

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 127 (2001)  
**Heft:** 08

**Artikel:** Le tailleur virtuel  
**Autor:** Kaestli, Françoise  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-80042>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Le tailleur virtuel

( TECHNOLOGIE VESTIMENTAIRE )

Mieux que des fringues suspendues à un cintre: le défilé virtuel; mieux qu'un essai fastidieux: le clic d'une souris! L'habillement digital se profile à l'horizon: de la conception d'un vêtement, à sa fabrication, puis à son essai. Etes-vous prêt, pour renouveler votre garde-robe, à renoncer à la flânerie dans les ruelles aux vitrines pimpantes ou à l'acte impulsif, entre deux trains, dans une échoppe placée sur votre chemin? Poussé par la curiosité, vous tentez l'aventure virtuelle. Une adresse tapée, vous voilà sur le site de l'Université de Genève, au *MiraLab*. Sur fond rose, le menu vous propose de choisir coupe de cheveux, couleur de peau et style d'un mannequin virtuel, auquel vous pouvez ajouter certains traits particuliers vous caractérisant. Vous passez ensuite dans la boutique, où différentes catégories de vêtements et d'accessoires vous attendent, avant d'essayer, virtuellement parlant, le modèle de votre choix. Si le scénario est bel et bien conçu pour une démarche simple et rapide sur le Net, la réalisation d'un tel programme en est encore au stade du prototype. Nadia Magnenat-Thalmann, professeure à l'Université de Genève, lui donne pourtant davantage corps, chaque jour. Son objectif est de permettre à tout un chacun de choisir, commander et faire tailler un vêtement sur mesure à partir d'un simple ordinateur connecté au réseau. Derrière ce dessein se cache un idéal, celui de réconcilier la technique et l'esthétique. Le défi est de taille. Madame Magnenat-Thalmann y consacre depuis de nombreuses années des outils mathématiques perfectionnés, la puissance de ses ordinateurs et la créativité de ses chercheurs.

Répondant au besoin de tous ceux qui hésitent encore à acheter des vêtements via Internet faute de pouvoir les essayer, à ceux qui ne jurent que par le sur-mesure, *MiraLab*, laboratoire de l'Université de Genève, a créé un outil global, simple et rapide, le «Virtual Clothing» ou habillage virtuel, qui va de la conception d'un vêtement à son essai. Point d'orgue des recherches du laboratoire, le défilé virtuel met en scène les tissus et les mannequins, mêlant réalité et virtualité

(fig. 1). Les imperfections du programme interactif, qui se déroule par Internet interposé, rappellent que derrière cette courte mise en scène se cachent des développements scientifiques importants. «C'est seulement en connaissant un peu mieux l'humain, que nous pouvons l'imiter» se plaît à répéter Nadia Thalmann. D'une part, il s'agit de conférer à un dessin informatique une apparence humaine, de rendre, de façon réaliste, différentes textures telles la peau d'un visage, le reflet d'une chevelure, le moiré d'une étoffe; d'autre part, il faut animer l'ensemble constitué par le mannequin habillé: simuler un mouvement de marche, imiter le jeu des tissus et de la chevelure, cela en s'adaptant à la capacité des postes informatiques des «clients» et aux limites dans la vitesse de transmission liées à Internet. Les étapes, pour parvenir à une telle réalisation, sont multiples, les compétences nécessaires nombreuses. Tel un créateur de tissus qui savamment entremêle soie, fils de cuivre et fibres synthétiques serties de bambous, Mme Thalmann, élabore, depuis des années les projets devant aboutir à son habillage virtuel. Jouant de sa fibre internationale, elle enchaîne les recherches pour mettre au point des programmes de simulation graphique qui, à force d'adjonctions, font miroiter des images presque réelles. En assemblant les compétences multiples acquises, elle peut se targuer d'avoir acquis ses lettres de noblesse dans le film d'animation et l'image de synthèse.

Levons un coin du voile!



Fig. 1: Le défilé virtuel de MiraLab: Marilyn a accompagné le centre d'informatique dès ses débuts dans le virtuel (images et copies d'écran de MiraLab)

Fig. 2: Mise en place interactive du patron, en 3D

Fig. 3: Ajustage du patron

Fig. 4: Après avoir assemblé les patrons, on peut procéder à l'ajustement des textures sur le vêtement

Fig. 5: Le problème de la détection des collisions est complexe, que le tissu entre en contact avec lui-même ou avec une autre surface textile

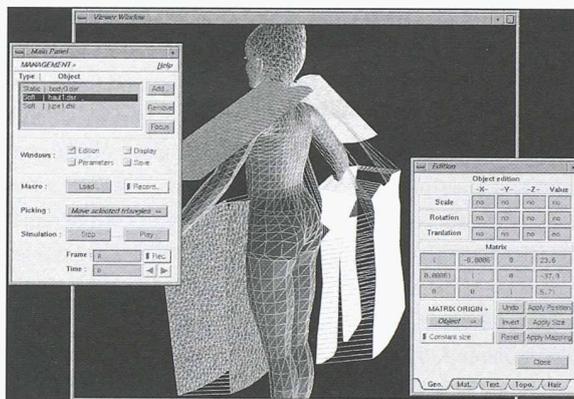
## La conception d'un vêtement

A la base, la conception assistée par ordinateur d'un vêtement s'inspire des méthodes traditionnelles de l'industrie vestimentaire: la création d'un patron en deux dimensions. La précision y est bonne, la manipulation aisée. Les données dimensionnelles sont prélevées directement sur la personne ou à partir de photos; des patrons virtuels sont également disponibles dans une bibliothèque. Cette étape intègre les consignes d'assemblage et les lignes de coutures, tandis qu'un éditeur de dessin facilite la création du patron. A l'intérieur des surfaces définies, le programme génère ensuite un maillage de polygones qui facilitera l'introduction de déformations pour l'adaptation du tissu au volume du corps (méthode des éléments finis).

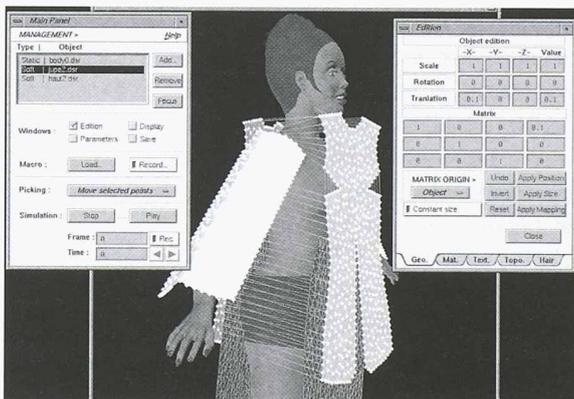
Suit l'étape d'ajustement des pièces dessinées (translations et rotation exécutées à l'aide de la souris) au corps virtuel auquel elles sont destinées (fig. 2). Dans le cadre d'une première approximation, les surfaces sont approchées du mannequin, qui va ensuite les guider vers le positionnement définitif (fig. 3). Cette opération est l'affaire d'un nouveau programme qui minimise la distance entre les bords destinés à être cousus et qui introduit une déformation du tissu. Le vêtement est ainsi construit autour du corps grâce à un programme de simulation basé principalement sur des paramètres mécaniques: élasticité et résistance du tissu. Cette simplification dans le choix des paramètres déterminants permet d'optimiser la rapidité de construction de l'habit. Une fois les pièces mises bord à bord (cousues virtuellement), les tensions d'abord localisées à la couture sont réparties sur toute l'étoffe, et d'autres paramètres, comme la gravité, peuvent être introduits, amenant le modèle à adopter un tombé naturel. Cette configuration - un corps dans une position initiale statique, entouré d'un vêtement - constitue un bon point de départ pour une simulation dynamique du vêtement porté (fig. 4).

## Les collisions

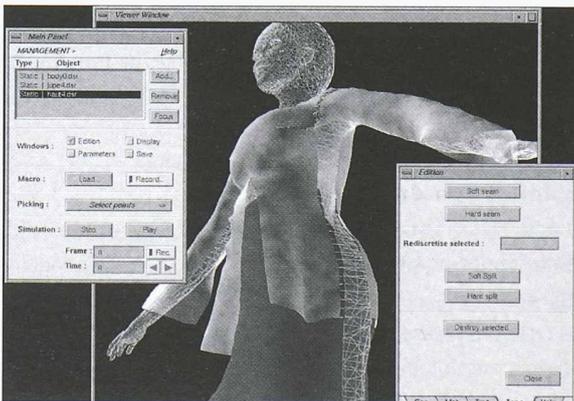
Les étapes qui précèdent, tout comme les suivantes, reposent sur l'introduction d'une notion fondamentale, celle de collision: collision du tissu avec le corps, du tissu avec lui-même (fig. 5). Cette notion implique la définition géométrique, dans l'espace, de chaque point de la surface et du volume dessinés. Tels qu'ils sont codés dans un ordinateur, les objets virtuels ne possèdent aucune réalité tangible dans l'espace, si bien que les tissus peuvent s'y croiser et s'interpénétrer. Pour éviter cela, ils doivent être dotés d'une réalité géométrique inscrite dans l'espace, la collision intervenant lorsque deux objets partagent le même volume au même



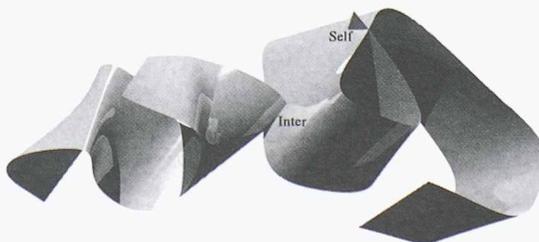
2



3



4



5

Fig. 6 : Pour la détection des collisions, le tissu est découpé en polygones. Deux modèles testés pour le calcul des collisions sont illustrés: un maillage polygonal et une «soupe» de polygones

Fig. 7: Assemblage et animation des vêtements

Fig. 8: Vue d'ensemble du concept d'essayage virtuel (Virtual Try-On). A gauche sur l'image, la partie du modèle qui regroupe les bases de données contenant des images pré-calculées (patrons, vêtements, corps), en haut, la partie interactive où l'utilisateur entre ses propres données, à droite, les modules de calcul on-line

Fig. 9: Passage de l'essayage virtuel à la fabrication des vêtements

Fig. 10 et 11: Copies d'écran montrant l'interface du «Virtual Try On», sur le site Internet de MiraLab

moment. Toute la difficulté du programme réside dans la détection des contacts entre objets et dans le découpage géométrique adéquat des surfaces observées: trop fines, elles vont exiger de lourds calculs de positionnement de chaque élément et de ses nombreux voisins, trop larges, elles feront perdre le réalisme du rendu. La quantité de collisions à calculer, à chaque moment, complexifie en effet considérablement l'opération et la stratégie consiste à définir au mieux les sous-ensembles capables d'entrer en contact, puis à établir le meilleur compromis entre la puissance de calcul nécessaire et un rendu réaliste. Une fois la collision repérée, le programme doit apporter une réponse sous forme d'introduction de forces de friction entre le corps virtuel et l'étoffe, par exemple, ou d'autres paramètres mécaniques décrivant le comportement de celle-ci. Ce problème de détection de collisions fait l'objet d'une importante recherche et de nombreux modèles ont été analysés: la souplesse du tissu, sa capacité à se déformer, à se replier sur lui-même est caractéristique du type d'objets étudiés au Centre universitaire d'informatique de Genève (fig. 6) et se distingue en cela de beaucoup d'autres simulations faites sur des corps rigides (ponts, coques de bateau, etc.). De l'ouvrage «Virtual Clothing»<sup>1</sup>, consacré à la conception, la fabrication et la simulation de vêtements, près d'un tiers des pages traitent de ce problème de détection de collisions et des réponses à y apporter.

Par souci d'unification des différents programmes utilisés, la simulation se base sur le maillage polygonal défini aux étapes précédentes et l'introduction de forces de frottement. Elle permet déjà une bonne approximation du comportement de l'étoffe.

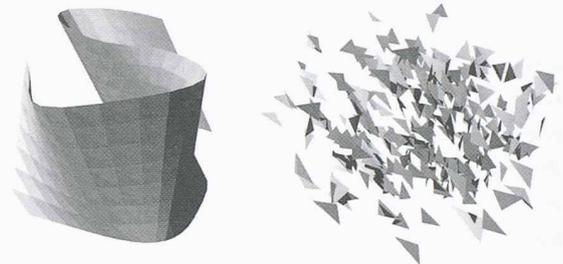
### L'animation du vêtement

Une fois le vêtement posé et cousu sur le corps virtuel, intervient la phase d'animation du textile et du mannequin. Elle nécessite la prise en compte des phénomènes de friction et collisions du tissu avec le corps virtuel. A ce stade, les paramètres mécaniques sont ajustés par feed-back visuel et ils peuvent différer de ceux retenus précédemment.

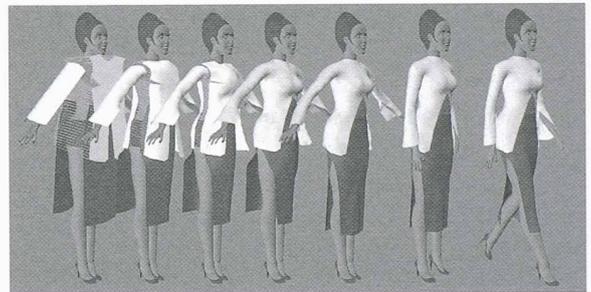
Le décor est fixe, seules les caméras ou le mannequin se déplacent. Pour les étoffes, la technique d'animation repose sur la définition d'une séquence de positions successives, les positions intermédiaires étant calculées par interpolation linéaire. Elle utilise généralement les standard vidéo PAL, à 25 Hz.

Le mouvement du corps est obtenu à partir de séquences préenregistrées, tandis que le vêtement s'adapte à ces déplacements par réaction aux forces de collision et de friction. Il

<sup>1</sup> VIOLINO, P. ET MAGNENAT-THALMANN, N.: «Virtual Clothing. Theory and Practice», Editions Springer, Berlin, Heidelberg, 2000, 283 pages



6



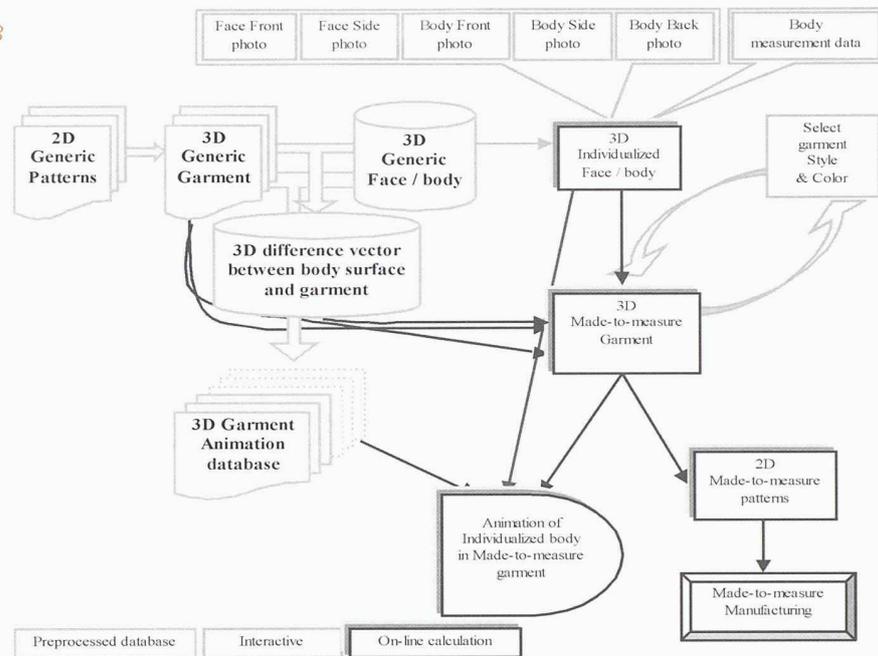
7

lui faut quelques itérations supplémentaires pour atteindre l'état d'équilibre. L'ordinateur doit, bien entendu, être capable de calculer la position de plusieurs habits simultanément, ainsi que leur interaction mutuelle (fig. 7). En effet, une pièce de vêtement nécessite un maillage de mille à deux mille triangles. La simulation d'un mannequin virtuel qui défile pendant une seconde exige environ quinze minutes de pré-calcul. L'ensemble des logiciels développés - le programme de patrons, le simulateur de vêtements et la séquence - sont totalement compatibles entre eux et les données de logiciels commerciaux pour la conception de patrons sont également récupérables.

L'ensemble des recherches menées sur la conception de vêtements et leur animation s'est concrétisée dans l'élaboration d'un défilé de mode virtuel. Divers types de tenues sont essayées par plusieurs top models virtuels - à noter que Marilyn Monroe s'est à nouveau volontiers prêtée à l'exercice. Serrée ou ample, droite ou à plis, chacune illustre des difficultés particulières de la simulation. Que Marilyn avance en robe de mariée dans un décor somptueux ou que Kathy, sosie d'une personne bien vivante, étrenne un pantalon moulant puis une petite robe d'été, le même modèle mécanique a été utilisé comme base de la simulation, ce qui en prouve la robustesse et la versatilité.

### Essai virtuel sur le Web

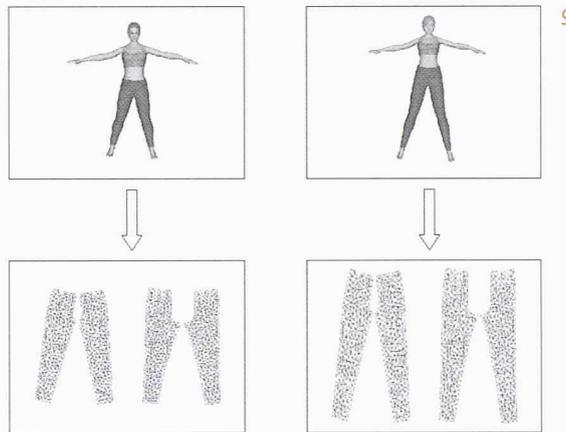
La tendance à produire des vêtements sur-mesure et à en promouvoir l'achat sur Internet est apparue depuis quelque temps déjà. Un type de service rendu possible par l'évolution



des technologies et des outils: scanners 3D pour la prise de données dimensionnelles du corps, techniques de visualisation adaptées à l'essayage virtuel, bases de données de vêtements de styles variés. Mais les réticences des utilisateurs potentiels, de même que le taux de mécontentement des clients qui ont effectivement tenté l'expérience demeurent élevés: 30% de retour sur la marchandise commandée. Actuellement, en effet, les choix se font sur des photos d'articles en deux dimensions et des tableaux de tailles, ce qui n'est ni assez précis, ni suffisamment interactif. D'où l'idée de l'essayage virtuel proposé par *MiraLab*, soit la possibilité pour une personne de se voir elle-même essayant les vêtements de son choix, chez elle, sur son ordinateur. Ce passage de l'animation d'un mannequin générique à un modèle représentant l'utilisateur nécessite la mise en place d'un système complexe de nombreux logiciels et bases de données, optimisé pour permettre un calcul presque en temps réel (fig. 8).

Pour ce faire, il s'agit de disposer de vêtements en 3D et d'un clone du client (un modèle de corps humain générique sera adapté aux spécificités introduites par la personne qui essaie). Un programme ajuste ensuite automatiquement le vêtement au corps et transcrit les données retenues en deux dimensions, afin d'alimenter le programme de fabrication du vêtement (fig. 9). Les logiciels pour habiller et animer un mannequin existent déjà, ils ont été développés par *MiraLab*; l'introduction de vêtements taillés sur-mesure apporte des difficultés supplémentaires: les modifications faites sur les mannequins préétablis doivent être suffisamment précises pour garantir la fiabilité de l'essayage et piloter la fabrication d'habits aux dimensions souhaitées. Les données génériques du mannequin, ajustées aux mesures réelles de la personne, définissent la taille exacte des membres et apportent des indications de volumes. Ces clones vont, à leur tour, modifier les vêtements. Ainsi on travaille le plus possible avec des bases existantes, tant dans la phase de définition du vêtement et du clone, que pour l'animation. Ce qui permet de proposer un salon d'essayage virtuel au client sur le Net (fig. 10 & 11).

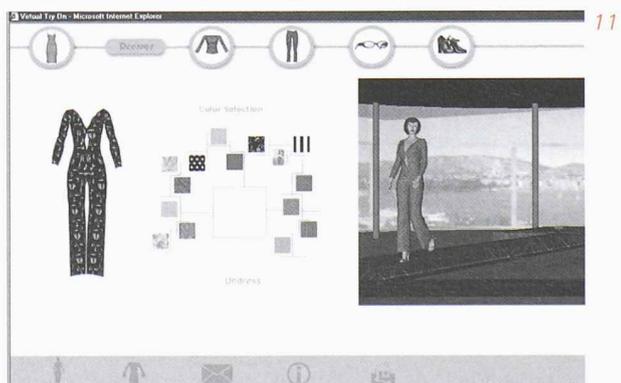
L'interface Internet comprend toutes les fonctions requises pour définir les dimensions du corps (mesures ou photos),



9



10



11

## MIRALAB: UN PATCHWORK DE COMPÉTENCES

La démarche décrite ci-dessus synthétise les résultats de nombreuses recherches entreprises depuis plus de onze ans par le laboratoire de Mme Thalmann, laboratoire qui a érigé la créativité en mode de fonctionnement: *MiraLab*, «where research means creativity», lit-on sur tous les documents. Bien qu'heureuse de mettre la technique au service de l'élégance, les motivations qui ont amené la directrice de *MiraLab* à aborder la mode avec les moyens sophistiqués d'aujourd'hui ne sont pas purement esthétiques. Le corps d'un mannequin en mouvement résume en effet un grand nombre de recherches menées au Centre universitaire d'informatique de l'université de Genève par une équipe étonnamment panachée. A elle seule, Mme Thalmann cumule les diplômes de physicienne, d'informaticienne, de biologiste et de psychologue et son équipe de quelque trente-cinq personnes voit se côtoyer designer de mode, psychologue, médecin, architecte, informaticien, spécialiste en technologie de l'information et économiste politique. A rassembler des langages si divers, ne risque-t-on pas de connaître le destin de la tour de Babel? Mme Thalmann est persuadée du contraire: «A *MiraLab*, jamais personne ne travaille seul sur un projet; nous sommes condamnés à la créativité, et c'est une voie pour y arriver. De plus, il est nécessaire de pouvoir aborder globalement des problèmes qui touchent à l'être humain et à son fonctionnement». Cette connaissance est une condition *sine qua non* pour proposer des simulations réalistes. Le potentiel d'applications de ces recherches dépasse d'ailleurs largement le domaine de la mode. Parmi les nombreux projets en cours, mentionnons des applications médicales, la simulation et l'animation de scènes historiques, l'interaction avec des humains virtuels, le partage d'environnement avec des partenaires à distance. Le laboratoire se sent la vocation de s'adresser au grand public d'une façon ludique tout en lui apportant les dernières nouveautés en matière de technique. Car la simulation d'êtres humains implique la capacité à retranscrire des émotions et à le faire quasiment en temps réel.

Si la principale spécialité du laboratoire est la simulation d'objets physiques déformables, comme des vêtements, des cheveux, d'autres préoccupations sont aussi à l'ordre du jour. Une attention est par exemple portée aux modèles biomécaniques qui amènent à la simulation des rides et du processus de vieillissement et un tiers de la recherche est consacré à l'informatique médicale, notamment à la construction de modèles topologiques pour la reconstitution de muscles, d'os et de la peau, ainsi qu'au développement de simulations. Enfin, le laboratoire est également impliqué dans l'élaboration du standard de transmission de données MPEG-4.

Sa notoriété, il est vrai, *MiraLab* l'a surtout acquise à travers la diffusion, largement relayée par la presse, de films d'animation: en faisant revivre Marilyn Monroe et en imaginant diverses séquences d'animation avec elle, en reconstituant l'armée de soldats en terre cuite de Xian ou en concevant de courts métrages où personnages réels et virtuels se rencontrent, sa directrice entreprenante a placé son équipe sur le devant de la scène académique, bien que la concurrence de grands groupes se fasse de plus en plus sentir.

Parce que la simulation permet de remplacer des expériences de laboratoire, la reconstruction d'environnements divers est au centre de projets européens auxquels participe *MiraLab*; elle couvre des domaines aussi divers que la conservation de l'héritage acoustique dans une mosquée, la formation à des interventions d'urgence dans des environnements urbains, la chirurgie non-invasive, un parc d'amusement virtuel, la fabrication de vêtements par Internet. A côté des nombreux partenaires académiques qui participent à cette aventure virtuelle, plusieurs entreprises sont fortement impliquées, dont nombre de sociétés de télécommunications ou de télévision.

choisir des modèles et se visualiser soi-même, marchant avec les vêtements retenus. Pour que le programme fonctionne sur le web, il suffit d'utiliser un chargeur de programme commercial appelé *Shout3D*.

Le résultat obtenu est tributaire de la qualité de l'animation, qui dépend largement du nombre d'images pouvant être affichées par unité de temps, des possibilités d'interaction offertes (déplacement de l'utilisateur sur la scène et visualisation sous différents angles), ainsi que du temps de réponse, qui doit être minimal. En considérant ces différents facteurs, on peut dire que l'essayage virtuel proposé par Mme Thalmann a, grâce à l'utilisation de formes pré-calculées, considérablement réduit les temps d'attente et que l'animation des vêtements est rendue avec un bon niveau de réalisme, qui inclut les plis de l'étoffe. L'amélioration de ce premier prototype continue à faire l'objet de recherches au sein du laboratoire.

Si l'expérience n'est pas à la hauteur de vos attentes, si les temps de chargement vous découragent, si la démarche saccadée de votre sosie mannequin ou ses traits grossiers vous rappellent le fossé qui existe encore entre réalité et virtuali-

té, dites-vous quand même que vous avez en principe échappé à une demi-heure d'essayage, à une heure d'énerverment dans la recherche d'une place de parc et aux bousculades d'un samedi matin!

### Références bibliographiques:

- [1] CORDIER F., LEE W., SEO H., MAGNENAT-THALMANN N.: «Made-to-Measure Virtual-Try-On on the Web», A paraître, *Siggraph* 2001
- [2] ADDLEMAN S.: «Whole-Body 3D Scanner and Scan Data Report», in *Three Dimensional Image Capture*, SPIE, pp. 2-5, 1997
- [3] BLANZ V. and VETTER T.: «A Morphable Model for the Synthesis of 3D Faces», *Computer Graphics (Proc. SIGGRAPH'99)*, ACM Press, pp. 187-194, 1999
- [4] ESCHER M., MAGNENAT-THALMANN N.: «Automatic 3D Cloning and Real-Time Animation of a Human Face» Akimoto, *Proc. Computer Animation*, IEEE Computer Society Press, pp. 58-66, 1997
- [5] GU J., CHANG T., GOPALSAMY S., and SHEN H.: «A 3D Reconstruction System for Human Body Modeling», In *Modelling and Motion Capture Techniques for Virtual Environments (Proc. CAPTECH'98)*, (Springer LNAI LNCS Press), pp. 229-241, 1998
- [6] LEE W., GU J., MAGNENAT-THALMANN N.: «Generating Animatable 3D Virtual Humans from Photographs», in *Eurographics 2000*, Volume 19, Number 3, *Computer Graphics Forum*, Blackwell publisher, 2000
- [7] SEO H., CORDIER F., PHILIPPON L., MAGNENAT-THALMANN N.: «Interactive Modeling of MPEG-4 Deformable Human Bodies», *Deform 2000*
- [8] VOLINO P., MAGNENAT-THALMANN N.: «Virtual Clothing - Theory and Practice», Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2000