les effets des indicateurs est justifiée par le rôle des processus du manufacturier dans l'interprétation de la technologie externe que représente le degré d'innovation suggéré par les fournisseurs de technologie. En effet, c'est grâce au processus d'affaires selon Henderson & Venkatraman (1999), que le manufacturier pourra se former une idée concrète du niveau d'intégration et de performance pour la technologie implantée ou à être implantée.

3.4.3 Les indicateurs d'intégration et de performance

Nos résultats confirment que **les effets des indicateurs de performance** les plus significatifs étaient ceux axés sur les technologies de transfert de données et d'information telles que les technologies EDI, RFID, codes-barres. Les répondants indiquent que les indicateurs de performance basés sur les approvisionnements, la gestion opérationnelle interne de la production et la distribution ont un effet immédiat sur les processus d'affaires et que ces technologies sont exigées par les partenaires d'affaires en amont ou en aval de la firme manufacturière (fournisseurs, distributeurs, détaillants).

Lors des entrevues, **les effets des indicateurs d'intégration** les plus critiques sont ceux axés sur les autres technologies telles que ERP, SCM, MES visant l'optimisation des processus internes. Les répondants confirment que ces technologies demandent des changements plus importants au sein de l'entreprise et qu'elles touchent principalement le cadre de la gestion. Selon certains, leur implantation est souvent plus longue et les améliorations apportées aux processus sont souvent moins facilement mesurables.

Nos résultats révèlent que plus de la moitié (61 %) des entreprises ont des systèmes technologiques moins bien intégrés et que les indicateurs de performance ne sont pas adéquats. De plus, près d'un quart (12 %) des mêmes entreprises confirment que les systèmes en place sont lourds et difficiles à gérer et qu'ils répondent mal à la structure actuelle en termes de performance et d'intégration des processus.

3.4.4 L'attitude envers les technologies

Les résultats du sondage sur **l'attitude envers les technologies** confirment que la difficulté du secteur à attirer des cadres et des gestionnaires chevronnés a souvent pour origine le fait que peu d'entreprises offrent des perspectives attirantes aux candidats. Les entrevues confirment que les PME ne peuvent se permettre d'offrir des salaires compétitifs pour obtenir et retenir de telles compétences. Ainsi, près de 70 % des répondants disent que les technologies ne sont pas encore prêtes à être mises en place et qu'il vaut mieux attendre encore quelques années avant de faire des acquisitions et de voir la réaction du marché au concept de *mass customization*.

3.4.5 Les variables indépendantes et dépendantes

L'intégration des processus d'affaires pour prédire et expliquer les effets des indicateurs se justifie par le rôle des processus du manufacturier dans l'interprétation de la technologie externe que représente le degré d'innovation suggéré par les fournisseurs de technologie. En effet, c'est grâce au processus d'affaires que le manufacturier pourra se faire une idée concrète du niveau d'intégration et de performance concernant la

technologie implantée (ou à implanter). Le tableau 3.4 ci-dessous exprime les résultats des niveaux d'indicateurs des 20 manufacturiers sondés, basés sur une échelle de 1 (très faible) à 10 (très élevé).

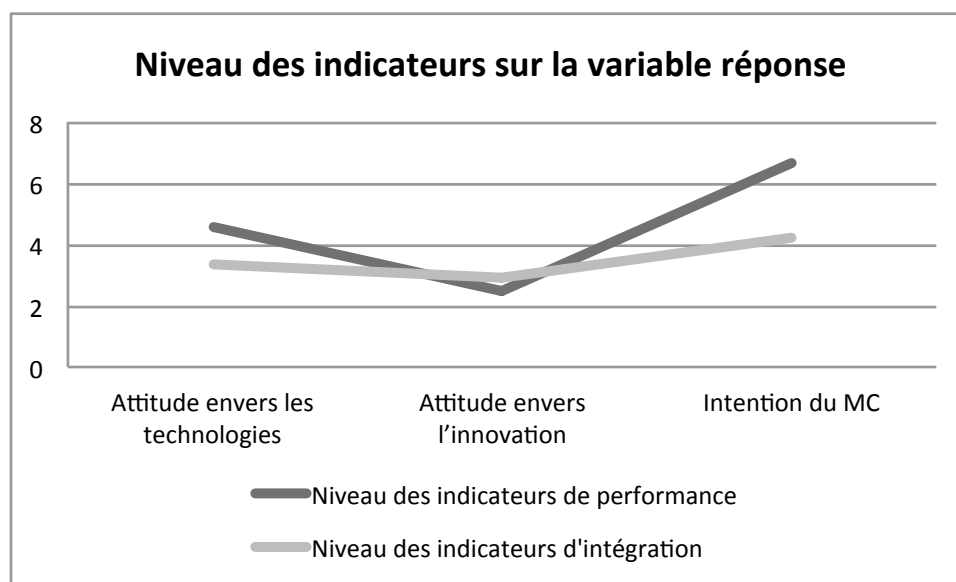
Tableau 3.4: Moyenne des indicateurs sur la variable réponse

VARIABLE RÉPONSE	Niveau des indicateurs de performance	Niveau des indicateurs d'intégration
Attitude envers les technologies	4,613	3,331
Attitude envers l'innovation	2,472	2,906
Intention du MC	6,679	4,254

Les résultats concernant l'effet des niveaux des indicateurs de performance et d'intégration des technologies sur les trois variables réponses se sont révélés conformes à nos attentes. Ils ont montré dans l'ensemble un niveau d'intégration de moyen à faible sur chacune de nos variables réponses. Les effets les plus vulnérables sont l'attitude envers l'innovation (respectivement 2,472 ; 2,906) suivie de l'attitude envers les technologies (respectivement 4,613 ; 3,331), car seul le niveau des indicateurs de performance (6,679) couplé à l'intention du *Mass Customization* reste positif dans l'ensemble.

Nous présentons au tableau 3.5 les résultats en utilisant deux tracés de niveau d'indicateurs soit de performance ou d'intégration de la technologie utilisés dans la gestion des opérations afin de mieux comprendre le niveau des indicateurs sur la variable réponse.

Tableau 3.5: Niveau des indicateurs sur la variable réponse



Nous pouvons remarquer que le tracé au niveau des indicateurs d'intégration est plus faible que celui de la performance. Comme vu auparavant, nous croyons que ceci est probablement causé par des systèmes en place trop lourds et difficiles à gérer et répondant mal à la structure actuelle en termes d'intégration des processus dans cette industrie. Par contre, lorsque nous regardons le tracé au niveau des indicateurs de

performance, il semble que l'intention réelle du *mass customization* soit très importante mais que l'attitude envers l'innovation ne soit pas au rendez-vous. Dans les deux cas, il est intéressant de constater que les niveaux ne sont pas très élevés pour une industrie si importante en Amérique du Nord. D'après les trois (3) fournisseurs de services interrogés, le problème de l'industrie est lié à la méconnaissance de cette technologie. Selon eux, celle-ci apporte une nouvelle façon de planifier et modifie les méthodes de travail, créant ainsi une forte résistance au changement de la part des utilisateurs. Sans comprendre la réelle valeur ajoutée qu'apportent ces nouveaux processus, les entreprises du secteur ont tendance à délaisser les nouveaux systèmes mis en place pour revenir aux anciens systèmes. Le haut taux de roulement du personnel dû aux salaires trop bas de la main-d'œuvre de cette industrie doit vraisemblablement contribuer aussi à la difficulté d'implantation et surtout à la maintenance des systèmes. Ceci entraîne une perte dans le transfert des connaissances engendrant des problèmes et créant une forte appréhension de l'approche du concept de *mass customization*.

Une autre caractéristique importante est le manque d'innovation, qui ne se résume pas à une simple question de technologie, soutiennent les fournisseurs de services mais qui s'appuie également sur des méthodes de travail peu attrayantes. À ce propos, on sait que la présence d'équipes motivées et responsables est un trait distinctif des organisations prospères.

De ce fait, l'absence de partage d'information au sein des processus d'affaires de l'industrie de la mode et de l'habillement représente un problème de taille. Nous avons pu remarquer que la prise de décisions se fait systématiquement à la dernière minute et que la gestion de crise est constante. En réalité, une grande majorité d'entreprises ont de sérieux problèmes de gestion, de contrôle et de réactivité, en raison d'un manque de vision flagrant sur l'ensemble de l'organisation aussi bien d'un point de vue interne qu'externe.

Seulement deux des 20 répondants déclarent être satisfaits des systèmes mis en place et se disent prêts à poursuivre leur expérience de *mass customization*. Les fournisseurs de technologie confirment que les entreprises doivent comprendre qu'une technologie n'est pas une fin en soi et que cela exige beaucoup d'investissements à la fois financiers et humains.

3.4.6 Les technologies et l'innovation

D'un autre côté, il fallait évidemment comprendre comment ils se perçoivent, comment ils voient leur mission et comment ils peuvent envisager l'intégration d'un nouveau concept comme celui-là. Ils disent être parfaitement conscients que l'innovation est la clé centrale dans les processus d'affaires. « *Ce n'est pas une fonction R-D* », souligne un important manufacturier dans le vêtement de sport. « *Elle doit faire partie intégrante dans l'entreprise* » rajoute-t-il. Certains manufacturiers remettent en question la façon

qu'est présenté le concept de mass customization. *« Avoir des chiffres qui démontrent que mon investissement de temps va me rapporter tant dans deux ans. » Ce sont les clients qui vont m'amener le retour (ROI). »*

Le discours des manufacturiers est clair sur le manque d'intégration des systèmes *« car actuellement, j'ai l'impression qu'on ne me demande d'investir de l'argent dans la technologie que pour dépenser de l'argent dans la technologie. On doit d'abord me dire comment me structurer pour que je puisse faire cela. Le momentum dans l'innovation: tu dois être là ni trop tôt ni trop tard. Comme le marché n'est pas encore totalement ouvert au concept du sur-mesure de masse, il vaut mieux attendre dans notre cas, même si l'idée est alléchante. Nous préférons regarder ce qui se passe afin de mieux comprendre les règles du jeu »* a tenu à nous préciser un important manufacturier dans les uniformes. *« L'idée avec la personnalisation et le sur-mesure de masse, c'est de démontrer que c'est un processus qui touche tout le monde dans l'entreprise et que tous doivent être impliqués. Supposons que j'amène un nouveau produit à personnaliser et que j'ai bien identifié mon besoin client, ça veut dire que mes ventes et mon marketing web sont impliqués, la R-D avec toutes ses compétences a fait un beau produit et mon système manufacturier est en mesure de le produire efficacement et à un prix compétitif, cela demande aussi à mon service à la clientèle d'être en mesure de supporter ce nouveau produit 24 h/24 h, une adaptation de mon système administratif, ça touche tout le monde ! Donc, l'organisation, c'est l'idée de système, de transformation de l'ensemble de l'entreprise qui est mobilisé pour que ce soit un succès. Vous imaginez l'impact que cela va avoir dans mon entreprise, car dans la réalité, mes processus ne sont pas prêts, voire même pas capables de répondre à ce changement. »*

Les résultats de nos entrevues indiquent que la survie des entreprises manufacturières passe inévitablement par l'innovation surtout dans le contexte actuel de mondialisation des marchés. Le président d'une PME spécialisée en tenues de ville s'explique en disant ceci : *« on n'a pas le choix. Il faut faire de l'innovation parce que la mondialisation fait que les clients ont beaucoup de choix et il faut leur arriver avec quelque chose de nouveau sinon on se fait manger la laine sur le dos ».*

Les trois (3) fournisseurs de service en ont profité pour clarifier leur position. Ils expliquent que l'innovation dans le contexte dont on parle pour l'industrie, ce n'est pas la technologie : *« Les entreprises ont tendance à associer innovation et technologie, encore aujourd'hui. Or, l'innovation, ce n'est pas qu'une question technologique. La technologie body scan est juste un outil, or l'industrie pense que c'est l'apogée. La définition de l'innovation, c'est d'amener des solutions inédites à des clients. Donc, c'est très simple. C'est d'amener quelque chose de nouveau, qui n'a jamais été fait avant et qui sert le client. Alors, la technologie pour la technologie, ce n'est pas nécessairement de l'innovation ».*

Les résultats de nos entrevues indiquent effectivement que ce n'est pas l'innovation pour l'innovation qu'on recherche mais l'innovation au service de la stratégie d'entreprise. La voie d'avenir à emprunter est celle d'une innovation pragmatique qui permette de surfer sur la vague d'un exigeant contexte de personnalisation mais aussi de « sur-mesure de masse » pur qui permettra de se distinguer positivement de la concurrence aujourd'hui mondialisée.

3.4.7 L'avenir du mass customization

Les trois (3) manufacturiers indiquent qu'un vêtement prêt-à-porter pour hommes est un vêtement qui va à la moyenne des hommes mais qui a toujours besoin de retouches pour qu'il puisse aller vraiment. L'achat d'un vêtement sur-mesure est un achat plus personnalisé et c'est ce que le « sur-mesure de masse » doit viser. Cela exige des mensurations précises, une étoffe et des détails de confection sélectionnés par le client, néanmoins le tout sera basé sur un modèle de configuration commun créé par un concepteur-designer et dont on fera une adaptation personnalisée unique.

Les trois (3) manufacturiers intéressés par l'implantation du système font remarquer que la technologie existe mais qu'il n'y a aucun modèle d'affaires adéquat qui utilise une interface réellement efficiente. Ils disent rencontrer plusieurs contraintes, dont celle qui réside dans l'incapacité des systèmes actuels à savoir comment extraire les bonnes données. Lorsqu'il y a du sur-mesure en entreprise, il semble que la moyenne pour la prise de mensuration varie entre 12 et 20 min. Il est nécessaire de réduire le temps d'extraction de ces données à une durée limitée mais cela est difficile à faire.

Le manufacturier spécialisé dans l'uniforme a soulevé un point qui nous paraît important, c'est celui du non quantifiable et des mesures non traditionnelles que le *body scan* ne peut pas effectuer. Après plusieurs foires et rencontres avec des fournisseurs, il a recensé un certain nombre de contraintes provoquant l'incapacité des systèmes à soutenir les processus d'affaires dans la personnalisation : les entreprises ne savent pas quoi prendre comme donnée, la maintenance du système serait trop compliquée et il faut réduire les données à un nombre limité, sans compter les problèmes posés par le non quantifiable et les mesures non traditionnelles. « Un vrai casse-tête », affirme-t-il.

3.4.8 Les grandes problématiques

On peut constater rapidement que la vision traditionnelle du *fit* est fixée sur l'aspect quantitatif et qu'on ne tient pas compte de l'approche qualitative. Avec le « fait sur-mesure », les fabricants peuvent modifier les mensurations de la coupe et de l'assemblage et apporter tous les ajustements à la silhouette du client, en suivant les indications transmises.

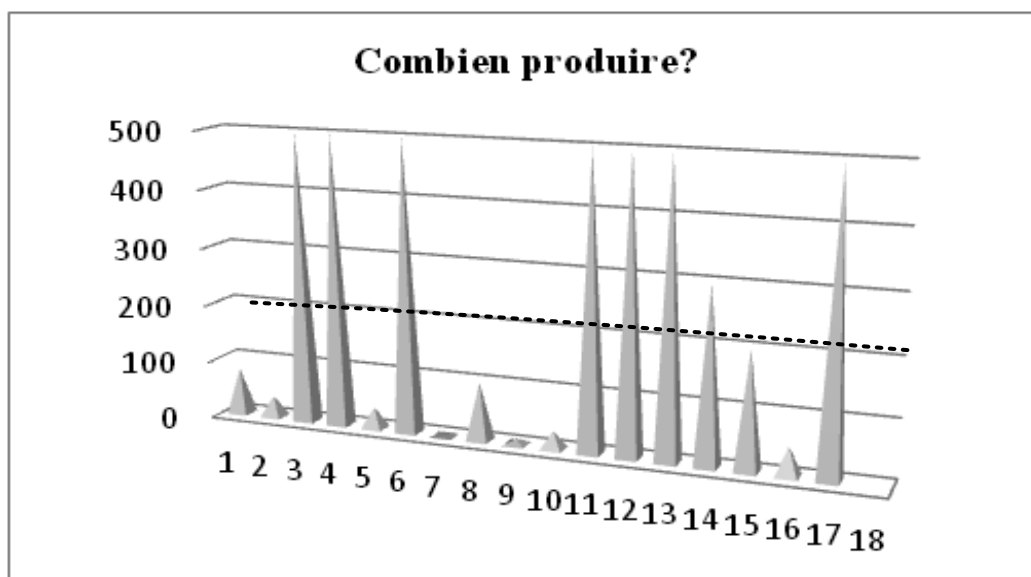
Deux (2) manufacturiers spécialisés dans le complet pour hommes nous ont affirmé qu'un complet en sur-mesure ne coûte que 20 à 30 % plus cher que le modèle prêt-à-porter du même manufacturier, une différence qu'un nombre grandissant d'hommes est prêt à assumer pour atteindre un tel niveau de personnalisation. Mais, le réel problème selon eux semble de savoir comment transposer le *fit* d'un vêtement à la production.

3.4.8.1 Concept de capacité dans le processus

La popularité du concept de *mass customization* comme principe de personnalisation de masse et de co-création via l'Internet, soulève la question de l'efficacité des techniques traditionnelles et des méthodes de production. Nous avons posé la question dans notre sondage (en annexe 3) : selon-vous, combien d'unités minimum sont nécessaires pour qu'on parle non pas simplement de sur-mesure, mais de « sur-mesure de masse » ?

Les résultats à cette question varient selon l'expérience des fabricants. Selon eux, il faut avoir la capacité de produire un volume d'au moins 200 unités respectant les exigences de qualité du client pour qu'on puisse parler non pas simplement de sur-mesure, mais bien de « sur-mesure de masse ». Le tableau 3.5 ci-dessous présente les résultats des sondages.

Tableau 3.5: Volume de production nécessaire en sur-mesure de masse



En dessous de cette quantité, nous sommes dans le mode artisanal dit « *craftproduction*²⁸ ». Il ressort de ce

²⁸ Production dite artisanale

constat que plusieurs entreprises offrant des produits sur le web en sur-mesure de masse n'ont pas la *capabilité*²⁹ dans leur processus d'affaires, et cela, les rend particulièrement vulnérables en termes de rentabilité.

3.4.8.2 Concept d'adaptabilité dans le processus

Une question importante fut soulevée par un manufacturier spécialisé dans la tenue de ville lors d'une entrevue : « *comment pouvons-nous faire mieux dans le sur-mesure comparativement au maître-tailleur ?* »

Cette question ou plutôt cette remarque nous a fait faire le lien avec le consommateur pour nous demander à notre tour comment on peut passer du tailleur qui prend les mesures, à monsieur Tout-le-Monde qui rentre ses propres données sur un site internet à l'aide d'un configurateur et que les grands producteurs doivent par la suite « modifier » pour les transférer à la production automatisée. Les réponses qu'on m'a données furent à 80 % négatives. On m'a répondu que l'adaptabilité du processus requiert un produit parfaitement ajusté, que cela prend un volume de production conséquent, qu'il faut éviter de prendre le moindre risque et surtout les retours dans la marchandise. Ces réponses ont laissé chez l'ensemble des opérateurs une impression mitigée en ce qui concerne l'adaptabilité du processus. L'exemple de *Modasuite*³⁰ a fait réfléchir même les plus optimistes.

En effet, c'est en mars 2010 qu'une nouvelle plateforme Web participative consacrée à la mode pour homme fut lancée. Utilisant la technologie Web 2.0, l'achat de vêtements griffés sur-mesure venait d'être redéfini. La pièce désirée était confectionnée grâce à quelques mesures fournies par le client et livrée dans les 10 à 15 jours suivant la commande. Un large éventail de complets et de vêtements dessinés par un designer à un prix accessible variant entre 400 \$-500 \$ pour un complet et 150 \$ et 180 \$ pour un pantalon était offert. Mais *Modasuite* a dû fermer boutique en 2012 à cause principalement du problème d'adaptabilité dans les processus et l'importance du *fit* dans la production de masse.

3.4.9 L'importance du *fit* dans la production de masse

Lors d'une visite en entreprise, nous avons fait une analyse rapide d'un *fit* de pantalon d'usine qui va nous confirmer que les tailles en stock varient sensiblement d'un style à l'autre. L'offre de pantalons s'est déjà

²⁹ Mesuré selon la proportion des extrants qu'on peut produire et qui rencontrent les exigences établies, la capabilité implique qu'il faut s'attaquer aux variations aléatoires du processus afin qu'il soit capable de respecter les spécifications.

³⁰ www.modasuit.com

complexifiée depuis que les fabricants proposent plusieurs longueurs de fourches pour la même taille. Selon un de ces fabricants, pour qu'un consommateur puisse trouver un pantalon de bonne taille, il faut en essayer de trois à six. Sans compter les problèmes reliés à la constance de la coupe et de la confection. En mesurant au hasard une taille 36 chez un manufacturier, seulement 8 pantalons sur 12 étaient de la taille adéquate, les autres variaient entre un demi et un quart de pouce. Par contre, en mesurant une taille standard sous l'étiquette 34, nous avons trouvé des pantalons dont les tailles avaient une variation entre 36 et 38. Soit deux pouces de plus que la taille normalisée et étiquetée en magasin.



Figure 3-16: Variation de tailles réelles d'un pantalon 34 de taille 38

Le manufacturier nous déclare qu'il est presque impossible d'obtenir des lots de fabrication sans variation dans les grandeurs. Cela serait causé par la qualité dans l'angle de la coupe, la préparation, le degré d'exécution dans la confection et une multitude d'autres facteurs. Un producteur ajoute qu'il faut avoir une équipe spécifiquement dédiée au *fit* sur un plancher de production, et cela, est très coûteux.

Cependant, les manufacturiers sont unanimes pour dire que les gabarits servant à créer des patrons de base doivent être adaptés. Il concède que *« cela doit être difficile pour une nouvelle entreprise qui décide de se lancer en affaires, car nos gabarits de base sont ceux qui nous différencient des autres et c'est notre marque. De plus, nous devons développer nos propres standards de tailles ce qui prend des années à développer. Tu ne peux pas te fier aux chartes de mensurations désuètes, car depuis quelques années les grandeurs (sizing) par territoire/population changent rapidement »*. Dans ce contexte, personne n'a répondu sur la question du *vanity sizing* offert par les magasins.

3.5 Conclusion et éléments clés

Nos entrevues ont confirmé que si le concept de « sur-mesure de masse » fonctionne, il sera primordial d'investir sur le décodage de l'information et l'extraction de données ainsi qu'une plus grande compréhension de tout ce qui a trait à la relation client, avec un consommateur qui dispose aujourd'hui de

moins en moins de temps pour effectuer son magasinage. Nous fûmes surpris de constater que nos résultats d'entrevues et de sondages démontrent que ce sont les manufacturiers impulsivement désireux de mettre en place un concept de personnalisation qui offrent les plus fortes résistances à l'implantation du concept. En revanche, les résultats nous ont donné l'occasion d'apporter un complément d'information appréciable pour développer le *fit* dans un programme de *mass customization* pure concernant le vêtement. L'analyse de l'ensemble des résultats nous permet d'identifier cinq (5) grands éléments possiblement utiles à l'implantation d'un concept de *mass customization* pure : le développement de l'innovation, l'organisation, la vision, l'application, ainsi que la configuration et la conception.

3.5.1 Le développement de l'innovation

Quoique que nous fussions déjà bien sensibilisés sur la nécessité de l'innovation, les résultats de nos entrevues nous ont confirmé que les manufacturiers n'ont pas le choix. Ils doivent dépasser les anciens modèles d'affaires qui ne sont plus appropriés pour axer leurs efforts sur l'innovation. En fait, selon les réponses recueillies, ils savent qu'il faut faire de l'innovation mais ils ne savent pas comment s'y prendre. Un grand donneur d'ordres nous signifiait qu'il faut attendre, regarder le marché et faire du *benchmarking* sur les meilleurs modèles d'affaires parce que selon lui « *le mass customization ça s'organise, c'est quelque chose de structuré et il faut développer une solution inédite qui serve notre client.* » Dans ce contexte, l'important pour les manufacturiers c'est de comprendre comment on s'organise pour être capable d'attacher le sur-mesure de masse à la stratégie manufacturière de l'entreprise et répondre adéquatement aux besoins du client. Mais pour ce faire, l'innovation doit être appuyée par la technologie comme support dans le modèle d'affaires.

3.5.2 L'intégration des technologies

Les technologies existent, mais il semble que les interfaces n'existent pas. Un manufacturier nous a déclaré : « *Nous avons tenté l'expérience il y a deux ans et nous avons été confrontés à une contrainte : l'incapacité des systèmes à intégrer les processus de commandes et de fabrication. Prenons, le système de patron 2D qui offre une tonne de possibilités, mais les employés apprennent par eux-mêmes et ne sont pas en mesure d'intégrer les données du body scan, qui ne sait pas quoi prendre comme donnée pour ajuster les fits des patrons et ainsi de suite. Cela devient facilement limité.* » Les fournisseurs de technologies doivent cesser de travailler en solo et offrir une solution globale pour les manufacturiers.

3.5.3 La configuration

L'analyse démontre également que le configurateur de produits est un outil indispensable pour réaliser un produit en sur-mesure de masse de façon économique. Il est d'autant plus nécessaire que l'on constate

facilement que le manque d'information et de communication entre les différents acteurs spécialisés dans la distribution de technologies est flagrant. Les logiciels semblent être conçus pour travailler individuellement. Il existe une vraie faille, voire un trou complet dans l'application de la technologie de la prise de mesures avec la technologie reliée à la coupe et l'assemblage. La prise de mesures reste un élément à risque, car la complexité de l'extraction des données jumelées à la variation des différentes morphologies ne semble pas toujours bien définie. Sans compter que certaines mesures ne se prennent pas mécaniquement.

3.5.4 La conception

Une des clés du succès vise la conception des processus et la conception de produit. Un manufacturier explique : *« Lorsque vous produisez un produit fit et que le client est insatisfait, vous ne pouvez plus rien faire lors du retour. Cela devient une perte nette et directe. Nous avons fermé notre processus en mass customization, car il ne créait pas de valeur ajoutée, au contraire avec les retards et les erreurs il a nui à notre image de marque. »* Il faut dans ce cas resserrer les paramètres et standardiser préalablement les processus manufacturiers, car il est très facile de perdre le contrôle.

3.5.5 La vision

C'est là un point important à retenir selon les spécialistes du secteur qui soulignent que la vision traditionnelle du *fit* chez l'homme est concentrée sur l'aspect quantitatif et ne tient pas compte du qualitatif. Pourtant, les mesures propres aux produits ne comptent que pour 35 % du résultat final, car selon les tailleurs, 40 % visent le style et le tombé mais que 25 % du *fit* seraient alloués à la relation et la confiance entre le client et le spécialiste : c'est la compétence distinctive. Un tailleur insiste : *« Comment voulez-vous vendre quelque chose de fit, si vous ne voyez pas le client ? »*

Cela confirme l'importance des données non quantifiables et les mesures non traditionnelles. Mettre au point une nouvelle façon de voir la conception de base, c'est le cas du *sticky information* jumelé aux données brutes pour réaliser un vêtement. Un spécialiste confirme : *« Bien sûr, ça demande de changer les méthodes de travail. Il faut plus de flexibilité. Éventuellement, il faudra aussi étudier les impacts sur les métiers de patronniste et de designer et modifier la formation en conséquence. »* L'impact va ainsi plus loin que le simple vêtement mais tend à la redéfinition totale d'un métier.

CHAPITRE 4 RÉSULTATS DU PLAN D'EXPÉRIENCES

Dans ce chapitre, que nous avons divisé en six sections, nous nous pencherons sur les résultats du plan d'expériences. Pour des besoins de clarté et d'efficacité, la première partie traite des résultats de la sélection des 60 sujets humains étudiés pour notre collecte de données et la deuxième partie présente l'expérimentation et les résultats de la prise de mesures par *body scan* et manuelle, ainsi que la comparaison entre ces deux types de mesures qui permet de définir certaines données structurantes pour notre recherche. Nous retrouvons, dans la troisième partie, les résultats de la représentation de la densité et son effet sur le *fit* d'un vêtement. La quatrième partie présente une analyse des résultats de la prise de mesures et la représentation des classes par silhouettes (*Body Shape*) en fonction de l'âge, des formes, de la posture et des variations.

Nous couronnerons ce chapitre en cinquième partie avec les résultats des conditions d'essayages et d'évaluation avec des questionnaires et les tests d'essayages de pantalons, et ce, en effectuant une brève analyse se rapportant à l'aspect subjectif d'un *fit*. Nous terminons cette dernière partie par une conclusion sur les résultats de la représentation de la densité, du *sticky information* et des silhouettes que représente notre collecte de données.

4.1 Sélection des 60 sujets humains

Un certificat d'éthique (No CÉR-10/11-25) a été préalablement émis à l'automne 2011 par la Direction de la recherche et de l'innovation afin de procéder pour ce projet de recherche avec des sujets humains. Les candidats au premier volet ont été recrutés à l'automne 2011/hiver 2012 et ceux du deuxième volet à l'été 2012 par le biais de deux grands centres sportifs de Montréal et sélectionnés selon des besoins précis. Il est à noter que les sujets devaient faire de l'activité physique au moins une fois par semaine, et ce, peu importe le type d'activité. Le sujet devait se vêtir de vêtements actifs *sportswears* et de tenues de ville au cours d'une année complète. De plus, ce segment sportif a montré que l'individu pouvait avoir un poids en variation au cours de l'année, ce qui rendait l'étude enrichissante en termes de variation de la densité.

Pour ce faire, des mesures relevées à l'aide d'un *body scan* économique, par la densité et de façon manuelle, ont été effectuées dans le premier volet sur 48 sujets entre novembre 2011 et février 2012 mais seulement 40 des 48 hommes dont l'âge se situe entre 18 et 69 ans et ayant un poids variant entre 130 et 260 livres ont été retenus. La raison d'exclure certains sujets était principalement causée par un problème d'extraction de l'avatar basé sur une disproportion de l'imagerie corporelle que nous expliquerons plus tard. Une deuxième collecte a été effectuée par la suite pour le second volet en juin et juillet 2012 afin de compléter le nombre de 60 et de parfaire notre étude.

4.2 Résultats de la prise de mesures par *body scan* et manuelle

Nous verrons dans ce point les résultats de la prise de mesures de façon manuelle et par *body scan* puis nous analyserons l'écart et les variations entre les deux méthodes. Nous avons effectué des tests de prises de mesures en 2010-2011 avec certains *body scan* afin d'établir un protocole de prise de données. L'objectif était de définir une expérimentation efficace afin de comparer les deux méthodes (*body scan* et manuelle) et de mieux comprendre la complexité d'extraction des mesures réelles d'un individu.

4.2.1 L'expérimentation par *body scan*

Selon notre plan d'expériences, nous avons besoin d'un *body scan* accessible pour nous donner un avatar et une définition des jambes (extraction complète des données y compris les mollets et de l'entrejambe). Nous avons étudié les 40 premiers sujets au premier volet à l'aide de deux *Kinect 3D Microsoft* et utilisé le logiciel d'extraction de mesures de la compagnie *TC2*. L'utilisation de la technologie *body scan* économique a rapidement fait ressortir des problématiques dans la qualité des mesures. Par la suite, nous avons utilisé le *body scan* de *TC2* pour colliger le reste des données nécessaires lors du deuxième volet.

L'utilisation de la technologie *body scan* pour la prise de mesures pour homme fut facile, par contre l'identification des problématiques dans la qualité des mesures a provoqué quelques retards et nous avons dû écarter certains sujets pour cause de non-qualité d'extraction. Comme le temps alloué à chaque individu était de 20-30 minutes minimum, il fallait être rapide et avoir la même façon de procéder pour chacun afin de ne pas biaiser la prise de données. Certains sujets portaient un caleçon de type boxer qui déformait l'algorithme de la prise de mensuration par *body scan*, rendant inefficace la prise de mesures des hanches, de l'entrejambe et de la taille.

Nous avons finalement dû retirer de notre collecte quatre sujets, car ils portaient un caleçon de type boxer ainsi que 12 autres parce que la prise n'était pas adéquate et trois parce que les tailles étaient soit inférieures (28 pouces) soit supérieures (44 pouces) à ce que l'on cherchait.

De plus, nous devions constamment expliquer l'objectif de notre étude ainsi que le rôle principal que joue la technologie *body scan* dans un programme de sur-mesure de masse. Il faut savoir dans ce contexte qu'un *body scan* permet l'extraction de données de type circulaire et statique, cependant il ne permet pas de tailler un vêtement sur-mesure. Cette incapacité du *body scan* en a surpris plus d'un, dont certains petits fabricants lors de nos entrevues et plus de 50 % de nos sujets. Ils pensaient que cette technologie était à l'avant-garde et donc plus poussée.

Le *body scan* donne des mensurations circulaires mais ne donne pas la valeur exacte de ce que représente la densité. Ci-dessous, nous présentons deux sujets ayant sélectionné les mêmes pantalons lors de

l'essayage. Ils ont sensiblement le même poids mais une densité complètement différente ; l'un a une forme en X et l'autre s'approche d'une forme H.

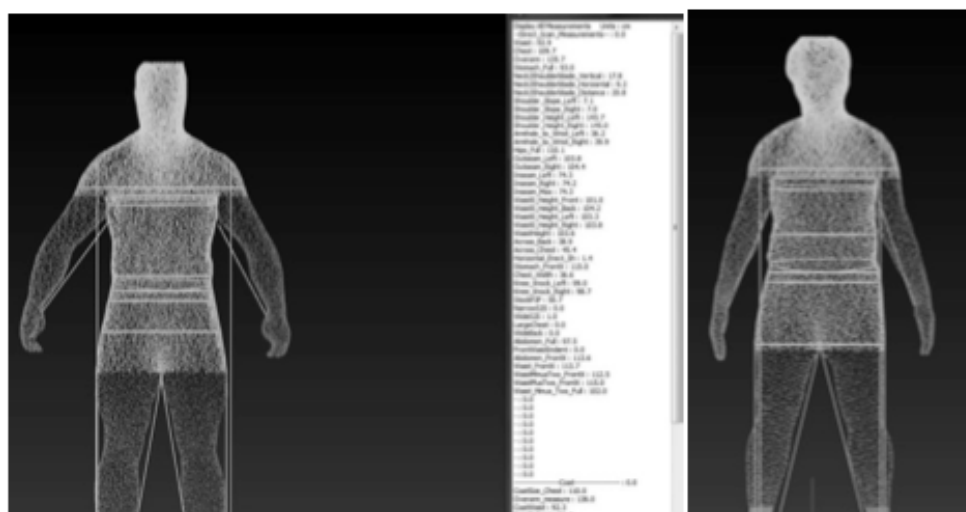


Figure 4-1: Prise de données avec le *body scan*

4.2.2 La prise de mesures manuelle

La prise de mesures manuelle reste encore la plus efficace, car nous prenons directement les mesures nécessaires selon le type de morphologie. Afin de comparer la validité et les écarts de la prise de données du *body scan* nous avons effectué une prise de mesures traditionnelle par galon à mesurer (« ruban gradué ») afin d'assurer le contrôle en cas de déviation de mesures par le *body scanner*. Parmi les informations spécifiques à cette recherche (informations disponibles en annexe 5) nous retrouvons la longueur des jambes, l'entrejambe, la circonférence des cuisses et des mollets (droite et gauche), la circonférence de la taille et des hanches et les longueurs latérales.

Pour la majorité des maîtres-tailleurs, c'est dans l'équilibre et les proportions du corps que nous pouvons identifier la prise de mesures à réaliser. Lors de nos entrevues au chapitre 3, le maître-tailleur C indiquait : *je vois le pantalon avant de prendre la mesure. En faisant l'essayage d'un pantalon, je vois automatiquement la façon de se tenir du client et le modèle devient ma référence. Par contre, comme tailleur je ne vends pas des pantalons, je vends un fit, et ce, peu importe la silhouette. Mon rôle est d'offrir un produit convenable selon le style du client selon ses besoins et surtout en respectant sa demande. Mais le réel choix du client est dans la matière première, car le reste c'est moi qui m'en occupe.*

Ce même spécialiste a confirmé que la majorité de ses clients ont des problèmes de taille standard : *une fois que tu goûtes au produit « sur-mesure », tu ne veux plus porter autre chose. Le sur-mesure influence le comportement et l'attitude dans la façon de porter un vêtement et même dans l'accessoirisation et l'agencement des produits.*

Il nous faut signaler que nos sujets étaient aussi bien séduits par la prise de mesures manuelle que par celle qui est réalisée avec le *body scan*. Au départ, quelques sujets étaient un peu réticents à participer au processus mais une fois en place, ils étaient réellement intéressés par le concept de sur-mesure de masse ainsi qu'à recevoir leur avatar et plus d'information sur l'étude par courriel.

4.2.3 Comparaison entre les mesures manuelles et par *body scan*

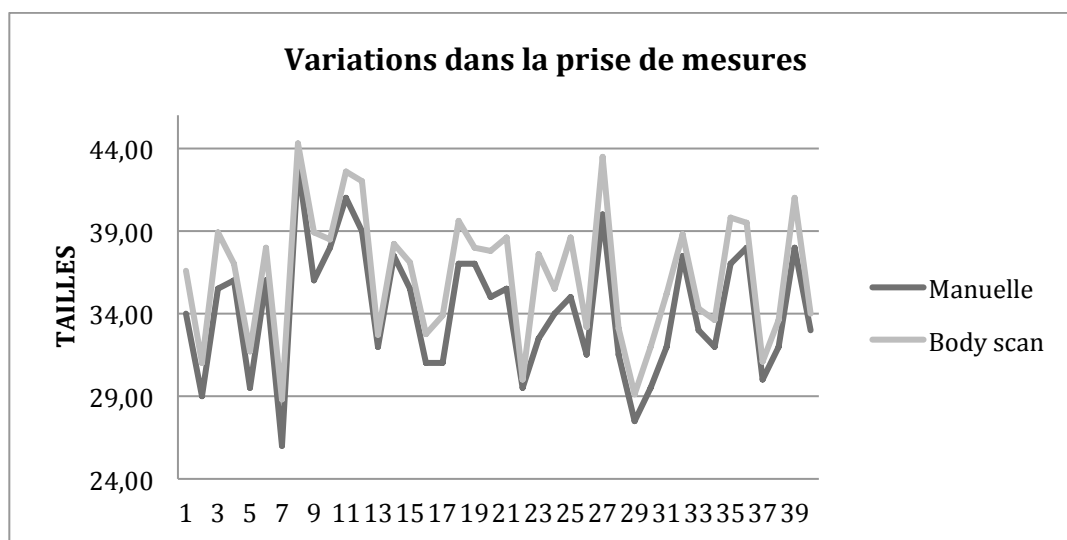
Notre plus grande surprise fût de constater, une fois les équipements adéquatement calibrés, que nous obtenions un écart important entre les données prises manuellement et celles prises par le *body scan*. Nous avons donc dû calibrer une nouvelle fois le *body scan* pour la 2^{ème} collecte de données.

L'écart entre le *body scan* et la prise de mesures de façon manuelle était flagrant à chaque fois. Il était vraiment rare que nous ayons une mesure juste. En fait, le *body scan* ne donne que la proportion du corps et il faut toujours confirmer les données par une extraction manuelle afin de s'assurer du tour de taille adéquat. Le tableau ci-dessous exprime l'écart des 40 premiers sujets de notre étude.

Tableau 4.1: Variations dans la prise de mesures manuelle et par *body scan*

Sujet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Manuelle	34,00	29,00	35,50	36,00	29,50	36,00	26,00	43,00	36,00	38,00	41,00	39,00	32,00	37,50	35,50	31,00	31,00	37,00	37,00	35,00
Body scan	36,6	31	38,9	37	31,7	38	28,8	44,3	38,9	38,5	42,6	42	32,7	38,2	37,1	32,8	33,9	39,6	38	37,8
Écart	-2,60	-2,00	-3,40	-1,00	-2,20	-2,00	-2,80	-1,30	-2,90	-0,50	-1,60	-3,00	-0,70	-0,70	-1,60	-1,75	-2,90	-2,60	-1,00	-2,80

Sujet	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Manuelle	35,50	29,50	32,50	34,00	35,00	31,50	40,00	31,50	27,50	29,50	32,00	37,50	33,00	32,00	37,00	38,00	30,00	32,00	38,00	33,00
Body scan	38,6	30	37,6	35,5	38,6	33,2	43,5	33,1	29,1	32	35,2	38,8	34,3	33,6	39,8	39,5	31,1	33,6	41	34
Écart	-3,10	-0,50	-5,10	-1,50	-3,60	-1,70	-3,50	-1,60	-1,60	-2,50	-3,20	-1,30	-1,30	-1,60	-2,80	-1,50	-1,10	-1,60	-3,00	-1,00



Nous pouvons remarquer que la prise de mesures manuelle et par *body scan* ne donnent pas les mêmes résultats en raison de nombreux facteurs. La majorité des prises de mensurations par *body scan* restent

supérieures aux mensurations manuelles. Nous nous sommes rendu compte que dans notre cas, le problème était dû à un décalibrage de l'appareil *Kinect*. Il est facile d'obtenir des écarts importants lorsque nous installons les équipements et nous nous devons de maintenir un protocole afin de conserver la stabilité dans les processus de prises de mesures.

Tableau 4.2: Variations par silhouette dans la prise de mesures manuelle et par *body scan*

Sujet (10)											Sujet (10)										
Manuelle	35,50	36,00	43,00	36,00	38,00	41,00	39,00	37,00	38,00	38,00	Manuelle	29,50	35,00	34,00	35,00	40,00	37,50	37,00	30,00	32,00	33,00
Body scan	38,9	38	44,3	38,9	38,5	42,6	42	39,6	39,5	41	Body scan	31,7	37,8	35,5	38,6	43,5	38,8	39,8	31,1	33,6	34
Écart	-3,40	-2,00	-1,30	-2,90	-0,50	-1,60	-3,00	-2,60	-1,50	-3,00	Écart	-2,20	-2,80	-1,50	-3,60	-3,50	-1,30	-2,80	-1,10	-1,60	-1,00
Silhouette	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Silhouette	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sujet (11)											Sujet (9)										
Manuelle	34,00	29,00	36,00	26,00	32,00	35,50	31,00	31,00	35,50	31,50	29,50	Manuelle	37,50	37,00	29,50	32,50	31,50	27,50	32,00	33,00	32,00
Body scan	36,6	31	37	28,8	32,7	37,1	32,75	33,9	38,6	33,2	32	Body scan	38,2	38	30	37,6	33,1	29,1	35,2	34,3	33,6
Écart	-2,60	-2,00	-1,00	-2,80	-0,70	-1,60	-1,75	-2,90	-3,10	-1,70	-2,50	Écart	-0,70	-1,00	-0,50	-5,10	-1,60	-1,60	-3,20	-1,30	-1,60
Silhouette	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	Silhouette	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Moyenne des écarts											Moyenne des écarts										
Silhouette	O	-2,18									Silhouette	X	-2,14								
Silhouette	H	-2,06									Silhouette	V	-1,84								

Nous avons divisé la moyenne des écarts en pouces par silhouette HVXO (respectivement de 2,06 ; -1,84 ; -2,14 ; -2,18) et réalisons que les écarts sont sensiblement les mêmes dans l'ensemble.

Nous réalisons que la technologie *Kinect* est de plus en plus disponible sur les marchés et il deviendra facile d'ici quelques années d'effectuer des scans économiques chez soi. Ce qui veut dire qu'un consommateur pourrait avoir le même problème en réalisant son propre scan à la maison. Toutefois, il faut convenir que l'appareil en soi peut être très efficace. Nous avons par la suite calibré l'appareil et ajusté nos premières données pour ne pas biaiser la configuration de nos informations à venir et ainsi avoir un ensemble optimal de données. Une fois cela réalisé, nous nous sommes penchés sur les résultats qui sont importants pour la détermination de la densité.

4.3 Les résultats de la densité

La technologie *body scan* n'offre que des mensurations circulaires et spatiales sans donner les formes exactes de la silhouette en fonction de l'effet de la variation de la densité. Pour comprendre le concept de la densité sur l'approche du sur-mesure, nous nous sommes demandé ce que le maître-tailleur voit et nous avons vérifié si la balance peut nous donner une partie de cette information. Pour ce faire, nous avons donc dû compléter la campagne avec une pesée par un analyseur corporel³¹ permettant de mesurer en temps réel, qui fournit la masse globale, les taux de graisse corporelle, le pourcentage d'eau corporelle, la masse osseuse (par statistique sur la masse maigre) et le niveau de graisse viscérale tel qu'expliqué dans le

³¹

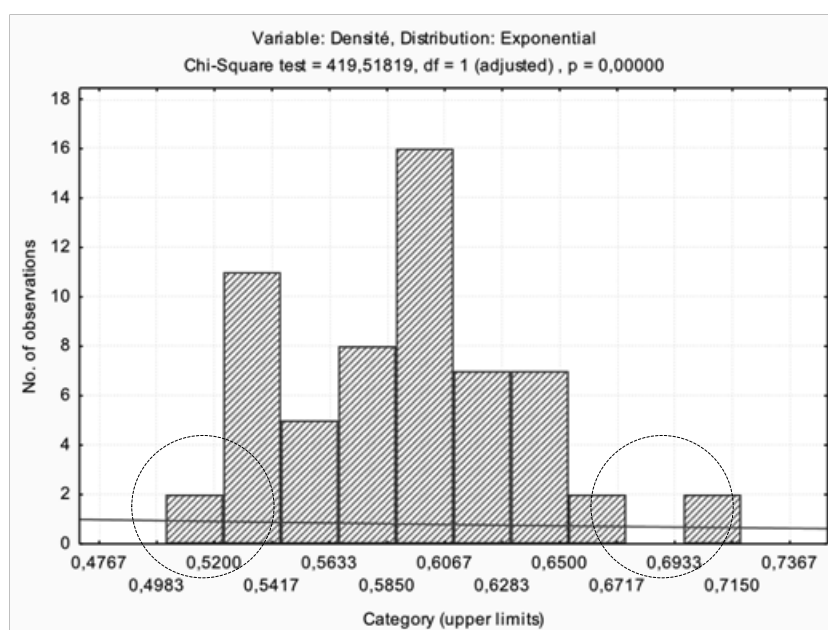
Balance et analyseur de graisse corporelle de marque Taylor 5596EF

plan d'expériences. Ainsi, nous avons examiné les résultats obtenus sur la densité des sujets, la représentation de celle-ci et l'effet de la densité du corps sur le *fit* d'un vêtement.

4.3.1 Les variations

Un des premiers constats, c'est celui de la variation de la densité chez les sujets. L'étude de cette variation majoritairement basée sur l'adiposité abdominale reste selon nous l'élément clé dans la prise de données pour la réalisation d'un vêtement en sur-mesure. Nos résultats révèlent que certains sujets avaient une variation pouvant aller jusqu'à six livres par jour, ce qui veut dire un tour de taille d'environ trois pouces de différence. Cette variation de la densité est considérable pour notre recherche, car la prise de mensuration au matin comparativement à celle de fin de journée est réellement différente et pourrait affecter une décision d'achat selon l'heure à laquelle vous magasinez. Le schéma ci-dessous présente la répartition de la densité de notre collecte :

Tableau 4.3: Observation de la densité chez 60 sujets



Nous remarquons que l'effet de la densité chez nos sujets se situe majoritairement entre 0,52 et 0,66 et que le plus haut taux, soit dans un quart des cas, se situe dans la médiane de 0,59. Il faut comprendre dans ce contexte que le résultat de la densité est basé sur nos propres calculs à l'aide de notre balance corporelle. Ce calcul nous a permis d'effectuer des corrélations pour chaque sujet étudié en fonction du groupe et des classifications. Notre objectif était d'obtenir des écarts possibles (comme 0,4983 et 0,7150) en fonction des observations et selon une représentation de la densité.

4.3.2 Représentation de la densité

La densité sur la masse globale selon Ruff (2000) est représentée par la masse de graisse corporelle incluant la graisse viscérale et la masse osseuse (par statistique sur la masse maigre) sur le pourcentage d'eau corporelle.

$$d = \frac{P_{corps}}{P_{eau}}$$

Nous nous sommes alors demandé si l'âge ou la grandeur avaient une réelle influence sur la densité en effectuant une régression multiple sur des variables de réponses telles que présentées ci-dessous :

Tableau 4.4: Corrélacion entre l'âge, la grandeur et la densité

Multiple Regression Results				Regression Summary for Dependent Variable: Densité (Spreadsheet2)							
Dependent: Densité	Multiple R = ,15305647	F = ,6836647		R= ,15305647 R²= ,02342628 Adjusted R²=							
	R²= ,02342628	df = 2,57		F(2,57)= ,68366 p< ,50885 Std. Error of estimate: ,04444							
No. of cases: 60	adjusted R²= -,01083946	p = ,508854									
	Standard error of estimate: ,044436395										
Intercept: ,648460270	Std. Error: ,0826799	t(57) = 7,8430	p = ,0000	N=60	Beta	Std. Err. of Beta	B	Std. Err. of B	t(57)	p-level	
				Intercept			0,648460	0,082680	7,843025	0,000000	
				Age	0,122300	0,132862	0,000496	0,000539	0,920503	0,361189	
				Grandeur	-0,115369	0,132862	-0,012797	0,014738	-0,868338	0,388851	

Cette matrice à deux variables permet de constater que la variable la plus corrélée à la densité est l'âge avec (0.92) et que celle-ci est significative (p=0.0). Nos résultats confirment que les hommes de 59 ans et plus ont une variation de densité de deux à trois fois plus élevée que la moyenne. Selon ceux qui nous ont confirmé cette variation, cela serait vraisemblablement causé par la consommation de médicaments ou de problèmes en rapport avec des ennuis ou une maladie inflammatoire. Chez d'autres sujets, la variation était parfois causée par l'effort et l'exercice physique ou au contraire par l'absence d'effort et le manque d'exercice.

Chez certains sujets, cette variation de la densité peut s'observer durant l'année entière. Les régimes minceur ou la prise de masse chez les sportifs en sont souvent la cause. Certains parmi nos sujets visaient une prise de masse de 10-20 livres pour l'été tandis que d'autres désiraient réduire leurs taux de gras de quatre (4) à six (6) pour cent. En sachant par ailleurs que plus un régime est restrictif plus la prise de poids sera brutale lors d'une rechute, on s'explique cet effet Yoyo (15 livres en plus ou en moins) selon Ruff (2000) observé surtout chez les hommes âgés de 24 à 38 ans.

Dans l'ensemble de notre étude, la variation de la densité quotidienne s'étend en moyenne entre 1,6 % et 4,8 %, et ce, de façon significative chez les hommes de 39 ans et plus, d'une grandeur de 5'7'' et plus et ayant un poids supérieur à 162 livres.

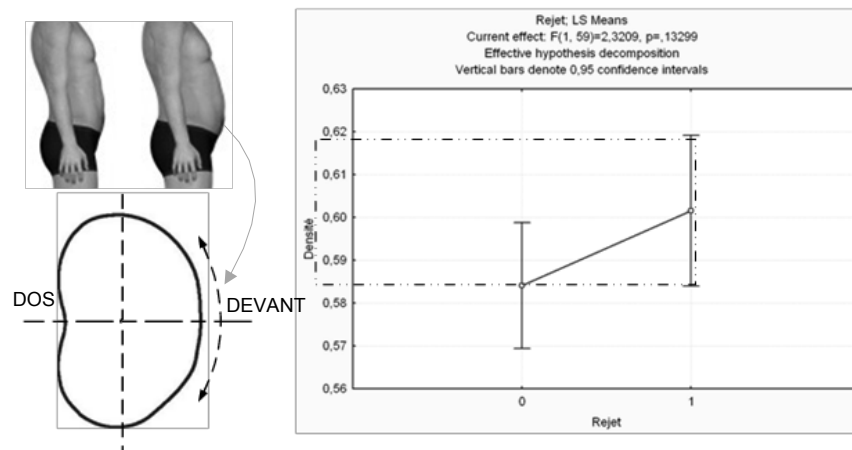
4.3.3 Trois (3) formes différentes avec le *body scan*

Nous avons remarqué lors de notre collecte de données qu'il est possible d'obtenir deux, parfois trois, formes de corps et de postures différentes avec le *body scan*. Une certaine variation entre les diverses collectes de données est fréquemment retrouvée chez nos sujets. Cette variation pouvait donner dans certains cas une différence de plus d'un pouce, rien qu'en provoquant un gonflement de l'abdomen ou du torse. Il fallait donc lors des collectes de données, s'assurer de la posture des sujets et colliger des variations précises afin de ne pas biaiser les données. Nous avons également vérifié combien des rapports détendus aidaient le sujet à se relaxer durant la prise des mensurations. Ce relâchement nous semblait important à obtenir, car la plupart des hommes avaient tendance à rentrer leur ventre et se raidir dans le *body scan* et devant le miroir, totalement à l'opposé de la posture qu'ils adoptent normalement.

4.3.4 L'effet de la densité du corps sur le *fit* d'un vêtement

Chez plus de 20 sujets, une variation de la densité a été dévoilée rapidement lors de l'essayage. Nous avons comme question : observez-vous une variation de poids durant la journée ? Si oui, est-ce que cela affecte le choix dans la taille d'un pantalon ? Les réponses étaient affirmatives et cela touchait directement l'aisance de la taille en fonction du confort à prévoir selon une activité dans une période donnée. Seulement lors des essayages, comme la densité a un effet direct sur la silhouette, il y avait une anticipation immédiate du *fit*. Les sujets avaient automatiquement tendance à dire que le pantalon leur allait bien en ce moment mais qu'il sera sans doute inconfortable dans la journée. Donc, le vêtement était automatiquement rejeté afin de sélectionner une taille plus grande. On notera que sur 120 essayages, 74 *fit* de pantalons ont été rejetés et que sur ce nombre, 14 sujets avaient invoqué l'aspect de la densité abdominale. Les autres rejets étaient généralement attribués aux problèmes d'ajustement de la fourche, de l'entrejambe, des cuisses ou simplement un rejet catégorique du style qui ne leur convient pas.

Tableau 4.5: L'effet de la densité sur le rejet des tailles de pantalons



Même s'il n'est pas idéal et qu'il ne respecte pas les critères scientifiques normaux, le « $p=0.13299$ » est pour nous significatif et digne de mention car nous pouvons remarquer ici que le rejet (Valeur=1) des pantalons est principalement associé à la variable densité se situant à un niveau plus élevé, soit entre 0,585 et 0,618. En effet, une taille inadéquate est parfois causée par la variation de la densité (associée à l'adiposité abdominale et au contour de la taille) ; dans notre recherche, cela touche près du quart des sujets.

La variation de la densité est un problème selon 28 sujets qui confirment qu'il est difficile de commander un pantalon sur le web comparativement à des chaussures, un chandail ou une veste car selon eux, les pantalons n'ont jamais le même *fit*, et ce, selon une marque et parfois, chez un même manufacturier. Parmi les 37 sujets ayant rejeté le *fit* et selon l'heure de la prise de données, certains sujets lors de l'étude expliquaient cette variation en montrant l'aisance du pantalon qu'ils portaient lors des tests ou tout simplement en expliquant ces variations obtenues par les trous de leur propre ceinture. Trois d'entre eux seulement nous ont d'ailleurs laissé par la suite leur ceinture. Nous verrons dans le chapitre 5, l'analyse des résultats et des commentaires sur la manière dont la masse affecte la prise de données.

4.4 Analyse des résultats de la prise de mesures

Les résultats de la prise de mesures donnent de bons indices en ce qui a trait aux classes par silhouette H-V-X-O. Nous avons effectué une régression multiple afin de voir les variables dépendantes (représentées par la grandeur) sur la variable silhouette (représentée par la *shape*). Nous remarquons que la variable *shape* est significative ($b=0,09$), que le R^2 ajusté est bas (0,008) et que le F est significatif avec une valeur de (0,51) en complément du P (0,00).

Tableau 4.6: Régression multiple entre les variables dépendantes et la variable "shape"

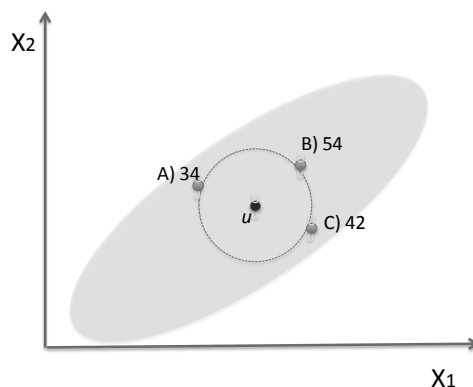
Multiple Regression Results				
Dependent: Grandeur	Multiple R =	,09401235	F =	,5171938
	R ² =	,00883832	df =	1,58
No. of cases: 60	adjusted R ² =	-,00825067	p =	,474929
	Standard error of estimate:	,400088048		
Intercept:	5,751618445	Std. Error:	,1175654	t(58) = 48,923 p = 0,0000
SHAPE beta=-,09				

Nous présentons à la page suivante un tableau des valeurs résiduelles permettant de voir les variables extraites du *body scan* pour chaque sujet et incluant la taille, les hanches, la fourche, les longueurs de l'entrejambe et latérales. Le but de cette observation est de faire ressortir des classes et de voir s'il y a des valeurs prédictives comme fonction de la sensibilité et de la spécificité du test et aussi de la prévalence de

la condition à l'étude. Pour l'analyse statistique et de corrélation entre les variables, nous avons utilisé la distance de Mahalanobis et de Cook selon les enseignements de Bernard Clément, professeur à l'École Polytechnique de Montréal. La distance de Mahalanobis³² représente la distance d'une observation (au barycentre de l'espace multidimensionnel ayant un point au centre) expliquée par les variables indépendantes corrélées.

Nous retrouvons dans la figure ci-dessous la distance de Mahalanobis que représente la distance entre deux points (mieux adaptée que la distance euclidienne habituelle) pour décrire des situations dans lesquelles les distributions considérées ne sont pas à symétrie sphérique. La distance de Mahalanobis joue un rôle important, car elle permet de voir la distance d'un point à la moyenne d'une distribution. Dans l'image ci-dessous, les deux points A, B et C sont à égale distance de la moyenne μ de la distribution.

Tableau 4.7: Calcul de A, B et C à la même distance euclidienne du centre



Cette mesure donne une indication afin de savoir si une observation est un point atypique ou non par rapport aux valeurs prises par les variables indépendantes extraites du *body scan*. Nous allons considérer les points suivants comme des points influents : 34, 42 et 54 (valeurs éloignées selon la distance de Mahalanobis et de Cook). Nous retrouvons aussi dans le tableau 4.8 de la page suivante la distance de Cook³³ qui permet de mesurer l'impact de l'observation respective sur l'équation de régression et de la différence entre les coefficients tailles et hanches calculés ainsi que les valeurs qui auraient été obtenues si l'observation correspondante avait été exclue de l'analyse. Toutes les distances doivent être du même ordre

³² En statistique, la distance de Mahalanobis est une mesure de distance introduite par Prasanta Chandra Mahalanobis en 1936. Elle est basée sur la corrélation entre des variables par lesquelles différents modèles peuvent être identifiés et analysés. C'est une manière utile de déterminer la similarité entre une série de données connues et inconnues.

³³ En statistique, la distance de Cook est une mesure de distance introduite par R. Dennis Cook en 1977 basée sur stratégie de détection classique qui consiste à repérer les points atypiques en comparant les distances de Cook à la valeur 1, puis à expliquer cette influence en considérant, pour ces observations, leur résidu ainsi que leur effet levier.

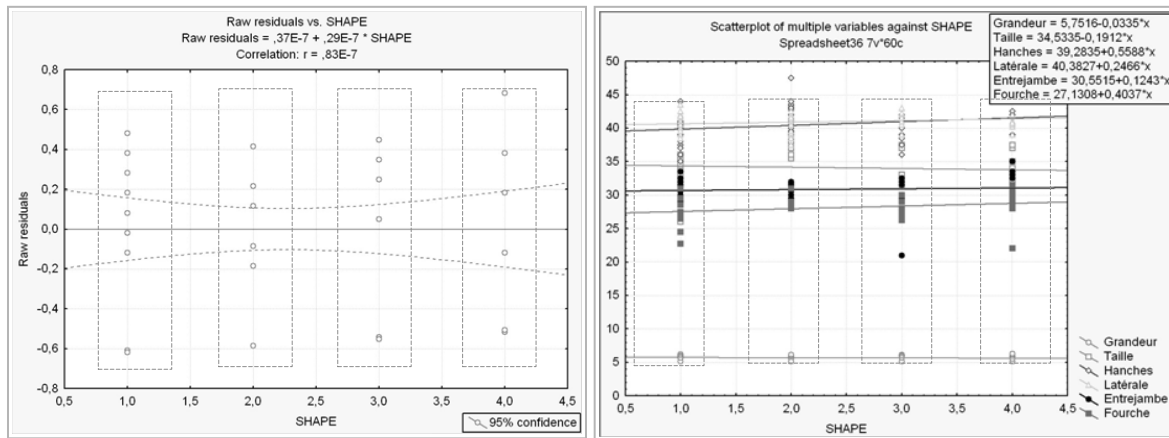
de grandeur ; si ce n'est pas le cas, il y a de bonnes raisons de penser que les observations respectives biaisent l'estimation des coefficients de régression. C'est pour cela que nous retrouvons des résidus-types et des résidus supprimés dans ce tableau.

Tableau 4.8: Résultats de la régression multiple (Mahalanobis et de Cook) – *body scan*

Case	Raw Residuals					Observed Value	Predicted Value	Residual	Standard Pred. v.	Standard Residual	Std. Err. Pred. Val	Mahalanobis Distance	Deleted Residual	Cook's Distance
	-3s	.	0	.	+3s									
1.	.	*	.	.	.	5,110000	5,718110	-0,608110	1,13307	-1,51994	0,078428	1,283846	-0,632412	0,048006
2.	.	.	.	*	.	6,000000	5,718110	0,281890	1,13307	0,70457	0,078428	1,283846	0,293155	0,010315
3.	.	.	.	*	.	5,800000	5,718110	0,081890	1,13307	0,20468	0,078428	1,283846	0,085163	0,000871
4.	.	.	.	*	.	5,900000	5,684602	0,215398	0,23854	0,53838	0,053125	0,056902	0,219264	0,002648
5.	.	.	.	*	.	5,700000	5,718110	-0,018110	1,13307	-0,04527	0,078428	1,283846	-0,018834	0,000043
6.	.	.	.	*	.	5,500000	5,617586	-0,117586	-1,55052	-0,29390	0,095866	2,404099	-0,124748	0,002791
7.	.	*	.	.	.	5,100000	5,684602	-0,584602	0,23854	-1,46118	0,053125	0,056902	-0,595095	0,019503
8.	.	.	.	*	.	5,700000	5,718110	-0,018110	1,13307	-0,04527	0,078428	1,283846	-0,018834	0,000043
9.	.	*	.	.	.	5,100000	5,684602	-0,584602	0,23854	-1,46118	0,053125	0,056902	-0,595095	0,019503
10.	.	.	.	*	.	5,600000	5,684602	-0,084602	0,23854	-0,21146	0,053125	0,056902	-0,086121	0,000408
11.	.	.	.	*	.	5,800000	5,684602	0,115398	0,23854	0,28843	0,053125	0,056902	0,117469	0,000760
12.	.	.	.	*	.	5,900000	5,684602	0,215398	0,23854	0,53838	0,053125	0,056902	0,219264	0,002648
13.	.	.	.	*	.	6,100000	5,684602	0,415398	0,23854	1,03827	0,053125	0,056902	0,422853	0,009847
14.	.	.	.	*	.	5,500000	5,684602	-0,184602	0,23854	-0,46140	0,053125	0,056902	-0,187915	0,001945
15.	.	.	.	*	.	5,900000	5,718110	0,181890	1,13307	0,45463	0,078428	1,283846	0,189159	0,004295
16.	.	.	.	*	.	6,100000	5,651094	0,448906	-0,65599	1,12202	0,061930	0,430320	0,459926	0,015832
17.	.	.	.	*	.	5,900000	5,718110	0,181890	1,13307	0,45463	0,078428	1,283846	0,189159	0,004295
18.	.	.	.	*	.	6,200000	5,718110	0,481890	1,13307	1,20446	0,078428	1,283846	0,501147	0,030146
19.	.	.	.	*	.	5,900000	5,718110	0,181890	1,13307	0,45463	0,078428	1,283846	0,189159	0,004295
20.	.	.	.	*	.	5,900000	5,684602	0,215398	0,23854	0,53838	0,053125	0,056902	0,219264	0,002648
21.	.	.	.	*	.	6,100000	5,651094	0,448906	-0,65599	1,12202	0,061930	0,430320	0,459926	0,015832
22.	.	*	.	.	.	5,110000	5,617586	-0,507586	-1,55052	-1,26869	0,095866	2,404099	-0,538503	0,052006
23.	.	.	.	*	.	6,000000	5,718110	0,281890	1,13307	0,70457	0,078428	1,283846	0,293155	0,010315
24.	.	*	.	.	.	5,100000	5,651094	-0,551094	-0,65599	-1,37743	0,061930	0,430320	-0,564623	0,023860
25.	.	*	.	.	.	5,110000	5,651094	-0,541094	-0,65599	-1,35244	0,061930	0,430320	-0,554377	0,023002
26.	.	*	.	.	.	5,100000	5,617586	-0,517586	-1,55052	-1,29368	0,095866	2,404099	-0,549113	0,054075
27.	.	.	.	*	.	5,800000	5,617586	0,182415	-1,55052	0,45594	0,095866	2,404099	0,193526	0,006717
28.	.	.	.	*	.	5,800000	5,718110	0,081890	1,13307	0,20468	0,078428	1,283846	0,085163	0,000871
29.	.	.	.	*	.	6,100000	5,718110	0,381890	1,13307	0,95451	0,078428	1,283846	0,397151	0,018932
30.	.	.	.	*	.	6,000000	5,651094	0,348906	-0,65599	0,87207	0,061930	0,430320	0,357471	0,009564
31.	.	*	.	.	.	5,100000	5,651094	-0,551094	-0,65599	-1,37743	0,061930	0,430320	-0,564623	0,023860
32.	.	.	.	*	.	5,600000	5,718110	-0,118110	1,13307	-0,29521	0,078428	1,283846	-0,122830	0,001811
33.	.	.	.	*	.	5,900000	5,651094	0,248906	-0,65599	0,62213	0,061930	0,430320	0,255016	0,004867
34.	.	.	.	*	.	6,300000	5,617586	0,682415	-1,55052	1,70566	0,095866	2,404099	0,723981	0,094001
35.	.	*	.	.	.	5,100000	5,718110	-0,618110	1,13307	-1,54493	0,078428	1,283846	-0,642811	0,049597
36.	.	*	.	.	.	5,100000	5,651094	-0,551094	-0,65599	-1,37743	0,061930	0,430320	-0,564623	0,023860
37.	.	.	.	*	.	5,700000	5,651094	0,048906	-0,65599	0,12224	0,061930	0,430320	0,050106	0,000188
38.	.	.	.	*	.	6,000000	5,617586	0,382414	-1,55052	0,95583	0,095866	2,404099	0,405708	0,029519
39.	.	*	.	.	.	5,100000	5,684602	-0,584602	0,23854	-1,46118	0,053125	0,056902	-0,595095	0,019503
40.	.	.	.	*	.	5,600000	5,684602	-0,084602	0,23854	-0,21146	0,053125	0,056902	-0,086121	0,000408
41.	.	.	.	*	.	5,800000	5,617586	0,182415	-1,55052	0,45594	0,095866	2,404099	0,193526	0,006717
42.	.	.	.	*	.	6,300000	5,617586	0,682415	-1,55052	1,70566	0,095866	2,404099	0,723981	0,094001
43.	.	.	.	*	.	6,100000	5,684602	0,415398	0,23854	1,03827	0,053125	0,056902	0,422853	0,009847
44.	.	*	.	.	.	5,110000	5,617586	-0,507586	-1,55052	-1,26869	0,095866	2,404099	-0,538503	0,052006
45.	.	.	.	*	.	6,200000	5,718110	0,481890	1,13307	1,20446	0,078428	1,283846	0,501147	0,030146
46.	.	.	.	*	.	6,000000	5,718110	0,281890	1,13307	0,70457	0,078428	1,283846	0,293155	0,010315
47.	.	.	.	*	.	6,100000	5,684602	0,415398	0,23854	1,03827	0,053125	0,056902	0,422853	0,009847
48.	.	.	.	*	.	5,500000	5,684602	-0,184602	0,23854	-0,46140	0,053125	0,056902	-0,187915	0,001945
49.	.	.	.	*	.	5,900000	5,718110	0,181890	1,13307	0,45463	0,078428	1,283846	0,189159	0,004295
50.	.	.	.	*	.	6,000000	5,651094	0,348906	-0,65599	0,87207	0,061930	0,430320	0,357471	0,009564
51.	.	*	.	.	.	5,100000	5,651094	-0,551094	-0,65599	-1,37743	0,061930	0,430320	-0,564623	0,023860
52.	.	.	.	*	.	5,600000	5,718110	-0,118110	1,13307	-0,29521	0,078428	1,283846	-0,122830	0,001811
53.	.	.	.	*	.	5,900000	5,651094	0,248906	-0,65599	0,62213	0,061930	0,430320	0,255016	0,004867
54.	.	.	.	*	.	6,300000	5,617586	0,682415	-1,55052	1,70566	0,095866	2,404099	0,723981	0,094001
55.	.	*	.	.	.	5,100000	5,718110	-0,618110	1,13307	-1,54493	0,078428	1,283846	-0,642811	0,049597
56.	.	*	.	.	.	5,100000	5,651094	-0,551094	-0,65599	-1,37743	0,061930	0,430320	-0,564623	0,023860
57.	.	.	.	*	.	5,700000	5,651094	0,048906	-0,65599	0,12224	0,061930	0,430320	0,050106	0,000188
58.	.	.	.	*	.	5,700000	5,718110	-0,018110	1,13307	-0,04527	0,078428	1,283846	-0,018834	0,000043
59.	.	.	.	*	.	5,500000	5,617586	-0,117586	-1,55052	-0,29390	0,095866	2,404099	-0,124748	0,002791
60.	.	*	.	.	.	5,100000	5,684602	-0,584602	0,23854	-1,46118	0,053125	0,056902	-0,595095	0,019503
Minimum	.	*	.	.	.	5,100000	5,617586	-0,618110	-1,55052	-1,54493	0,053125	0,056902	-0,642811	0,000043
Maximum	.	.	.	*	.	6,300000	5,718110	0,682415	1,13307	1,70566	0,095866	2,404099	0,723981	0,094001
Mean	.	.	.	*	.	5,675667	5,675666	0,000000	0,00000	0,00000	0,071450	0,983333	0,000961	0,018214
Median	.	.	.	*	.	5,800000	5,684602	0,081890	0,23854	0,20468	0,078428	1,283846	0,085163	0,009847

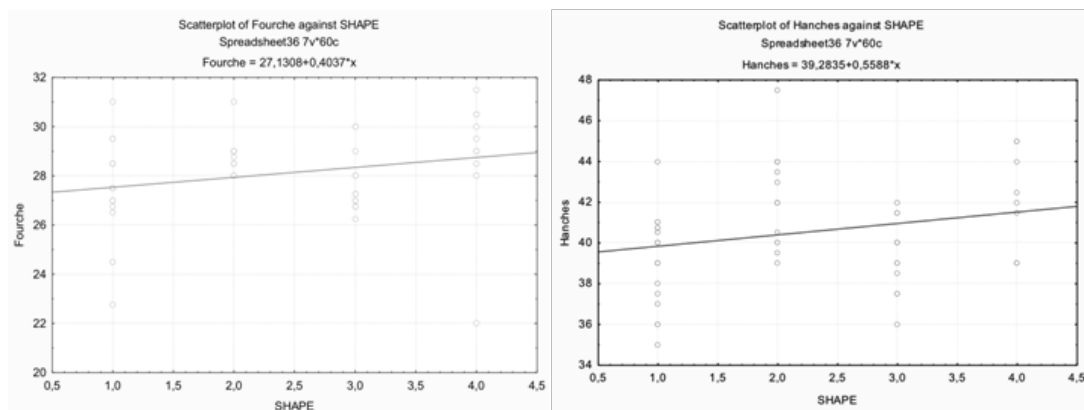
4.4.1 Représentation des classes par silhouettes

Lorsque nous examinons les résultats des figures ci-dessous, nous pouvons facilement identifier les valeurs résiduelles et la corrélation ($r=,83$) en ce qui a trait à quatre grandes classes de silhouettes.



Figures 4-2: Corrélation et représentation des valeurs résiduelles par silhouette

La taille apparaît comme l'élément le plus difficile à cerner chez le sujet humain. Nous remarquons ici une nette corrélation d'accroissement avec les hanches lorsqu'une taille s'approche de la silhouette O (4,0). Notons que seulement 11 sur des 60 sujets savaient exactement leur tour de taille. Il semble que les sujets connaissent mieux leur poids et leurs variations en termes de densité que leur tour de taille.



Figures 4-3: Corrélation et représentation des hanches et de la fourche en fonction de la silhouette

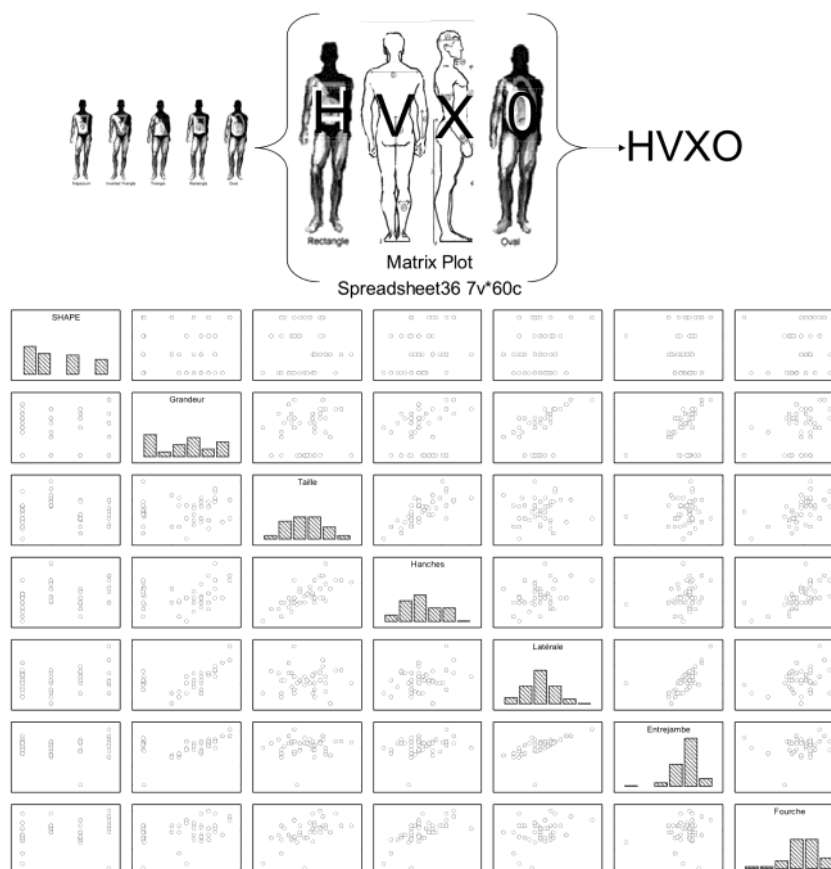
Les corrélations les plus significatives sont la fourche et les hanches. Les deux figures 4-3 ci-dessus montrent l'écart entre la silhouette H (1,0) et la silhouette O (4,0). Notre constat est que pour réaliser un vêtement en sur-mesure, nous n'avons pas besoin d'avoir des mesures « ultra-précises » avec le scan, à moins de vouloir fabriquer un produit qui moule le corps. Le plus important est l'ensemble de la silhouette, la stature et la morphologie de l'individu. En testant certaines corrélations, nous avons

remarqué que la pente des points dans l'augmentation de la masse par silhouette ne donne pas encore de silhouette parfaite et que celle-ci peut varier à divers degrés. Prenons par exemple une silhouette en V qui aurait tendance à avoir un fessier prononcé mais sans augmentation de masse dans la cuisse, cette lettre serait située entre V et X mais on dira que c'est un X faible.

4.4.2 *Body Shape* : la forme du corps

Pour déterminer les formes du corps en *body shape*, nous avons effectué une analyse complète des mensurations que nous avons corrélées en fonction de la silhouette par les éléments suivants : grandeur, taille, hanches, latérales, entrejambe et la fourche. Nous avons effectué des tests statistiques multivariés en analysant plus de deux variables et en tenant compte des variables étrangères comme le poids et la densité. Cela nous permet dans la grande figure ci-dessous de déceler des relations causales afin de prédire des résultats rapides pour notre analyse de la variance.

Tableau 4.9: Analyse de la variance - groupes HVXO



L'analyse de la variance permet une approche simplifiée dans le but de regrouper en grappe nos sujets. Les résultats générés donnent quatre silhouettes évidentes associées à un *fit* particulier. Dans le seul cas

où nos résultats présentent six catégories, c'est que le résultat est relié à la grandeur des sujets. Nos données probantes dans notre modèle proviennent des diverses analyses (questionnaires, discussions et corrélations) et nous ont permis de mieux définir le portrait des figures types HVXO que nous avons ainsi regroupées afin de mieux comprendre comment chaque groupe influence le choix du style de vêtement, d'ajustement et de *fit*.

H- figure type



H

La figure H représente l'homme mince et droit. De type ectomorphe, il est le plus difficile à habiller. Nous avons remarqué lors de notre étude qu'il était plus pointilleux et critique envers les produits et les marques.

Parfois, du fait de sa minceur, il est insatisfait des produits sur le marché en termes de *fit*. Des mesures plus précises sont requises dans le H afin d'avantager la silhouette. Dans notre recherche, les H étaient des hommes de 21 à 58 ans, d'un poids de 120,6 à 197,6 lb et qui ont une taille de pantalon variant de 29 à 36.

V ou Y- figure type



V

Les hommes en forme de V ou de Y ont des fesses plus petites, un coffre proportionnellement plus grand et des épaules plus larges, ce qui crée un V / Y-shape au niveau du torse. Ces hommes mésomorphes sont généralement considérés comme attrayants dans notre société. Ils ont parfois de grandes difficultés à trouver, dans les magasins, des chemises, des complets ou des vestons qui correspondent à leur *fit*. Lors de notre recherche, les V étaient des hommes de 19 à 44 ans avec des tailles de pantalons variant de 28 à 38.

Quant aux Y, c'étaient plutôt des jeunes, appartenant à la nouvelle génération. Ils sont minces, avec une forte musculature aux épaules. À cause de la configuration de leur ossature, certains ont une forme qui se rapproche plus de la lettre T mais ils ont aussi le même problème d'ajustement.

Le Y est complexe s'il n'a pas de hanches et surtout s'il aime les pantalons plus étroits. Lors de notre étude, nous avons rencontré aussi des Yb. Ceux-là ont un corps mince et sont larges d'épaules mais avec du ventre. Le Yb en termes de silhouette est difficile à ajuster, car il a tendance à choisir une taille plus grande afin de camoufler sa silhouette.

X- figure type



Les hommes en forme de X sont caractérisés par des fesses et des épaules proéminentes, leurs bras et leurs cuisses sont naturellement musclés mais avec une taille plus fine. Ils ont souvent de nombreux problèmes à trouver un bon ajustement. Par exemple, s'il manque d'ampleur dans la fourche du pantalon, celui-ci va tirer au niveau des fesses et des plis se formeront au niveau des cuisses. Lors de notre recherche, les X étaient des hommes âgés de 22 à 41 ans avec des tailles de pantalons allant de 29,5 à 37,5 pouces. Le X exige seulement un calcul d'ampleur pour le fessier et les cuisses (n'aime pas habituellement les cuisses trop serrées et les tailles trop ajustées, question d'ergonomie et de confort).

O- figure type



Bien qu'apparemment simple, il s'agit en réalité d'une forme très complexe. De type endomorphique, le O que représente la forme centrale du corps pourrait être plus ou moins ajustée, voire écrasée au centre. Il existe une grande variation dans l'ajustement de la taille. Les hommes ont généralement tendance à déposer de la graisse autour de la taille et de l'abdomen en raison d'un manque d'œstrogène, ce qui leur donnera une taille en forme de « pomme ». Chez les hommes, contrairement aux femmes, la région de l'estomac est généralement plus large que la région de la hanche. Nous avons remarqué que les O étaient moins susceptibles de se plaindre parce que de nombreux produits sont déjà adaptés à leur forme. Sinon, comme ils sont habitués de ne pas trouver de vêtements adaptés à leur taille sur le marché, chacun adapte le produit à sa taille. Et dans la plupart des cas, ils doivent s'adapter au produit. Les O recherchent surtout la facilité, l'aisance et le confort. Lors de notre recherche, les O étaient des hommes entre 28 et 69 ans ayant un poids qui varie entre 157,8 à 233,6 et des tailles de pantalons allant de 36 à 43 pouces.

4.4.3 Body shape : en fonction de l'âge

Certes, notre corps ne reste jamais le même. Il change à mesure que nous vieillissons. Avec le vieillissement, le métabolisme ralentit. La graisse aura alors tendance à se rassembler autour de l'abdomen et il est difficile de s'en débarrasser. La densité parle, car elle influe sur le choix approprié des styles en fonction d'un *fit*, et ce, selon certains types de figures incluant une variation latérale avec une simple adiposité abdominale (Hb, Xb, Ob, Vb), et ce, peu importe l'âge, pouvant ainsi causer des débalancements dans la silhouette.

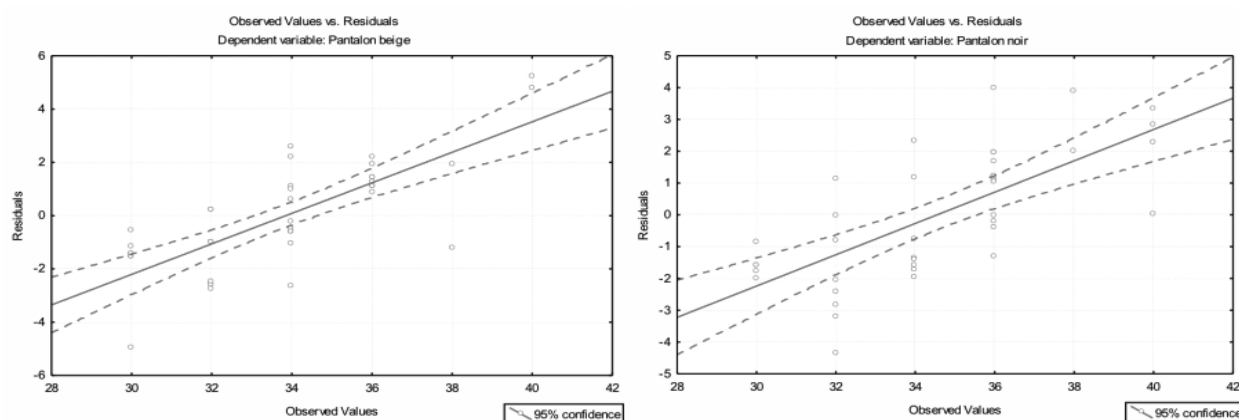
4.4.4 Postures et variations de la silhouette

Les résultats de notre analyse montrent des limites dont il faut tenir compte. Les silhouettes de base peuvent différer les unes des autres avec un pourcentage de variations majoritairement causées par la posture. Pour approfondir cet aspect, nous aurions eu avantage à prendre plus de sujets par catégorie de *fit* afin d'obtenir une meilleure analyse sur les postures et les variations. Ainsi, il faut tenir compte de la posture, sans oublier les types de figures parfois anormales qui poseraient problème lors de l'élaboration d'un *fit*.

4.5 Condition d'essayages et évaluation

Nous avons effectué, dans un premier temps, un questionnaire sur les goûts et habitudes des sujets. Ce bref questionnaire a été soumis à nos participants afin de recueillir des informations sur les préférences en termes de *fit* pour un pantalon : matières, confort et ergonomie. Il était important d'évaluer les habitudes vestimentaires mais aussi d'évaluer la cohérence par rapport aux habitudes vestimentaires et à la préférence d'un *fit*. Après le recueil des réponses au questionnaire, nous avons terminé les entrevues par l'essayage de deux (2) modèles de pantalons (un chino de couleur beige et un pantalon en sergé de coton et polyester de couleur noir) de taille standard offerts par un manufacturier. Le sujet devait sélectionner sa propre taille. De plus, il devait répondre à quelques questions reliées au *fit* (du type : Comment est l'ajustement à la taille ? Êtes-vous confortable ? Pouvez-vous vous asseoir aisément ?) afin d'analyser les écarts entre les tailles et les goûts du sujet. De plus, afin de comprendre l'aspect subjectif du *fit*, nous avons demandé au sujet de se regarder devant un miroir pour commenter le *fit* du pantalon. Les résultats ci-dessous montrent les tests de *fit* sur le pantalon noir et le beige.

Tableau 4.10: Tests *fit* sur le pantalon noir et le beige



Nous avons effectué les deux essayages de façon aléatoire. Les résultats ci-dessus montrent que le pantalon noir n'avait pas un meilleur *fit* pour une silhouette que le pantalon beige, et ce, peu importe les tailles offertes. Les tests de *fit* pour les pantalons des tenues de ville (noir) et cargo (beige) sont concluants, car plus de la moitié ne répondent pas aux tests d'essayage. Les valeurs obtenues sont basées sur la taille, les cuisses, l'assise et la fourche de chaque pantalon essayé.

4.5.1 Paramètres des patrons et chartes de mesures

L'essayage des pantalons a permis de comprendre que nous sommes hors des standards de *fit* de base. Comme nous n'avions que deux paires de pantalons, il était difficile de faire ressortir l'aspect représentatif de l'industrie et la normalisation des tailles. Par contre, lors des essayages, les sujets avaient plusieurs commentaires sur l'aspect subjectif propre au *fit* d'un vêtement.

4.5.2 Évaluation visuelle par le sujet

Ce point était important pour nous afin de valider certaines informations relatives au « *sticky information* ». Dans un premier temps, nous avons examiné l'aspect subjectif du *fit* en utilisant un miroir et dans un deuxième temps, nous avons cherché à comprendre les critères qui définissent réellement le *fit* chez nos sujets. Nous avons été étonnés de constater que le miroir n'a provoqué aucun effet instantané dans le *fit* sur le plan subjectif quoique la majorité ont préféré le pantalon noir comme tenue de ville. Avec le miroir, les remarques étaient axées sur l'ensemble des proportions du sujet qui permettent de valider le choix. Selon eux, le miroir est seulement utile pour un *fit* esthétique.

Plus de la moitié de nos sujets confirme qu'il y a une grande confusion dans la perception du *fit* et qu'il est difficile de faire la différence entre un *fit* confortable et un *fit* esthétique. À ce sujet, quelqu'un nous a fait le commentaire suivant « *parfois tu forces le fit : tu vas acheter juste pour le kick le produit de marque en rabais, même si il n'est pas confortable et même si tu doutes qu'il aille dormir dans ta garde-robe* ».

21 sujets sur 60 affirment qu'il est difficile de trouver des pantalons standards avec un excellent *fit* et plus de la moitié des 60 répondants se disent insatisfaits des styles de jeans ou des pantalons de toile *fit* offerts sur le marché en termes de style, car ils sont trop ajustés aux mollets et aux cuisses. Pour 38 des sujets, les tailles de pantalons variant d'une marque à une autre, il fallait parfois en essayer plusieurs (2-4) pour trouver la bonne taille. Une bonne majorité d'entre eux (env. 75 %) achète toujours le même style et les mêmes marques. Selon un répondant : « *avant je pouvais acheter sans essayer, aujourd'hui même dans mes propres marques auxquelles je suis habitué, il est impensable d'acheter sans essayer.* » La majorité des répondants confirment qu'il est difficile de trouver la réelle grandeur de sa taille. Deux répondants confirment au même moment « *parfois, tu essaies une chemise medium, elle est trop grande, tu prends une small, elle est trop serrée, tu reprends une nouvelle chemise médium et elle te va parfaitement : à n'y*

rien comprendre. » La majorité des répondants disent ne pas être affectés par le *vanity sizing* mais tous n'aiment par contre pas prendre une taille plus grande.

4.5.3 Processus et méthode d'évaluation de façon subjective

Finalement, les résultats de l'évaluation du *fit* n'ont pas été vraiment concluants. Les résultats auraient dû démontrer que le pantalon noir n'avait pas un meilleur *fit* pour une silhouette en HV et que le beige était mieux adapté pour les silhouettes en X et O. Mais dans l'ensemble, le *fit* n'est pas parfait. De plus, nous voyons pour cela trois raisons : le manque de temps avec le sujet lors de notre collecte de données, le fait qu'il n'y avait que deux pantalons à essayer et notre cadre de modèle d'expérience qui était sans doute inapproprié, car les réponses étaient parfois biaisées ou faussées par notre présence.

4.5.4 L'aspect subjectif de la mode

Il était difficile d'extraire les données reliées au *sticky info*. Nous savons qu'un des éléments clés chez l'homme est principalement associé à sa « bedaine ». Celle-ci n'est pas une mesure objective et il devient difficile de définir cette mesure subjective pure afin de définir un *fit*. Quelques individus ont parlé de leurs jambes en raison des essayages et certains ont évoqué leur insatisfaction concernant les cuisses et les mollets, mais ici, il faut comprendre que nous étions dans des centres sportifs.

Ce que nous avons remarqué par contre, c'est que les hommes sont très sensibles à leur apparence physique, bien plus qu'on ne le pense. Notre recherche avec les sujets humains dans des Centres sportifs nous a confirmé que l'homme moyen se sent un peu intimidé par les images qui l'entourent. Comme les jeunes hommes se sentent particulièrement « ordinaires », ils ont souvent un sentiment d'infériorité et sont généralement mal à l'aise dans leur corps. Il en est de même pour certains hommes d'âge plus mûr, ce qui nous a d'ailleurs un peu étonnés. Certains sujets étaient gênés et parfois même déçus de voir leur avatar. En leur posant la question, ils disent être affectés par la prolifération de la culture de consommation superficielle avec la publicité des produits masculins, les sous-vêtements et même les après-rasages. Quel que soit l'âge, il semble que la séduction continue de régir le comportement des hommes.

Cependant pour nombres de jeunes, il s'agit surtout d'être cool. Tel est le mot d'ordre. Ils s'adaptent à leur environnement immédiat en changeant leurs habitudes de consommation et par ricochet, même leur silhouette va se trouver modifiée. Nous constatons que la mode crée une forte pression chez les consommateurs masculins surtout avec l'arrivée depuis quelques années des *sociostyles* comme les *métrosexuels*, les *übersexuels*, les *rétrosexuels* et les *hypsters* qui ont modifié bien des perceptions et des comportements. Dès lors, certains consommateurs à la recherche d'identité ont adapté leur style, voire modifié leur silhouette pour se conformer à un look précis. Ceux-là se sont montrés particulièrement exigeants en ce qui a trait au *fit* lors de nos entrevues.

4.6 Conclusion

Cette recherche vient de prendre une nouvelle forme qui nous semble encore plus intéressante, car elle confirme que (ce que nous avons validé avec nos 60 sujets) l'effet de la densité et du *sticky info* sur la prise de données autant par *body scan* que par la prise de mesures manuelle. De plus, nous pouvons confirmer que pour la clientèle masculine, il y a une différence importante entre un *fit* « esthétique » et un *fit* « confortable ». Les résultats démontrent qu'il semble y avoir trop de mesures traditionnelles et que l'approche du sur-mesure de masse doit viser principalement le non traditionnel. Par exemple, nous aurions eu avantage à modifier la méthodologie et valider le *sticky info* par l'analyse de la garde-robe existante chez nos sujets afin d'implanter un système de référencement de style par taille et par silhouette. L'objectif du référencement aurait permis d'investir dans le décodage de l'information et l'extraction de données en ce qui a trait à la relation client, car l'étude prouve que les sujets recherchent toujours le même produit de base et de *fit*.

CHAPITRE 5 AJUSTEMENTS ET CALCUL D'UN PATRON DE PANTALON ESSENTIELS AU SUR-MESURE DE MASSE

5.1 Introduction

Ce chapitre présente deux grands éléments de notre thèse, dont les informations nécessaires pour construire notre système d'apprentissage à partir des résultats d'essayages et la détermination de calculs d'un patron de pantalon pour hommes dans un contexte de sur-mesure de masse. Nous amorcerons par une réflexion qui conduit au choix d'une taille d'un pantalon en discutant de la différence subjective (tailles choisies versus tailles données) comparée aux mesures objectives obtenues lors des essayages de pantalons et verrons comment la masse affecte effectivement la prise de données. Ensuite, nous en profiterons pour identifier les écarts entre les données obtenues à l'aide des moyens technologiques et celles prises manuellement. Le but étant de voir s'il existe un niveau d'écarts significatif et d'effectuer des corrélations avec la masse jumelées aux variations de densité abdominale. Par la suite, nous discuterons de la validation lors des tests réalisés par des applications tridimensionnelles (algorithmes adaptatifs) sur des patrons. Dans ce contexte et afin d'élaborer des patrons en sur-mesure, nous préparerons une base de données pour la modélisation d'apprentissages supervisés basée sur les silhouettes HVXO.

Nous poursuivrons par l'exploration du concept de cardinalité ainsi que l'identification de la nomenclature servant à identifier les paramètres de modélisation pour effectuer une méthode de calcul d'un patron sur-mesure permettant de définir une formule appropriée pour l'ajustement d'un pantalon. Nous effectuerons un exercice sur le calibrage d'un patron qui apportera une discussion sur sa validation ayant pour but de comprendre comment la problématique reliée à la subjectivité et à la densité affecte l'ajustement et le calcul d'un patron. De ce point nous discuterons des tests et de la validation d'ajustements en plus de ce que nous avons tenté d'effectuer à l'aide de fonctions discriminantes pour expliquer et prédire comme le fait le maître-tailleur, l'appartenance à des groupes prédéfinis à partir d'une série de variables prédictives. Nous concluons ce chapitre par une valorisation de notre modélisation nécessaire pour notre système d'apprentissage.

5.2 Le choix d'une taille d'un pantalon

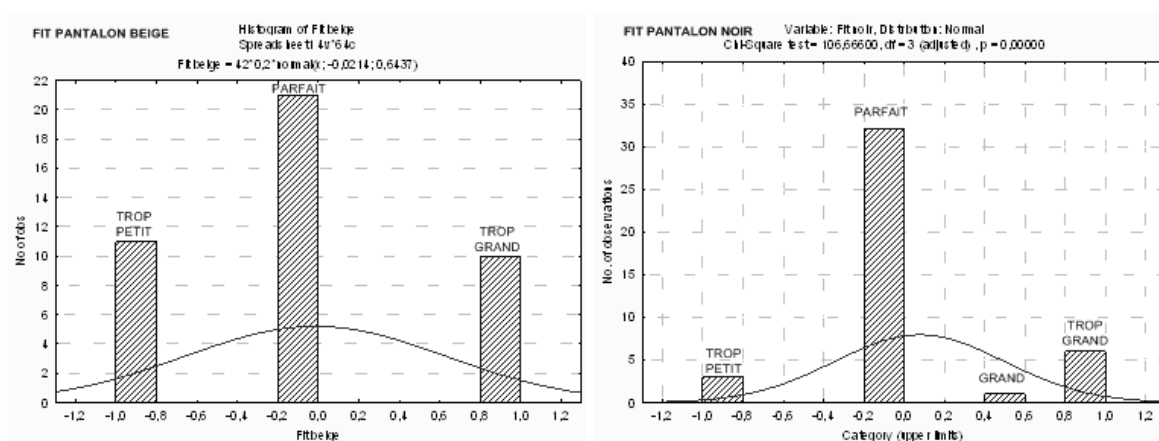
Nous avons vu préalablement que le style et la morphologie de la silhouette sont à la base les deux critères à prendre en compte pour le choix d'un vêtement. Dans ce même sens, nous avons remarqué lors de l'étude que le choix des tailles de pantalons ne sont pas les mêmes pour les hommes ayant la même silhouette, le même tour de taille et une longueur d'entrejambe similaire. Nous pouvons ainsi dire que le style de vêtement n'est pas l'élément en cause mais que la compréhension des paramètres d'ajustement de

celui-ci devient l'élément cible. De ce fait, nous nous devons de traiter des écarts en ce qui a trait aux mesures des sujets, des pantalons et des différences autant objectives que subjectives qui affectent le choix d'un produit vestimentaire.

5.2.1 La taille choisie versus la taille donnée

En matière d'objectivité, nous pouvons remarquer lors de notre analyse ci-dessous au tableau de droite que lors des essayages le pantalon beige était à plus de 50 % soit trop petit ou trop grand et qu'il n'avait pas un bon *fit* comparativement au pantalon noir présenté au tableau de gauche.

Tableau 5.1: Comparaison des essayages des pantalons (noirs et beiges) – acceptations de *fit* et rejets



La différence face à une approche plus subjective dans notre cas fut remarquable comme résultat, car plus d'un quart de nos sujets (18/60) ont rejeté lors de l'essayage le produit par un effet de subjectivité, plus dans la manière personnelle de voir les choses quand bien même que le vêtement semblait parfaitement adéquat selon les mesures extraites.

L'effet de surprise observé lors des essayages permettait de voir automatiquement la réaction du sujet face aux *fits* des pantalons. Encore aujourd'hui, nous examinons certaines données (mesures d'un sujet/pantalons essayés) et nous n'arrivons pas à dire pourquoi le vêtement était inadéquat, car les données objectives semblent parfaitement corrélées. Dès lors, nous nous sommes intéressés à tout ce qui entoure l'évaluation des essayages.

5.2.2 L'évaluation des essayages

La revue de la littérature en ce qui a trait à la prise de mesures pour hommes et que nous avons abordée auparavant, explique deux éléments : la prise de mesures (latérales, verticales, circulaires) et les essayages. Nous avons donc ajouté à ces deux éléments la notion de masse et de densité qui selon nous

touche directement le choix d'un produit vestimentaire. Dans l'ensemble, notre approche porte sur un seul élément qui se différencie de la littérature : celui de la subjectivité associée au « *sticky information* » et aux effets de variation de la densité et de la masse corporelle quotidienne. Cet élément que nous considérons comme essentiel apporte par contre des pistes intéressantes en matière de subjectivité propre au choix d'un produit versus un autre.

Mais pour comprendre la différence en matière de subjectivité, il faut savoir que la prise de mesures par *body scan* qui a l'air simple, est en réalité très complexe, car elle fournit plus de points de mesures que nécessaires. De plus, nous constatons qu'un produit dit seyant pour un sujet ne le sera pas forcément chez un autre et, de ce fait, l'aspect d'ergonomie reste lui aussi subjectif.

Nous avons tenté lors des essayages d'effectuer des tests d'ergonomie (vêtements) et de mouvements pour enrichir notre étude. Cependant, il est possible que nos deux seuls produits ne fussent pas adéquats pour effectuer ce genre de test. L'exemple ci-dessous permet de voir un résultat visuel lors de l'essayage d'un pantalon noir et d'un pantalon beige de tailles 34 (mesurés) qui ont été automatiquement rejetés par le sujet qui avait une taille 34 parfaite.



Figure 5-1: Essayage des deux pantalons et effets de variations (refusés)

Dans ce cas-ci, même si le *fit* du pantalon illustré à la figure 5-1 semblait adéquat, le sujet trouvait que le produit était trop ajusté et aurait aimé un vêtement de taille 35, car celui-ci nous a indiqué qu'il avait une variation de poids durant la journée et que les deux pantalons ci-dessus n'auraient pas été confortables.

De cette remarque, nous constatons qu'il manquait l'aspect d'ergonomie dynamique dans notre recherche. Nous ne parlons pas de l'aspect 3D mais bien de l'aspect variation de la densité quotidienne de l'abdomen et d'évaluation de l'ergonomie *fit-test*. L'aspect de variation de la masse au ventre, fesses et torse pourrait être tout aussi applicable pour les variations du corps durant une journée et pourrait améliorer la collecte de données dites « cachées ».

En comparaison, l'exemple ci-dessous permet de voir un résultat visuel lors de l'essayage d'un pantalon noir et d'un pantalon beige de tailles 34 (mesurés) qui ont été acceptés par le sujet qui avait une taille 34,8.

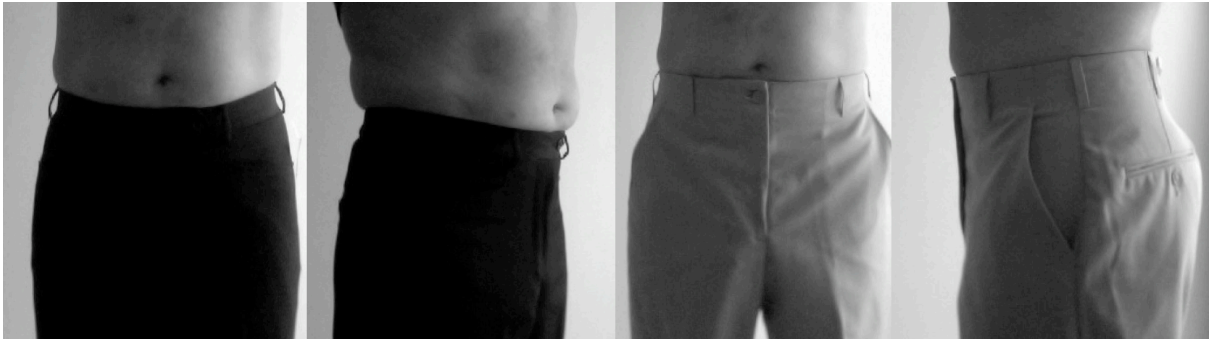


Figure 5-2: Essayage des deux pantalons et effets de variations (acceptés)

5.2.3 Évaluation des écarts de la densité

Pour mieux comprendre les écarts de la densité, nous avons demandé à un des sujets de revenir effectuer des essayages durant une journée complète afin de voir comment la masse corporelle et la densité affectent l'adiposité abdominale au quotidien. Nous avons en image ci-dessous une première prise de donnée à 8h et une seconde à 14h et une autre à 16h avec le même pantalon. De plus, nous avons effectué une prise de donnée par *body scan* à 16h afin de reconfirmer cette variation.

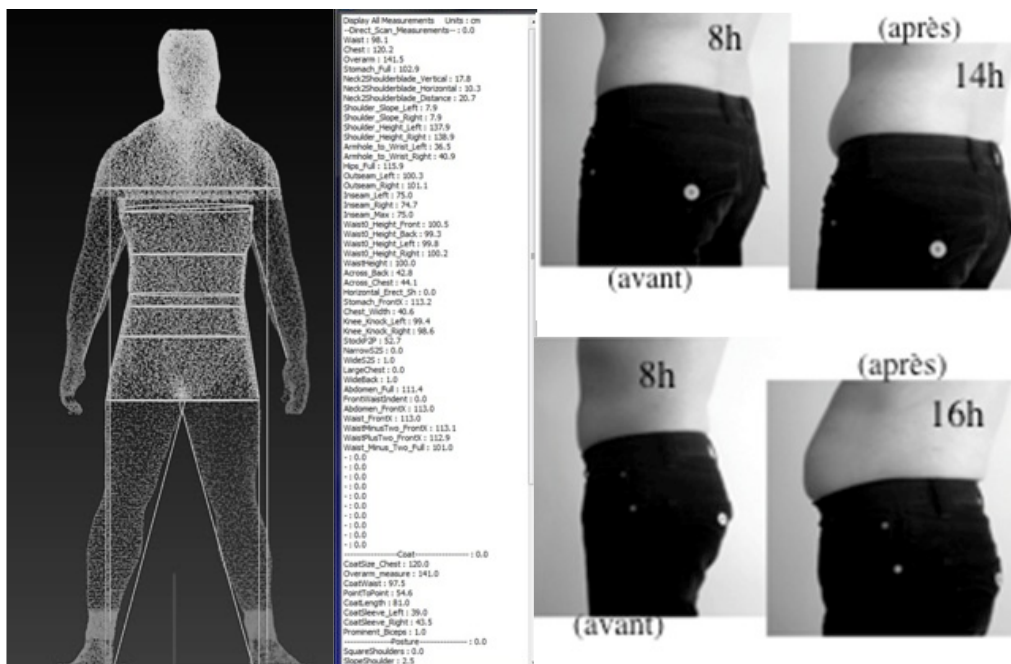


Figure 5-3: Étude du pantalon selon la variation de densité quotidienne – (8h-14h-16h)

Nous pouvons confirmer que l'effet de la prise de mesures par *body scan* reste sensiblement la même que prise manuellement. Tout comme les images ci-dessus, elles confirment l'augmentation évidente du volume à la taille. Une seule prise de mesures par *body scan* ne pourrait donc être efficace. Notre sujet avait une différence de 5,8 livres entre 8h et 16h. Ce qui est intéressant dans cette approche c'est de voir que le sujet porte le même vêtement et ne fait qu'ajuster sa ceinture. De plus, il faut retenir que l'effet de la densité va au-delà d'une distension abdominale et se fait sentir dans le confort de la chemise au niveau de la poitrine, des omoplates et même dans l'aisance de l'emmanchure.

Nous avons également réalisé que certaines mesures ne se prennent pas mécaniquement. Nous avons posé quelques questions lors des essayages (voir questionnaire en annexe 5) concernant l'aisance, le confort et l'ergonomie et dans l'ensemble, cela reste très subjectif pour chaque sujet. C'est l'exemple précis du « *sticky information* » qui nous donne des données brutes pouvant être traduites en mesures qui deviendront par la suite des paramètres importants pour l'élaboration d'un vêtement en sur-mesure.

Ces paramètres jumelés aux variables (*sizing*) peuvent devenir un facteur important de décision dans le cadre du configurateur et c'est précisément ce que l'on cherche. Voici un exemple de facteur de décision : lors des essayages, les hommes avaient tendance à préférer le tissu noir au beige, car la matière affectait le « tombé » et cela a fini par devenir une variable importante lors de l'essayage. Il nous a été toutefois difficile d'analyser ce facteur en raison du temps d'essayage alloué. Certains sujets étaient trop pressés de surcroît et il devenait difficile de s'attarder pour évaluer la perception du *fit* par le sujet lui-même.

La différence subjective en comparaison des mesures concrètes obtenues explique par exemple pourquoi dans certains cas le pantalon qui avait une fourche adéquate à nos yeux était rejeté par le sujet parce qu'il la trouvait trop présente ou qu'elle moulait un peu trop la forme du fessier. Pendant ce temps, un *fit* hors normes (comme la figure 5-2) était aisément accepté. En effet, le participant pouvait choisir un *fit* objectivement inapproprié mais qu'il apprécie subjectivement, car il aime l'ampleur et les tailles basses. Cela confirme que notre prise de mesures, en tant qu'extraction de l'information, était insuffisante à elle seule.

Parfois, il peut se présenter aussi une *hidden information* comme dans l'exemple du sujet qui transpire beaucoup et qui doit en tenir compte au moment de choisir un style de pantalon et un type de matière (tissu) en particulier.

L'expérience subjective des sujets a fait l'objet d'abondants commentaires faisant intervenir des notions telles que l'estime de soi, l'auto-évaluation ou encore le rapport au savoir et à la référence en termes de style et de *fit*. Nous avons cherché à mettre en évidence et à expliquer les liens existant entre ces différentes dimensions de l'expérience « subjective » du *fit* et le niveau d'expérience atteint par les sujets,

néanmoins cela aurait dû être mieux planifié dès le départ dans notre questionnaire, car nous ne pouvions pas effectuer une nouvelle collecte. Par contre, une chose paraît incontestable : la masse affecte la prise de données qui affecte à son tour le *sticky info*.

5.3 Comment la masse affecte la prise de données

Au départ, nous devions nous assurer qu'une pose naturelle serait maintenue devant le *body scan*, car certains n'étaient pas à l'aise pour laisser sortir leur ventre. Comme le *body scan* n'est pas en mesure de détecter complètement les variations de la masse abdominale, nous avons effectué une prise de mesures manuelle afin de gérer les écarts possibles entre les informations fournies par la technologie. L'expérience subjective des sujets lors des essayages a permis de comprendre comment la masse affecte la prise de données et l'achat de produits vestimentaires. En effet, nous avons constaté que les sujets ayant une forte adiposité abdominale (+ 28 % de taux de gras) ne portent pas la chemise de la même façon et ne portent pas la ceinture de leur pantalon à la même hauteur. Même que dans certains cas, la ceinture est ajustée 2 à 3 fois selon l'heure de la journée afin de répondre au niveau d'aisance souhaitée. L'adiposité abdominale crée un débalancement au niveau de la taille et affecte directement la prise de mesures dans la façon de porter un pantalon (devant, latérale, dos) comme présenté ci-dessous.

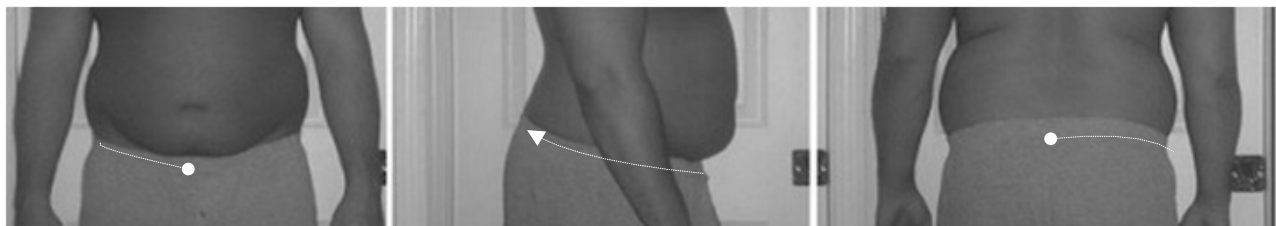


Figure 5-4: Calcul du tour de taille selon d'adiposité abdominale

La plupart d'entre eux (les sujets ayant une forte adiposité abdominale supérieure à 28 % de taux de gras) le porte un peu plus haut vers l'arrière et sous le ventre au-devant, créant ainsi un dénivelé de la taille allant de un à trois pouces. De plus, ils sélectionnent fréquemment leur pantalon un « size » plus petit. Ainsi, un individu qui habille une taille 38 choisira une taille 36 voire 34 et préférera l'ajuster par la suite avec une ceinture créant un débalancement dans le tombé du pantalon.

Il faut savoir que la prise de données est automatiquement affectée par la variation de la masse, grasse ou maigre. Un candidat ayant un faible taux de gras (de quatre %) portait un boxer pour gonfler le pantalon ainsi que deux minces sous-vêtements de corps pour gonfler le torse et surtout pour élargir ses bras et ses épaules. Il disait prendre toujours ½ taille plus grande chaque fois que c'est possible.

5.4 Configuration de la prise de données

À partir des résultats obtenus, nous avons cherché à savoir s'il fallait prendre un nombre X de mesures par *body scan* et à l'aide d'une balance pour faire un pantalon sur-mesure ou si prendre juste un nombre X de mesures de taille et de densité était suffisant.

En réponse à cette question : notre constat nous amène à penser qu'il n'y a pas de corrélation perceptible entre un nombre X de mesures et le poids donné sur une balance. Nous avons besoin de plus de données ainsi qu'un système de règles afin de coordonner la prise de mesures nécessaires face aux écarts et à la variation des données potentielles durant la journée.

Par exemple, le candidat #44 avec un poids de 190 livres et ayant un pourcentage de gras de 18,5 %, un corps athlétique et ferme, voulait un vêtement ample aux cuisses et aux hanches mais avec une taille ajustée afin de bien définir sa silhouette. Cela aurait sans doute été différent si avec la même masse, il avait un taux de gras de 30 %, car dans ces conditions, il chercherait surtout l'aisance à la taille et à la fourche. Dans ce cas-ci, l'effet de la densité est un élément clé dans la fabrication en sur-mesure de masse, car elle impose un facteur important sur le choix d'un produit semi-ajusté ou non. À titre d'exemple, la figure ci-dessous présente une silhouette athlétique en X dont l'effet de la masse sur la prise de mensuration devient un facteur important.

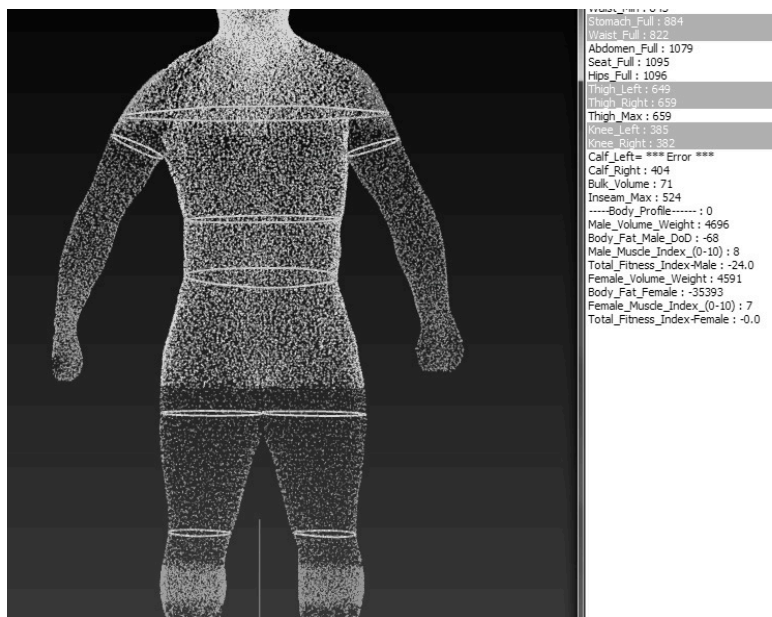


Figure 5-5: L'effet de la masse sur la prise de données, sujet #44 athlète/forme X

Il apparaît donc que les mesures du corps, de la silhouette et de la densité sont les éléments clés d'une configuration pouvant donner « possiblement » un pantalon, toutefois il serait probablement fait en sur-

mesure propre si on pouvait y ajouter du « *hidden information* ». Cette information cachée, majoritairement axée sur la variation de poids, permettrait de mieux comprendre les variations de taille dans le choix d'un pantalon. Pour mieux comprendre, nous avons demandé à trois sujets de nous remettre leur ceinture afin de voir les variations de taille et de nous dire s'ils ont eu une variation de masse et ce qu'ils portent comme pantalon. L'image ci-dessous présente les trois ceintures des propriétaires uniques A-B-C :

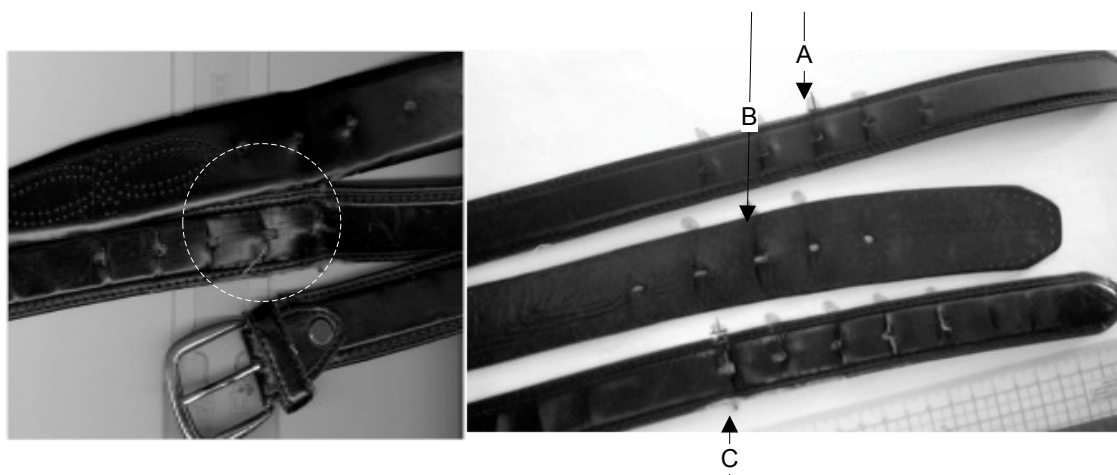


Figure 5-6: Ceintures et variations de poids

Les résultats illustrent bien la variation des tailles identifiées sur quelques années : A- Ceinture de deux ans ½ d'usure avec une variation de taille de cinq pouces, B- Ceinture de plus de trois ans avec une variation de taille de trois pouces et C- Ceinture d'environ six ans avec une variation de taille de cinq pouces. Chez les trois sujets, la prise et la perte de poids se situant durant la dernière année de 10 livres à 22 livres. Par contre, il était intéressant de constater que les sujets n'ont pas changé de pantalons et qu'ils adaptent périodiquement leur ceinture aux tailles trop grandes de leurs vêtements.

5.4.1 Identification des écarts entre les données obtenues

Lorsque nous examinons les résultats de nos mensurations et celles des chartes de mesure (présentées en annexe 7), nous retrouvons constamment des écarts entre les données prises manuellement et celles obtenues par des moyens technologiques, et ce, même une fois calibrées. Les écarts sont de un pouce en moyenne du tour de taille naturel. Nous avons validé nos deux patrons des pantalons étudiés incluant les chartes de gradation et nous avons relevé quelques écarts selon les règles définies par nos maîtres-tailleurs : celles de la silhouette. Dans les deux cas, le style de pantalon vient dans un seul format (paramètre unique) défini par un gabarit de base (noir = base 32'') et (beige = base 30'') avec des écarts de gradations identiques, qu'importe la variance des tailles.

Nous avons remarqué que le pantalon beige avait un écart surdimensionné dans les tailles 42'' au niveau des hanches et des cuisses et qu'il n'était pas adapté pour la silhouette en H. Dans ce cas précis, la question posée en annexe (1) au questionnaire trois est : est-ce que les logiciels de patron sont capables de recalculer les courbes si l'on change une donnée ? La réponse est négative. Selon nos deux (2) patronnistes experts, il n'y a pas de modélisation automatisée et fonctionnelle d'un patron actuellement disponible sur le marché pour effectuer ce type de travail. Il existe selon eux des approches virtuelles et tridimensionnelles mais sans paramètre d'automatisation jumelé au scanner. Ce qui selon nous complexifie l'approche du sur-mesure de masse.

Nous avons tenté d'obtenir à plusieurs reprises une démonstration d'un des plus grands fournisseurs de technologie de patrons en Amérique du Nord afin de nous prouver que le service en sur-mesure de masse est réellement fonctionnel et nous sommes restés sans nouvelles depuis.

5.5 Essais par validation virtuelle par applications tridimensionnelles

Il existe actuellement des systèmes de patronnage permettant d'utiliser des algorithmes adaptatifs capables de changer automatiquement leurs comportements en fonction de leur contexte d'exécution via des données manipulées par l'algorithme en fonction des paramètres d'un patron en 2D. Dans le cas où nous aurions utilisé une validation virtuelle, l'algorithme adaptatif n'aurait pas été suffisant afin de modifier automatiquement le comportement du patron sur une réelle modélisation corporelle.

Nous avons tenté de faire quelques modélisations par des applications tridimensionnelles avec l'aide d'un Centre de transfert technologique. Nous cherchons dans ce cas-ci, à atteindre des performances optimales. Même en utilisant un algorithme de déformation de surface, cela ne permettra pas de définir une géométrie équilibrée de l'amplitude et de l'ergonomie réelle d'un vêtement de masse car seule la conversion d'une structure en treillis donne cet effet de 3D. Néanmoins, cela reste dans l'ensemble trop complexe dans le cadre d'une approche de fabrication en volume pour un manufacturier.

5.5.1 Constat d'applications d'algorithmes adaptatifs

Selon nos tests, les systèmes automatisés de design de patrons qui utilisent des données tridimensionnelles de balayage du corps ne sont pas efficaces actuellement dans le sur-mesure de masse selon nos experts patronnistes. De plus, il semble y avoir un problème dans le processus de gestion de la qualité lorsque nous traitons des besoins spécifiques de la personnalisation de masse ce qui complexifie l'offre.

Les entrevues avec les patronnistes confirment que les applications tridimensionnelles offrent une visualisation intéressante des mécaniques de tissus et la géométrie de surface effective de modèle du corps est prise en compte, en plus de divers effets liés à l'imagerie 3D, ce qui est réellement intéressant d'un point de vue virtuel.

Toutefois, cela comporte certaines limites et divers obstacles représentés notamment par les méthodes classiques de conception dont nous ne pouvons pas faire abstraction, et ce, quelles que soient les nouvelles technologies en place. Lorsque nous désirons imprimer le modèle (présenté en 3D) afin de le retransmettre sur papier et le produire en échantillonnage, cela exige inmanquablement d'autres calculs d'ajustement et parfois même plusieurs versions avant d'avoir la bonne.

Les applications dites classiques revenaient beaucoup lors de notre sondage. Selon nos sujets candidats pour la prise de mensuration, pour qu'un produit soit fait en sur-mesure de masse, il doit y avoir une application « classique » ou une touche artisanale et un réel effet de sur-mesure afin de donner cette valeur au produit recherché. De plus, nous avons réalisé lors de notre étude que le consommateur désire créer un lien avec le produit et désire cette touche personnelle, ce que l'on a perdu selon eux, dans l'approche du volume et de la non-production locale.

On sait bien que les caractéristiques tridimensionnelles du corps humain permettent les spécifications techniques pour des matières premières (équilibrage de motifs optimaux pour différents matériaux de tissu, tombé ou tout ce qui touche le développement de produits) mais cela reste intéressant d'un point de vue recherche pour le moment, car il ne donne pas concrètement le choix qu'un consommateur fera à distance pour un produit. Il faut donc revenir aux règles de base et ainsi voir s'il est possible d'effectuer des liens à partir d'un vêtement existant comme le font certains maîtres-tailleurs à distance.

5.5.2 Patron de pantalon d'après un pantalon existant

Il semble qu'il existerait dans certains systèmes des paramètres utiles pour l'ajustement mais en modifiant une seule donnée selon un patronniste, cela entraîne l'ajout d'autres nouvelles données et complexifie davantage l'approche. Cela exige dans certains cas plus qu'un simple déplacement de la ligne et amène une complexité dans l'ajustement des courbes. Cette approche peut être réalisable mais exige que le patronniste soit très habile et surtout hyper qualifié comme le confirme les ouvrages de Kang et Kim (2000/2003).

Ainsi, nous nous sommes demandé s'il ne faut pas simplement adapter les gabarits d'un manufacturier à une grille de règles pour modifier les paramètres à la base mais de façon standard. Cette méthode pourrait être efficace et faciliterait la création de styles par segmentation et permettrait de créer une base de données pour la modélisation d'apprentissages.

5.6 Base de données pour la modélisation d'apprentissages

Nous avons préparé suite aux résultats d'analyses une base de données pour la modélisation d'apprentissages supervisés afin de réaliser des patrons en sur-mesure. Cette base contient des

informations afin de pouvoir ajuster et développer des grilles de gradation adéquates par silhouette. Cet outil sera utile pour notre analyse au chapitre 6. L'exemple à la figure 5-7 illustre bien la modélisation et la représentation des silhouettes HVXO en fonction du calcul du tour de la taille et du tour de la poitrine en pouces.

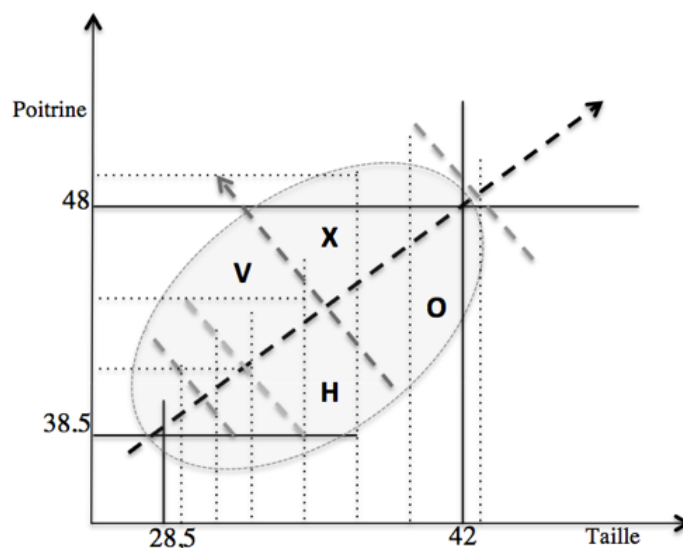


Figure 5-7: Représentation d'ensemble des silhouettes en fonction de taille/poitrine

Dans notre modèle, la silhouette H est représentée par une moyenne des tailles types ayant une taille de 34-38 et un tour de poitrine de 38,5-42,5. La silhouette en V représente les tailles de 31-36,3 et un tour de poitrine 42-48. La silhouette en X représente les tailles 33-42 et un tour de poitrine variant entre 42-50. La silhouette en O représente les tailles 36,5-43 et un tour de poitrine variant entre 40-48. Cette base de données est importante car elle nous offre la possibilité de catégoriser nos silhouettes. De plus, elle devrait aussi nous permettre dans ce cas de réduire au minimum la cardinalité de l'ensemble de données nécessaires pour réaliser un vêtement en sur-mesure de masse.

5.6.1 Modélisation et éléments de cardinalité d'un patron sur-mesure

Pour effectuer la modélisation de base, nous devons définir les éléments de cardinalité qui selon Perez, Rybalchenko et Singh (2009) se définit par le nombre de participations d'une entité à une relation. On peut prendre pour exemple la matière première qui joue, comme on le sait, un rôle important dans le « tombé » (aplomb et tenue) du vêtement, cette donnée servira dans ce cas à définir la dimension du patron pour l'ajustement de l'extensibilité. Les éléments de cardinalité présentés dans ce chapitre sont souvent appelés cardinalités maximales dans la mesure où elles représentent le nombre maximum de participations d'une entité à une relation. En revanche, notre recherche est axée sur la cardinalité dite « minimale » qui est le nombre minimal de participations d'une entité à une relation.

Pour nous, la cardinalité est importante car elle s'approche des concepts informatiques utilisés en modélisation des données relationnelles et elle devient nécessaire pour construire ultérieurement notre configurateur de produits. Il faut comprendre que c'est la cardinalité qui définira le nombre de relations réellement paramétrées entre les objets issus de nos variables stratégiques et c'est ce que nous tenterons de faire avec la modélisation et le calcul d'un patron pour un pantalon en sur-mesure. Les huit éléments de cardinalité nécessaires pour l'ajustement et la modélisation d'un pantalon et utiles pour l'ensemble d'apprentissage sont : la taille, les hanches, les cuisses, les genoux, la fourche devant, la fourche dos, l'ouverture de l'ourlet et la longueur. Nous présentons ci-dessous un gabarit de base (dos-devant) d'un pantalon pour homme.

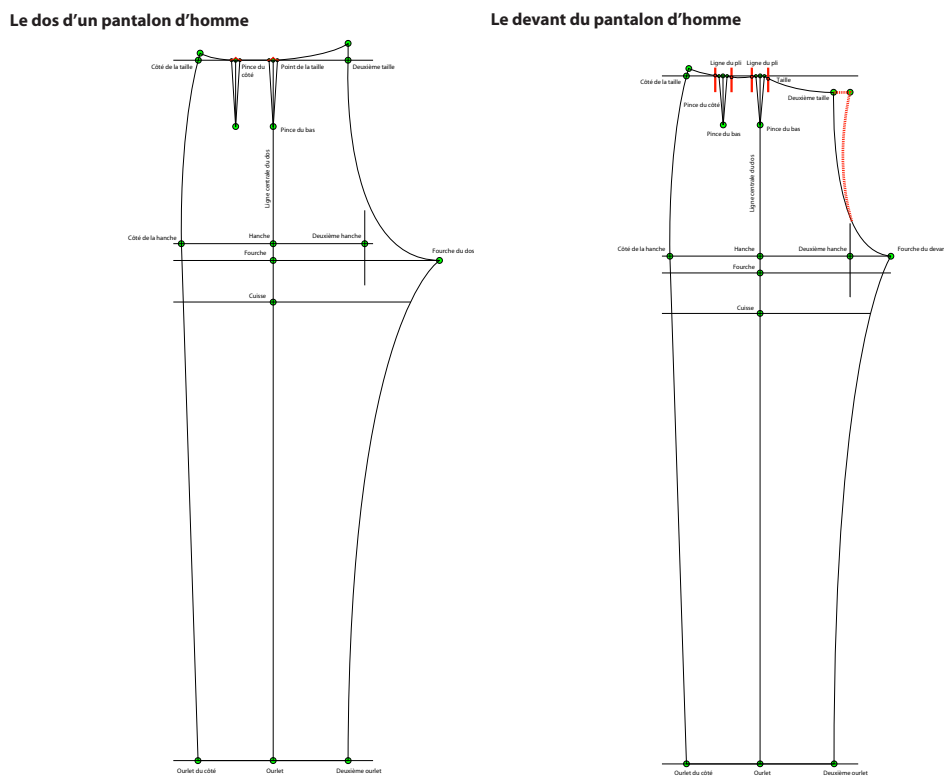


Figure 5-8: Modélisation d'un gabarit (bloc) de base

Pour élaborer le gabarit (bloc) du pantalon d'hommes, nous avons utilisé les mesures de certains spécialistes de l'industrie (basé sur l'annexe 6). Il faut noter que de l'aisance a été ajoutée à ces mesures. Tel qu'illustré à la figure 5-8, le gabarit dos est développé en utilisant une ligne de grille centrale.

1. Dessiner la ligne de grille centrale en se servant de la longueur du côté du pantalon, à au moins 10 po (25,4 cm) du bord du papier.
2. En haut de la ligne, il faut marquer le point de la taille.
3. Marquer le point de la hanche à 11 po (27,9 cm) en dessous du point de la taille.
4. Marquer le point de fourche à 1 po (2,5 cm) en dessous du point de la hanche.

5. Marquer le point de la cuisse à 3,5 po (8,9 cm) en dessous du point de la hanche.
6. Le point de l'ourlet est en bas de la ligne de grille.
7. Dessiner des lignes horizontales de 12 po (30,5 cm), en se servant des points sur le centre de la ligne.
8. En se servant d'un quart de la mesure de la taille auquel on ajoute un pouce (2,5 cm), il faut marquer un point de côté de la taille à gauche et un deuxième point de la taille à droite, en se servant du point de la taille comme centre.
9. En se servant d'un quart de la mesure de la hanche, il faut marquer un point de côté de la hanche à gauche et un deuxième point de la hanche à droite, en se servant du point de la hanche comme centre.
10. Dessiner une ligne verticale du point de la hanche jusqu'à la ligne de fourche.
11. Marquer les points de côté et de l'intérieur de l'ourlet en se servant d'un quart de la mesure de l'ourlet, de chaque côté de la ligne centrale.
12. La ligne de fourche peut être dessinée à 1 po (2,5 cm) en dessous de la ligne de la hanche ou descendue, comme la ligne du buste, pour créer une taille mature ou extra large.
13. Marquer le point de fourche dos sur la ligne de l'entrejambe, à 4,5 po (11,4 cm) après le deuxième point de la hanche.
14. Monter le premier point de côté de la taille d'un demi-pouce (1,3 cm) et le deuxième point de la taille de 1 po (2,5 cm).
15. Joindre le deuxième point de la taille au point de fourche, en se servant de la courbe de fourche dos fournie.
16. En se servant de la ligne de la grille centrale et d'un deuxième point, à mi-chemin entre le point de côté de la taille et la ligne de la grille centrale, marquer les points de pince à un demi-pouce (1,3 cm) de chaque côté du centre de chaque pince.
17. Marquer un point de pince du bas à 4 po (10,2 cm) en dessous du point de la taille et connecter les points de pince de côté au point bas, avec des lignes droites.
18. Joindre le point de côté de la taille aux points de pince du haut et au deuxième point de la taille, avec la courbe fournie.
19. Joindre le point de côté de la taille au point de côté de la hanche, en se servant de la courbe de la couture menant au point de l'ourlet.
20. Joindre le point de fourche au point de l'ourlet, en se servant de la courbe de la couture latérale fournie.

Pour élaborer le gabarit (bloc) devant du pantalon d'hommes, nous avons utilisé les points identiques de 1 à 12 au bloc du dos. Nous avons toutefois changé les points suivants :

1. Marquer le point de fourche devant à 2,5 po (6,4 cm) après le point de la hanche, sur la ligne de la hanche.
2. Monter le point de côté de la taille à un demi-pouce (1,3 cm) et descendre le deuxième point de la taille d'un pouce (2,5 cm).
3. Joindre le point de la taille au point de fourche devant, avec la courbe fournie.

4. En se servant de la ligne de la grille centrale et d'un deuxième point, à mi-chemin entre le point de côté de la taille et la ligne de la grille centrale, il faut marquer les points de pince de côté à un demi-pouce (1,3 cm).
5. Marquer le point de pince du bas à 3 po (7,6 cm) en dessous du point de la taille et connecter les points de pince de côté au point du bas, avec des lignes droites.
6. Joindre le côté de la taille aux points du haut de la pince et au deuxième point de la taille, avec une courbe.
7. Joindre le point de côté de la taille au point de côté de la hanche, en se servant de la courbe de la couture latérale au point de l'ourlet.
8. Joindre le point de la fourche au point de l'ourlet, en se servant de la courbe de la couture de côté.
9. Vérifier la largeur de la cuisse, en se servant de la distance du croisement des points de la ligne latérale et de la ligne de la cuisse, sur les blocs du dos et du devant.

Prendre note que pour le devant d'un pantalon avec plis qu'il faut changer les points suivants :

1. Descendre le deuxième point de la taille d'un pouce (2,5 cm) et le prolonger d'un pouce (2,5 cm).
2. En se servant de la ligne de la grille centrale et d'un deuxième point, à mi-chemin entre le point de côté de la taille et la ligne de grille centrale, il faut marquer les points centraux de plis.
3. Marquer les points de plis de côté à un demi-pouce (1,3 cm), de chaque côté des points centraux de plis.
4. Joindre le point de côté de la taille au deuxième point de la taille, avec une courbe. Monter ensuite les points centraux de plis d'un quart de pouce (0,6 cm) de la ligne courbée et redessiner la taille.

Il faut noter que deux systèmes de mesures sont utilisés au Canada. L'ancien système impérial, qui s'utilise parfois dans certaines industries, comprend les pieds et les pouces. À l'origine, ces mesures se faisaient manuellement avec le pied et le pouce et reste encore très présent chez nos maîtres-tailleurs. Dans ce système, 12 pouces équivalent à un pied; trois pieds valent une verge; le pouce se divise en fractions. On y retrouve $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{2}$. Le système métrique a été conçu pour uniformiser les mesures de toutes régions et nations.

De ce fait, les patronnistes doivent comprendre ces deux systèmes de mesures, impérial et métrique, car il est difficile de convertir continuellement un système à un autre. Il est mieux d'opter pour l'un de ces deux systèmes et d'y adhérer. D'ailleurs, nous avons remarqué lors de notre étude que le système métrique est enseigné dans les écoles et on s'attend à ce que l'usage du système impérial disparaisse graduellement d'ici quelques années.

5.6.2 Ajustements et modélisation d'un pantalon en sur-mesure de masse

Pour effectuer une modélisation en sur-mesure de masse tel que présenté ci-dessous, nous devons établir le calcul nécessaire à la construction d'un gabarit de base pour un pantalon en sur-mesure à partir d'un

système défini par des règles basées sur des fonctions simples que nous avons établies à partir de la littérature et des entrevues effectuées auprès des spécialistes de l'industrie de la mode et de l'habillement.

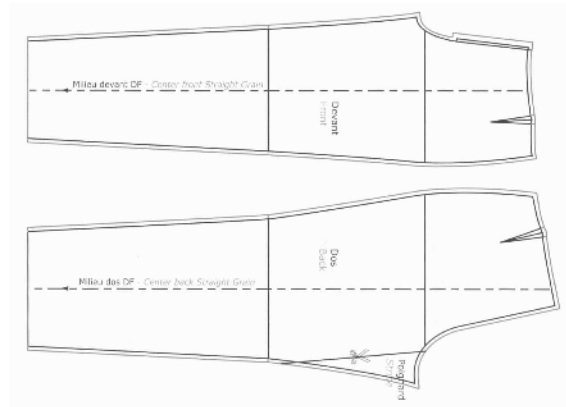


Figure 5-9: Patron de base d'un patron sur-mesure

À partir de ces règles, nous allons mettre en place la nomenclature servant à identifier les paramètres de modélisation pour effectuer une méthode de calcul d'un patron sur-mesure et ainsi définir une formule appropriée pour l'ajustement nécessaire. Il faut toujours garder en tête que l'approche doit être effectuée dans un contexte de sur-mesure mais de masse. Comme cela complexifie la structure du calcul dans son ensemble, nous allons débiter par l'ajustement du patron de pantalon pour hommes et poursuivre par les règles de l'industrie en matière d'offre de produits de masse. Nous avons ainsi analysé plusieurs patrons afin de mieux comprendre l'étude et les calculs pour effectuer un pantalon sur-mesure. Nous enrichissons le calcul pour définir un patron en utilisant le modèle de Wargnier (2010).

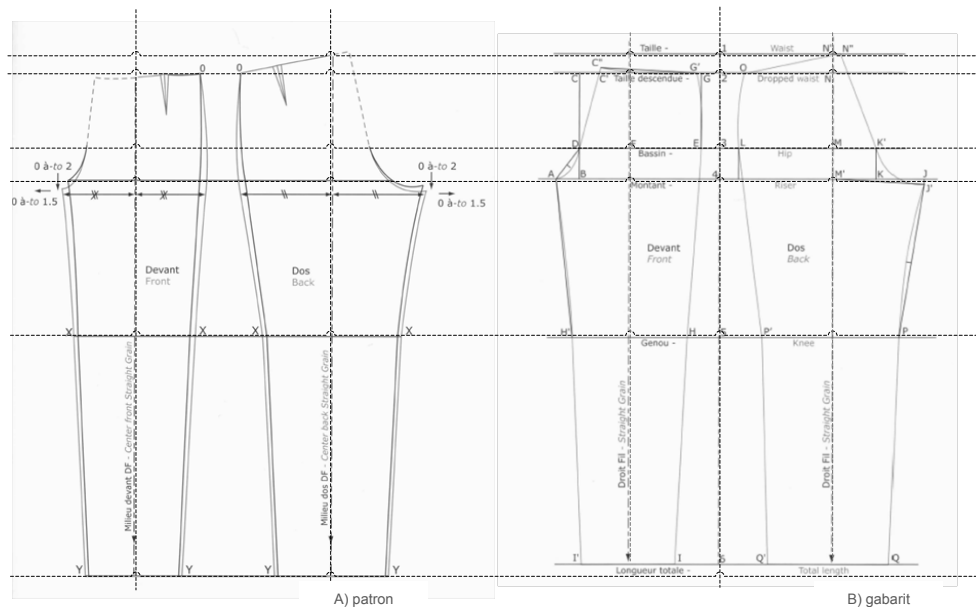


Figure 5-10: Calcul pour effectuer l'ajustement d'un patron sur-mesure

En résumé, les mesures nécessaires sont : le tour de taille + quatre centimètres d'aisance, tour de bassin + 16 centimètres d'aisance, la largeur du genou est de 52 centimètres avec aisance et le bas du pantalon est de 44 centimètres. Ensuite, pour définir les points cardinaux³⁴, nous dressons des lignes, comme de taille (ceinture) qui se trouve habituellement un peu descendue par rapport à la ligne de taille morphologique. On place une ligne de quatre centimètres sous la ligne de la taille pour définir l'écart et ainsi de suite. Ces valeurs représentent une moyenne de l'industrie et varient selon les styles et les modes et nous verrons plus loin comment ce calcul de mesures a un impact sur l'essayage. Car ici, l'essayage est le seul réel élément pour valider une base de patron.

Dans ce contexte d'essayage, une des grandes problématiques de l'industrie de l'habillement est reliée à l'étiquetage des tailles différentes par les manufacturiers et chez les grands détaillants. Le but est d'offrir une différenciation en modifiant certains paramètres reliés aux éléments de cardinalité, et ce, afin de se distinguer des autres concurrents. Ce qui explique entre autres la difficulté d'essayage en cabine et les grandes frustrations chez le consommateur à trouver un vêtement adéquat. Mais à l'inverse, c'est ce qui parfois explique la fidélité à une marque. Le contexte d'essayage nous ramène à notre hypothèse de recherche axée sur trois éléments initiaux qui définissent cette étude par **l'individu, le patron et le vêtement**. Comme chaque manufacturier a son propre vecteur en termes d'ajustements, nous le définirons ainsi les indices et les valeurs :

INDICES

***s** = modèle ou style de vêtement*

***h** = manufacturier ou une marque*

***f** = taille standard (étiquetée) d'un vêtement {30, 32, 34, 36, ... 44}*

***l** = point de mesure sur un patron*

VALEURS

***v** = mesure sur un patron*

***As, f** = correction "communément admise" de style sur un point de mesure pour définir sa taille donnée*

***Bh, f, l** = correction appliquée par un manufacturier sur un point de mesure pour définir une taille donnée*

Nous avons constaté que pour tous les modèles (indice *s*), les manufacturiers calculaient les valeurs des différentes mesures à partir de la mesure de la taille de base et d'un incrément constant pour la gradation. De la même manière, chaque manufacturier (indice *h*) dispose d'une représentation de ce qu'est une taille standard (indice *f*) pour chacune des mesures sur un patron (valeur *v*), à partir de laquelle il ajoute ou

³⁴ Les points cardinaux sont représentés en évidence sur les patrons de par leurs extrémités nécessaires à la gradation. En plus des points cardinaux, il est possible de construire des points intermédiaires (ou points inter cardinaux) pour certains types de patrons plus complexes.

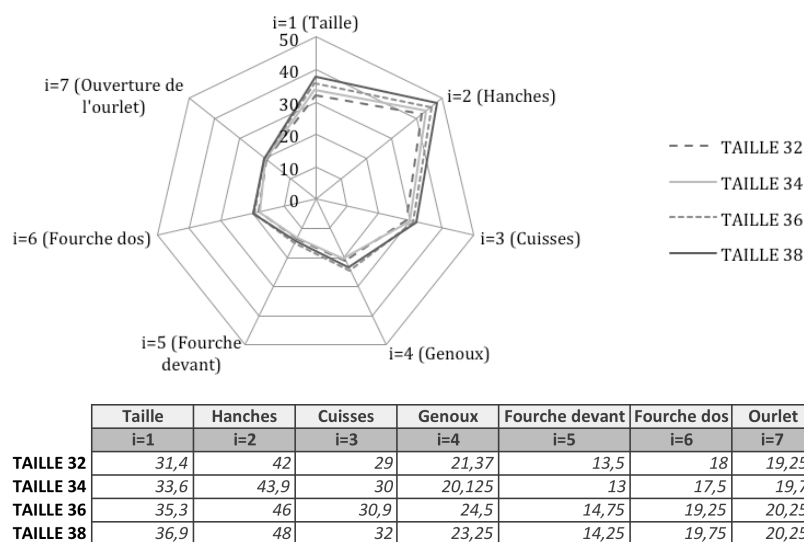
retranche une valeur en termes de correction pour chacun des modèles. Ce qui explique que la valeur d'une mesure sur un point de patron d'un manufacturier pour une taille donnée selon un modèle spécifique correspond à la formule suivante :

$$Vl,h,sf = Vl,f + As,f + Bh,f,l$$

Donc, cette formule est égale à la valeur d'une mesure sur un point de patron pour une taille standard (valeur Vl,f), en ajoutant la correction "communément admise" de style sur un point de mesure pour une taille donnée (valeur As,f), ainsi que la correction appliquée pour un manufacturier sur un point de mesure pour définir une taille donnée (valeur Bh,f,l).

Donc, l'indice f de taille standard que représente la fidélisation d'une marque doit correspondre à la bonne mesure d'un patron en fonction des proportions que représente un individu. Ce qui explique que chaque manufacturier développe un format particulier concernant les mesures des gabarits et des ajustements de la gradation afin de séduire et de fidéliser des segments en particulier. En effectuant une analyse de la valeur moyenne des i (valeurs de mesures réelles prises sur un vêtement) lors de notre collecte de données, nous avons remarqué que l'ensemble des tailles croit en parallèle mais ne respecte pas la taille standard étiquetée du manufacturier.

Tableau 5.2: Mesures comparatives en fonction des tailles des pantalons confectionnés (32-34-36-38)



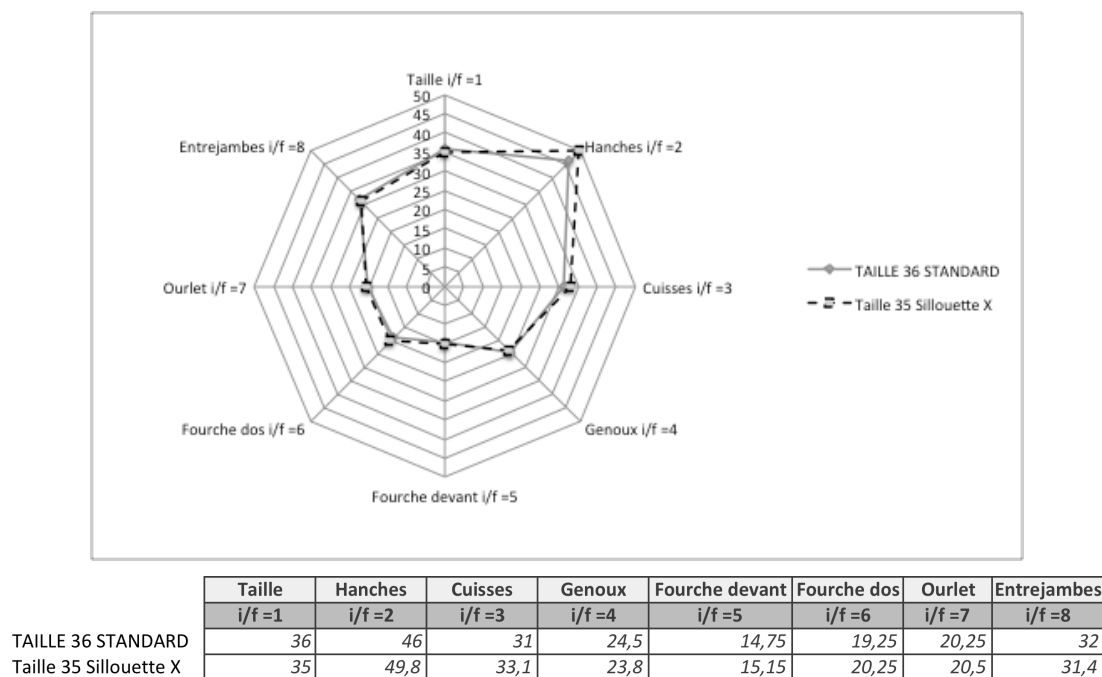
Notre étude confirme que les manufacturiers ont un problème important de répétitivité dans leur production et que dans la plupart des cas étudiés qu'ils ne font aucun contrôle de qualité sur les mesures des vêtements confectionnés. Nous remarquons au tableau 5.2 des écarts sérieux dans les proportions dans la fourche et les mesures de la jambe. Un manufacturier qui offrait des vêtements semi-ajustés était surpris

d'apprendre que cela pouvait avoir un impact réel sur leur taux de retour des vêtements à être ajustés (altérés) lors de la livraison au client. Ce problème relié au gabarit de base, aux problèmes dans la coupe et les placements des patrons, sans compter la rapidité de l'assemblage créant parfois un écart important dans les tailles distribuées et offertes en magasin. Il est donc compréhensible que nos sujets étudiés soient si réticents pour effectuer des achats de pantalons et autres vêtements en ligne.

De ce constat, il faut revenir aux mesures nécessaires et aussi revoir l'approche pour le patronniste, car pourquoi s'attaquer au patron dans cette thèse si celui-ci n'est pas réellement respecté tout au long du processus. Il nous faut donc revenir sur nos objectifs et revoir les éléments de cardinalité en fonction des silhouettes afin de nous procurer le meilleur *fit* possible.

Les huit éléments de cardinalité nécessaires et utiles pour l'ensemble d'apprentissage sont : la taille, les hanches, les cuisses, les genoux, la fourche devant, la fourche dos, l'ouverture de l'ourlet et l'entrejambe. Tel que vu au tableau 5.2 l'ensemble des tailles croit en parallèle, par contre lorsque nous regardons l'indice i comparativement à un indice f (taille standard étiquetée) sur une taille 36 nous sommes en mesure de remarquer de grands écarts en ce qui a trait aux proportions des hanches et des cuisses.

Tableau 5.3: Cardinalité selon un standard 36 comparativement d'une taille 35 silhouette X



Dans l'exemple du tableau 5-3, nous avons sélectionné un sujet de silhouette X comme élément de comparaison afin de démontrer qu'il n'est pas en mesure de se vêtir d'un pantalon de taille régulière 36 car celui-ci a un tour de taille de 35, un tour de hanches de 52 et un tour de cuisses équivalent à 33,1 comparativement au tour de hanches de 46 et des cuisses de 31 du pantalon commercial. De plus, certains

écarts ont été remarqués chez les silhouettes en O et chez quelques sujets possédant une silhouette en H ou Y et ayant beaucoup de problème avec l'ampleur aux hanches et/ou le manque d'ajustement à la taille et à la fourche. Nous devons ainsi convenir que les tailles des patrons commerciaux sur le marché ne sont pas toutes proportionnelles aux silhouettes et qu'il devient ainsi difficile pour un consommateur de trouver la bonne taille surtout si l'achat est effectué en ligne.

Les entrevues avec nos manufacturiers, comme nous l'avons vu précédemment, montrent que les retours des ventes via internet sont majoritairement causés par des problèmes de *fit* qui se traduit par trois principaux éléments : la qualité de confection, le bon étiquetage et la prise de mensuration à distance. Par exemple, un détaillant explique qu'il doit aviser son consommateur lorsqu'il entre ses propres mesures afin que celui-ci n'ajoute pas un surplus d'aisance. Mais, il semble selon notre étude que les pantalons fabriqués de masse ne respectent pas les standards d'ajustement et qu'il existe une variation importante entre les tailles et c'est ce qui semble déplaire aux consommateurs qui achètent sur le web.

Pour revenir sur la valeur de mesure d'un vêtement, il faut retenir qu'un tour de taille ne peut être inutile sans contexte. Lorsque nous avons posé la question suivante : préférez-vous un tour de taille plus grand ou plus petit que votre propre tour de taille ? Seulement trois personnes sur cinq pouvaient nous répondre adéquatement sur le choix d'une taille précise d'un pantalon et de l'aisance souhaitée.

L'étude confirme qu'il n'existe pas de pantalon sur le marché conçu pour s'adapter à un tour de taille 32" parfait lorsque vous mesurez 32", car nous devons toujours ajouter un degré d'aisance et de confort selon un modèle donné. Cette correction appliquée permet de définir le *fit* pour un manufacturier à partir d'un point de mesure pour déterminer une taille donnée (valeur Bh,f,l). La définition du *fit* chez un manufacturier est différente de celle de son concurrent, car les consommateurs achètent en fonction de tous les attributs d'un produit, incluant la marque. Le produit qui correspond parfaitement à un 32" de taille sera effectivement un 33" en mesure réelle ou plus généreusement un 34" chez certains détaillants, sans compter les effets du *vanity sizing* pour hommes dans cette industrie. De ce constat, nous retrouvons chez les manufacturiers un problème de calibration des tailles par style dans les patrons.

5.7 La calibration des patrons

Pour effectuer un calibrage dans une gradation personnalisée de patron, il faut que nous ayons les lignes contours directrices du patron de base - selon un *fit* de base établi - validé et répondant à un niveau de qualité acceptable. Ce qui permettra d'effectuer les calculs étendus nécessaires à la division des pièces qui seront réparties selon un certain nombre. Par contre, cela suppose également que nous savons où se trouvent les points cardinaux (X et Y). Les points cardinaux sont des valeurs d'emplacement stratégique pour « grader » un *fit* selon diverses tailles et selon les jonctions de couture. La figure 5-11 à la page

suivante montre une ligne tracée parfaitement verticale et horizontale à une autre intersection avec le point cardinal de la taille de la base. À partir de ceci, toutes les tailles peuvent agrandir ou diminuer la taille de base, car chaque point cardinal de la taille de base devient effectivement le point zéro. Dans l'illustration ci-dessous, nous avons marqué aux points cardinaux X et Y les coordonnées à croiser pour la taille supérieure (ou inférieure) nécessaire à la gradation. Il faut ainsi mesurer la différence entre la taille de base et la prochaine taille selon un positionnement global. À titre d'exemple, si la distance mesure 1/4" le long de la verticale (dans cette orientation) et que l'on dispose de quatre pièces à grader, la note finale devrait être de 1". Il devient ainsi important de confirmer ensuite que les autres pièces du patron seront également gradées de 1/4" chacune.

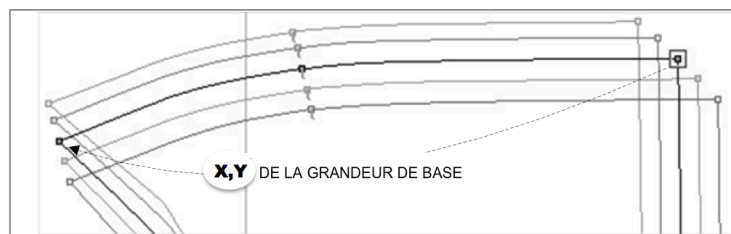


Figure 5-11: Détermination des points cardinaux

Il faut aussi prendre soin de mesurer le long de l'horizontale mais cela ne dit pas encore le grade longueur à ce point particulier. Tous les points sont cumulatifs, il faut ajouter toutes les mesures de longueur à chaque point afin de discerner la nuance de la longueur totale. Cependant, il faut être prudent en matière de gradation, car parfois et dans certaines exceptions un style ne doit pas croître en longueur pour chaque taille donnée (extension d'un demi-pouce par taille) même si cela est souvent la règle chez certains manufacturiers. L'objectif dans la gradation est de respecter l'ensemble des proportions du style selon chacune des tailles spécifiques. Le classement par tailles (32-34-36-...), que ce soit par la circonférence ou par la longueur, ne fait pas référence aux dimensions provenant du corps statique que l'on changerait quand il a gagné ou perdu du poids. Il s'agit de la moyenne ou de la médiane des organismes qui arrivent à être plus grands ou plus petits. Beaucoup de nouvelles entreprises (et les consommateurs aussi) ne réalisent pas que gagner ou perdre du poids ne signifie pas que l'on peut substituer une taille supérieure ou inférieure d'une marque ou d'un produit donné.

5.7.1 L'exactitude des points cardinaux sur les modèles calibrés

Nous avons tenté de modéliser un patron sur-mesure avec nos données. En utilisant un gabarit de base et ajusté les calculs et le type de courbe nécessaire ainsi que les types de points pour la gradation. Mais, il existe un problème dans le calibrage des tailles des patrons en fonction des points cardinaux. Par exemple, pour une taille donnée, un modèle doit être calibré selon un type de morphologie. Lors des tests-*fit* tels que

vus précédemment, notre pantalon beige convenait à une silhouette en X plutôt qu'en H. De plus, la gradation des tailles d'un pantalon doit respecter l'évolution de la morphologie. Il va sans dire qu'un homme de taille 34 ne peut avoir une cuisse 32 en proportion. Par contre, il n'y a rien dans la littérature qui définisse ce type de règle, car selon nos recherches aucune étude n'a été effectuée à ce sujet.

5.7.2 Comparaison des patrons des deux pantalons

Lorsque nous avons analysé les patrons de base, les modifications opérées lors des tests de *fit* provoquaient des problèmes dans le style en développement. Par exemple, nous avons découvert que les latérales de pantalons étaient beaucoup plus longues que les entrejambes en termes de proportions et elles déséquilibraient les points de fourches. Dans certains cas, les longueurs étaient 1,2" de plus que l'entrejambe et la fourche avant et arrière (total 2.2"). Il s'agissait en tout de deux modèles en six tailles en gradation (30-32-34-36-38-40). Résultat : perte de tissu et de temps en confection pour essayer de corriger le problème. Nous avons recalibré le patron et avec le CAD/CAO nous avons pu comparer toutes les longueurs facilement, même par taille. Beaucoup de designers sont convaincus que leurs modèles sont parfaits et certainement commercialisables parce qu'ils ont été testés et validés avec un échantillon cousu. Seulement, ce n'est pas la même chose que de calibrer six grandeurs pour quatre types de *fits* différents et dans plusieurs tailles afin de répondre à des segments précis de marché.

5.8 Tests et validation d'ajustements

Il est possible de tester les produits en confectionnant un échantillon pour effectuer une évaluation du *fit* avec une approche de sur-mesure de masse. Par contre, il serait prématuré pour nous de le faire maintenant, car nous devons d'abord valider la connaissance apprise de certaines règles. Nous avons travaillé avec des données provenant d'un *body scan* corrigé afin d'obtenir un minimum de variations et de se rapprocher de notre algorithme de classification pour éventuellement développer un configurateur. Nous allons donc apprendre par le *body scan* les problèmes selon nos règles obtenues et selon nos résultats d'étude et en faire des fonctions discriminantes, en déterminant par exemple un point de fourche.

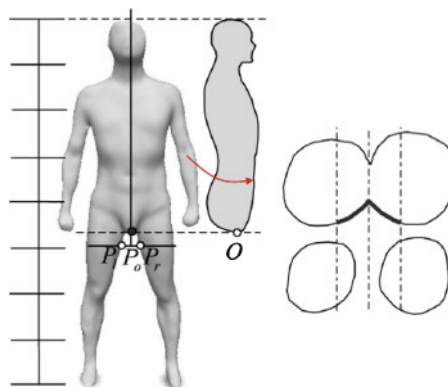


Figure 5-12: Détermination du point de fourche (Courtesy, 2010)

La fourche représente la couture courbe qui va du milieu du devant au niveau de la taille au milieu du dos. Nous avons tenté de modifier certains paramètres comme le point de fourche en effectuant des tests lors du développement d'un gabarit de base mais s'en est suivi un problème de calibration dans la gradation. Le point de fourche (court-long-régulier) reste selon nous la clé du bon ajustement : le pantalon grimace lorsqu'il est débalancé et lorsqu'il est trop court, le pantalon tire à la taille et rentre entre les jambes. Si le point de fourche est trop long, il pendouille. Nous savons que nous pouvons ainsi corriger la hauteur de la fourche dans la partie la moins arrondie en débutant par agir uniquement sur la hauteur et si cela ne suffit pas, nous devons agir sur la courbure.

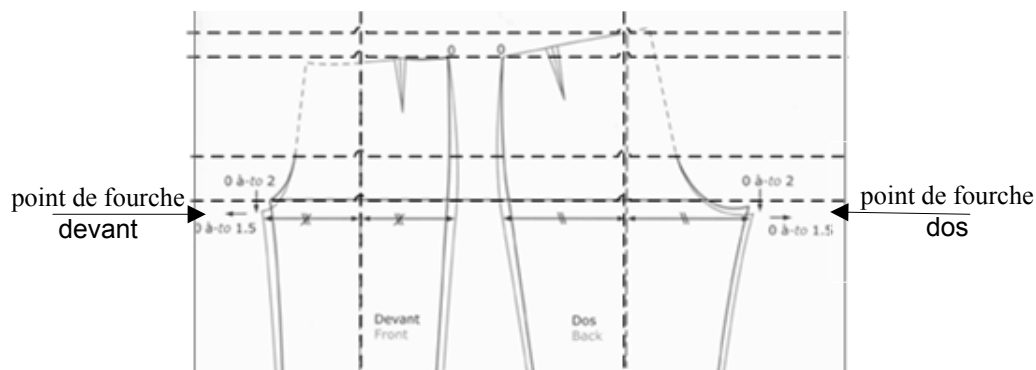


Figure 5-13: Ajustement du point de fourche

Tel qu'illustré à la figure 5-14 dans a) le plan b) le développement et c) le patron final, le calcul de la fourche, de la taille et de l'aisance sont les trois principaux éléments complexes dans l'élaboration d'un *fit* dans le pantalon.

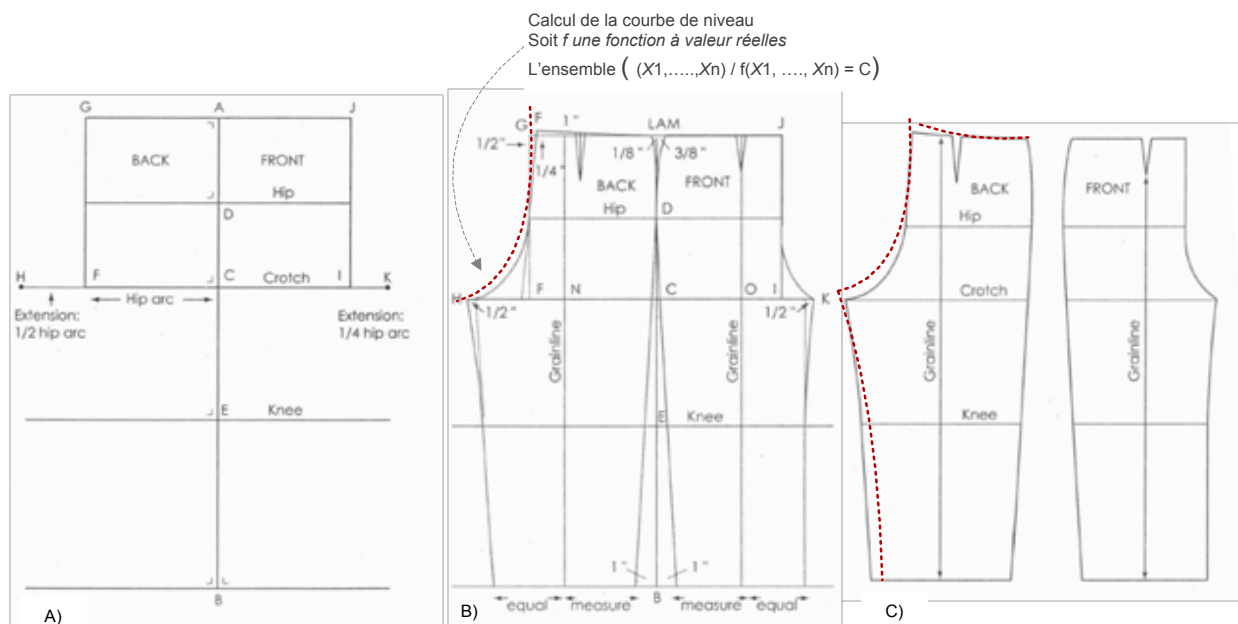


Figure 5-14: Modification de la fourche selon la courbe de niveau

5.9 Fonctions discriminantes

Nous avons tenté à l'aide de fonctions discriminantes d'expliquer et de prédire, comme le fait le maître-tailleur, l'appartenance à des groupes prédéfinis (classes, modalités de la variable à prédire) d'un ensemble d'observations (individus, exemples) à partir d'une série de variables prédictives (descripteurs, variables exogènes). À partir de quelques observations nous avons effectué des calculs selon une méthode agile selon certains principes d'ajustements horizontaux et verticaux comme illustrés ci-dessous :

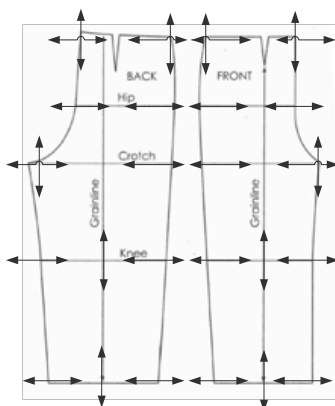
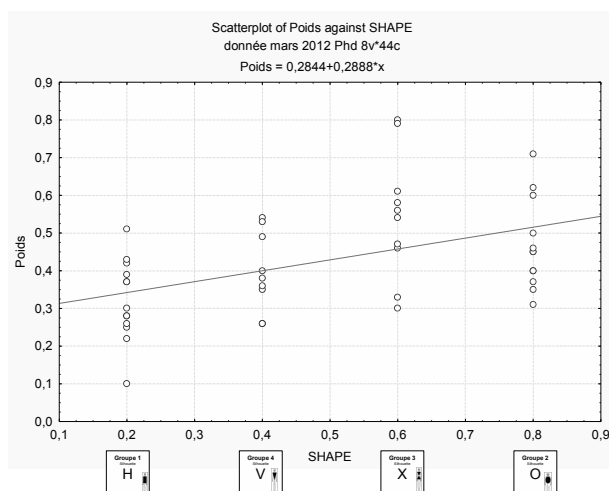


Figure 5-15: Principes d'ajustements agiles d'un patron

Cette fonction est simple et permet de créer un système d'expertise avec nos règles, comme le fait le maître-tailleur et apporte un impact descriptif dans notre nomenclature. Pour ce faire, nous avons utilisé un ensemble d'apprentissage à valider tel que présenté ci-dessous en résultat avec la classification du poids des 44 premiers sujets par morphologie type :

Tableau 5.4: Comparaison du poids en fonction des silhouettes H-V-X-O



Nous pouvons remarquer dans le tableau 5.4 que selon la droite le poids augmente logiquement en fonction du type de silhouette H-V-X-O. Ceci nous a permis de comprendre dès le départ qu'il y avait une

certaine corrélation entre des données et certaines variables par silhouette. L'analyse permet d'expliquer la variable à prédire comme le calcul des cuisses et du tour de mollet qui sont parfois nécessaires dans un pantalon pour des silhouettes en X et en O.

Nous aurions eu avantage à définir plus en profondeur au départ une liste des fonctions discriminantes qui aurait pu être très utiles en reconnaissance de formes (pattern recognition). Cet aspect pourrait devenir une très bonne piste future comme projet de recherche pour la définition de silhouettes en fonction de certains *fit* par produits et par catégorie de produits. Lors des calculs pour les principes d'ajustement, nous avons découvert que chaque silhouette initiale devait avoir un ajustement spécifique en termes de *fit* standard pour un pantalon et que cela était principalement lié au développement de gabarits de base. À titre d'exemple, nous avons fait des moyennes (au tableau 5.5) par groupe de silhouette HVXO selon le tour de taille, le tour de hanches, le tour des cuisses au niveau de la fourche, de la hauteur devant et dos de la fourche ainsi que de l'ouverture du pantalon à la cheville.

Tableau 5.5: Cardinalité en fonction des silhouettes H-V-X-O

Diagrammes de mesure pour les silhouettes H, V, X et O. Les mesures indiquées sont : Taille, Fourche dos, Cuisse, Fourche avant, et Ouverture.

	Circonférence	Circonférence	Circonférence	Circonférence	Hauteur	Hauteur	Circonférence
SILHOUETTE	TAILLE	HANCHE	cuisse (fourche)	genou	devant de fourche	dos de fourche	ouverture ourlet
Silhouette H Pantalon de taille 34"	26	36	26	19,5	12,75	17,25	18 3/4
	28	38	27	20,125	13	17,5	19
	30	40	28	20,75	13,25	17,75	19 1/4
	32	42	29	21,375	13,5	18	19 1/2
	34	44	30	22	13,75	18,25	19,75
Silhouette V Pantalon de taille 30"	36	46	31	22,625	14	18,5	20
	38	48	32	23,25	14,25	18,75	20 1/4
	40	50	33	23,875	14,5	19	20,5
	42	52	34	24,5	14,75	19,25	20 3/4
	44	54	35	25,125	15	19,5	21
Silhouette X Pantalon de taille 38"	46	56	36	25,75	15,25	19,75	21,25
	48	58	37	26,375	15,5	20	21 1/2
	50	60	38	27	15,75	20,25	21 3/4
	52	62	39	27,625	16	20,5	22
	54	64	40	28,25	16,25	20,75	22 1/4
Silhouette O Pantalon de taille 40"	56	66	41	28,875	16,5	21	22 1/2
	58	68	42	29,5	16,75	21,25	22,75
	60	70	43	30,125	17	21,5	23
	62	72	44	30,75	17,25	21,75	23 1/4

Les résultats prouvent une fois de plus qu'il n'y a pas de pantalon standard qui *fit* à la masse. Le tableau 5.5 présente une silhouette en X d'une taille de 38 pouces et des hanches de 52 pouces comparativement à la silhouette en O avec taille de 40 pouces et des hanches de 48 pouces. De ce fait, nous sommes en mesure de constater qu'avec seulement quatre silhouettes nous pourrions satisfaire un grand volume d'individus. Dans cette approche, il suffit de connaître pour chacune des mesures l'écart pour chacune des silhouettes et ainsi, nous sommes capables de recréer le bon pantalon pour la bonne personne. Tacitement, le tableau 5.5 nous donne ces valeurs sous une forme différente et une question importante se pose à savoir est-ce que la variation des silhouettes reste linéairement aussi simple. Dans cet entérinement, il faut retenir que nous n'avons que 60 sujets pour valider cette modélisation et qu'un nombre plus élevé aurait sans doute permis de meilleurs résultats. Au départ, l'idée était de faire fabriquer aux personnes ayant fait les mesures initiales un pantalon sur-mesure et de le leur faire essayer afin de valider si notre approche

était bonne. Cela aurait permis de mieux comprendre les écarts entre la prise de mensurations virtuelle, manuelle en comparaison avec la prise de données comme la densité et la masse corporelle. De plus, cela aurait permis de mieux approfondir l'aspect du *sticky information* dans cette recherche. Cependant, le manque de temps et de ressources nous a obligé à ne nous concentrer que sur le modèle de prédiction. Pour ce faire, nous avons identifié les éléments déterminant les classes pour créer un ensemble d'apprentissage tel que présenté ci-dessous :

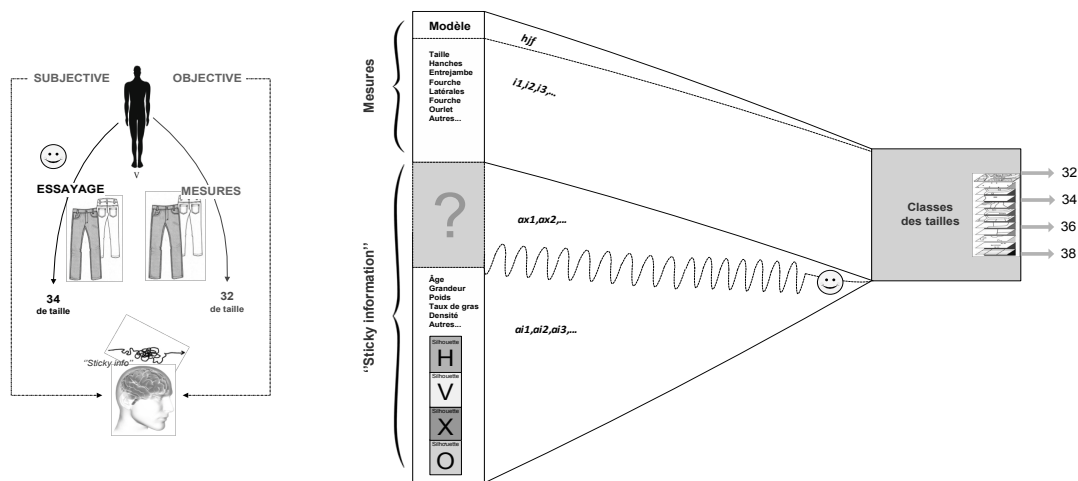


Figure 5-16: Éléments déterminent les classes pour un ensemble d'apprentissage

L'ensemble de la figure 5-16 contient les éléments déterminant les classes pour un ensemble d'apprentissage nécessaire afin de comprendre pourquoi un individu choisit une taille plutôt qu'une autre. Dans ce contexte, l'évaluation objective et subjective du choix d'un pantalon lors des essayages offre une base intéressante pour un apprentissage automatique. Nous avons identifié quelques mesures nécessaires ainsi qu'un ensemble d'indices pouvant aider à l'élaboration d'un "sticky information" afin de définir des classes pour chaque taille. Par contre, il faut retenir que même si nous avons les données, nous ne sommes pas en mesure de définir et cibler adéquatement les fonctions discriminantes car pour identifier des classes nous aurions eu besoin de plus de modèles et d'individus afin de mieux catégoriser les éléments de "sticky information".

Afin de nous rapprocher de notre objectif initial, nous utiliserons une discipline de l'apprentissage automatique via les méthodes des réseaux de neurones qui consistent à construire des classificateurs permettant de déterminer la classe d'un nouvel exemple après avoir appris en traitant des exemples d'entraînement. Dans notre cas, l'apprentissage se fera donc en raisonnement par induction et notre champ d'application du réseau de neurones se fera par extraction de connaissances à partir des données que nous allons fournir et ainsi faire apprendre le modèle pour définir : (1) des *shapes* et (2) des *fits*.

5.10 Conclusion

Nous pouvons conclure que l'identification des éléments qui détermine les classes pour créer un ensemble d'apprentissage vu à la figure 5-16 reste loin de produire un patron mais que dans l'ensemble ce n'est qu'une étape importante. Dans ce chapitre, nous avons tenté non seulement de réduire la quantité de données, mais aussi de trouver un moyen pour définir le nombre minimum (cardinalité minimum de l'ensemble) de mesures nécessaires représentant les huit éléments de cardinalité nécessaires pour un pantalon (la taille, les hanches, les cuisses, les genoux, la fourche devant, la fourche dos, l'ouverture de l'ourlet et l'entrejambe). Une fois cette étape réalisée, il ne restera que d'ajouter selon la silhouette la mesure pour définir le type de *fit* à la toute fin, ce qui rendra l'approche du sur-mesure de masse plus facile pour un manufacturier.

La comparaison et l'évaluation des résultats pour l'ajustement d'un patron en sur-mesure nous a permis de voir l'effet de la densité sur la masse globale ainsi que l'effet du *sticky info* sur le choix d'un produit lors de l'essayage. Lors de l'achat sur le web, cet effet doit être décodé lors de l'entrée de données afin de mieux configurer le choix du produit mais aussi permettre au consommateur de la guider dans sa prise de décision pour l'achat d'un vêtement dit *fit*.

Nous retiendrons que l'effet de la morphologie de base (silhouette) sur des produits standards confirme que la majorité des gabarits ne sont pas adéquats pour la masse. C'est pourquoi l'ajout de nouvelles mesures anthropométriques dans cette étude, telles que la densité, devrait permettre l'identification de nouveaux points de reliefs clés (points référentiels) utiles à l'ajustement en fonction des silhouettes. Nous pensons que ces points référentiels conjugués aux données de texture et de comportements des matières (tissus) auront pour résultat une gradation dite « personnalisée » des patrons comme présentés implicitement au tableau 5-5.

Dans l'ensemble, nous pouvons conclure que nous avons appris que la modélisation d'un pantalon en sur-mesure de masse ne donne pas l'effet escompté, car elle ne permet pas de produire rapidement un vêtement tel qu'on le recherche. Sachant par ailleurs que ce qui est transmis au logiciel de patrons est toujours en 2D, il faut rapidement miser sur les *shapes* pour définir des classes de *fits* appropriées par style de patrons. Comme nous réalisons que le problème vient du développement et que ce sont les gabarits de base qui ne sont pas adéquats, nous allons tenter de corriger notre approche. Retenons que notre but premier est d'obtenir des données pertinentes afin d'identifier des variables fondamentales à l'élaboration d'un *fit* d'un pantalon. Pour ce faire, nous allons donc effectuer une classification pour prédire le *fit* d'un individu par un apprentissage automatique via un réseau de neurones afin de nous donner une idée plus exacte pour ajuster la configuration des gabarits types pour hommes dans un contexte pur de sur-mesure de masse.

CHAPITRE 6 SIGNIFICATION D'APPRENTISSAGES ET GÉNÉRALISATION PAR DES RÉSEAUX DE NEURONES

6.1 Introduction

Nous avons les données et nous sommes donc maintenant dans l'apprentissage et les significations de l'apprentissage. Dans ce chapitre, nous utiliserons l'application des réseaux de neurones afin de tenter de prédire la silhouette et le *fit* d'un individu essentiel à l'ajustement. Pour notre réseau de neurones, nous avons choisi le concept d'apprentissage automatique supervisé permettant de construire des classificateurs. Le but de cet exercice est assez simple, il s'agit de déterminer la classe d'un produit ou d'un modèle à partir de ce que nous avons appris dans les exemples d'entraînement étiquetés selon les règles de nos experts. Notre objectif ultime dans ce chapitre sera donc de tenter de définir un algorithme d'apprentissage automatique à l'aide d'un système d'expertise ayant reçu des données précises afin de produire en sortie des règles supervisées comme classificateur.

Nous entamerons ce chapitre en situant le contexte d'exploration du sur-mesure de masse pour faire ressortir les nœuds de cette thèse; en second, nous parlerons des algorithmes constructifs, de l'extraction et de la transmission des données; en troisième, nous présenterons l'élagage de certaines données; en quatrième, la présentation de manière globale de la définition d'un réseau de neurones tout en expliquant la préparation des échantillons de données ainsi que la structure et les paramètres pour le programme d'apprentissage. En cinquième, nous présenterons trois expériences effectuées avec un RNA pour définir une *shape* et un *fit* via les ensembles d'apprentissages. Cela permettra en sixième de comprendre les limites de cette application par un constat d'apprentissage. En septième, nous expliquerons la classification de nouvelles règles illustrant diverses applications destinées à démontrer que dans le domaine de l'ajustement de patrons, les réseaux de neurones pourraient être en mesure d'apporter des solutions efficaces dans la modélisation et la simulation d'un *fit* pour un vêtement et plus spécialement pour celui d'un pantalon.

Maintenant que nous avons appris avec l'apprentissage, nous discuterons des résultats. Nous allons donc en huitième faire ressortir les données primaires et secondaires nécessaires pour la réalisation d'un pantalon en sur-mesure de masse. Par la suite, en neuvième, nous reviendrons sur nos hypothèses et les significations des données primaires suivies d'une proposition de catégorie de *fit* utile pour un configurateur de produits virtuel ainsi que l'identification des variables stratégiques fondamentales et des applications immédiates et possibles; et enfin, nous terminons par une brève conclusion.

6.2 Contexte d'exploration du sur-mesure de masse

Le premier point dans ce contexte d'exploration est que la littérature confirme la plupart des éléments dégagés par nos résultats, à l'exception de celui sur la densité et de la masse corporelle en fonction du *sticky info* que les écrits ne mentionnent pas et que nous avons validés avec nos 60 sujets. Arrivés à cette étape, nous avons aussi la confirmation qu'il y a un manque d'intégration des technologies en matière de patron, de visualisation et de prise de données. Le second point dans ce contexte est que les joueurs dans cette industrie devraient éviter de montrer trop d'empressement et savoir rester prudents (problèmes des technologies/résistance au concept et à l'innovation). Pour le manufacturier, avec l'approche du sur-mesure de masse nous sommes dans une approche (à mi-chemin) entre le traditionnel et le virtuel, une approche vers une pensée *lean* du *fit*. Par ailleurs, en troisième point dans ce contexte est le manque de qualité des mesures obtenues par le *body scan*, pourrait créer, selon nous, un accroissement des inégalités dans les grandeurs (tailles) produites. À tout ce qui précède viennent s'ajouter les problèmes de transmission d'un trop grand nombre de données ainsi que les problèmes d'interface entre les données générées au *body scan* et celles utilisées par les logiciels d'élaboration de patrons et de coupe/assemblage.

Ce contexte d'exploration rappelle l'importance dans la qualité des mesures obtenues par *body scan* et/ou celles prises manuellement ainsi que celles des produits confectionnés de masse. Les règles obtenues par nos experts devraient permettre de mieux comprendre la classe d'un produit ou d'un modèle à partir de ce que nous avons vu préalablement. Ayant en main les données, c'est dans ce contexte que nous pouvons effectuer l'apprentissage et mieux comprendre la portée de cette signification en tentant d'utiliser des algorithmes par l'application des réseaux de neurones afin de prédire la silhouette d'un individu essentielle à l'ajustement de vêtements.

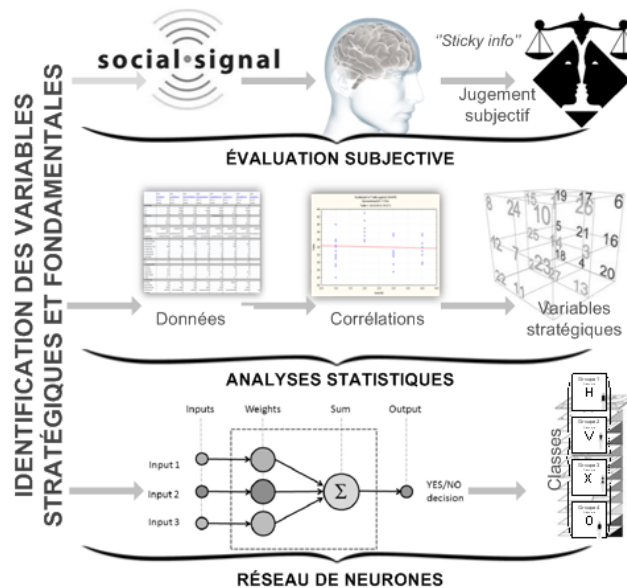
6.2.1 Algorithmes constructifs

Pour effectuer nos prédictions, nous avons proposé une architecture neuronale adaptée pour l'inférence et le codage de règles afin de développer des algorithmes d'apprentissage et de construction de ces réseaux pour apprendre par la première variable de sortie : *la shape* et ainsi poursuivre pour apprendre *le fit*. Nous cherchons ainsi à prédire deux classes par la classification automatique des (1) morphologies qui permettront de définir le (2) *fit* d'un vêtement et c'est ce que le réseau de neurones devrait faire ressortir. Si tous les exemples d'apprentissage sont bien classés, le problème devrait être linéairement ou sphériquement séparable et devrait permettre à l'algorithme de s'arrêter par lui-même.

Il est important de comprendre que nos algorithmes sont des facteurs qui dérivent de notre analyse factorielle afin de décrire la variabilité entre nos variables observées. De cette manière, l'analyse nous dira

quels sont les facteurs qui influenceront plus ou moins nos algorithmes constructifs de manière incrémentale. Une procédure d'apprentissage en trois étapes permet d'apprendre successivement les paramètres du réseau et de trouver automatiquement un nombre suffisant de conditions intervenant dans les règles. Les trois étapes de l'identification des variables stratégiques et fondamentales tels que présentés ci-dessous sont l'évaluation subjective, les analyses statistiques et le réseau de neurones permettant une classification des silhouettes et de *fit*.

Tableau 6.1: Concept d'identification des variables stratégiques et fondamentales



Pour obtenir un résultat probant, il faut écarter les données non essentielles, travailler avec des paramètres préalablement définis et rester dans le domaine du raisonnable pour être en mesure de connaître la variable réponse.

6.2.2 Extraction et transmission des données

Il s'agit pour nous dans ce concept d'identification de trouver une façon simple pour la modification des morphologies et de définir le problème dans l'extraction des données reliées au *sticky info*. En fait, nous avons, lors de cette recherche, tenté non seulement de réduire la quantité de données, mais aussi de définir le nombre minimum (cardinalité dite minimale de l'ensemble) de mesures nécessaires pour effectuer un pantalon. Comme nous avons à notre disposition un *body scan* mais pas de maître-tailleur, nous devons donc nous substituer à ce dernier et tenir compte de tout ce qu'il a l'habitude de prendre en considération, c'est-à-dire : la forme, le poids (masse), la densité, le style, la dégainé et d'autres éléments. C'est ainsi que nous nous sommes rendu compte qu'une partie de ces informations peuvent être transmises par une balance, un scan et quelques questions préalablement définies. En jouant avec les écarts au chapitre 5,

nous nous sommes aperçu que lorsqu'on enlève les écarts et que l'on cherche le problème, on constate qu'il est causé par plusieurs paramètres relevant majoritairement du *sticky info* (trop serré aux hanches, ne me sens pas bien, n'aime pas, j'aime plus ajusté aux cuisses, trop grand, trop moulant).

Nous savions déjà que le *body scan* n'est pas parfait en matière de transmission et d'extraction complète (notamment les mollets, l'entrejambe et certaines proportions de jambes) mais nous savions aussi qu'il pouvait nous donner une forme, un avatar intéressant. C'est lorsque nous avons séparé les problèmes que nous avons réellement vu comment la masse et la densité affectent l'identification des points de reliefs clés (points référentiels) utiles à l'ajustement.

Nous nous sommes également aperçu que si nous prenons en compte ces points référentiels conjointement à des données de texture et de comportement des matières (tissus), cela nous permet d'obtenir une gradation encore plus personnalisée des patrons. En revanche, nous avons remarqué que même si la matière première a un impact direct sur le choix du vêtement pour un consommateur, son impact est nettement moins fort que prévu dans un *fit* objectif. Nous avons alors délaissé la matière, pour revenir à la masse, à la densité et au « hidden data ». Cela nous a permis de faire un élagage afin d'orienter et ainsi de limiter le développement de notre arbre de classification des données.

6.3 Élagage

À l'intérieur de l'élagage, nous avons conservé les éléments utiles à la prédiction de la perception subjective du *fit* mais nous nous sommes séparé des effets non représentatifs qui auraient altéré nos classes. Par exemple, nous avons des notes sur certains sujets qui avaient une très haute opinion d'eux-mêmes et un défaut flagrant d'autocritique. D'autres personnes disaient avoir tendance à porter n'importe quoi, à ne rien acheter par eux-mêmes ou encore à porter toujours les mêmes vêtements depuis plusieurs années. Nous avons donc retiré quelques commentaires biaisés.

Nous avons ainsi affiné les données de la prise de mesures et autres données pertinentes pour effectuer une classification qui se poursuivra éventuellement par un raisonnement par récurrence et qui deviendra notre système d'expertise. Pour construire cette base, nous utiliserons l'application des réseaux de neurones afin de prédire l'ajustement de vêtements. Pour notre réseau de neurones, nous avons choisi le concept d'apprentissage automatique supervisé permettant de construire des classificateurs. Le but de cet exercice est assez simple, il s'agit de déterminer la classe d'un produit ou d'un modèle à partir de ce que nous avons appris dans les exemples d'entraînement étiquetés selon les règles de nos experts. Notre objectif ultime dans ce chapitre sera donc de tenter de définir un algorithme d'apprentissage automatique à l'aide d'un système d'expertise ayant reçu des données précises afin de produire en sortie des règles supervisées comme classificateur.

6.4 L'utilisation d'un réseau de neurones

Pour peaufiner notre recherche, nous avons choisi de travailler avec les réseaux de neurones pour classer les problèmes de généralisation via des variables d'apprentissages nécessaires dans le but d'obtenir une classification automatique des morphologies et afin de prédire un *fit*. Ces outils sont non-linéaires comme dans la majorité des problèmes de classification car les réseaux de neurones utilisent généralement des techniques itératives pour l'apprentissage. Pour l'algorithme d'entraînement, nous avons suivi le modèle que proposait le manuel de *Statistica* pour l'apprentissage avec les algorithmes BFGS (Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno) qui fournissent selon les travaux de Bishop (1995), de meilleurs résultats que les algorithmes plus classiques comme la Descente de Gradient.

Dans notre approche, il faut comprendre que nous ne sommes pas vraiment dans l'optimisation, mais plutôt dans l'extrapolation par rapport aux règles de notre système d'expertise. De plus, notre système contiendra des variables de contrôle afin d'être capable de reconnaître la variable réponse lors de cette extrapolation. L'extrapolation ici signifie que notre système d'intelligence artificielle devra permettre la prise de décision en s'appuyant davantage sur la perception que sur le raisonnement logique formel. Ainsi, le système étant composé d'une valeur d'entrée et de sortie, si nous désirons faire comme nos maîtres-tailleurs et couper le même pantalon (mais sans contact direct avec le client), nous devons alimenter notre système par des inductions. En effet, notre méthode non paramétrique vise l'apprentissage par induction, ce qui explique qu'aucune hypothèse probabiliste n'est effectuée sur la distribution des couches d'entrée à l'intérieur des mêmes classes. Pour cela, il devient important bien préparer les données et de créer au préalable des exemples fiables d'entraînement afin de bâtir notre structure de réseau.

6.4.1 Préparation des échantillons de données

Au départ, il fallait déterminer les ensembles de données pour notre classification. La première chose que nous avons effectuée a été de choisir les échantillons de données et ensuite trouver le type de réseau le plus approprié pour résoudre le problème d'apprentissage. Dans ce cas-ci, l'échantillon nous a permis de conditionner le type de réseau, le nombre de cellules d'entrée, le nombre de cellules de sortie et la façon de dresser l'apprentissage, les tests et la validation.

Nous avons donc élaboré des règles basées sur l'information reçue par nos experts afin de créer au préalable des exemples d'entraînements spécifiques et aussi dans le but de bâtir notre structure de réseau. Pour créer ces ensembles, nous cherchions à la base deux éléments de réponse prédictive : la *shape* et le *fit*. Une fois les échantillons de données bien préparés, il fallait donc planifier la structure du réseau et voir si nous pouvions utiliser et/ou tester différents paramètres pour le programme.

6.4.2 Structure et paramètres pour le programme

Pour définir la structure et les paramètres pour le programme, il s'agissait de savoir qu'est-ce qui définit une silhouette et comment faire apprendre une règle au RNA. Il fallait donc supporter la structure du réseau en définissant une procédure standard de classification automatique. Cela a consisté entre autres à construire un réseau à perception standard. Nous devons alors planifier le nombre de cellules d'entrée (10), le nombre de cellules de sortie (1) et la façon dont il fallait mener l'apprentissage (sélection des caractéristiques pertinentes) ainsi que les tests et la validation.

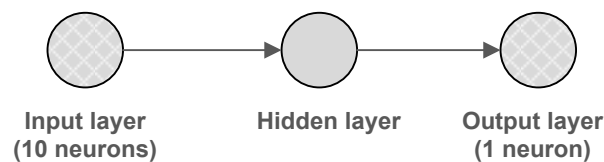


Figure 6-1: Structure du RNA (*shape*)

Même s'il existe plusieurs autres méthodes de procédure, nous avons préféré effectuer des tests et analyser toutes les possibilités (étiquetage des classes) afin de choisir et de comprendre celle qui offrait les classifications les plus concluantes après plusieurs expériences et tests d'apprentissages. Afin de mieux comprendre notre démarche, nous expliquerons plus en détail les trois grandes expériences d'apprentissage réalisées avec notre RNA.

6.5 Première expérience d'apprentissage RNA *shape* : test avec une seule sortie

Après avoir déterminé les ensembles de données pour notre classification, nous avons choisi les échantillons de données et ensuite le type de réseau adapté pour notre apprentissage. Dans cette étape, nous avons préparé des échantillons de données à partir du recueil des données brutes (en attribuant à toutes variables le rang de variables d'entrée dans l'intervalle (0,1) par la génération de caractéristiques) de façon appropriée pour simplifier le problème de classification.

Lors de cette première expérience, nous cherchions à savoir si le réseau de neurones pouvait reconnaître et classer une silhouette avec une seule couche de sortie. Pour résoudre le problème, nous avons besoin d'une technique d'apprentissage automatique où l'on cherche à produire des règles à partir d'une base de données d'apprentissage contenant des « exemples » (des cas déjà traités et validés). Nous avons la chance de valider les exemples avec l'information fournie par nos experts patronnistes et maîtres-tailleurs.

Dans le but de s'assurer de conserver nos règles, il fallait un processus d'ajustement de nos paramètres de telle sorte que le réseau soit en mesure de joindre une relation fonctionnelle entre les valeurs d'entrées (input) et la cible prédictive (output) visant le modèle d'apprentissage HVXO. C'est ainsi que nous avons

élaboré la structure du réseau avec dix cellules d'entrée (âge, grandeur, poids, taille, poitrine, hanches, fourche, entrejambes et densité (%gras, %muscles)) et avons par la suite sélectionné comme l'offre le logiciel *Statistica* un nombre de vingt neurones en couche cachée pour retenir les cinq plus performants. Ensuite, nous avons tenté de faire apprendre nos règles pour classifier les silhouettes des 60 sujets étudiés vers une approche prédictive déterminant si la silhouette est un H,V, X ou O.

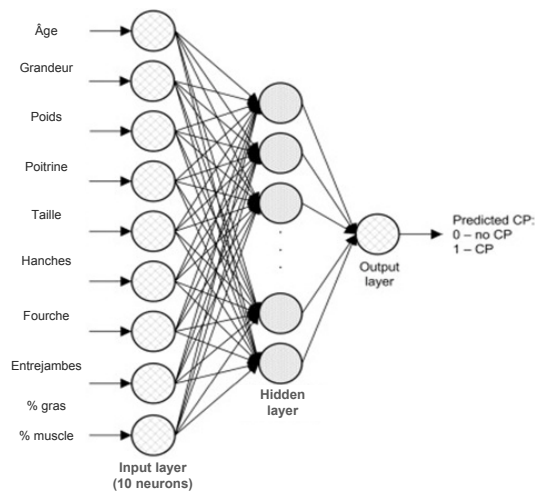


Figure 6-2: Modélisation du RNA *shape*

Lorsque nous avons débuté l'apprentissage, nous avons calculé les pondérations optimales des différentes liaisons en utilisant un échantillon et pris garde de ne pas surentrainer le réseau. Nous avons utilisé la méthode de rétropropagation fournie dans *Statistica* en entrant les valeurs des cellules d'entrée et en fonction de l'erreur obtenue en sortie (le delta) et nous avons corrigé les poids accordés aux pondérations. Nous avons ensuite répété ce cycle jusqu'à ce que la courbe d'erreurs progresse vers un surentrainement et avant qu'elle diminue la performance du cycle. Le premier résultat d'apprentissage illustre une classification des silhouettes en fonction de la taille et des hanches. Nous retrouvons selon *Statistica* neuf différentes classifications en termes de profils variant en 0,55 et 0,9 selon des écarts d'intervalles (0,1) comme présentées à la figure ci-dessous.

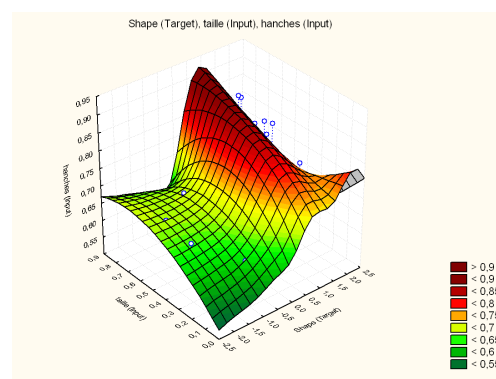


Figure 6-3: Classification de la silhouette par taille et hanches

Dans cette classification, nous constatons que plus une silhouette se rapproche de la forme O (zone rouge), plus le volume à la taille et aux hanches augmente en fonction des pondérations. À l'inverse, plus celle-ci se rapproche de la forme H (vert) plus le volume à la taille et aux hanches diminue. Ce qui est intéressant avec le réseau de neurones dans *statistica*, c'est qu'il nous donne quelques profils évidents de l'étude des pondérations dominantes pour les silhouettes en fonction des tailles et des hanches et confirme aussi qu'il n'existe pas de H ou de O parfait. De ce constat, il semble plus complexe de définir une silhouette en V et en X qui semble se rapprocher de la zone jaune. Cet effet est causé par l'écart des variations entre les profils morphologiques des tailles en fonction des hanches des sujets étudiés.

L'apprentissage révèle aussi que le manque de volume dans nos données d'entrées posait problème lors de l'extrapolation des variables d'apprentissage pour classifier les problèmes de généralisation. Nous avons quelques éléments significatifs avec nos 60 sujets mais sans plus. Nous aurions aimé une classification plus distincte à partir de nos nuages de points afin de reconnaître de nouvelles morphologies basées sur les silhouettes (HVXO). À titre exemple, les premiers résultats de notre réseau classifient rapidement les tailles en fonction des pourcentages de gras (schéma de gauche) et de muscle (schéma de droite).

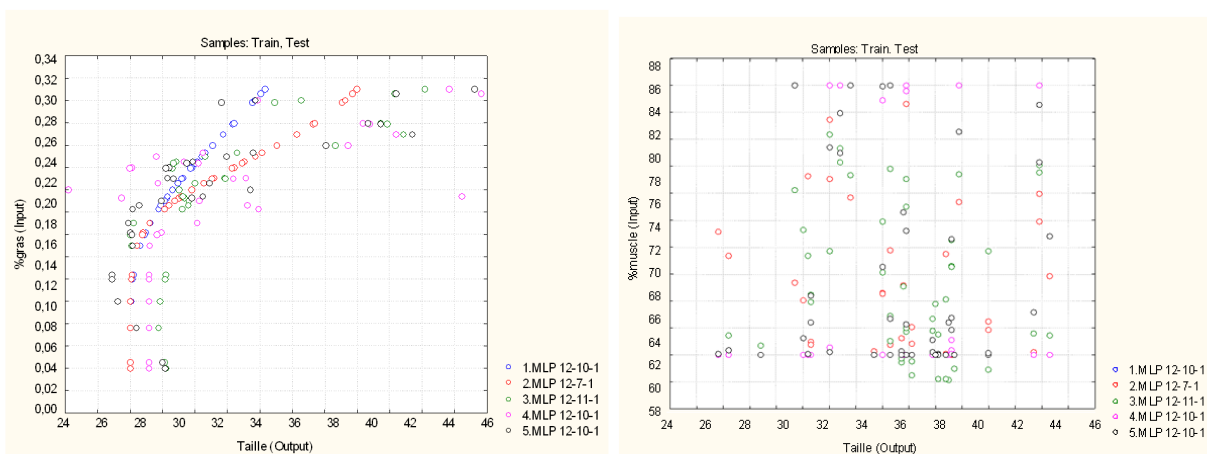


Figure 6-4: Classification du pourcentage de gras et de muscle en fonction d'une taille

Nous sommes en mesure de constater que nous avons des pistes intéressantes en matière de silhouettes pour notre analyse. Par exemple, le schéma de gauche présente à la figure 6-4 une forte corrélation entre l'augmentation du pourcentage de gras en fonction de l'accroissement des tailles pour une silhouette. Dans l'ensemble, plus une taille est grande plus le pourcentage de gras dans une morphologie semble s'accroître. Ce qui expliquerait que le pourcentage de gras pourrait avoir un impact important sur le choix d'une taille d'un pantalon. Comparativement au schéma de droite, le pourcentage de masse musculaire ne semble avoir aucun lien avec l'accroissement des tailles pour la classification. Ce qui voudrait dire que la masse musculaire reste propre à un profil de silhouette type et non en fonction d'une variation de taille donnée.

Dans le cadre de l'intelligence artificielle, les algorithmes d'apprentissage ont systématiquement la propension à se généraliser à tous les exemples qu'ils apprennent. Dans ce cas-ci, nous devons être en mesure d'interpréter les écarts afin de reconnaître les profils types. Ci-dessous, nous retrouvons un entraînement pour le calcul de « drop » (schéma de gauche) et d'une classification d'une taille (schéma de droite) en fonction des valeurs résiduelles.

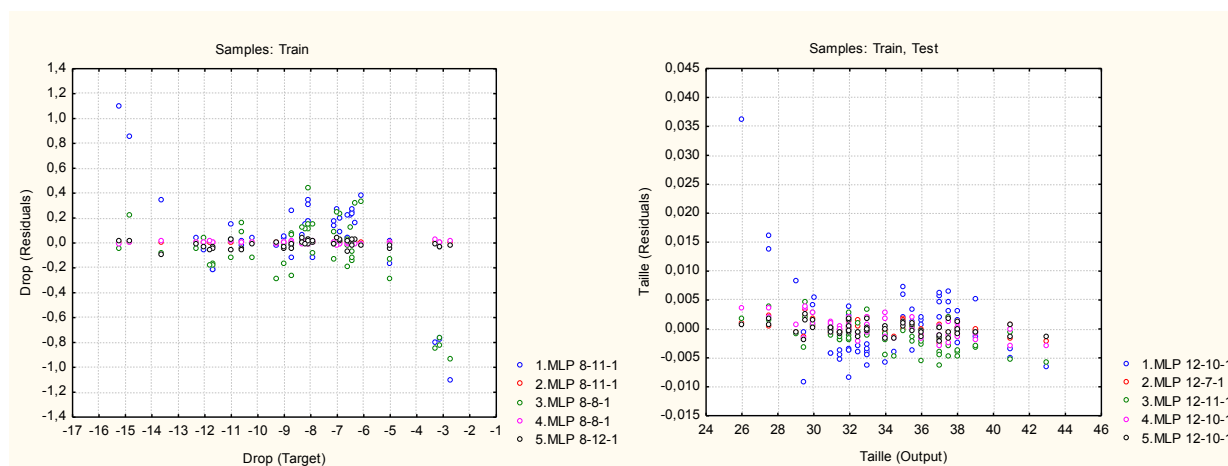


Figure 6-5: Apprentissage d'un drop et d'une taille selon les valeurs résiduelles

Les valeurs résiduelles permettent de mieux comprendre les écarts pour la classification et tout ce qui touche l'aspect qui pourrait éventuellement produire des *fits* hors-normes. Les résidus proviennent majoritairement des silhouettes très minces en H ou très fortes en O, ce qui change le calcul d'un « drop » et affecte effectivement le calcul d'une taille. C'est pourquoi il est très important de créer des exemples d'entraînement fiables afin de se rapprocher des meilleurs profils types de silhouettes possibles.

Après l'apprentissage, nous avons effectué les tests et la validation et ainsi vérifié la performance du réseau de neurones (hors échantillons) ainsi que sa capacité de généralisation. Il existe différentes méthodes pour effectuer une validation (*bootstrapping*, *cross validation*) pour les tests. Nous avons simplement écarté une partie de l'échantillon pour utiliser que 70% de l'échantillon pour l'apprentissage, 15% pour la validation et 15% pour les tests. Dans notre cas, nous avons un très mince échantillon et nous n'avons pas suffisamment de données dans chacun des groupes pour être réellement distinctif.

Pour obtenir la structure optimale du réseau et comme nous avons de petits échantillons, nous avons eu recours à des méthodes de *cross-validation* dans le système pour tenter d'établir cette validation. Ainsi, nous avons validé à l'aide d'un algorithme d'entraînement, des regroupements de règles concernant la prise de mesures afin de distinguer les grandes familles HVXO. Dans l'ensemble, nos premiers résultats nous indiquent clairement les problèmes que peut donner notre classification en sortie en termes d'observations, et ce, même si nous avons généralisé toutes nos caractéristiques et c'est pourquoi nous avons tenté une deuxième expérience avec plusieurs sorties dans notre RNA.

6.6 Deuxième expérience d'apprentissage RNA *shape* : test avec plusieurs sorties

Lors de cette deuxième expérience, nous cherchions une classification spécifique pour nos morphologies. Nous avons défini des variables de contrôle selon certaines règles afin d'obtenir des exemples simples d'entraînement étiquetés comme une taille en fonction de la poitrine, des hanches et de la fourche. Mais la question était à savoir si le réseau de neurones pourrait réellement prédire des résultats probants afin de nous donner un profil silhouette plus précis se rapportant au modèle HVXO. Dans un modèle de classification, faire apprendre une règle et amener le RNA vers une seule sortie prédictive devenait compliqué en termes d'extrapolation lors de notre première expérience. Nous savions que notre premier réseau se rapprochait de nos silhouettes de base mais il était difficile d'identifier le résultat.

Pour mieux interpréter ces résultats, nous avons donc décidé de valider d'autres approches en effectuant des tests avec quatre sorties (HVXO) en incluant un ensemble d'information tel que prélevé lors de notre collecte de données. Le modèle ci-dessous illustre notre RNA pour la classification d'une silhouette.

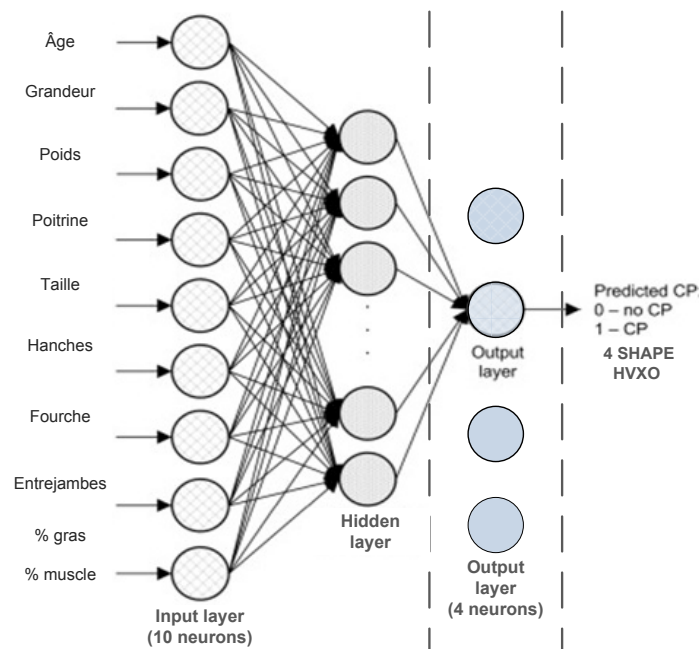
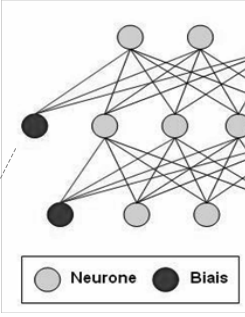


Figure 6-6: Modélisation d'un RNA HVXO

Comme nous connaissions les éléments prédictifs pour la classification des quatre couches de sortie HVXO, il devenait plus intéressant pour nous de savoir de quelle silhouette un ensemble de données se rapprochait. C'est ici que la reconnaissance de forme est devenue un élément considérable dans notre thèse. Nous savions que nous ne pouvions pas prédire les mesures pour effectuer un patron quelconque. De ce fait, le réseau devrait être en mesure de reconnaître des profils en fonction des morphologies de base

et même nous proposer quelques variations concernant les profils types. Le deuxième constat d'apprentissage illustre ci-dessous l'identification des 12 neurones vainqueurs pour cette expérience :

Tableau 6.2: Identification des neurones vainqueurs/*hidden bias*



Neurones	Classification
hidden neuron 1 --> SHAPE	0,240553
hidden neuron 2 --> SHAPE	0,435701
hidden neuron 3 --> SHAPE	0,10598
hidden neuron 4 --> SHAPE	0,02314
hidden neuron 5 --> SHAPE	0,190547
hidden neuron 6 --> SHAPE	-0,093516
hidden neuron 7 --> SHAPE	0,752189
hidden neuron 8 --> SHAPE	-0,03338
hidden neuron 9 --> SHAPE	0,191697
hidden neuron 10 --> SHAPE	-0,32745
hidden neuron 11 --> SHAPE	0,305938
hidden bias* --> SHAPE	0,379991

La couche cachée et la couche de sortie possèdent un *hidden bias* qui est un neurone qui émet un signal d'intensité rapproché de 1, le *bias* est d'une intensité significative de 0,379991. La classification résulte des effets d'apprentissage en fonction des indices disponibles pour décrire nos silhouettes. Les 12 poids de cette classification sont une réponse qui traduit une probabilité évidente et agit comme un coefficient de corrélation. La classification vient dans ce cas-ci de la généralisation et le fait d'être capable, grâce aux exemples appris, de traiter des exemples distincts et similaires. Cette classification rudimentaire nous a permis tout de même d'interpréter plus facilement les résultats en couches de sortie.

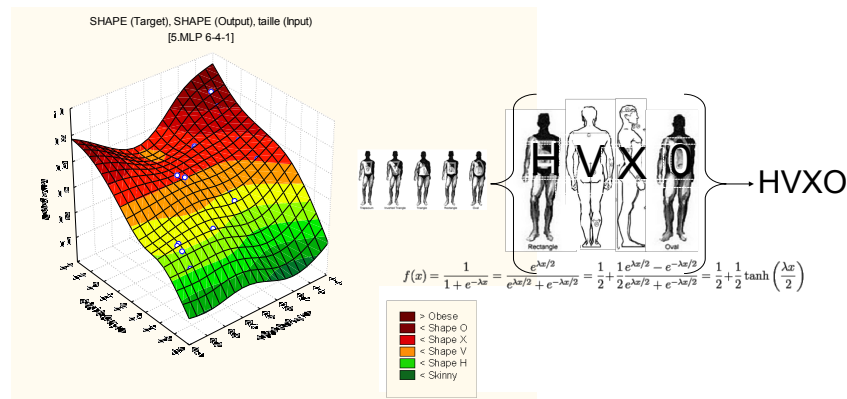


Figure 6-7: Résultats de la classification par silhouette

Lors de la classification nous avons remarqué que les modèles de prédiction de *shape Target* cible étaient plus évidents pour illustrer les classes et qu'elles fonctionnaient bien dans l'ensemble pour le deuxième RNA. Ainsi, pour notre classificateur, nous avons validé à l'aide d'un algorithme d'entraînement, des regroupements de règles concernant la prise de mesures afin de distinguer les grandes familles de

principes (fondements). Nous avons retenu nos cinq meilleurs perceptrons multicouches (MLP) et nous avons procédé de façon identique en répétant ce mécanisme pour nos exemples. Ce type d'algorithme est idéal de par sa structure (remonte couche par couche) et ses effets de propagation dominants et organisés de manière à diminuer l'erreur créée en sortie. Par contre, il faut faire attention de ne pas surentraîner le réseau de neurones qui devient dans ce cas-ci moins performant. À titre d'exemple, nous avons entré les poids en fonction de nos sorties (HVXO-*Shape target*) pour permettre au système de reconnaître le profil des silhouettes. Notre modèle de classification a proposé en rouge quelques variantes dans les formes telles qu'illustrées ci-dessous.

Tableau 6.3: Prédiction du RNA par silhouette

Predictions spreadsheet for Shape (Spreadsheet données master 2014)							
Samples: Train							
Case name	Shape Target	Shape - Output 1. MLP 28-10-4	Shape - Output 2. MLP 28-19-4	Shape - Output 3. MLP 28-12-4	Shape - Output 4. MLP 28-21-4	Shape - Output 5. MLP 28-20-4	Shape - Output Ensemble
2	H	V	V	H	H	H	H
4	H	V	V	H	V	H	H
5	H	O	V	H	V	H	H
6	H	V	V	H	H	H	H
8	H	V	H	H	H	H	H
9	H	V	V	H	H	H	H
10	H	X	H	H	H	H	H
11	H	V	V	H	H	H	H
12	H	O	V	H	H	H	H
13	H	H	V	V	H	V	V
14	H	X	H	H	H	H	H
15	H	V	V	H	H	H	H
16	V	V	V	V	V	V	V
18	V	O	O	V	O	O	V
19	V	X	X	V	X	X	X
20	V	O	V	V	V	V	V
22	V	O	V	V	H	V	V
24	V	O	V	H	H	V	H
26	V	O	O	V	O	O	V
27	V	X	X	V	X	X	X
28	V	O	V	V	V	V	V
30	V	O	V	V	H	V	V
32	X	X	X	V	X	X	X
33	X	X	X	X	X	X	X
34	X	X	X	X	X	X	X
36	X	X	H	X	X	X	X
37	X	X	X	X	X	X	X
38	X	O	V	X	V	V	X
39	X	X	X	X	X	X	X
40	X	X	X	X	X	X	X
41	X	X	X	V	X	X	X
42	X	X	X	X	X	X	X
43	X	X	X	X	X	X	X
44	X	X	X	X	X	X	X
46	O	O	O	O	O	O	O
47	O	O	O	O	O	O	O
48	O	O	O	O	O	O	O
49	O	O	O	O	O	O	O
50	O	O	O	O	O	O	O
51	O	V	O	O	V	V	O
52	O	V	O	O	O	O	O
54	O	O	O	O	O	O	O
55	O	O	O	O	O	O	O
56	O	V	O	O	O	O	O
57	O	O	O	O	O	O	O
58	O	O	O	O	O	O	O
59	O	O	O	O	O	O	O
60	O	O	O	O	O	O	O

Nous remarquons à la case 2 du tableau 6.5 que la silhouette cible est H mais que le neurone (10) et (19) donne la silhouette V mais que le résultat d'ensemble se termine avec une silhouette en H. Par contre, les cases 13, 19, 24 et 26 n'offrent pas les résultats escomptés en termes d'apprentissage. Lorsque nous avons

tenté de classifier les silhouettes cibles (*shape target*) selon nos 60 sujets mais par catégorie HVXO, notre modèle de classification a identifié des variantes importantes dans les formes telles qu'illustré ci-dessous.

Tableau 6.4: Ensemble d'apprentissage et résultats des silhouettes types

Neurones	Classification	Silhouette	Type
hidden neuron 10 --> SHAPE	-0,32745	H	Maigre
hidden neuron 6 --> SHAPE	-0,093516	H	Mince
hidden neuron 8 --> SHAPE	-0,03338	H	
hidden neuron 4 --> SHAPE	0,02314	Y	
hidden neuron 3 --> SHAPE	0,10598	V	
hidden neuron 5 --> SHAPE	0,190547	V	Athlétique
hidden neuron 9 --> SHAPE	0,191697	X	
hidden neuron 1 --> SHAPE	0,240553	X	
hidden neuron 11 --> SHAPE	0,305938	A	
hidden bias --> SHAPE	0,379991	Ab	Fort
hidden neuron 2 --> SHAPE	0,435701	O	
hidden neuron 7 --> SHAPE	0,752189	O	Obèse

Ce qui devient plus complexe dans l'ensemble d'apprentissage, c'est d'avoir des variables de contrôle permettant de reconnaître la variable réponse lors de l'extrapolation du système. Dans ce cas-ci, nous sommes en mesure de constater que l'ensemble des 60 sujets étudiés donne en résultat des silhouettes variant de maigre, mince, athlétique, fort à obèse et dont le neurone le plus fort (hidden bias de 0,379991) était axé sur une silhouette (Ab) ayant un bassin large et une adiposité abdominale prédominante, ce qui résume réellement les résultats de notre collecte. Comme nous avons contrôlé le choix des sujets en ce qui a trait à l'obésité, il est normal que le neurone 7 s'arrête à 0,75189. De même, il y a plus de silhouettes sportives en H, en V et en X comparativement à la catégorie des Y qui était visée lors de l'étude. Nous pouvons voir ci-dessus les résultats de notre réseau de neurones en ce qui a trait à la division des groupes de « shape » comme variable réponse. Après l'apprentissage, nous avons aussi effectué les tests et la validation et ainsi vérifié la performance du réseau de neurones (hors échantillons) ainsi que sa capacité de généralisation comme lors de la première expérience en utilisant 70% de l'échantillon pour l'apprentissage, 15% pour la validation et 15% pour les tests.

Pour compléter notre étude et suite aux résultats, nous avons choisi de concevoir lors de notre troisième expérience un réseau déterminé par la variable de sortie : *le fit*. Nous cherchons ainsi à prédire les classes par la classification automatique des *fit* d'un vêtement en fonction des morphologies HVXO.

6.7 Troisième expérience d'apprentissages RNA *fit*

Cette troisième et dernière expérience a permis de mieux comprendre la classification d'un *fit* par rapport à la catégorie de silhouettes HVXO. Pour cette analyse de classification du *fit*, nous avons utilisé les données suivantes: taille, poitrine, hanches, cuisses, fourche, genoux, ouverture de l'ourlet et la longueur latérale/entrejambe-tombé et avons ajouté des données sur les essayages (*fit tests*- choix d'un vêtement

seyant ou non), les ajustements (écarts), le poids (masse) et le taux de gras. Une fois les échantillons de données bien préparés nous avons à partir du recueil des données brutes attribué à toutes variables le rang de variables d'entrées dans l'intervalle (0,1) par la génération de caractéristiques et de façon appropriée afin de démêler la classification. Par contre, nous aurions dû comme perçoit le maître-tailleur ajouter des éléments d'ajustements se rapprochant plus au « hidden data », du style et de la dégainé en fonction de la silhouette en fonction d'un modèle particulier. Mais nous n'avons malheureusement pas planifié de colliger cette information lors de notre collecte de données. Comme illustré ci-dessous, les premiers résultats de notre réseau *fit* confirment tout de même que le pourcentage de gras a un lien direct sur le type de silhouette dans notre modèle d'apprentissage.

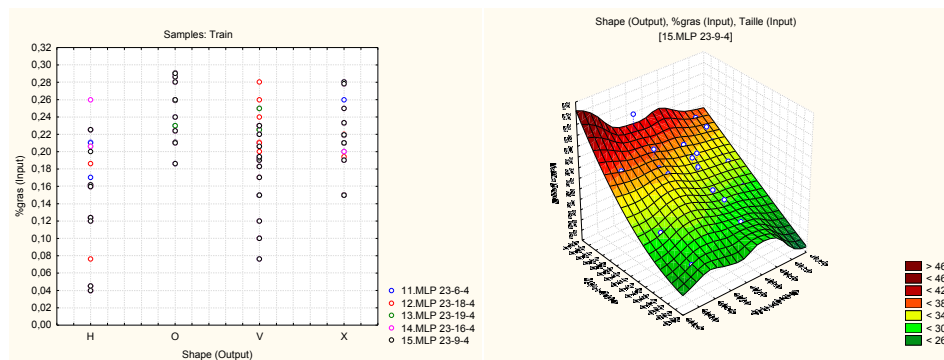


Figure 6-8: Pourcentage de gras en fonction de la silhouette

L'effet de pourcentage de gras se fait remarquer dans la silhouette en O suivie de celle X ce qui confirme que cette variable doit être étudiée dans des travaux futurs pour définir le *fit*. Nos résultats affichaient dès le départ une constance reliée à la régularité dans l'induction des diverses catégories de formes permettant une persistance des neurones (11,...,15 MLP), créant ainsi une stabilité dans le modèle d'étude. En ce qui a trait aux deux autres figures ci-dessous, ceux-ci classifient rapidement le *fit* en fonction de la taille et du calcul de « drop » pour un pantalon.

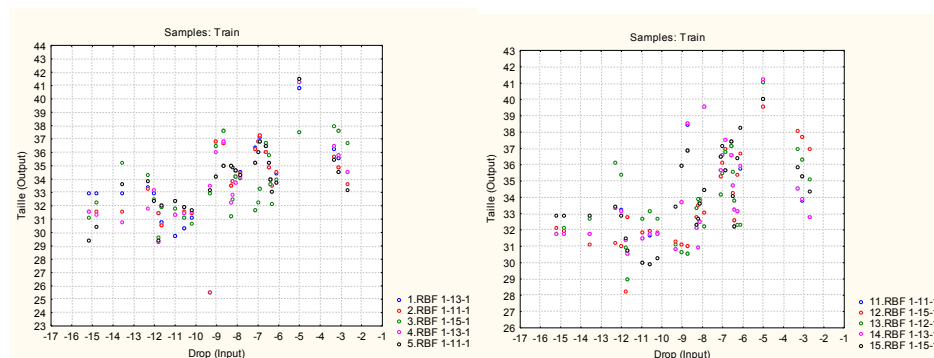


Figure 6-9: *Fit* en fonction du calcul de drop et des hanches par taille

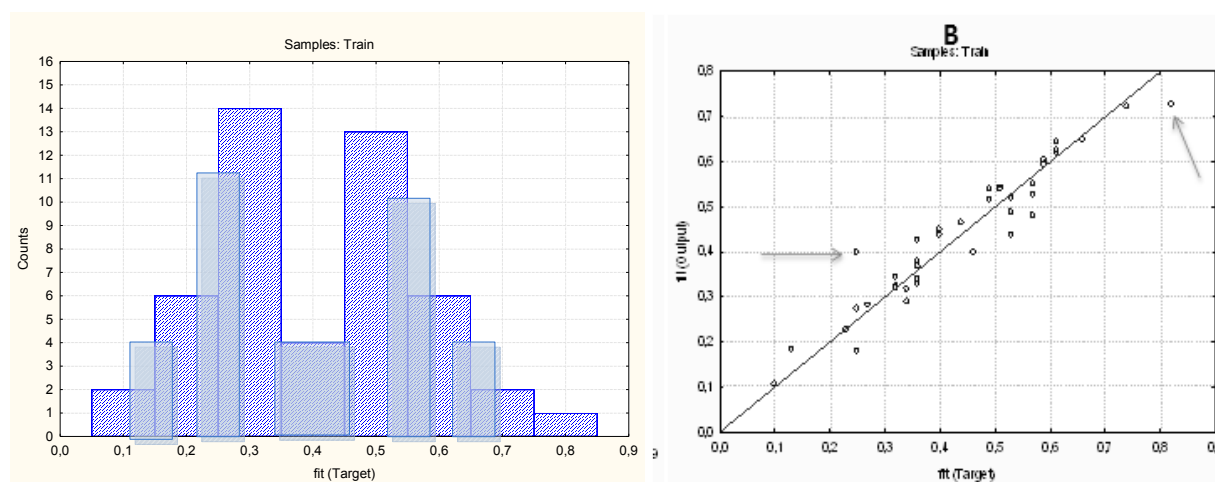
Nous remarquons au schéma de gauche de la figure 6-9 que la classification d'une taille donnée en fonction du calcul d'un « drop » n'est pas automatiquement classifiée selon une règle spécifique comme le

présente l'industrie du vêtement. Ce qui explique qu'un « drop » universel et unique pour une taille donnée n'est pas applicable dans un contexte de production en sur-mesure de masse. Par contre, le schéma de droite confirme bien l'accroissement des hanches en fonction des tailles mais sans une harmonisation systémique des mesures en termes de calibration hanches/taille. De ce fait, il faut revoir la classification des tailles en fonction des hanches et des calculs de « drop » pour ensuite nous attaquer aux autres variables stratégiques pour modéliser un *fit* de pantalon. Par contre, nous ne sommes pas en mesure de conclure si cette classification est applicable, car il faudrait effectuer d'autres tests par profil type afin de s'assurer d'une classification et d'un modèle plus précis via un algorithme d'apprentissages.

L'algorithme BFGS est présenté en annexe (8) et montre l'ordre de l'apprentissage. Le sommaire des activités du RNA ci-dessous illustre la performance (test 0,925<0,9613 de l'entraînement), le faible niveau d'erreur 0,0019 et illustre par deux tableaux la propagation des neurones.

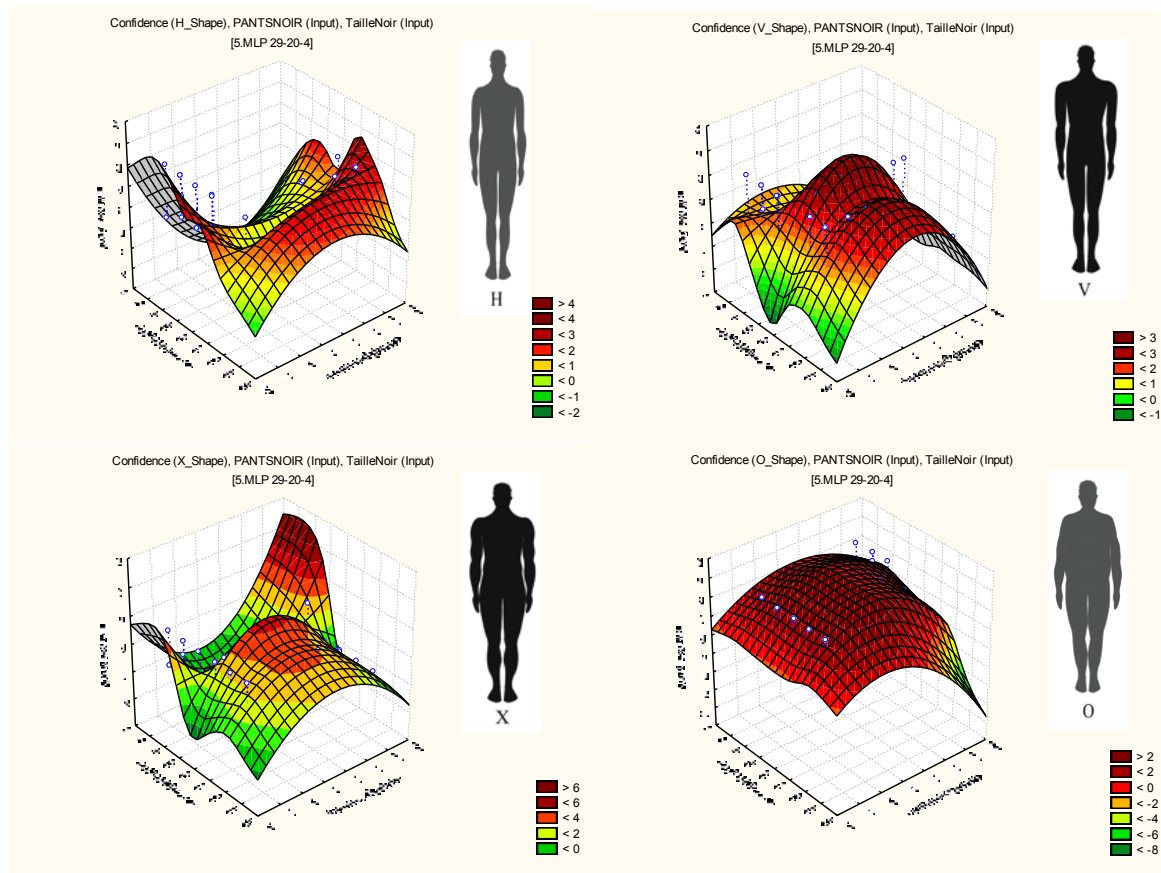
Tableau 6.5: Ensemble d'apprentissage – résultats fits

Summary of active networks (RNA SHAPE décembre)									
Index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Training error	Test error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
7	MLP 9-8-1	0,961380	0,925195	0,001923	0,002598	BFGS 21	SOS	Tanh	Identity



En résumé, l'algorithme BFGS selon le graphique de gauche A identifie clairement que pour nos 60 sujets étudiés nous aurions besoin de 12 *fits* différents de pantalons par taille à produire. Dans l'ensemble, quatre (4) *fits* différents de pantalons seraient en forte demande (0,3 et 0,5) et pourrait même constituer une première base de développement de produit pour un même style (un modèle de pantalon dans quatre *fits* différents) afin de modéliser une première approche en sur-mesure de masse. La propagation du réseau de neurones permet de constater qu'il n'y a pas tant d'écart si nous décidons de répondre à une demande de fabrication de pantalons en sur-mesure de masse.

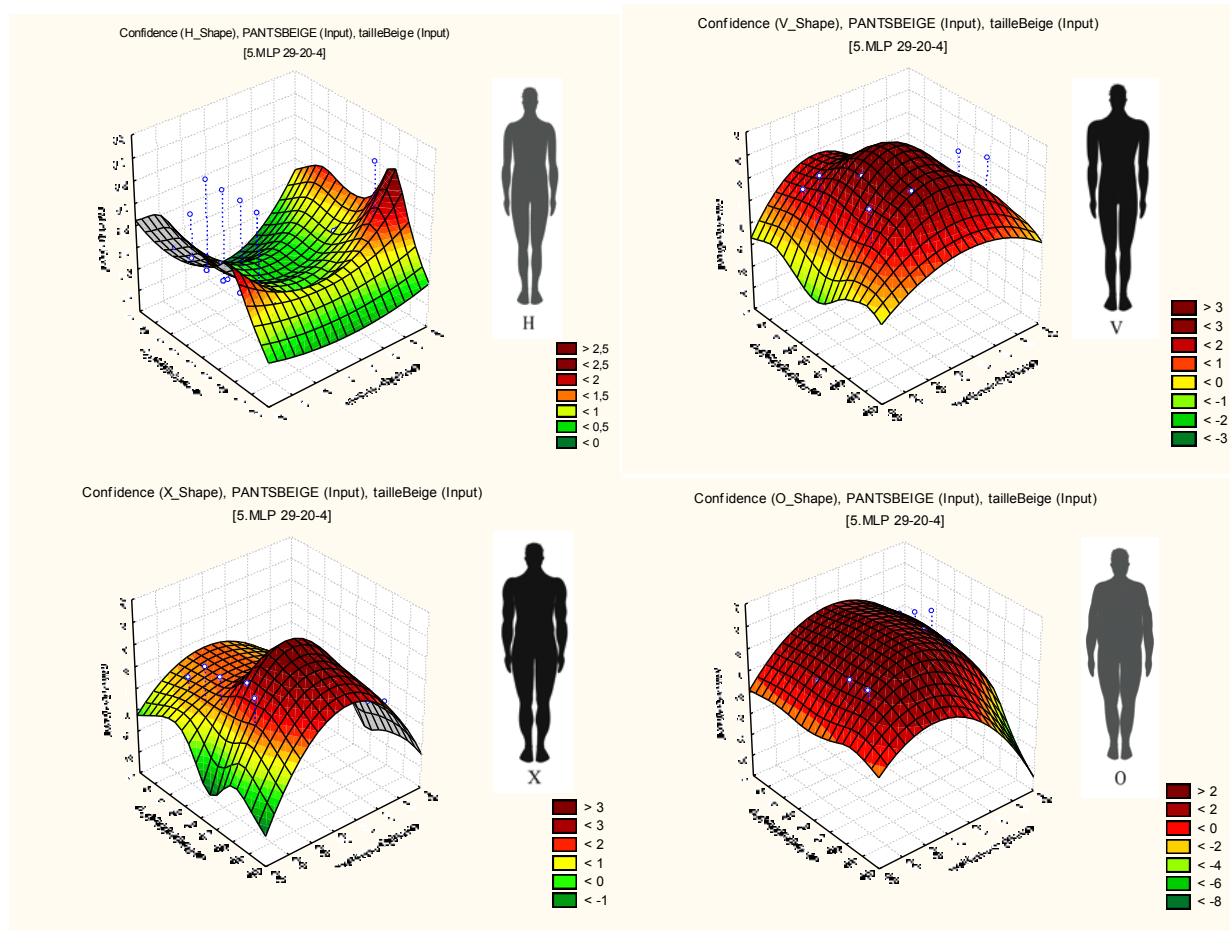
Nous avons donc à l'aide du réseau de neurones effectué des *fits* test via le pantalon noir que les 60 sujets ont essayé lors de notre collecte de données et ainsi modélisé l'ajustement. Les résultats concluent que chacune des quatre silhouettes (HVOX) a un besoin différent en matière de *fit*. Pour la forme en H, V et X le pantalon noir essayé était parfois trop grand (zone verte) ou trop ajusté comparativement à la silhouette en O qui était trop réellement trop ajusté (zone rouge) et inconfortable. L'ensemble des figures ci-dessous illustre bien les écarts d'ajustement pour un même produit construit sur un seul gabarit (patron) de base.



Figures 6-10:Modélisation des fits du pantalon noir par silhouette (shape/fit)

Il devient important dans ce contexte de revoir la modélisation d'un patron à la base et de rétablir à quel profil de silhouette le patron se rattache le mieux. Nous sommes en mesure de comprendre que nous avons plusieurs variations de silhouettes comparativement au modèle initial HVXO. De plus, il semble qu'il n'est pas impossible de répondre à l'ensemble de la demande si nous ne produisons que quelques *fits* différents de pantalons dans diverses grandeurs. Prenons par exemple le pantalon noir qui était problématique lors des essayages, nous avons refait l'analyse avec le patron du pantalon beige essayé au même moment lors de l'étude. Même constat, les résultats d'analyse confirment que pour la forme en H le

produit était trop grand (zone verte) comparativement à la silhouette en V et O qui était beaucoup trop ajusté (zone rouge) comme illustré ci-dessous.



Figures 6-11: Modélisation des *fits* du pantalon beige par silhouette (shape/fit)

Nous avons eu recours à des méthodes de *cross-validation* pour établir la structure optimale du RNA et pour distinguer les profils de *fit*. Les résultats indiquent les problèmes de classification créés par plusieurs variations de *fit*. Par contre, selon l'algorithme, nous aurions quelques patrons hors normes à produire comme présentés au tableau 6-5 (voir graphique B de droite). Dans cette approche, et cela confirme aussi que sur l'assortiment des *fits*, qu'il serait plus efficace de valider à quoi se rapproche le patron hors normes en termes de *fits* et en quoi est-il si différent.

Dans l'ensemble, il faut revenir sur la définition des profils de silhouettes en fonction des *fits* possibles par style de produit vestimentaire et comment serait-il possible de configurer le tout virtuellement. Même avec un mince échantillon, les tests et la validation ont permis de vérifier et de confirmer la performance du réseau de neurones (hors échantillons) ainsi que sa capacité de généralisation afin d'obtenir des groupes similaires mais distinctifs.

6.8 Constat d'apprentissages

À l'issue de ces expériences, nous concluons que pour définir un algorithme d'apprentissage automatique à l'aide d'un système d'expertise, nous devons avoir des données « bien préparées » afin de produire en sortie des règles supervisées de façon « adéquate », afin de passer directement à des données prédictives qui seront sujettes à interprétation. Comme classificateur, le RNA doit être vu comme un processeur parallèle de traitement de l'information répartie, présentant une propension naturelle à la mémorisation et à l'exploitation de connaissances acquises par l'expérience. Comme nous avions et connaissions certaines règles, il était facile dans notre cas de valider l'interconnexion massive de cellules souches pour le traitement d'information. Par contre, comme le nombre de sujets (60) était relativement faible, il était plus difficile pour nous d'obtenir des résultats probants en termes d'analyse et de validation.

Nous pouvons confirmer que l'intérêt des réseaux de neurones artificiels réside dans le parallélisme de leur structure, leur capacité d'adaptation ainsi que dans leur mémoire distribuée. Nous avons pu remarquer que notre RNA lors de l'apprentissage a modifié sa structure en rectifiant certaines liaisons entre neurones et que par la suite, un sur-apprentissage prenait automatiquement place avec le faible nombre de données. La capacité de généralisation d'un réseau et son aptitude à adopter un comportement correct (interpolation et extrapolation), en réponse à des variables d'entrée qui n'ont pas été rencontrées lors de la phase d'apprentissage, a permis tout de même de comprendre qu'un RNA pourrait être envisagé comme une des solutions efficaces notamment dans la modélisation et la simulation d'un *fit* pour un vêtement.

Nous aurions dû faire un apprentissage par renforcement mais le nombre de sujets et d'informations était trop faible, et cela, devenait plus complexe et risqué en termes d'optimisation et d'apprentissage pour le RNA. Il reste que la principale critique est liée au fait que le résultat de l'apprentissage, c'est-à-dire le RNA calculé par l'algorithme d'apprentissage, n'est pas toujours interprétable : on ne peut pas donner d'explication au calcul d'une sortie sur un vecteur d'entrée. Par contre, nous avons un avantage au départ dans notre recherche, c'est celui de l'intégration d'une connaissance bâtie sur des expertises. Mais en ce qui se rapporte au *fit*, nous parlerons plutôt de « boîte noire ». Comme le réseau offre souvent une boîte noire qui fournit une réponse, nous pensons que pour mieux interpréter nos *fits*, nous aurions dû poursuivre avec un système basé sur les arbres de décision. Cela aurait permis d'interpréter le résultat de notre apprentissage. Tout en sachant qu'une classification aussi correcte qu'elle peut être n'aurait aucune valeur prédictive avec un échantillon aussi petit. Par contre, lorsque l'on travaille sur suffisamment de données et que le problème s'y prête, on constate empiriquement que le perceptron apprise par un des algorithmes précédents a un bon pouvoir prédictif. En somme, ce que nous avons appris avec l'apprentissage donne des perspectives intéressantes en termes d'approche permettant ainsi de dégager la signification des données primaires de ce sujet de recherche.

6.9 Hypothèses et signification des données primaires

Nous avons au départ deux objectifs clairement définis : 1) identifier des variables stratégiques fondamentales (nécessaires pour réaliser un vêtement en sur-mesure de masse); 2) minimiser la cardinalité de l'ensemble des données (nécessaires pour réaliser un vêtement en sur-mesure de masse basé sur deux hypothèses de soutien, soit H1, H2 et H3 et une hypothèse de grandeur soit H4).

H 1 : Pour un modèle donné, un patron « faisable » est un patron potentiel (cela signifie que l'on ne recherche pas à déplacer les points en dehors des courbes). Nous avons pu vérifier (auprès d'experts et selon quelques tests sur des logiciels spécialisés) cette hypothèse qui permet d'aller dans deux sens. Dans le premier, un patron potentiel est un patron de base qui servira au développement de futurs patrons et de ce point de vue, il est assez facile de générer automatiquement d'autres patrons. Par contre, pour ce qui est du deuxième sens, pour ajuster un patron, il faut dans certains cas sortir des courbes et des droites pour s'adapter à une morphologie particulière, ce qui rend l'ajustement automatisé, plus difficile. Même si cette hypothèse semble importante, elle ne fait pas obstacle en réalité. Nous continuons à dire qu'il n'existe pas de différence significative entre les paramètres comparés, c'est du moins ce que nous avons observé. L'hypothèse nulle notée H0 est l'hypothèse que l'on désire contrôler : elle consiste à dire qu'il n'existe pas de différence entre les paramètres comparés ou que la différence observée n'est pas significative, et cela, est dû aux fluctuations dans l'échantillonnage.

H 2 : il existe un ensemble de règles qui définissent, pour un pantalon donné, l'ensemble des patrons potentiels admissibles. Nous avons effectivement réussi à confirmer cette hypothèse, qui stipule que l'ensemble des patrons potentiels ne donne pas des pantalons possibles et qu'il existe des règles donnant les limites d'écarts possibles en termes de *fit*.

H 3 : Basé sur l'expérience, il est possible de réduire les silhouettes fondamentales à quatre grands types soit : HVXO. Nous avons confirmé cette hypothèse selon laquelle les proportions de base pour hommes pourraient être divisées en quatre grands types. Mais il est important de retenir qu'il existe plusieurs variations qu'offre ce modèle de base HVXO.

H4 : Selon une première hypothèse de base, nous entrevoyons une réduction de plus de 65 % des données nécessaires pour l'automatisation des patrons. Nous ne sommes actuellement pas en mesure de répondre à cette question car il est prématuré de se prononcer sur un pourcentage exact, et ce, même si nous savons que nous sommes tout prêt de ce pourcentage. Cette hypothèse restera toutefois notre objectif pour la mise en œuvre et le développement d'un configurateur dans nos travaux futurs. Pour confirmer cette hypothèse, nous avons besoin d'un programme d'automatisation et une gestion de banque de données clients plus imposante afin de comparer les résultats et de pouvoir nous prononcer.

6.10 Identification des catégories de *fit*

Notre recherche permet de constater que le concept de *fit* représente le tombé, le style ainsi que le look, d'un point de vue aussi bien intrinsèque qu'extrinsèque. Il diffère donc de l'ajustement simple car ici le produit convient parfaitement dans la mesure où il est en symbiose avec le corps et l'individu. Cette thèse nous a permis de développer une nouvelle littérature pour la configuration virtuelle (via un configurateur de produit) de pantalons sur-mesure selon cinq règles facilement applicables basées sur la notion de « *fit* ».

Tableau 6.6: Nouvelle littérature pour la configuration d'un *fit* en sur-mesure de masse

<i>Fit in</i> 	Le concept de « <i>fit in</i> » représente le terme AJUSTÉ POUR. Il s'explique comme étant ajustable ou facilement modifiable (nous ajustons les paramètres pour un <i>fit in</i>). Ex. : produit semi-fini ou par différenciation retardée³⁵
<i>Fit out</i> 	Le concept de « <i>fit out</i> » représente le terme HORS AJUSTEMENT (hors normes). Le produit est automatiquement rejeté et il est aussi non ajustable. Ce concept s'associe parfois aux morphologies (ex. : Apple Shape) et le gabarit de base du vêtement ne peut être ajusté convenablement. Permet de définir les limites de l'ajustement.
<i>Fit on</i> 	Le concept de « <i>fit on</i> » représente le terme FAIT POUR. Il représente les standards de l'industrie pour l'ensemble des morphologies. Un standard de masse par exemple équivaut à environ 32 % de personnes qui peuvent se vêtir selon leur silhouette de forme normalisée : Homme H 32 de taille, 5'9'' 160 livres, 18,5 % gras.
<i>Fit up</i> 	Le concept de « <i>fit up</i> » AVANTAGE LA SILHOUETTE. En référence à la morphologie et au style de l'individu, le produit devrait mieux faire. Le système propose donc un nouveau <i>fit</i>. Et dans certains cas, la mise en valeur d'un produit selon un segment. (Upgrade de la silhouette selon l'âge, le style, le tombé.)

³⁵ Mode d'organisation du processus de production dans lequel les opérations d'assemblage de finition et/ou de personnalisation du produit sont repoussées le plus en aval possible et si possible complètement déconnectées de la production ou de l'assemblage permettant ainsi un certain degré de différenciation, en tenant compte des besoins ou attentes spécifiques du client.

Les résultats que présentent les catégories de *fit* permettront de développer de nouvelles approches pour les manufacturiers et détaillants. Comment le *fit*, l'ajustement ou le bien aller, sont à la fois quelque chose d'intrinsèque et d'extrinsèque et que celle-ci doit se rapprocher du *sticky info*. Ce nouveau cadre de littérature sera nécessaire incluant les variables stratégiques fondamentales pour le développement d'applications virtuelles dans le cadre d'un développement de configurateur de produits.

6.11 Identification des variables stratégiques fondamentales

Nous présentons les variables stratégiques fondamentales nécessaires à la réalisation d'un patron en sur-mesure de masse. L'identification a été effectuée par une méthode simple afin que les manufacturiers et patronnistes puissent aisément adapter leur processus dans le développement d'un style par différenciation du patron de base. Au départ, nous voulions travailler avec la variable matière. Puis nous avons écarté cette hypothèse car à la base lorsqu'un designer travaille un patron, il a déjà sa matière. Dans le cas contraire, le patron sera tout simplement adapté à la nouvelle matière première. Tout compte fait, ce n'était pas vraiment un problème. Le plus important reste la variabilité des styles et la variabilité des tailles. Et c'est à ces deux points qu'il nous fallait nous attaquer.

6.11.1 Stratégie d'identification

La stratégie d'identification permet d'illustrer en quatre temps ce que nous avons réellement appris de notre système d'expertise. Le fait d'avoir identifié les variables nous a grandement facilité le travail de classification et la gestion des classifications.

Dans un premier temps, il faut définir la **variable *R* qui représente la silhouette**. Celle-ci devrait se rapprocher des quatre formes que nous avons sélectionnées dans notre étude soit : H-V-X-O.

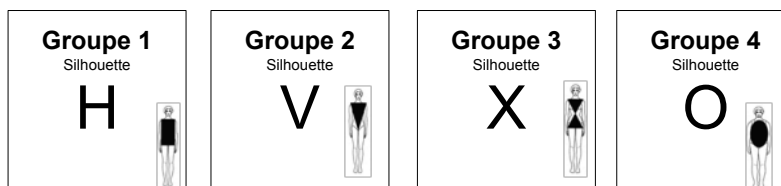


Figure 6-12: Groupe de silhouettes types par segment de développement de produits

Bien sûr, des variations sont possibles telles qu'illustrées dans les proportions TITRO (figure 1-3), et ce, par groupe de silhouettes. Afin d'effectuer un calcul simple, il devient intéressant de conserver les quatre silhouettes de base (H-V-X-O). Par contre, nous pourrions aller jusqu'à une dizaine de formes différentes de profils variant de maigre, mince, athlétique, fort à obèse, comme validé selon notre réseau

d'apprentissage avec nos 60 sujets. Mais cela dépend toujours du type de segments que le manufacturier tente de viser.

Dans un deuxième temps, il faut incorporer la **variable M qui explique les possibilités de modélisation et d'ajustement par forme de patron de base**. Nous avons étudié les travaux de l'Institut Français du textile et de l'habillement (IFTH) sur les techniques dans la résolution de problèmes associés à l'ajustement d'un *fit* pour être en mesure d'ajuster le patron dit intelligent. Nous avons simplifié le tableau en définissant la variable M qui explique un minimum de six possibilités d'ajustement pour un pantalon à partir du modèle de Wargnier (2010) présenté ci-dessous.

Tableau 6.7: Résultats de la variable M expliquent les 6 possibilités d'ajustement d'un pantalon

L'ajustement $M1$	Corrige les problèmes d'aplomb lorsque le pantalon est en-dessous de la taille et qu'elle s'amplifie avec la courbe du ventre, celui-ci a tendance à être plus haut vers l'arrière et plus bas au-devant. Mauvais aplomb entre le devant et le dos du pantalon vers l'entrejambe (ou vers le côté) Solution : Baisser la taille du patron au-devant afin d'ajuster le pantalon.
L'ajustement $M2$	Corrige lorsque le pantalon épouse trop la courbe du fessier, celui-ci a tendance à rentrer dans la fourche créant un entrejambe inconfortable, trop court et étroit. Solution : Créer une boîte d'enfourchure.
L'ajustement $M3$	Corrige dans certaines coupes de pantalon, des plis que l'on nomme « moustache » qui ont tendance à se former à l'entrejambe sur le devant. Le pantalon est trop étroit au niveau des cuisses ou du sexe. Solution : Ajouter de la valeur d'enfourchure (boîte d'enfourchure) au-devant ainsi que la valeur sur la ligne d'entrejambe devant.
L'ajustement $M4$	Corrige lorsque des plis se forment sous le fessier, le fond du pantalon flotte créant parfois un excès de matière à l'entrejambe car le montant du dos est trop long. Solution : Creuser la couture de fond de l'enfourchure afin que le pantalon épouse mieux la courbe fessière.
L'ajustement $M5$	Corrige l'allure du pantalon à partir des gabarits de base. Par exemple : valeur d'un tour de cuisse trop étroit, manque de montant devant ou manque de longueur à la couture de côté Solution : Ajuster à la forme. Cela doit en premier lieu être axé sur la hauteur du montant ainsi que sur le positionnement de la ceinture afin de donner une allure au pantalon, par la suite on corrige les formes.
L'ajustement $M6$	Corrige le fond du pantalon qui touche l'entrejambe. Solution : Ramener la fourche qui n'est pas assez profonde ou que la fourche devant est trop creusée

Ainsi conçu sous forme de quatre gabarits de base par silhouette HVXO de la **variable R** , notre patron développé par la suite sera adapté aux modifications de base automatisées afin de répondre aux six types d'ajustement de base de la **variable M** .

Dans un troisième temps, il faut incorporer la **variable ξ expliquant les possibilités de *fit* par produit** dans un programme de référencement et de configuration. Cette validation avec l'intégration du *sticky info* permettra de répondre à un minimum de cinq types de *fit* (*fit in*, *fit out*, *fit up*, *fit down*, *fit on*). Enfin, dans un dernier temps, il faut évaluer la configuration globale (gabarit de base et attribution par silhouette d'un *fit* et d'une gradation) pour chaque style. À titre d'exemple, cette méthode permettrait de configurer 24 possibilités selon les variables $R * M * \xi$ (4 profils de silhouettes * 6 possibilités d'ajustement) à la base pour un style offert en sur-mesure de masse. Le configurateur devra tenir compte des 4 types de *fit* basés sur huit variables afin de guider le consommateur dans le choix du produit et/ou de la taille offerte.

6.11.2 Liste des huit (8) variables nécessaire au sur-mesure de masse

L'indice du sur-mesure de masse correspond donc au regroupement de plusieurs variables qui composent ce concept. Nous avons retenu huit variables essentielles au concept de sur-mesure de masse dans le cadre de la mise en place d'un configurateur de produit tel que présenté ci-dessous.

R = variable de la silhouette (*shape*) d'un individu

M = variable d'ajustement possible d'un patron selon une silhouette spécifique

ξ = variable de *fit* d'un vêtement (*fit in*, *fit out*, *fit up*, *fit down*, *fit on*)

i = variable de la mesure réelle prise sur l'individu

a = variable de l'individu que représente le *fit* recherché

s = variable du modèle ou du style de vêtement

f = variable d'une taille standard (étiquetée) d'un vêtement

j = variable de taille spécifique pour un manufacturier correspondant à une autre mesure que celle étiquetée de l'indice f (différenciations par segment de marché)

En résumé, lorsque nous cherchons pour un individu une taille standard d'un vêtement dans une marque il faut de plus tenir compte de la silhouette (*shape*) et de la mesure réelle prise sur l'individu (manuelle et/ou par *body scan*) et de l'aspect de *fit* que recherche celui-ci. Cela dépend aussi du modèle/style de vêtement et de sa taille standard étiquetée qui doit aussi correspondre à la taille spécifique d'un manufacturier permettant une différenciation et un positionnement de sa marque pour un segment de marché particulier. Il reste donc dans ce cas-ci à savoir si l'individu répond à ce segment car la configuration doit passer par l'indice de *fit* du vêtement (*fit in*, *fit out*, *fit up*, *fit down*, *fit on*) en fonction des ajustements possibles (modélisation/corrections) d'un patron selon une silhouette spécifique et un style en particulier.

Il faut comprendre que nous ne changeons pas les méthodes de travail avec notre approche. Nous changeons seulement la façon de concevoir un patron en adaptant le concept de sur-mesure vers une standardisation dans une fabrication de masse. Dans ce cas-ci, une entreprise manufacturière devrait s'attendre à produire un volume considérable de pantalons afin de rentabiliser l'objectif que vise le sur-mesure de masse.

En somme, il faut retenir que c'est dans le volume que tient la valeur ajoutée de ce concept. Pour un manufacturier, cela exige de sortir hors des zones de confort et de s'éloigner de la production artisanale et de développer des outils de référencement en ce qui a trait au '*sizing*' et aux silhouettes des clients. Cela permettrait entre autres de développer des applications précises dans le cadre de stratégies d'affaires concurrentielles axée sur la marque, la personnalisation et la co-crédation.

Le but est de travailler à partir de la base du patron par silhouette et de configurer une gamme appropriée de *fit* permettant ainsi l'effet d'expérience et d'apprentissage rapide au concept. Dans ce cas-ci, l'identification des huit (8) variables stratégiques fondamentales a permis lors de notre recherche de développer des applications tests pour une modélisation de silhouettes et de chartes de mesures types pour hommes afin d'apporter une première contribution en suggérant une théorie applicable pour cette industrie.

6.12 Résultats d'applications types selon 12 profils

Les résultats de notre étude démontrent qu'il est possible de créer une banque de gabarits par profils types afin de répondre au sur-mesure de masse. Cette approche rejoint directement les méthodes qu'utilisent les maîtres-tailleurs dans la façon d'aborder un client via la reconnaissance de forme.

Nous sommes convaincu que cette approche par apprentissage offrira une meilleure gestion de la connaissance afin d'ajuster adéquatement (selon les types d'ajustement au tableau 6.9) les produits vendus en magasin ou sur le web.

Nous pouvons convenir que la clé réside dans l'approche des dimensions essentielles représentées par les proportions du corps et divisant la population en groupe et en taille. Nos résultats d'analyse des 60 individus étudiés montrent que l'on peut identifier environ 12 profils de clients pour chaque taille (exemple : un pantalon de taille 32 dans un profil *Slim*, *Builder*, *Stocky*, etc.). Une perspective simple et intéressante car au lieu de créer un patron maître par type de pantalon, il lui faudra préparer 12 patrons par type de silhouette afin de répondre à un ensemble de morphologies. Pour ce faire, le choix des dimensions globales doit satisfaire et répondre aux exigences suivantes dans l'identification des tailles, la désignation, la hauteur du corps, la figure type et la valeur du point de chute (drop) tel que présenté dans nos résultats ci-dessous. De plus, il faut intégrer dans la modélisation au départ les variables fondamentales afin de

s'assurer d'un développement de produit adéquat. Selon nos recherches, un chiffre normal a une valeur de point de chute (drop) de 10-14 centimètres, tandis que les hommes plus forts ont une valeur de point de chute de 6-12 centimètres et les hommes de silhouette athlétique ont une valeur de point de chute de 12-20 centimètres, comme indiqué dans le tableau (6.8).

Tableau 6.8: Résultat de l'identification des 12 profils tailles globales pour hommes par figure type

Profils	12 (Sizes) identification	Designation	Body Height	Type of figure	Drop
1	XSS-XLXS	Extra Short sizes	152-164 cm	Kid	-12 cm to -8 cm
2	XS-XLXS	Short sizes	167-174 cm	Short	-12 cm to -8 cm
3	S-XXL	Slim sizes	177-190 cm	Slim	-14 cm to -8 cm
4	S-XXL	Regular sizes	175-186 cm	Normal	-14 cm to -10 cm
5	MT-XXLT	Stocky sizes	183-192 cm	Solidly built	-12 cm to -6 cm
6	MXT-3XLXT	Large sizes	193-204 cm	Strong	-10 cm to -4 cm
7	XS-XXL	Athletic sizes	168-190 cm	Athletic	-20 cm to -12 cm
8	MT-XXXL	Builder sizes	175-192 cm	Builder	-20 cm to -12 cm
9	MT-XXLT	Tall sizes	183-192 cm	Elegant	-16 cm to -10 cm
10	MXT-3XLXT	Extra Tall sizes	193-204 cm	Elongate	-16 cm to -10 cm
11	2XL-5XL	Big Regular sizes	175-182 cm	Stout and large waist	+6cm/+8cm/+10 cm
12	2XLT-5XLT	Big and Tall sizes	183-192 cm	Tall and large waist	+4cm/+6cm/+8 cm

La théorie de la représentation du corps humain selon des morphotypes peut aider les patronnistes-modélistes à développer des « gabarits » de base de différentes formes (orientées vers de nouveaux types de corps ou de mutation), et ce, pour chaque style via des marchés spécifiques. Il ne restera plus alors qu'à d'adapter l'étiquetage en fonction et selon le modèle des différents gabarits utilisés. La figure ci-dessous présente les 12 profils d'un gabarit base adapté pour un marché en sur-mesure de masse.

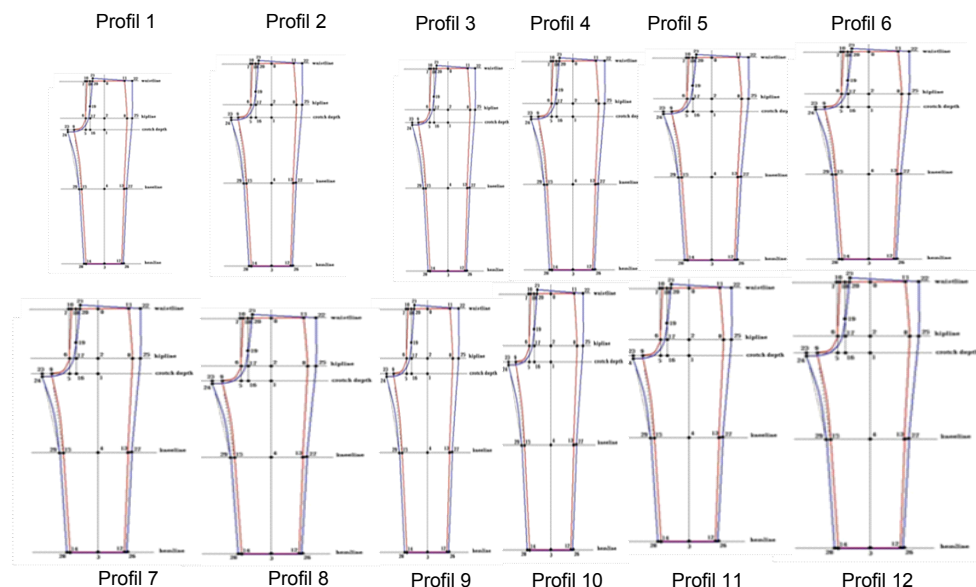


Figure 6-13: Modélisation d'un gabarit selon 12 profils (12 patrons de bases)

Il faut comprendre que nous avons débuté le processus de recherche avec seulement quatre silhouettes HVXO et que même si celles-ci ne sont pas totalement complètes elles peuvent répondre à une bonne part

de segment de masse. Dans ce cas-ci, pour certaines entreprises ce modèle devrait servir à la base afin de concevoir a priori non pas un, mais différents patrons par taille pour accommoder les consommateurs qui recherchent un produit bien ajusté se rapprochant du sur-mesure. À titre d'exemple, le modèle d'adaptation pour la chemise serait tout à fait approprié via ce type de profil de classification d'étiquetage.

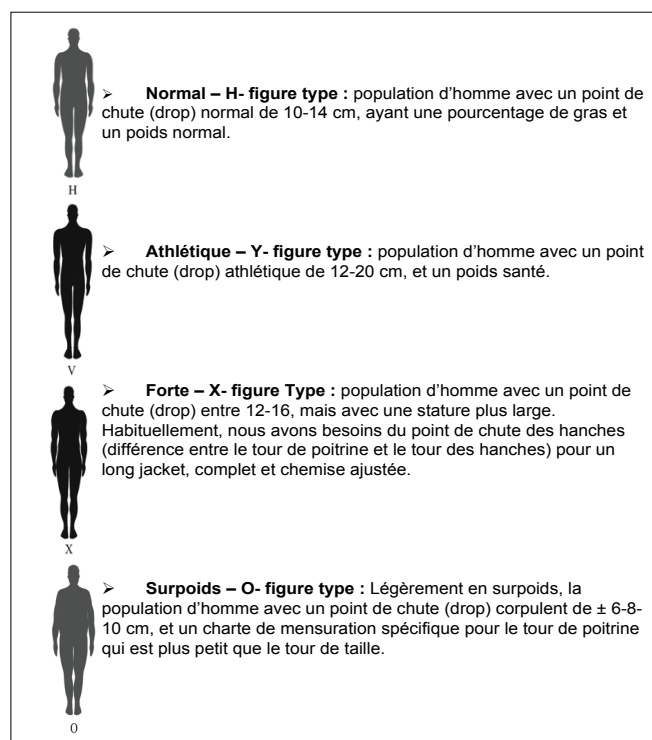


Figure 6-14: Exemple de classification d'étiquetage par figure type

Après avoir synthétisé les différentes théories de la représentation du corps humain par morphotypes, nous avons dégagé les quatre grandes catégories suivantes : normal, sport, fort en surpoids ou ventru, comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6.9: Catégorisation globale de quatre figures types pour hommes

	H	V	X	O
	H-type figure	V-type figure	X-type figure	O-type figure
American size	L44	L44	L44	L44
Body height (cm)	180	180	180	180
Chest measurement (cm)	112	112	112	112
Waist measurement (cm)	102	92	96	120
Drop (cm)	-10	-20	-16	8

Il est important de retenir que le point de chute de la posture (drop posture) n'est pas dépendant de ces autres variables énoncées, parce que la taille d'un homme change au cours de sa vie (par gain ou perte de poids surtout) mais retenons qu'il ne changera pas nécessairement sa posture et sa façon de se tenir.

6.13 Conclusion

L'identification des variables stratégiques fondamentales nous a permis d'apporter une première contribution en suggérant une théorie applicable pour cette industrie avec nos 12 types de profils par patron. Cette application, basée sur la catégorisation des *fits*, offre comme résultats la possibilité d'identifier les *fits* à la base. Ces *fits* permettront de définir un effet structurant dans l'intégration des styles sur un site transactionnel au sur-mesure de masse. On pourra alors mieux segmenter les différentes catégories de clients et donner beaucoup d'information en ce qui a trait au « *sizing* » sur le marché, et ce, par catégorie de produits. Pour un manufacturier, cela signifie qu'il sera plus facile d'offrir une gamme différente et adaptée de produits et services pour chacun des segments propres à sa marque. La classification de produits permet d'appuyer la stratégie sur les produits personnalisés et en sur-mesure de masse permettant au consommateur de commander de nouveau, un même produit ayant le bon *fit* recherché. Nous concluons que l'offre de l'élément *fitting* dans un contexte de *mass customization* sera rendue possible grâce à de nouvelles technologies appliquées dans le secteur de l'habillement. Dans certains cas, il faudra donc dépasser l'ère des catalogues virtuels pour offrir un vêtement seyant et porter plus loin son modèle d'affaires jusqu'à la personnalisation unique en termes de relation. La réussite de cette approche tient dans la satisfaction du client au triple plan : perceptuel, virtuel et réel.

CHAPITRE 7 CONCLUSION

Notre conclusion comportera quatre parties. Dans la première, nous présenterons une synthèse de notre recherche puis nous discuterons de notre approche du *mass customization* ainsi que de ses principales caractéristiques en matière de configuration et nous exposerons nos principales contributions. Dans la deuxième partie, nous effectuerons un retour sur nos objectifs et discuterons des limites de notre recherche. Dans la troisième, nous parlerons de nos travaux futurs en apportant de nouvelles perspectives concernant les mécanismes reliés au *fit* vestimentaire. La quatrième et dernière partie est une conclusion générale dans laquelle nous établissons un lien entre notre étude et les concepts théoriques suggestifs.

7.1 Synthèses et contribution

Cette thèse a pour terrain de réflexions et d'actions de recherche le « sur-mesure de masse » (ou *mass customization*) du vêtement. Les travaux que nous avons accomplis au cours de cette étude permettent une modélisation plus pratique d'un pantalon en sur-mesure de masse tout en définissant non seulement la cardinalité, mais aussi la méthode appropriée pour adapter un patron selon certaines variables stratégiques.

Au départ, nous avions en tête de créer un système d'apprentissage basé sur des patrons. Mais cela est devenu beaucoup trop complexe lors de l'étude. À partir des mesures systématiquement faites sur plusieurs pantalons, il apparaît que les manufacturiers ont un problème majeur de répétitivité dans leur production sans compter que les patrons sous-jacents sont loin d'être parfaits. Dans ce cas-ci, le même individu n'aura absolument pas le même sentiment de confort en essayant deux pantalons de même marque, même fabricant et même grade. Quelle que soit notre approche de *mass customisation*, nous avons cherché dans cette thèse à résoudre ce problème car il est inutile de trouver le patron idéal pour un individu donné si le pantalon créé ne respecte pas le patron initial. Nous avons donc suivi les recommandations des experts et nous nous sommes rapprochés des morphologies types afin de reconnaître les silhouettes. Le problème n'était plus de calculer automatiquement le patron mais de se rapporter le plus précisément aux modèles HVXO.

De ce fait, nous constatons que nous avons divers profils à établir pour la construction d'un patron en sur-mesure de masse. En utilisant le réseau de neurones nous avons prouvé la faisabilité en ce qui a trait de a (α = taille) et de b (β = *fit*). Il ne reste maintenant plus qu'à connaître la *shape* et les goûts du consommateur et de savoir à quel α - β vous appartenez? Ce qui pourrait permettre une logique d'ajustement de patron dans une approche de standardisation d'un processus de fabrication pour un manufacturier.

Dans l'ensemble, les résultats issus de cette recherche permettent d'identifier des règles significatives pour la fabrication d'un pantalon sur-mesure. Nos résultats, validés par les réseaux de neurones, confirment l'importance de la densité du corps sur l'effet des variables fondamentales en jeu. Nos résultats d'analyse des 60 individus étudiés montrent que l'on peut identifier divers profils pour chacune des tailles. Il s'ensuit qu'il suffirait de concevoir à priori non pas un, mais 12 patrons par taille pour accommoder toute la population avec un pantalon qui '*fitterait*' aussi bien qu'un vrai sur-mesure. Le problème de *mass customisation* revient alors à identifier au plus vite le profil du client parmi les 12 profils identifiés et lui procurer un pantalon à partir du patron correspondant. Les essais faits avec les réseaux de neurones et les variables stratégiques montrent qu'il est possible de classer automatiquement tous les individus de la population avec relativement moins de mesures que ce qui est classiquement utilisé (65% seulement des mesures habituelles) mais en rajoutant des informations venant de balances intelligentes (poids, taux de gras, etc.) et quelques questions sur la perception du *fit*. L'analyse de ces variables stratégiques permet de dégager une série d'algorithmes qui pourront éventuellement faciliter le développement d'un configurateur optimal de produits. Par ailleurs, une des principales contributions de cette thèse est que nous savons maintenant comment le *fit* doit être configuré afin de répondre à certaines catégories prédictives en matière de silhouettes. Une perspective différente pour un patronniste car au lieu de créer un patron par type de pantalon (le patron maître de taille 32), il lui faudra en préparer 12, un par silhouette type. Ensuite, les mêmes méthodes de dérivation d'un grade à partir d'un grade maître permettront de créer les 12 patrons pour chaque grade. Ainsi, en jumelant un *body scan*, à partir de simples *Kinect Xbox 3D Microsoft* et un petit questionnaire, le manufacturier obtiendra automatiquement la silhouette correspondant à l'individu qu'il ne restera plus qu'à servir. Cette chaîne peut s'envisager pour les vêtements professionnels comme pour les vêtements grands publics.

Nos résultats ouvrent des pistes particulièrement avantageuses en matière de structure des variables fondamentales. Au vu de ce travail, on s'aperçoit aussi que dans le prêt à porter, il serait sans doute intéressant d'étiqueter chaque modèle de pantalon avec la silhouette sous-jacente qui représente le mieux la coupe. Cela permettrait sans doute au client d'aller beaucoup plus rapidement vers le ou les modèles qui correspondent le mieux à sa silhouette, en excluant rapidement des modèles trop éloignés et non standards.

Cette thèse renferme aussi des observations critiques et dégage de nouvelles perspectives pour les acteurs du milieu. Dans l'ensemble, les différents écrits recensés ne tiennent compte du concept de *mass customization* du vêtement que d'un point de vue virtuel, sans réellement approfondir l'aspect de la gestion des opérations et de la production. Nos travaux montrent que le contexte de ces écrits n'est pas en accord avec les théories courantes et ne rejoint pas la réalité des manufacturiers. L'asymétrie de l'information aura créé ainsi un fossé important entre les deux depuis ces dernières années.

Cet écart doit être traduit à l'aide d'un système de configuration qui permettra de construire une réelle expérience autant pour le consommateur que pour le manufacturier. Il faut de ce point de vue revenir sur l'asymétrie de l'information que fait ressortir cette thèse.

En nous éloignant de notre perspective habituelle, nous avons regardé le travail sous un angle nouveau. Nous nous sommes alors rendu compte que des implications qui n'avaient apparemment pas de lien avec les questions de départ sont présentes. Nous avons pu constater des évidences que nous ne pouvions pas nous permettre d'ignorer, ce sont notamment celles qui sont en rapport avec les méthodes traditionnelles et la compétence humaine. C'est pour cela qu'il faut se montrer très prudent dans l'approche du *mass customization* car nous sommes dans une approche qui nous place à mi-chemin entre le traditionnel et le virtuel, une approche vers le *fitthinking* et c'est probablement ce que le consommateur recherche d'un vêtement, c'est-à-dire : l'authenticité.

Reste qu'une des contributions intéressantes de cette thèse est celle axée sur la compréhension du manque d'intégration des systèmes que doivent mettre en évidence les fournisseurs de technologie vers de nouvelles approches dans leur développement. Il faut de ce point de vue effectuer une étude supplémentaire de faisabilité des paramètres du configurateur optimal. Cette étape consistera essentiellement à :

- dégager une piste quant à la description générale du système de configuration souhaité ;
- déterminer les procédures d'intrants indispensables à la modélisation ;
- définir précisément les variables stratégiques fondamentales et les données nécessaires pour réaliser un vêtement sur-mesure ;
- préciser les contraintes d'implantation, les règles, les *outputs* possibles selon les conditions en place et les résultats attendus ;
- et développer les spécifications d'un patron nécessaire au configurateur optimal.

Il faut corriger cette approche afin d'innover dans le monde du « sur-mesure » et de la production à délais réduits permettant ainsi à l'entreprise manufacturière de se créer un nouvel avantage concurrentiel. À la suite de nombreuses lectures ainsi que de divers entretiens avec les acteurs québécois de l'industrie de l'habillement, il apparaît clairement que le développement d'un système configurateur constituera un outil précieux pour l'ensemble de ce secteur. L'opportunité créée par l'absence d'un tel service ou système doit être saisie par les acteurs de l'industrie afin de se repositionner au sein de la concurrence au niveau des marchés mondiaux. Si les acteurs de l'industrie du vêtement et de la mode parviennent à négocier ce virage, ce projet pourrait assurément évoluer vers le développement d'un nouveau modèle d'affaires extrêmement concurrentiel et viable pour plusieurs autres secteurs.

7.2 Objectifs de recherche

Nos travaux ont débuté dans un contexte de recherche où nous cherchions à identifier les variables fondamentales et les données nécessaires pour réaliser un vêtement sur-mesure. La réduction du nombre de variables fondamentales (longueur, circonférence, densité et variables de comportement des matières) visé afin de diminuer autant que faire se peut la quantité de données à traiter et à transmettre pour réaliser un patron dit « intelligent » n'a pas été entièrement validée par manque de temps, mais nous savons que nous nous sommes rapprochés de l'hypothèse qui visait une réduction de plus de 65 % des données nécessaires pour l'automatisation des patrons. Pour valider entièrement nos résultats, nous devons avoir un configurateur disponible afin de vérifier la quantité de données qui sont régies par un nombre minimum (cardinalité minimum de l'ensemble) de mesures nécessaires.

7.3 Les limites

Notre recherche comporte certaines limites qu'il conviendrait de souligner et qui constituent en fait autant de voies possibles d'investigations futures. Tout d'abord, portés par un souci de simplification, nous nous sommes abstenus d'intégrer d'autres caractéristiques liées à un manufacturier et qui auraient pu être pertinentes par exemple : le secteur technique, médical, aérospatial. Par ailleurs, le fait que notre recherche porte sur une seule catégorie d'entreprise et de produits a également une répercussion sur la validité externe de nos résultats. Ces derniers ne sont pas généralisables aux autres produits concernés par la représentation des résultats, surtout ceux qui ne présentent pas forcément les mêmes caractéristiques que le produit retenu dans notre étude. Notre méthodologie aurait sûrement eu avantage à être développée de manière à obtenir plus de données qualitatives. L'aspect que représente le *sticky information* dans cette thèse est d'une grande valeur. Malheureusement, nous avons trop axé cette recherche sur l'aspect de prise de mesures qui ne donne pas de résultats suffisamment éloquentes.

Nous avons tenté par les travaux de cette thèse de développer un algorithme d'apprentissage efficace par des réseaux de neurones à plusieurs couches cachées. Les expériences présentées dans nos résultats ont démontré plus d'une fois les difficultés qu'engendre la sur-classification. Il aurait été sans doute préférable de développer de nouvelles règles d'apprentissage à traiter de façon à permettre à notre système d'expertise d'effectuer des déductions à l'intérieur même d'un modèle de classification. Lorsque les règles sont applicables, elles peuvent être développées et apporter des résultats plus probants. Sans compter que nous n'avions que 60 sujets pour valider l'apprentissage et qu'un nombre 10 fois plus élevé aurait sans doute permis de faire évoluer de manière significative notre étude.

Enfin, un examen approfondi de cette thèse révèle que le travail que nous avons effectué porte majoritairement sur les données quantitatives mais qu'il reste encore un travail plus approfondi à faire

pour l'aspect qualitatif. L'identification des données «dites cachées» que le consommateur ne dévoile jamais (*sticky information*) aurait dû être plus élaboré au départ pour recueillir plus de données et nous aurions dû mettre davantage l'accent sur cet aspect et puis viser un plus grand nombre de candidats. Toutefois dans l'ensemble, il faut surtout considérer la méthodologie et la facilité d'utilisation de cette méthode qui en fait une contribution importante.

7.4 Travaux futurs

Nos travaux futurs porteront sur la théorie du *fitthinking*. Dans la théorie du *fitthinking* nous retrouvons le concept de *co-fitting* ainsi que la grande tendance du *eTailoring* et du *eSizing*. La tendance actuelle voudrait que le consommateur puisse exercer sa créativité afin d'apporter une touche personnelle à son produit de manière à le rendre unique. C'est pourquoi selon Pine (1993), dans un marché de production de masse, une entreprise doit faire de la personnalisation de masse, c'est-à-dire personnaliser toutes les adaptations finales d'un service dès sa conception et les transmettre à tout le processus de fabrication.

7.4.1 L'avancement du Mass Customization

Le concept est devenu un impératif pour que les entreprises demeurent compétitives, rappelle Pine lors de sa grande conférence en février 2014 au MCPC : Mass Customization, Personalization and Co-creation à Aalborg au Danemark. Joseph Pine reconnaît avec du recul que le sur-mesure de masse a fait mieux que ce qui était prévu et que l'industrie de la mode et de l'habillement pourrait tirer profit beaucoup plus rapidement pour la simple et bonne raison que chaque corps est unique. Le futur apportera les outils de configuration appropriés dans la prise de mesures et le développement de chartes de mensurations par morphologie, type et grandeur.

7.4.2 *eTailoring*

Une des tendances lourdes futures sera le *eTailoring* avec l'arrivée en force des *travelling-tailors* depuis quelques années. Le *eTailor* est un personnage virtuel qui élabore, répare ou modifie des vêtements sur-mesure, en particulier des costumes et des vêtements pour hommes par l'intermédiaire de la caméra en ligne et par la technique de couture via un *body scan*. Le but est de satisfaire le client à n'importe quel moment et de lui offrir une variété de produits de masse. Le *eTailoring* apportera beaucoup au manufacturier en matière d'information stratégique provenant des données précises qu'exige le *sizing*. Il permettra de développer des *cluster-shapes* et pourrait même permettre une approche de *co-fitting* dans certain cas.

7.4.3 Le concept de *co-fitting*

Les réseaux sociaux intéressent les spécialistes du *fit*, car ils regorgent d'informations détaillées sur le profil personnel et les habitudes de vie ou de consommation des utilisateurs. Ils peuvent concrètement permettre une segmentation optimisée et des résultats mesurables en termes de *fit* via certaines marques. Nous assistons à un grand attrait des leaders d'opinion pour les réseaux sociaux réputés pour leur pouvoir d'influence sur les comportements des internautes, de même que sur ceux des autres leaders d'opinion. Cela a largement modifié le portrait de notre industrie, car l'arrivée de *Facebook*, *Twitter*, *Youtube* et celle des systèmes de référencement tels que *Me-ality.com* (*Mybestfit.com*) ou *TrueFit.com* a produit une forte influence sur la propension du consommateur au *hauling*³⁶ pour se vanter de ses derniers achats ou tout simplement pour critiquer l'essayage d'un nouveau produit en ligne ou en magasin en passant par une application de son téléphone intelligent.

De plus, l'arrivée du concept de co-crédation a un impact direct sur la gestion des produits en ligne en apportant le concept de *co-fitting* qui favorise le dialogue et facilite les écdanges entre les consommateurs et les internautes en ce qui a trait au *fit*, et ce, directement sur la plateforme web du fabricant. Le *co-fitting* consiste, pour un fabricant ou un détaillant, à développer des *fits* de produits en offrant une collaboration active avec ses clients et consommateurs via une perspective de co-crédation. Le *co-fitting* devient ainsi un vecteur de transformation nécessaire dans une perspective de développement de produit. Dans ce cas, l'entreprise met l'accent sur le *branding* et l'ADN de la ligne, tandis que le *co-fitting* est développé dans le but de satisfaire le consommateur. L'internaute ne se concentre plus sur le design mais sur le *fit* et l'ergonomie du produit dépassant ainsi les paramètres de la co-crédation. Cette tendance est appelée à se développer principalement pour les articles de sport et de performance afin de créer une très haute valeur ajoutée aux produits.

7.4.4 *eSizing*

Une autre tendance se dessine actuellement, c'est celle du *eSizing* axé sur la performance du *fit* permettant de positionner le *brand* comme le font déjà certaines grandes marques comme *Adidas*, *Nike* ou *UnderArmour*. Le *eSizing* permet de retrouver les chartes de mesure standardisées des entreprises de vêtements qui vendent sur le web. Cela permet, au besoin, de comparer sa charte à celle de la concurrence afin de vanter et ainsi promouvoir le *fit* de sa propre marque. Nous sommes ici dans un concept inverse de celui du *vanity sizing*, car cette approche est beaucoup plus objective que subjective et permet au consommateur de réellement savoir si le vêtement est conçu pour sa silhouette. Les fabricants et

³⁶ Un "haul" (butin en anglais) est en fait une vidéo réalisée grâce à une simple webcam devant son ordinateur.

détailants devront donc composer avec cette nouvelle réalité dans un contexte où le contrôle absolu du message devient plus difficile.

7.4.5 Manufacturier et *fitthinking*

Le *fitthinking* a pour but dans un contexte de fabrication de masse de produire mieux et de répondre aux attentes du client en matière de *fit*. Il est nécessaire dans le champ de la production en sur-mesure de masse. Ces dernières années, les manufacturiers ont pris conscience de la nécessité de concevoir et de fabriquer de façon durable et d'acquérir du même coup une expérience client. Cette prise de conscience se traduit chez les donneurs d'ordres par le besoin d'identifier uniquement ce que le consommateur désire en termes d'économie et de fonctionnalité et d'y répondre strictement sur l'ensemble du cycle de vie du produit. Cette approche consistant à répondre efficacement aux attentes de durabilité permet au manufacturier de développer une relation avec le client en termes de produit-niche.

Le *fitthinking* est une nouvelle théorie provenant de nos propres résultats de recherche. Elle renvoie à la pensée *lean* visant à avoir moins pour avoir mieux. Donc, moins de vêtements et d'accessoires pour le consommateur mais que des produits ayant des *fits*. Notre segment visé est le « consommateur » : consommateur créatif et conscient de son environnement, qui ne consomme plus pour rien et qui vise une approche de type *slow wear*.

Avec cette tendance, les entreprises se doivent de mieux comprendre ce qui est faisable dans l'ajustement de produits de masse pour ainsi mieux établir leurs stratégies d'affaires. L'exemple du *fitthinking* doit intégrer le client dès le départ dans l'approche de personnalisation pure, c'est-à-dire dès l'étape de conception du produit. Ce concept optimal de personnalisation de masse doit soutenir la réalisation d'économies en diminuant les stocks et en veillant à une meilleure intégration de tous les joueurs dans la chaîne logistique afin de répondre aux attentes du client.

7.4.6 Perspectives

Parmi les perspectives qui s'offrent à nous, il y a celle de voir se développer des systèmes de reconnaissance technologiques « intelligents » concernant le *design* et le *sizing* permettant de suivre l'évolution de la silhouette du consommateur tout au long de son développement personnel sur le triple plan des préférences, des choix et des habitudes.

À l'heure où l'innovation technologique est de plus en plus importante, les technologies actuelles (*scanners corporels dimensionnels et techniques de simulation 3D*) ne sont pas suffisantes pour garantir le succès du *mass customization*, car c'est dans la simplicité des processus d'affaires et de la gestion de l'information que se trouve le secret. Les manufacturiers devront développer dorénavant une stratégie de

fitthinking, qui doit être vue au départ comme une innovation dans un contexte d'un investissement structuré qui permet d'amener des solutions inédites en termes d'ergonomie et de design de produits. Comme le révèle nos entrevues, pour que ce soit un bon investissement, il faut qu'il y ait un résultat final profitable, un '*real output*'.

7.5 Conclusion générale

Les travaux de cette thèse visent à apporter des contributions spécifiques au produit en sur-mesure de masse pure. Le choix de ne se concentrer que sur deux classes de réponses, la silhouette et la prédiction du *fit*, aura limité la recherche. De plus, pour qu'un système de neurones puisse apprendre adéquatement, nous avons besoin de plus de gens et d'observations. Des observations que permettront de mieux définir nos règles sur le *sticky info*. Celles que nous avons rapportées dans les travaux de cette thèse demandent à être affinées de façon à améliorer encore plus les performances. Nous aurions également dû miser un peu plus sur les *sticky info*, car les prochains configureurs devront aller vers cette tendance axée sur la gestion de la reconnaissance des formes et l'intelligence artificielle.

D'autres aspects plus pratiques devront aussi être considérés dans la recherche à venir sur le *sticky information*. Certes, le défi que pose la sélection de modèles pour ces réseaux profonds a été mentionné à quelques reprises dans les travaux de cette thèse mais ils gagneront à être plus profondément étudiés, car les progrès accomplis de ce côté-là aideront fortement à assurer une meilleure facilité d'utilisation de cette technologie.

Cette recherche offre de nombreuses possibilités d'innovation et peut constituer une opportunité exceptionnelle pour les acteurs de l'industrie du vêtement. Par ailleurs, si les donneurs d'ordres veulent saisir cette opportunité, ils devront mieux comprendre ce qui est faisable dans la personnalisation et le sur-mesure de masse du vêtement afin d'établir leur stratégie d'utilisation du configureur de mesures.

Cette thèse livre plus de questions que de réponses, mais elle suggère des pistes intéressantes pour les manufacturiers de vêtements. Le *mass customization* doit, dès le départ, intégrer le client final dans l'étape de conception et de fabrication du produit. De plus, ce modèle de sur-mesure doit soutenir la réalisation d'économies en diminuant les stocks et en veillant à une meilleure intégration de tous les acteurs dans la chaîne d'approvisionnement. Le sur-mesure de masse offre des possibilités pour atteindre, voire excéder les attentes du client. Il doit fournir une base de connaissances en matière de besoins et de préférences des consommateurs et ainsi créer des opportunités pour une segmentation privilégiée du marché.

BIBLIOGRAPHIE

- Agrawal, M., Kumaresh, T. V., & Mercer, G. A. (2001). "The false promise of mass customization". *The McKinsey Quarterly* 3(1), pp. 62–71.
- Ahlström, P. and Westbrook, R. (1999) 'Implications of mass customization for operations management: an exploratory survey', *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19, pp. 262-274.
- Aloise, D. (2005). « Algorithmes de classification automatique », *Rapport de recherche*, Les Cahier du GERAD, HEC
- Ashdown, S.P., Schoenfelder, L.K., Lyman-Clarke, L. (2004), "Visual fit analysis from 3D scans", Abstracts of the Fiber Society 2004 Annual Meeting and Technical Conference, pp.111.
- Ashdown, S.P.(2007), *Cambridge Sizing in clothing : developing effective sizing systems for ready-to-wear clothing*, Woodhead Publishing in association with The Textile Institute, Boca Raton : CRC Press, p.384.
- Bachvarov, A., Maleshkov, S., Chotrov, D. (2014), 'Extending Configuration and Validation of Customized Products by Implicit Features in Virtual Reality Environments'. *Proceedings of the 7th World Conference on Mass Customization, Personalization, and Co-Creation (MCPC 2014)*, Aalborg, Denmark, February 4th - 7th, Lecture Notes in Production Engineering 2014, pp. 189-199.
- Bellemare, J. (2010). "The configurator as part of a clothing mass customization program". MCP-CE 2010 - 4th International Conference on Mass Customization and Personalization in Central Europe. Novi Sad, Serbia, *Acta Technica Corviniensis, Bulletin of engineering*, pp. 87-92.
- Bellemare, J., Carrier, S., Baptiste, P. (2011). "Configurator for Apparel Manufacturing within the Mass Customization Program". *MCPC-World Conference on Mass Customization, Personalization and Co-Creation. Bridging Mass Customization & Open Innovation*, University of California, Berkeley, 3(1), pp. 780-790.
- Bellemare, J. (2013). « Understanding Requirements for male apparel sizing ». Chapter 9. Faust, M. E. Carrier & S. Designing apparel for consumers: the impact of body size and shape, Cambridge, UK: Woodhead Publishing, pp. 189-220.
- Bellemare, J., Carrier, S., Baptiste, P. (2012). "Role of Configurator for Mass Customization Program in the Fashion Apparel Industry". *ILS - 4th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain, Creative Logistics for an Uncertain World*. Quebec.
- Bishop, C. (1995). *Neural Networks for Pattern Recognition*. Oxford: University Press.
- Bougourd, J. (2007). "Sizing systems, fit models and target markets". In *Sizing in Clothing*, Woodhead Publishing in Textiles, pp. 108-151.
- Bourke, R. (2000) 'Product Configurators: Key Enabler for Mass Customization – An Overview', *Midrange Enterprise*, August 2000.

- Bouvier, A., George, M. (1996). Dictionnaire des mathématiques. (5e éd.). Paris: Presses Universitaires de France.
- Brown, S., Bessant, J. (2003). "The manufacturing strategy-capabilities links in mass customisation and agile manufacturing – an exploratory study". *International Journal of Operations & Production Management* 23(7), pp. 707-730.
- Bye, E., LaBat, K.L., & DeLong, M.R. (2006). "Analysis of body measurement systems for apparel". *Clothing & Textiles Research Journal* 24, pp. 66-79.
- Camiré, G. (2008). *La tendance de l'individu à la singularité appliquée à la consommation de vêtements et d'accessoires*. Thèse, Université du Québec à Montréal.
- Chen, C.M. (2006). "Fit evaluation within the made-to-measure process". *International Journal of Clothing Science and Technology* 19(2), pp. 131-134.
- Chen, S., & Tseng, M. M. (2007). "Aligning demand and supply flexibility in custom product co-design". *International Journal of Flexible Manufacturing Systems* 19(4), pp. 596-611.
- Chenoune, F. (1993). *Des modes et des hommes*, Flammarion, Paris, pp. 120-217.
- Chin-Hsien, T., Shao-Shin, H., Jyh-Jong, T., & Derchian, T. (2009). An efficient garment visual search based on shape context. *WSEAS Transactions on Computers*, 8(7), 1195-1204.
- Cho, Y.S., Tsuchiya, K., Takatera, M., Inui, S., Park, H., & Shimizu, Y. (2008). "Computerized pattern making focus on fitting to 3D human body shapes". *International Journal of Clothing Science and Technology* 4, pp. 61-67.
- Choi, Y. L., Nam, Y., Choi, K. M., & Cui, M. H. (2007). "A method for garment pattern generation by flattening 3D body scan data". Beijing, China. *Proceeding ICDHM'07 1st international conference on Digital human modeling* 1, pp. 803-812
- Cugini, U., & Rizzi, C. (2002). "3d design and simulation of men garments". *Proceeding, Workshop WSCG 200*, pp. 4-8.
- Davis, F.D. (1993/03). "User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts". *International Journal of Man-Machine Studies* 38(3): pp. 475-487.
- Davis, S. (1987) *Future Perfect*, Reading: Addison-Wesley.
- Dellaert, B.G, Borgers, A.W., Louviere, J.J, & Timmermans, H.J. (2001) *Consumer choice of modularized products: a conjoint choice experiment approach*, Working Paper, Department of Marketing, Tilbourg University.
- Ding, Y. S., & Xu, Y. C. (2008). "Intelligent optimal selection of garment sizes by using immune algorithm and AHP method". *Journal of the Textile Institute*, 99(3), pp. 281-286.

- Duray, R. et al. (2000). ‘‘Approaches to Mass Customization: Configurations and Empirical Validation’’. *Journal of Operations Managements* 18, pp. 605-625.
- Faust, M.E. (2012). ‘‘Are your clothes properly sized for your market?’’ Conference of Fit and Size, Vestechpro, Montreal, April 4 2012.
- Faust, M.E., & Carrier, S. (2009a). ‘‘A proposal for a new size label to assist consumers in finding well-fitting women's clothing, especially pants: An analysis of size USA female data and women's ready-to-wear pants for North american companies’’. *Textile Research Journal* 79(16), pp. 1446-1458.
- Faust, M.E., & Carrier, S. (2009b). ‘‘3D body scanning’s contribution to the use of apparel as an identity construction tool’’. In *Digital Human Modeling*. Computer Science, Springer Berlin / Heidelberg, pp. 19-28.
- Frith, H., Gleeson, F. (2004). ‘‘Clothing and embodiment: men managing body image and appearance’’. *Psychology of men and masculinity* 5(1), pp. 40-48
- Gam, H. J., Cao, H., Farr, C., & Heine, L. (2009). ‘‘C2CAD: a sustainable apparel design and production model’’. *International Journal of Clothing Science and Technology* 21(4), pp. 166-179.
- Gang Luo, Z., Yuen, M.M.F. (2005). ‘‘Reactive 2D/3D garment pattern design modification’’. *Computer Aided Design* 37, pp. 623-630.
- Glock, R.E., Kunz, G.I. (2005). *Apparel Manufacturing* (4e éd.). New York : Prentice-Hall.
- Haug, A., Hvam, L., & Mortensen, N.H. (2012). ‘‘Definition and evaluation of product configurator development strategies’’. *Computers in Industry* 63(5), pp. 471-481.
- Haykin, S. (1994). *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. New York: Macmillan Publishing.
- Henderson, J.C., Venkatraman, H. (1999). ‘‘Strategic alignment: Leveraging information technology for transforming organizations,’’ *IBM Systems Journal* , vol.38, no.2.3, pp.472-484.
- Inala, K. (2007). *Assessing product configurator capabilities for successful mass customization*, University of Kentucky, theses.
- Istook, C.L. (2002). ‘‘Enabling mass customization: computer-driven alteration methods’’. *International Journal of Clothing Science and Technology* 22, pp. 16-24.
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). ‘‘Generalized equations for predicting body density of men’’. *British Journal of Nutrition* 40, pp. 497-504.
- Jianping, W., Dongping, L., & Fuliang, Z. (2009). *Application of pattern recognition and 3D visual technology in shirt mass customization*, United Kingdom: Manchester.
- Jiao, J., Zhang, L. and Pokharel, S. (2005) ‘‘Coordinating Product and Process Variety for Mass Customized Order Fulfillment’’. *Production Planning and Control* 16(6), pp. 608-620.

Joergensen, K.A. (2009). "Customisation Design - Levels of Customisation", *MCPC 2009-World Conference on Mass Customization, Personalization and Co-Creation*. Helsinki.

Julien, M. (2010). *La mode hypersexualisée*. Montréal: Les éditions Sisyphe.

Jun-Ming, L., Wang, M. J. J., Chien-Wen, C., & Jyi-Hua, W. (2010). The development of an intelligent system for customized clothing making. *Expert Systems with Applications* 37(1), pp. 799-803.

Kartsounis, G.A., Magnenat-Thalmann, N., Rodrian, H-C. (2003). "E-TAILOR: Integration of 3D Scanners, CAD and Virtual-Try-on Technologies for Online Retailing of Made-to-Measure Garments". *Technologies for Tomorrow's Solutions, Springer Berlin Heidelberg* 2, pp. 28-29.

Kang, T.J., Kim, S.M. (2000). "Optimized garment pattern generation based on three-dimensional anthropometric measurement". *International Journal of Clothing Science & Technology* 12(4), pp. 240-254.

Kim, J., Forsythe, S., (2008). "Adoption of Virtual Try-on technology for online apparel shopping". *Journal of Interactive Marketing* 22, pp. 45-59.

Kim, S.M., Kang, T.J. (2003). "Garment pattern generation from body scan data". *Computer-Aided Design* 35(7), pp. 611-618.

Kincade, D.H., Regan, C., & Gibson, F.Y. (2007). "Concurrent engineering for product development in mass customization for the apparel industry". *International Journal of Operations & Production Management* 27 (6), pp. 627-649.

Koh, T.H., Lee, E-W., Lee, Y-T. (1995). "Communications: an analysis of the apparel pattern-making process". *International Journal of Clothing Science and Technology* 7(4), pp. 54-64.

Lampel, J. and Mintzberg, H. (1996). "Customizing Customization", *Sloan Management Review* 37, pp. 21-30.

Lee, S.E., Chen, J.C. (2000). "Mass-customization Methodology for Apparel Industry with a Future". *Journal of Technology* 16(1), pp. 571-593.

Li, X.-S., Qi, G.-N., Yang, Q.-H., & Gu, X.-J. (2007). "Apparel pattern modeling based on tabular layouts of article characteristics". *Jisuanji Jicheng Zhizao Xitong/Computer Integrated Manufacturing Systems, CIMS* 13(5), pp. 856-861.

Liu, Z., Li, J., Chen, G., Lu, G. (2014). "Predicting detailed body sizes by feature parameters". *International Journal of Clothing Science and Technology*, 26(2), pp. 118-130.

Loker, S., Ashdown, S., & Schoenfelder, K. (2005). "Size-specific analysis of body scan data to improve apparel fit". *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management* 4, pp. 1-15.

Lu, J-M., Wang, M-J. J., Chen, C.-W., & Wu, J-H. (2010). "The development of an intelligent system for customized clothing making". *Expert Systems with Applications* 37(1), pp. 799-803.

- Lu, Y., & Wang, C. (2008). "Configuration knowledge expression based on TLAC for ETO product in mass customization". *KAM '08. International Symposium on Inst. of AMT, Zhejiang Sci-Tech Univ. Hangzhou, China*, pp. 842-846.
- Maier, A. (2000). "International size chart comparison for men". *Knitting Technology* 22(1), pp. 32-36.
- Mc Dowell, C. (1997). *Histoire de la mode Masculine*. Paris : Éditions de La Martinière.
- Melliand, T. (2005). "Current problems associated with body sizes of German men". *Deutscher Fachverlag* 86(5), pp. 372-373.
- Midgley, D.F., Dowling, G.R. (1978). "Innovativeness: the concept and its measurement", *Journal of Consumer Research* 4, pp. 229-42.
- Mohr, J., Sengupta, S., & Slater, S. (2005). *Marketing High Technology Products and Innovations*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Moon, H & Lee, H-H. (2014). "Consumers' preference fit and ability to express preferences in the use of online mass customization", *Journal of Research in Interactive Marketing*, 8(2), pp.124-143.
- Natjat, E. (2009). *Analyse sémio-linguistique de quelques vêtements de mode, Esquisse : dictionnaire et lexiculturelle*. Thèse, Université de Cergy-Pontoise.
- Ostlund, L.E. (1974), "Perceived innovation attributes as predictors of innovativeness", *Journal of Consumer Research*, Vol. 1, pp. 23-9.
- Otieno, R., Harrow, C., & Greenwood, G. (2005). "The unhappy shopper, a retail experience: Fit and affordability". *International Journal of Retail and Management* 33(4), pp. 298-309.
- Pan, B., Holland, R. (2006). "A mass customised supply chain for the fashion system at the design-production interface". *Journal of Fashion Marketing and Management* 10(3), pp. 345-359.
- Park, J.H., Stoel, L. (2002). "Apparel shopping on the Internet: Information availability on US apparel merchand Web sites". *Journal of Fashion Marketing and Management* 6(2), pp. 158-176.
- Perez, J.A.N., Rybalchenko, A., & Singh, A. (2009). "Cardinality abstraction for declarative networking applications". In: *CAV. LNCS* 5643, pp. 584-598.
- Peterson, J. (2008). "Mass customisation finds favour" [clothing industry]. *Knitting International* 114(1361), pp. 36-37.
- Petrak, S., Rogale, D., & Mandeki-Botteri, V. (2006). "Systematic representation and application of a 3D computer-aided garment construction method". *International Journal of Clothing Science and Technology* 18(3), pp. 188-199.
- Petrova, A., Ashdown, S.P. (2008). "Three-Dimensional Body Scan Data Analysis - Body Size and Shape Dependence of Ease Values for Pants' Fit". *Clothing and Textiles Research Journal* 26(3), pp. 227-252.

- Pedinielli, J-L., Fernandez, L. (2005). *L'observation clinique et l'étude de cas* (2e éd.). Armand Colin, coll. 128 Psychologie.
- Piller, F. (2004). "Mass customization: reflections on the state of the concept". *International Journal of Flexible Manufacturing Systems* 16(4), pp. 313-334.
- Piller, F. (2005). *Innovation and Value Co-Creation*, IIMCP Press, Hong Kong and Munich.
- Pine, B.J. (1993). *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Harvard Business School Press, Boston, MA.
- Pine, J., Korn, K.C. (2011). *Infinite Possibility: Creating Customer Value on the Digital Frontier*. Berrett-Koehler Publishers, San Francisco, CA.
- Qin, S., & Yang, L. (2009). *Fuzzy optimisation modelling for apparel fit from body scanning data mining*, Tianjin, China. *FSKD '09 Proceedings of Sixth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery* 07, pp. 255-259.
- Quattrocchio, S. (1978). *Teoria delle Conformazioni*. Firenze, Italia.
- Rasband, J. & Liechty, E. (2006). *Fabulous Fit: Speed Fitting and Alteration*, 2nd ed. Fairchild Publications, New York, NY.
- Robinet, P. (2009). "Virtual prototyping: From concept to 3D design and prototyping in hours". In *Transforming Clothing Production into a Demand-driven, Knowledge-based, High-tech Industry: The Leapfrog Paradigm*. Eds. Lutz, Walter, George-Alexander Kartsounis and Stefano Carosio. Springer Verlag, London, 2009.
- Robinet, P. (2012). "Are your clothes properly sized for your market?" Conference of Fit and Size, Vestechpro Montreal, April 4 2012.
- Rogers, E.M. (1983). *Diffusion of Innovations*. New York : The Free Press.
- Rogoll, T. & Piller, F. (2004). "Product configuration from the customer's perspective: a comparison of configuration systems in the apparel industry". *Proceedings of the International Conference on Economic, Technical and Organisational Aspects of Product Configuration Systems*, Lyngby, 28-29 June.
- Ruff, C. B. (2000a). "Body mass prediction from skeletal frame size in elite athletes". *Journal of Physical Anthropology* 113, pp. 507-517.
- Ruff, C. B. (2000b). "Body size, body shape, and long bone strength in modern humans". *Journal of Human Evolution* 38, pp. 269-290.
- Schofield, N.A., LaBat, K.L. (2005a). "Exploring the relationships of Grading, Sizing, and Anthropometric Data". *Clothing and Textiles Research Journal* 23(1), pp. 13-27.
- Schofield, N.A., LaBat, K.L. (2005b). "Defining and testing the assumption used in current apparel grading practice". *Clothing and Textiles Research Journal* 23, pp. 135-50.

- Sen, A. (2008). "The US fashion industry: A supply chain review". *International Journal of Production Economics* 114(2), pp. 571-593.
- Senanayake, M. L. (Spring 2001). "Measures for new product development". *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management* 1(3), pp. 1-14.
- Serwatka, A. (2008). *Contribution à la modélisation et à la simulation de vêtements sur mannequin adaptatif*. Thesis, Université des Sciences et technologies de Lille I.
- Sheldon, W.H. Dupertuis, C.W. & McDermott, E. (1954). "Atlas of Men: A Guide for Somatotyping the Adult Male at All Ages.". Harper and Brothers, New York.
- Sheldon, W.H. (1961). "New developments in somatotyping technique". *Lecture delivered at Children's Hospital*, March 13, Boston.
- Starr, M.K. (2010). "Modular production – a 45 year old concept". *International Journal of Operations & Production Management*, 30(1), pp. 7-19.
- Sun, H., & Su, Z.-Q. (2009). "Establishing a fit model of clothing brand supply and demand factors based on consumers' cognitive perspective". Management and Service Science proceedings, MASS 09 International Conference. Wuhan, China, pp. 1-4.
- Teresko, J. (1994). "Mass Customization or Mass Confusion". *Industry Week* 243(12), pp. 45-48.
- Thomke, S. & von Hippel, E. (2002). "Customers as Innovators: A New Way to Create Value". *Harvard Business Review* 80(2), pp. 74-81.
- Tian, K.T., Bearden, W. O. & Hunter, G. L. (2001). "Consumers Need for Uniqueness: Scale Development and Validation", *Journal of Consumer Research* 28, pp. 50-66.
- Toffler, A. (1970). *Future Shock*, New York: Bantam Books.
- Totz, C., Riemer, K. (2001). "Usability of Design by Customer Web Sites for Mass Customization", in M.M. Tseng and F.T. Pillar (Eds.) *Proceedings of the World Congress on Mass Customization and Personalization MCPC 2001*, Hong Kong.
- Tseng, M. M., Jiao, J., & Su, C.-J. (1998). "Virtual prototyping for customized product development". *Integrated Manufacturing Systems* 9(5-6), pp. 334-343.
- Ulrich, P.V., Anderson-Connell, L.J., & Wu, W. (2003). "Consumer co-design of apparel for mass customization". *Journal of Fashion Marketing and Management* 74(4), pp. 398-412.
- Venkatraman, M.P. (1991), "The impact of innovativeness and innovation type on adoption", *Journal of Retailing*, Vol. 67 No.1, pp. 51-67.
- Virole, B. (2001). Réseaux de neurones et psychométrie. *Etude prospective des applications possibles des réseaux de neurones formels dans le traitement des données psychométriques*. Editions du Centre de Psychologie Appliquée ECPA, France.

- Von Hippel, E. (1994). “‘Sticky information’ and the locus of problem solving: Implications for innovation”. *Management Science* 40(4), pp. 429-439.
- Von Hippel, E. (1998). “Economics of product development by users: The impact of ‘sticky’ local information”. *Management Science* 44(5), pp. 629-644.
- Wang, C.C.L. (2005). ‘Parameterization and parametric design of mannequins’. *Computer-Aided Design* 37, pp. 83-98.
- Wang, C.C.L. (2008). ‘Wire Warping: A fast surface flattening approach with length-preserved feature curves’. *Computer-Aided Design* 40(3), pp. 381-395.
- Wang, J., Lu, G.-D., Chen, L., Xing, S.-H., & Zhang, D.-L. (2009). ‘Components-based 3D apparel surface design technique and its realization’. *Zhejiang Daxue Xuebao (Gongxue Ban)/Journal of Zhejiang University (Engineering Science)* 43(2), pp.: 309-314.
- Wang, Q., Zhou, T., & Zhang, W. (2009). ‘Study apparel Made to Measure based on 3D body scanner: Obtain the area of the characteristic sections of body to classify body types’. *ISCID '09 Proceedings of the Second International Symposium on Computational Intelligence and Design*. Changsha, Hunan, China, pp. 493-496.
- Wargnier, C. (2010). *Devenir Modéliste, le vêtement masculin*, ESMOD éditions, Paris.
- Wikström, S. (1996). “The customer as co-producer”. *European Journal of Marketing* 30(4), pp. 6-19.
- Workman, J.E. (1991). “Body measurement specifications for fit models as a factor in clothing size variation”. *Clothing and Textiles Research Journal*, 10(1), pp. 31-36.
- Yick, K.L., Cheng, K.P.S., & How, Y.L. (1995). ‘Subjective and objective evaluation of men's shirting fabrics’. *International Journal of Clothing Science and Technology* 7(4), pp. 17-29.
- Yu, W. (2004). “Objective evaluation of clothing fit”. In *Clothing Appearance and Fit: Science and Technology* Eds. Jintu Fan, Winnie Wing-man Yu, Winnie Yu, L. Hunter. Woodhead Publishing, pp. 72-88.
- Yunchu, Y., & Weiyuan, Z. (2007). ‘Prototype garment pattern flattening based on individual 3D virtual dummy’. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 19(5), pp. 334-348.
- Zipkin, P. (2001). “The limits of mass customization”. *Sloan Management Review* 42, pp. 81-87.

SITES WEB

[.archetype-solutions.com](#)[.accumark,made-to-measure.com](#)[.berninamylabel.com](#)[.bodymetrics.com](#)[.browzwear.com](#)[.coolhunting.com](#)[.cove.com](#)[.creo-shoes.com](#)[.chromaticgallerie.com](#)[.cunda.de](#)[.customatix.com](#)[.cyberware.com](#)[.designboom.com](#)[.eshakti.com/customize](#)[.fastfit360.com/main](#)[.fit.me](#)[.humainsolution.com](#)[.ic3d.com](#)[.idtown.com](#)[.ifashion.or.kr/en/index.html](#)[.indidenim.com/wholesale](#)[.intellifit.com](#)[.landsend.com](#)[.lectra.com](#)[.made4me.com](#)[.makeyourownjeans.com](#)[.marvelousdesign.com](#)[.me-ality.com](#)[.miadidas.com](#)[.modasuite.com](#)[.mycustomizer.com](#)[.mycustomtailor.com](#)[.myshape.com](#)[.nikeid.com](#)[.ntcresearch.org](#)[.optitex.com](#)[.padsystem.com](#)[.patternmakerusa.com](#)[.propercloth.com](#)[.selve.net](#)[.sizeusa.com](#)[.sovital.de](#)[.spreadshirt.com](#)[.ssense.com](#)[.styku.com](#)[.surmesur.com](#)[.tc2.com](#)[.techno-sytems.com](#)[.thinkcustom.org](#)[.timbuk2.com](#)[.tpc-intl.com](#)[.tx.ncsu.edu/3dbodyscan](#)[.upload.com](#)[.wildGinger.com](#)[.zafu.com](#)[.zazzle.de](#)

ANNEXE 1 – Guide d’entrevues auprès des maîtres-tailleurs

Les entrevues individuelles

1. Présentation du sujet :

Je m’intéresse aux vêtements pour hommes confectionnés en sur-mesure de masse (Mass Customization) dans l’industrie de l’habillement. Cette recherche a pour but d’identifier les variables stratégiques fondamentales et minimiser la cardinalité de l’ensemble de données nécessaires à l’élaboration d’un vêtement sur-mesure.

Les questions posées permettront de mieux comprendre le concept de prise de mesures nécessaire à la réalisation d’un vêtement ayant un *fit* dit parfait.

Question de réchauffement : Qu’est-ce qui a changée dans l’industrie du vêtement en termes d’offre axée sur le sur-mesure versus la fabrication de masse.

2. L’entrevue individuelle # 1 (Durée : 90 minutes)

1. Décrivez-moi votre entreprise.

- ☐ Depuis quand elle est en opération
- ☐ Le nombre d’employés
- ☐ Votre mission, votre vision
- ☐ Les objectifs, indicateurs de performance
- ☐ Les résultats dans le passé
- ☐ Votre concurrence
- ☐ Votre marché-cible
- ☐ Votre compétence distinctive
- ☐ Capacités et méthodes de production
- ☐ Les technologies propres à l’organisation

B. Pouvez-vous me décrire qui vous êtes?

- i. Vos propres compétences
- ii. Votre rôle dans l’organisation
- iii. Votre formation académique

C. Pouvez-vous me décrire vos produits et ce que recherchent vos clients en termes de *fit*?

D. Actuellement, êtes-vous en mesure de satisfaire les attentes de vos clients?

- Comment proposez-vous l’offre dans le sur-mesure?
- Quel degré de sur-mesure proposez-vous?

1. Quelles sont les principales contraintes pour la réalisation d’un *fit*?

2. Quels sont les délais et les procédures à suivre?

3. Utilisez-vous des technologies? Patronnage? Gradation?

- 1. Est-ce que les logiciels de patron sont capables de recalculer les courbes si l’on change une donnée?

4. QUELLES SONT LES MESURES LES PLUS IMPORTANTES (combien de données) pour réaliser un vêtement sur-mesure?

- 1. Êtes-vous en mesure de d’identifier des données «dites cachées» que le consommateur ne dévoile jamais? Entrer en détail dans la prise de mesures d’un pantalon.

E. Lors du développement de produit, tenez-vous en compte des processus de la fabrication du sur-mesure?

F. Qu’arrive-t-il en cas de retour (mauvaise confection) en termes de *fit*?

- Est-il possible justifier la raison et de quantifier le % de retour.

G. Connaissez-vous les concepts reliés au Mass Customization? Si oui, expliquer ce concept ainsi la valeur qu’il représente pour une organisation comme la vôtre?

A. Selon-vous, quelle est la quantité minimum pour fabriquer en sur-mesure/volume

- a. Est-ce que cela vous coûte plus cher?

ANNEXE 2 – Guide d’entrevues auprès des manufacturiers

Les entrevues individuelles

1. Présentation du sujet :

Je m’intéresse aux vêtements pour hommes confectionnés en sur-mesure de masse (Mass Customization) dans l’industrie de l’habillement. Cette recherche a pour but d’identifier les variables stratégiques fondamentales et minimiser la cardinalité de l’ensemble de données nécessaires à l’élaboration d’un vêtement sur-mesure.

Les questions posées permettront de mieux comprendre le concept de prise de mesures nécessaire à la réalisation d’un vêtement ayant un *fit* dit parfait.

Question de réchauffement : Qu’est-ce qui a changée dans l’industrie du vêtement en termes d’offre axée sur le sur-mesure versus la fabrication de masse.

2. L’entrevue individuelle # 1 (Durée : 90 minutes)

2. Décrivez-moi votre entreprise.

- ☐ Depuis quand elle est en opération
- ☐ Le nombre d’employés
- ☐ Votre mission, votre vision
- ☐ Les objectifs, indicateurs de performance
- ☐ Les résultats dans le passé
- ☐ Votre concurrence
- ☐ Votre marché-cible
- ☐ Votre compétence distinctive
- ☐ Capacités et méthodes de production
- ☐ Les technologies propres à l’organisation

B. Pouvez-vous me décrire qui vous êtes?

- iv. Vos propres compétences
- v. Votre rôle dans l’organisation
- vi. Votre formation académique

C. Pouvez-vous me décrire vos produits et ce que recherchent vos clients en termes de *fit*?

D. Actuellement, êtes-vous en mesure de satisfaire les attentes de vos clients?

- Comment proposez-vous l’offre dans le sur-mesure?
- Quel degré de sur-mesure proposez-vous?

5. Quelles sont les principales contraintes pour la réalisation d’un *fit*?

6. Quels sont les délais et les procédures à suivre?

7. Utilisez-vous des technologies?

8. QUELLES SONT LES MESURES LES PLUS IMPORTANTES (combien de données) pour réaliser un vêtement sur-mesure?

- 1. Êtes-vous en mesure de d’identifier des données «dites cachées» que le consommateur ne dévoile jamais? Entrer en détail dans la prise de mesures d’un pantalon.

E. Lors du développement de produit, tenez-vous en compte des processus de la fabrication du sur-mesure?

F. Qu’arrive-t-il en cas de retour (mauvaise confection) en termes de *fit*?

- Est-il possible justifier la raison et de quantifier le % de retour.

G. Connaissez-vous les concepts reliés au Mass Customization? Si oui, expliquer ce concept ainsi la valeur qu’il représente pour une organisation comme la vôtre?

B. Selon-vous, quelle est la quantité minimum pour fabriquer en sur-mesure/volume

- a. Est-ce que cela vous coûte plus cher?

ANNEXE 3 – Sondage auprès des manufacturiers

Dans le cadre d'une recherche au programme de Doctorat à l'École Polytechnique de Montréal nous effectuons un sondage sur le Mass Customization (sur mesure de masse³⁷) afin de mieux comprendre l'intégration et la performance des technologies reliées à l'implantation du concept de mass customization dans vos processus d'affaires.

Votre opinion est importante pour nous et nous vous assurons que les informations reçues demeureront strictement confidentielles. Ce questionnaire ne prendra que 15 minutes à remplir. Nous vous remercions de votre précieuse collaboration!

1. Êtes-vous touché et/ou intéressé par le Mass Customization (sur mesure de masse) d'un produit ? (Le sur mesure de masse : pratique qui consiste, pour une entreprise, à adapter un produit de consommation courante aux caractéristiques et préférences de chaque consommateur; et ce de manière répétitive et pour un nombre important d'invididus).

1.Oui¹

2.Non²

1. Si oui, veuillez indiquer le degré d'efforts que vous prévoyez investir dans l'implantation du sur-mesure de masse dans votre entreprise d'ici les 5 prochaines années.

1= extrêmement faible

10= extrêmement élevé

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. Si non passez immédiatement à la question 2.

3. Selon vous, combien d'unités minimum sont nécessaires pour qu'on parle non pas simplement de sur mesure, mais de « sur mesure de masse » ? _____

Pour les énoncés suivants, indiquez, sur une échelle de 1 à 5, votre niveau d'accord avec l'énoncé

1 = pas du tout d'accord

2= pas d'accord

3 = plus ou moins d'accord

4= d'accord

5 = tout à fait d'accord

³⁷ Les jeans sur mesure ou les chaussures et produits de beauté personnalisés vendus sur Internet sont des exemples de sur mesure de masse.

4. Le sur-mesure de masse doit, pour réussir, pouvoir se faire à un coût qui n'est pas trop éloigné de celui du produit standardisé.

1 2 3 4 5

5. Nous effectuons régulièrement de la recherche sur les nouvelles technologies nécessaires au Mass Customization (sur mesure de masse).

1 2 3 4 5

Si oui : Éprouvez-vous des difficultés à trouver toute l'information nécessaire sur les nouvelles technologies axées au Mass Customization?

Oui¹

Non²

6. Nous éprouvons présentement des difficultés à maîtriser le concept du Mass Customization (sur-mesure de masse).

1 2 3 4 5

7. Nous sommes en mesure actuellement de réaliser des produits en sur mesure de masse à un coût similaire à celui des produits standardisés.

1 2 3 4 5

Expliquez qu'elle serait la principale barrière à produire à un coût similaire de celui des produits standardisés : _____

8. Les processus d'affaires, dans notre entreprise, sont performants.

1 2 3 4 5

9. Les technologies actuellement en place pour nos processus d'affaires sont bien intégrées.

1 2 3 4 5

10. Les technologies permettent à nos processus d'affaires d'être plus performants.

1 2 3 4 5

11. Les nouvelles technologies nécessaires au Mass Customization sont facilement disponibles.

1 2 3 4 5

12. Les nouvelles technologies disponibles axées sur le Mass Customization sont performantes?

1 2 3 4 5

13. Les nouvelles technologies disponibles pour fabriquer en sur mesure de masse s'intègrent bien à nos processus d'affaires actuels.

1 2 3 4 5

14. La prise de commande pour le sur mesure de masse (prise de mesures, gestion de prix, modifications, etc.) est un processus complexe

1 2 3 4 5

15. La fabrication en situation de sur mesure de masse (ajustement, patronage, coupe, confection, finition, etc.) est un processus complexe

1 2 3 4 5

16. La distribution en sur mesure de masse (commercialisation, vente, promo, conditionnement, livraison, etc.) est un processus complexe

1 2 3 4 5

17. En général, nos employés ont une attitude positive envers les technologies.

1 2 3 4 5

18. En général, nos employés ont une attitude positive envers l'innovation

1 2 3 4 5

19. Une attitude positive des employés envers l'innovation et les nouvelles technologies est nécessaire à l'implantation du concept de Mass Customization.

1 2 3 4 5

20. Avez-vous, ou utilisez-vous un *body scanner* pour la prise de mesures des clients ?

Oui¹
Non²

Si vous avez répondu oui à la question #18, veuillez indiquer à quelle fréquence vous l'utiliser? Veuillez cocher une seule case.

Quelques fois par jour¹
Quelques fois par semaine²
Quelques fois par mois³
Quelques fois par année⁴

21. Comme le sur mesure de masse nécessite un outil de production performant connecté à un processus de prise de commande permettant de spécifier les caractéristiques et mesures souhaitées. Croyez-vous que la technologie *body scan* dans la prise de mesures est nécessaire pour votre entreprise?

Oui¹
Non²

22. En quelques mots, que pensez-vous de cette technologie en termes de performance et d'intégration aux technologies existantes dans votre entreprise?

23. Seriez-vous intéressé par l'utilisation d'un configurateur de produits permettant l'intégration des données du client (prise de mesures) au système de patronage, de coupe et d'assemblage de votre entreprise manufacturière?

Oui¹
Non²

21. Pour conclure cette demande d'information, serait-il possible d'avoir un entretien téléphonique de quelques minutes pour savoir ce que vous visez réellement avec le concept de Mass Customization,

Oui¹
Non²

et ainsi afin de répondre à quelques questions plus pointues telles que :

1. Comment voyez-vous le sur mesure de masse?
2. Quel est votre niveau de performance en termes d'opération manufacturière : indicateurs, objectifs, résultats, efficacité de vos ressources, de vos processus, vos stratégies d'affaires (ratio des stocks, % retour, flux, etc.)
3. Quel est le niveau d'intégration de vos processus vs vos technologies actuelles
4. Est-ce votre technologie actuelle est performante?
5. Est-ce que votre technologie actuelle est bien intégrée?
6. Est-ce que l'offre actuelle des fournisseurs de services en technologie est adéquate ?
7. En termes de performance, est-ce que vos technologies et processus d'affaires sont adéquats pour accueillir ce type de concept ?
8. Est-ce que l'offre actuelle des fournisseurs de services en technologie en termes d'intégration, est adéquate ?
9. Est-ce que les technologies vs processus d'affaires sont adéquates pour accueillir ce type de concept ?
10. Comment voyez-vous l'avenir pour votre organisation en termes d'innovation et de technologie selon les :
 - indicateurs actuels ;
 - nouvelles implantations ;
 - technologies disponibles ;
 - intégration des technologies ;
 - performance des technologies ;
 - les processus d'affaires ;
 - attitude de l'organisation face à l'innovation ;
 - attitude de l'organisation face à l'intégration des nouvelles technologies ;
 - et l'intention réelle du Mass Customization en termes de concept de sur-mesure applicable pour votre entreprise.

ANNEXE 4 – Guide d’entrevues téléphoniques auprès des manufacturiers

Cette recherche a pour but d’évaluer les intentions des divers manufacturiers de vêtements face à l’implantation du mass customisation. Elle permettra de définir les besoins de ceux-ci dans nos futures recherches en termes d’exigences autant opérationnelle, que stratégique.

Dans un premier temps, nous cherchons à savoir si les technologies actuelles dans l’industrie de la mode et de l’habillement sont bien intégrées et répondent aux conditions de performance promises par les fournisseurs de service.

Selon les réponses du candidat : Explications des certaines théories sur une problématique majeure en ce qui a trait à la **disponibilité de la technologie présente et le manque d’intégration**.

Un **indicateur de performance** permet de savoir si vous avez atteint un ou des objectifs fixés selon vos stratégies d’affaires (ratio des stocks, % retour, flux, ...) tandis que les **indicateurs d’intégration** permettent de savoir si vos ressources sont utilisées à pleine capacité.

Généralement, **les indicateurs d’intégration** offrent aux fournisseurs de service une possibilité d’ajuster les besoins technologiques en fonction des objectifs d’une organisation.

Ainsi, les indicateurs de performance permettent de voir réellement le degré d’intégration des technologies.

a) Niveau des indicateurs de performance (de)pour la technologie

1. Quels types de technologies utilisez-vous?
2. Quels sont vos outils en termes d’indicateurs de performance?
3. Quels sont vos indicateurs d’intégrations pour les technologies à vos processus?
4. Quels sont les écarts entre les indicateurs actuels et ceux prescrits par le fournisseur de service?
5. Comment fixez-vous ces performances? À quel moment?
6. Sont-ils révisés couramment?
7. Êtes-vous satisfait des performances offertes par les technologies disponibles actuellement?

B) Pourquoi sommes-nous si en retard dans l’industrie pour ce type de concept? Nommez des facteurs (la performance est un facteur) et des caractéristiques (les indicateurs d’intégration sont une caractéristique)

C) Selon vous, dans une perspective d’application des nouvelles technologies, existe-t-il un risque entre l’intégration des processus d’affaires au concept du mass customization?

1. processus d’affaires reliés à la gestion des commandes
2. processus d’affaires reliés à la fabrication
3. processus d’affaires reliés à la distribution

D) Quelle **est votre** attitude envers les technologies en général?

E) Quelle **est votre** attitude envers l’innovation pour votre organisation ?

F) Quelle **est votre** intention face au mass customization ?

1. Quels sont les facteurs critiques de succès?
2. Y croyez-vous réellement?

ANNEXE 5 – Questionnaire de mensurations du Volet 1 et 2

Numéro : _____

Grandeurs lors de l'essayage _____

Mensurations de bases

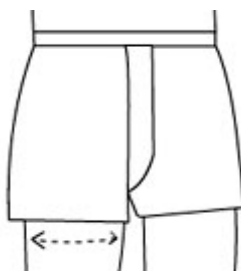
H ____ L ____ T ____ H ____ C ____ E ____

Remarque :

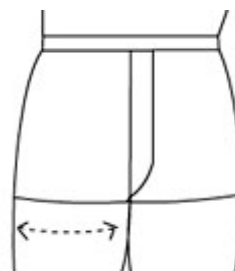
Forme de cuisse



Mince

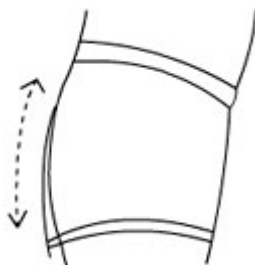


Moyen

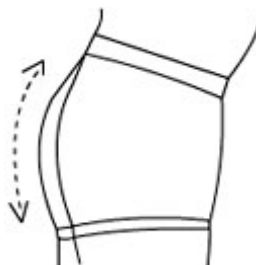


Athlétique/large

Forme de siège



Plat



Moyen



Prédominant

Posture de l'estomac



Plat



Moyen

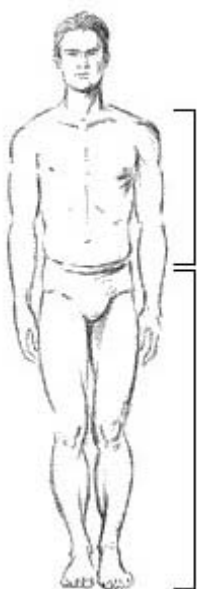


Rond

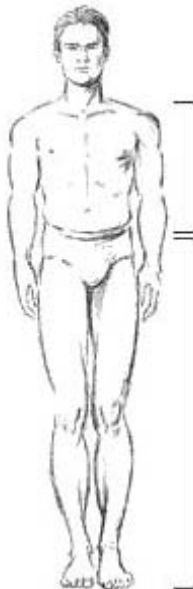
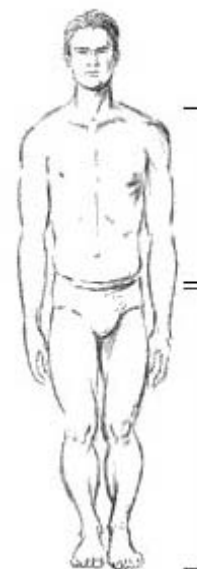


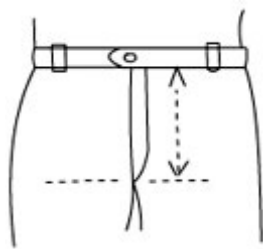
Corpulent

Les proportions du corps:

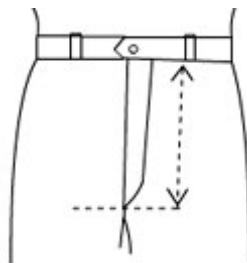


Proportionné

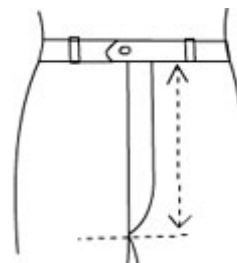
Torse court /
longues jambesLong torse /
Courtes jambes

Proportion de la fourche

Courte



Moyenne



Longue

Quelle grandeur de pantalon achetez-vous?**Que portez-vous comme pantalon habituellement?**

ANNEXE 6 – Guide de commentaires lors des essayages

1. Comment aimer vous le fit de votre taille?
 - ☐ Trop serré
 - ☐ Trop grand
 - ☐ Parfait

2. Comment aimer vous le fit de votre cuisse? Comment aimer vous le fit de l'assise (siège) ?
 - ☐ Trop serré
 - ☐ Trop *baggy*
 - ☐ Parfait

3. Selon la hauteur de votre taille, comment portez-vous le pantalon
 - ☐ À la taille naturelle
 - ☐ En dessous de la taille
 - ☐ Au dessus du ventre

4. Quelle hauteur de fourche recherchez-vous dans un pantalon?
 - ☐ Courte
 - ☐ Régulière
 - ☐ Long
 - ☐ Extra long

5. Votre plus grand défi lors de l'achat d'un pantalon est?
 - ☐ Non
 - ☐ Description

6. Est-ce que votre poids varie durant la journée
 - ☐ Non
 - ☐ Description

ANNEXE 7 – Charte de mesures des pantalons

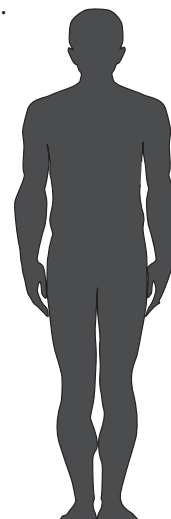
Les mesures d'homme

Les tailles d'homme sont de petit à TTTG pour un veston ou une chemise et une gamme de mesures de taille de 30 à 40 po avec au moins trois longueurs de jambe dans chaque taille de pantalon.



Tailles Hommes

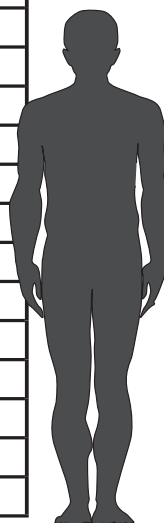
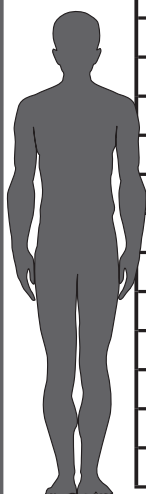
Grandeur	P	M	G
Cou	14 - 14 1/2	15 - 15 1/2	16 - 16 1/2
Poitrine	34 - 36	38 - 40	42 - 44
Taille	28 - 30	32 - 34	36 - 38
Manche régulière	32 - 33	33 - 34	34 - 35
Manche grande	33 - 34	34 - 35	35 - 36



Grandeur	TG	TTG	TTTG
Cou	17 - 17 1/2	18 - 18 1/2	19 - 19 1/2
Poitrine	46 - 48	50 - 52	54 - 56
Taille	40 - 42	44 - 46	48 - 50
Manche régulière	35 - 36	36 - 37	36 - 37
Manche grande	36 - 37	37 - 38	37 - 38

CHARTRE DES MESURES DE PANTALON POUR HOMME

	Taille	Taille 2 1/2 po au dessus de l'entrejambes	Enfour- chure devant	Enfour- chure dos	Cuisse 1 po sous l'entre- jambes	Coulisse	Couture d'entre- jambe	Genou 2 1/2 po au dessus de l'entre- jambes
34/30	35	48	12 7/16	16 7/8	28 3/8	18	30	22 3/8
34/32	35	48	12 7/16	16 7/8	28 3/8	18	32	22
34/34	35	48	12 7/16	16 7/8	28 3/8	18	34	21 3/4
34/36	35	48	12 7/16	16 7/8	28 3/8	18	36	21 3/8
35/30	36	49	12 9/16	17	29 1/8	18 1/8	30	22 3/4
35/32	36	49	12 9/16	17	29 1/8	18 1/8	32	22 3/8
35/34	36	49	12 9/16	17	29 1/8	18 1/8	34	22
36/30	37	50	12 11/16	17 3/8	29 1/2	18 3/8	30	23 1/8
36/32	37	50	12 11/16	17 3/8	29 1/2	18 3/8	32	22 3/4
36/34	37	50	12 11/16	17 3/8	29 1/2	18 3/8	34	22 1/4
36/36	37	50	12 11/16	17 3/8	29 1/2	18 3/8	36	22 1/8
38/30	39	52	13	17 3/4	30 5/8	18 3/4	30	23 5/8
38/32	39	52	13	17 3/4	30 5/8	18 3/4	32	23 1/4
38/34	39	52	13	17 3/4	30 5/8	18 3/4	34	23
38/36	39	52	13	17 3/4	30 5/8	18 3/4	36	22 5/8



ANNEXE 8 – Mesures des pantalons étudiés

	Waist Circumference Closed		Hip circumference (in line with the bottom of the slide fastener)		Thigh Circumference at crotch		Knee Circumference (33.02 cm (13") Down From The Crotch Seam)		Bottom Circumference		Front Rise		Back Rise		Inseam (Unfinished Hem)		Outseam (From The Top Of Waistband To Bottom Of Unfinished Hem)		Slide Fastener Length	
112-115-117																				
6426	26	66.0	36	91.4	26	66.0	19 1/2	49.5	19	48.3	10 3/4	27.3	15 1/4	38.7	35 7/8	91.1	44 1/2	113.0	5	12.7
6428	28	71.1	38	96.5	27	68.6	20 1/8	51.1	19 1/4	48.9	11	27.9	15 1/2	39.4	35 5/8	90.5			5	12.7
6430	30	76.2	40	101.6	28	71.1	20 3/4	52.7	19 1/2	49.5	11 1/4	28.6	15 3/4	40.0	35 3/8	89.9			5 1/2	14.0
6432	32	81.3	42	106.7	29	73.7	21 3/8	54.3	19 3/4	50.2	11 1/2	29.2	16	40.6	35 1/8	89.2			6	15.2
6434	34	86.4	44	111.8	30	76.2	22	55.9	20	50.8	11 3/4	29.8	16 1/4	41.3	34 7/8	88.6			6	15.2
6436	36	91.4	46	116.8	31	78.7	22 5/8	57.5	20 1/4	51.4	12	30.5	16 1/2	41.9	34 5/8	87.9			6	15.2
6438	38	96.5	48	121.9	32	81.3	23 1/4	59.1	20 1/2	52.1	12 1/4	31.1	16 3/4	42.5	34 3/8	87.3			6	15.2
6440	40	101.6	50	127.0	33	83.8	23 7/8	60.6	20 3/4	52.7	12 1/2	31.8	17	43.2	34 1/8	86.7			6	15.2
6442	42	106.7	52	132.1	34	86.4	24 1/2	62.2	21	53.3	12 3/4	32.4	17 1/4	43.8	33 7/8	86.0			6 1/2	16.5
6444	44	111.8	54	137.2	35	88.9	25 1/8	63.8	21 1/4	54.0	13	33.0	17 1/2	44.5	33 5/8	85.4			6 1/2	16.5
6446	46	116.8	56	142.2	36	91.4	25 3/4	65.4	21 1/2	54.6	13 1/4	33.7	17 3/4	45.1	33 3/8	84.8			6 1/2	16.5
6448	48	121.9	58	147.3	37	94.0	26 3/8	67.0	21 3/4	55.2	13 1/2	34.3	18	45.7	33 1/8	84.1			6 1/2	16.5
6450	50	127.0	60	152.4	38	96.5	27	68.6	22	55.9	13 3/4	34.9	18 1/4	46.4	32 7/8	83.5			7	17.8
6452	52	132.1	62	157.5	39	99.1	27 5/8	70.2	22 1/4	56.5	14	35.6	18 1/2	47.0	32 5/8	82.9			7	17.8
6454	54	137.2	64	162.6	40	101.6	28 1/4	71.8	22 1/2	57.2	14 1/4	36.2	18 3/4	47.6	32 3/8	82.2			7	17.8
6456	56	142.2	66	167.6	41	104.1	28 7/8	73.3	22 3/4	57.8	14 1/2	36.8	19	48.3	32 1/8	81.6			7	17.8
6458	58	147.3	68	172.7	42	106.7	29 1/2	74.9	23	58.4	14 3/4	37.5	19 1/4	48.9	31 7/8	81.0			7 1/2	19.1
6460	60	152.4	70	177.8	43	109.2	30 1/8	76.5	23 1/4	59.1	15	38.1	19 1/2	49.5	31 5/8	80.3			7 1/2	19.1
6462	62	157.5	72	182.9	44	111.8	30 3/4	78.1	23 1/2	59.1	15 1/4	38.7	19 3/4	50.2	31 3/8	79.7			7 1/2	19.1
Totals	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/4	0.6

When finished hem: For all short sizes, the outseam (including waistband) could be either of the following measurements: 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 Tol + 1/2

	Waist Circumference Closed		Hip circumference (in line with the bottom of the slide fastener)		Thigh Circumference at crotch		Knee Circumference (33.02 cm (13") Down From The Crotch Seam)		Bottom Circumference		Front Rise		Back Rise		Inseam (Unfinished Hem)		Outseam (From The Top Of Waistband To Bottom Of Unfinished Hem)		Slide Fastener Length	
112-115-117																				
7126	26	66.0	36	91.4	26	66.0	19 1/2	49.5	18 3/4	47.6	11 3/4	29.8	16 1/4	41.3	36 7/8	93.7	46 1/2	118.1	6	15.2
7128	28	71.1	38	96.5	27	68.6	20 1/8	51.1	19	48.3	12	30.5	16 1/2	41.9	36 5/8	93.0			6	15.2
7130	30	76.2	40	101.6	28	71.1	20 3/4	52.7	19 1/4	48.9	12 1/4	31.1	16 3/4	42.5	36 3/8	92.4			6 1/2	16.5
7132	32	81.3	42	106.7	29	73.7	21 3/8	54.3	19 1/2	49.5	12 1/2	31.8	17	43.2	36 1/8	91.8			6 1/2	16.5
7134	34	86.4	44	111.8	30	76.2	22	55.9	19 3/4	50.2	12 3/4	32.4	17 1/4	43.8	35 7/8	91.1			7	17.8
7136	36	91.4	46	116.8	31	78.7	22 5/8	57.5	20	50.8	13	33.0	17 1/2	44.5	35 5/8	90.5			7	17.8
7138	38	96.5	48	121.9	32	81.3	23 1/4	59.1	20 1/4	51.4	13 1/4	33.7	17 3/4	45.1	35 3/8	89.9			7	17.8
7140	40	101.6	50	127.0	33	83.8	23 7/8	60.6	20 1/2	52.1	13 1/2	34.3	18	45.7	35 1/8	89.2			7	17.8
7142	42	106.7	52	132.1	34	86.4	24 1/2	62.2	20 3/4	52.7	13 3/4	34.9	18 1/4	46.4	34 7/8	88.6			7 1/2	19.1
7144	44	111.8	54	137.2	35	88.9	25 1/8	63.8	21	53.3	14	35.6	18 1/2	47.0	34 5/8	87.9			7 1/2	19.1
7146	46	116.8	56	142.2	36	91.4	25 3/4	65.4	21 1/4	54.0	14 1/4	36.2	18 3/4	47.6	34 3/8	87.3			7 1/2	19.1
7148	48	121.9	58	147.3	37	94.0	26 3/8	67.0	21 1/2	54.6	14 1/2	36.8	19	48.3	34 1/8	86.7			8	20.3
7150	50	127.0	60	152.4	38	96.5	27	68.6	21 3/4	55.2	14 3/4	37.5	19 1/4	48.9	33 7/8	86.0			8	20.3
7152	52	132.1	62	157.5	39	99.1	27 5/8	70.2	22	55.9	15	38.1	19 1/2	49.5	33 5/8	85.4			8	20.3
7154	54	137.2	64	162.6	40	101.6	28 1/4	71.8	22 1/4	56.5	15 1/4	38.7	19 3/4	50.2	33 3/8	84.8			8	20.3
7156	56	142.2	66	167.6	41	104.1	28 7/8	73.3	22 1/2	57.2	15 1/2	39.4	20	50.8	33 1/8	84.1			8 1/2	21.6
7158	58	147.3	68	172.7	42	106.7	29 1/2	74.9	22 3/4	57.8	15 3/4	40.0	20 1/4	51.4	32 7/8	83.5			8 1/2	21.6
7160	60	152.4	70	177.8	43	109.2	30 1/8	76.5	23	58.4	16	40.6	20 1/2	52.1	32 5/8	82.9			8 1/2	21.6
7162	62	157.5	72	182.9	44	111.8	30 3/4	78.1	23 1/4	59.1	16 1/4	41.3	20 3/4	52.7	32 3/8	82.2			8 1/2	21.6
Totals	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/2	1.3	1/4	0.6

When finished hem: For all regular sizes, the outseam (including waistband) could be either of the following measurements: 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 Tol + 1/2

	Waist Circumference Closed		Hip circumference (in line with the bottom of the slide fastener)		Thigh Circumference at crotch		Knee Circumference (33.02 cm (13") Down From The Crotch Seam)		Bottom Circumference		Front Rise		Back Rise		Inseam (Unfinished Hem)		Outseam (From The Top Of Waistband To Bottom Of Unfinished Hem)		Slide Fastener Length	
112-115-117																				
8026	26	66.0	36	91.4	26	66.0	19 1/2	49.5	18 3/4	47.6	12 3/4	32.4	17 1/4	43.8	37 7/8	96.2	48 1/2	123.2	7	17.8
8028	28	71.1	38	96.5	27	68.6	20 1/8	51.1	19	48.3	13	33.0	17 1/2	44.5	37 5/8	95.6			7	17.8
8030	30	76.2	40	101.6	28	71.1	20 3/4	52.7	19 1/4	48.9	13 1/4	33.7	17 3/4	45.1	37 3/8	94.9			7 1/2	19.1
8032	32	81.3	42	106.7	29	73.7	21 3/8	54.3	19 1/2	49.5	13 1/2	34.3	18	45.7	37 1/8	94.3			7 1/2	19.1
8034	34	86.4	44	111.8	30	76.2	22	55.9	19 3/4	50.2	13 3/4	34.9	18 1/4	46.4	36 7/8	93.7			8	20.3
8036	36	91.4	46	116.8	31	78.7	22 5/8	57.5	20	50.8	14	35.6	18 1/2	47.0	36 5/8	93.0			8	20.3
8038	38	96.5	48	121.9	32	81.3	23 1/4	59.1	20 1/4	51.4	14 1/4	36.2	18 3/4	47.6	36 3/8	92.4			8	20.3
8040	40	101.6	50	127.0	33	83.8	23 7/8	60.6	20 1/2	52.1	14 1/2	36.8	19	48.3	36 1/8	91.8			8	20.3
8042	42	106.7	52	132.1	34	86.4	24 1/2	62.2	20 3/4	52.7	14 3/4	37.5	19 1/4	48.9	35 7/8	91.1			8 1/2	21.6
8044	44	111.8	54	137.2	35	88.9	25 1/8	63.8	21	53.3	15	38.1	19 1/2	49.5	35 5/8	90.5			8 1/2	21.6
8046	46	116.8	56	142.2	36	91.4	25 3/4	65.4	21 1/4	54.0	15 1/4	38.7	19 3/4	50.2	35 3/8	89.9			8 1/2	21.6
8048	48	121.9	58	147.3	37	94.0	26 3/8	67.0	21 1/2	54.6	15 1/2	39.4	20	50.8	35 1/8	89.2			8 1/2	21.6
8050	50	127.0	60	152.4	38	96.5	27	68.6	21 3/4	55.2	15 3/4	40.0	20 1/4	51.4	34 7/8	88.6			9	22.9
8052	52	132.1	62	157.5	39	99.1	27 5/8	70.2	22	55.9	16	40.6	20 1/2	52.1	34 5/8	87.9			9	22.9
8054	54	137.2	64	162.6	40	101.6	28 1/4	71.8	22 1/4	56.5	16 1/4	41.3	20 3/4	52.7	34 3/8	87.3			9	22.

ANNEXE 9 – RNA *fit* (Algorithme)

FONCTION D'ACTIVATION

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <PMML version="3.0">
- <Header copyright="Copyright (c) StatSoft, Inc. All Rights Reserved.">
  <Application name="STATISTICA Automated Neural Networks (SANN)" version="2.0" />
  </Header>
- <DataDictionary numberOfFields="10">
  <DataField name="fit" optype="continuous" />
  <DataField name="Var1" optype="continuous" />
  <DataField name="Var2" optype="continuous" />
  <DataField name="Var4" optype="continuous" />
  <DataField name="Var5" optype="continuous" />
  <DataField name="Var6" optype="continuous" />
  <DataField name="Var7" optype="continuous" />
  <DataField name="Var8" optype="continuous" />
  <DataField name="Var9" optype="continuous" />
  <DataField name="Var10" optype="continuous" />
  </DataDictionary>
- <NeuralNetwork modelName="RNA SHAPE-FIT déce_MLP 9-8-1" functionName="regression">
- <MiningSchema>
  <MiningField name="fit" usageType="predicted" />
  <MiningField name="Var1" />
  <MiningField name="Var2" />
  <MiningField name="Var4" />
  <MiningField name="Var5" />
  <MiningField name="Var6" />
  <MiningField name="Var7" />
  <MiningField name="Var8" />
  <MiningField name="Var9" />
  <MiningField name="Var10" />
  </MiningSchema>
- <NeuralInputs numberOfInputs="9">
- <NeuralInput id="0">
- <DerivedField>
- <NormContinuous field="Var1">
  <LinearNorm orig="3.0000000000000000e-001" norm="0.000000" />
  <LinearNorm orig="8.2000000000000000e-001" norm="1.000000" />
  </NormContinuous>

```



```

    </DerivedField>
  </NeuralInput>
- <NeuralInput id="1">
- <DerivedField>
- <NormContinuous field="Var2">
  <LinearNorm orig="1.9000000000000000e-001" norm="0.000000" />
  <LinearNorm orig="8.1000000000000000e-001" norm="1.000000" />
  </NormContinuous>
  </DerivedField>
  </NeuralInput>
- <NeuralInput id="2">
- <DerivedField>
- <NormContinuous field="Var4">
  <LinearNorm orig="1.0000000000000000e-001" norm="0.000000" />
  <LinearNorm orig="7.9000000000000000e-001" norm="1.000000" />
  </NormContinuous>
  </DerivedField>
  </NeuralInput>
- <NeuralInput id="3">
- <DerivedField>
- <NormContinuous field="Var5">
  <LinearNorm orig="3.0000000000000000e-002" norm="0.000000" />
  <LinearNorm orig="8.5000000000000000e-001" norm="1.000000" />
  </NormContinuous>
  </DerivedField>
  </NeuralInput>
- <NeuralInput id="4">
- <DerivedField>
- <NormContinuous field="Var6">
  <LinearNorm orig="7.0000000000000000e-002" norm="0.000000" />
  <LinearNorm orig="8.7000000000000000e-001" norm="1.000000" />
  </NormContinuous>
  </DerivedField>
  </NeuralInput>
- <NeuralInput id="5">
- <DerivedField>
- <NormContinuous field="Var7">
  <LinearNorm orig="1.9000000000000000e-001" norm="0.000000" />
  <LinearNorm orig="7.2000000000000000e-001" norm="1.000000" />

```

```

    </NormContinuous>
  </DerivedField>
</NeuralInput>
- <NeuralInput id="6">
- <DerivedField>
- <NormContinuous field="Var8">
  <LinearNorm orig="3.800000000000000e-001" norm="0.000000" />
  <LinearNorm orig="4.600000000000000e-001" norm="1.000000" />
  </NormContinuous>
  </DerivedField>
</NeuralInput>
- <NeuralInput id="7">
- <DerivedField>
- <NormContinuous field="Var9">
  <LinearNorm orig="5.000000000000000e-002" norm="0.000000" />
  <LinearNorm orig="8.000000000000000e-001" norm="1.000000" />
  </NormContinuous>
  </DerivedField>
</NeuralInput>
- <NeuralInput id="8">
- <DerivedField>
- <NormContinuous field="Var10">
  <LinearNorm orig="5.000000000000000e-002" norm="0.000000" />
  <LinearNorm orig="8.000000000000000e-001" norm="1.000000" />
  </NormContinuous>
  </DerivedField>
</NeuralInput>
</NeuralInputs>
- <NeuralLayer numberOfNeurons="8" activationFunction="tanh">
- <Neuron id="9" bias="-2.99092909605576e-002">
  <Con from="0" weight="1.80165854299346e-001" />
  <Con from="1" weight="1.51759014523869e-001" />
  <Con from="2" weight="2.33322464715405e-001" />
  <Con from="3" weight="6.02840941677505e-002" />
  <Con from="4" weight="-1.84360421363455e-001" />
  <Con from="5" weight="1.14952080662231e-001" />
  <Con from="6" weight="-4.02199319323342e-002" />
  <Con from="7" weight="9.19036092245053e-002" />
  <Con from="8" weight="5.35061553959687e-002" />

```

```

</Neuron>
- <Neuron id="10" bias="9.51212277992557e-002">
  <Con from="0" weight="2.33354517514479e-001" />
  <Con from="1" weight="-6.07570413616206e-001" />
  <Con from="2" weight="-6.10053208880891e-001" />
  <Con from="3" weight="-6.09974259790460e-002" />
  <Con from="4" weight="4.49594948168463e-001" />
  <Con from="5" weight="-3.12060871472011e-001" />
  <Con from="6" weight="-2.94009160554224e-001" />
  <Con from="7" weight="-1.41206367443397e-001" />
  <Con from="8" weight="-9.28904940924395e-002" />
</Neuron>
- <Neuron id="11" bias="1.97240710962291e-002">
  <Con from="0" weight="4.01514267557425e-001" />
  <Con from="1" weight="-5.77612278216322e-002" />
  <Con from="2" weight="2.73601718662507e-001" />
  <Con from="3" weight="3.67350244706427e-001" />
  <Con from="4" weight="-2.70300162618256e-001" />
  <Con from="5" weight="3.00530274878037e-001" />
  <Con from="6" weight="8.44382415913848e-003" />
  <Con from="7" weight="2.06224577584098e-001" />
  <Con from="8" weight="1.73437326760531e-001" />
</Neuron>
- <Neuron id="12" bias="-5.77381183186648e-002">
  <Con from="0" weight="5.99338811205795e-001" />
  <Con from="1" weight="-9.33623208892753e-002" />
  <Con from="2" weight="4.02488139415162e-001" />
  <Con from="3" weight="-4.98473467557833e-002" />
  <Con from="4" weight="-8.45309311640416e-002" />
  <Con from="5" weight="-2.67727882609470e-002" />
  <Con from="6" weight="-2.83853970592550e-001" />
  <Con from="7" weight="3.65410281666793e-002" />
  <Con from="8" weight="-1.08335387700112e-002" />
</Neuron>
- <Neuron id="13" bias="5.90328304762829e-002">
  <Con from="0" weight="-2.32864798346278e-001" />
  <Con from="1" weight="5.12651706278964e-002" />
  <Con from="2" weight="-2.09174893723466e-001" />
  <Con from="3" weight="4.37481483809863e-002" />

```

```

<Con from="4" weight="7.30234175608467e-002" />
<Con from="5" weight="-1.61454114161874e-002" />
<Con from="6" weight="2.33752039512361e-001" />
<Con from="7" weight="4.85365661748231e-002" />
<Con from="8" weight="4.24438968488871e-002" />
  </Neuron>
- <Neuron id="14" bias="8.19165896445265e-002">
  <Con from="0" weight="-2.23305606438821e-001" />
  <Con from="1" weight="3.69829854284645e-002" />
  <Con from="2" weight="-1.83573383533177e-001" />
  <Con from="3" weight="5.42856781237559e-003" />
  <Con from="4" weight="1.32175345618632e-001" />
  <Con from="5" weight="-2.35270936084470e-002" />
  <Con from="6" weight="1.65197091764215e-001" />
  <Con from="7" weight="-8.31549024969208e-003" />
  <Con from="8" weight="-6.43291514523976e-002" />
  </Neuron>
- <Neuron id="15" bias="1.59385556095442e-003">
  <Con from="0" weight="1.61187491410158e-001" />
  <Con from="1" weight="-4.96525695077847e-002" />
  <Con from="2" weight="5.41171659979588e-002" />
  <Con from="3" weight="1.89272976545615e-002" />
  <Con from="4" weight="2.35769319671922e-002" />
  <Con from="5" weight="3.61364268374437e-002" />
  <Con from="6" weight="-1.26344061130542e-001" />
  <Con from="7" weight="2.74763971061306e-003" />
  <Con from="8" weight="-3.02771230414022e-003" />
  </Neuron>
- <Neuron id="16" bias="-1.89189551726109e-004">
  <Con from="0" weight="-1.90663537762837e-001" />
  <Con from="1" weight="4.76127098106585e-002" />
  <Con from="2" weight="-1.78208884728685e-001" />
  <Con from="3" weight="-1.89217097968549e-001" />
  <Con from="4" weight="2.24484802810745e-001" />
  <Con from="5" weight="-2.33450796568423e-001" />
  <Con from="6" weight="-5.01801104522866e-005" />
  <Con from="7" weight="-8.44438721108872e-002" />
  <Con from="8" weight="-1.28088992796221e-001" />
  </Neuron>

```

```

    </NeuralLayer>
- <NeuralLayer numberOfNeurons="1" activationFunction="identity">
- <Neuron id="17" bias="2.86831831788649e-001">
  <Con from="9" weight="1.85991257323451e-001" />
  <Con from="10" weight="-5.33090930519302e-001" />
  <Con from="11" weight="-1.87704176474983e-001" />
  <Con from="12" weight="8.38127208334950e-001" />
  <Con from="13" weight="-3.59907638727667e-001" />
  <Con from="14" weight="-3.16376607260103e-001" />
  <Con from="15" weight="1.83070556865799e-001" />
  <Con from="16" weight="1.15936074993057e-001" />
  </Neuron>
  </NeuralLayer>
- <NeuralOutputs numberOfOutputs="1">
- <NeuralOutput outputNeuron="17">
- <DerivedField optype="continuous">
- <NormContinuous field="fit">
  <LinearNorm orig="1.00000000000000e-001" norm="0.00000000000000e+000" />
  <LinearNorm orig="8.20000000000000e-001" norm="1.00000000000000e+000" />
  </NormContinuous>
  </DerivedField>
  </NeuralOutput>
</NeuralOutputs>
</NeuralNetwork>
</PMML>

```