

# **Conception d'un mannequin d'exposition sur mesure et dans une pose sportive, réalisé à l'aide des technologies 3D**

Mémoire présenté par Marie-Paule Mottaz

Pour l'obtention du  
Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
Objets archéologiques et ethnographiques

Année académique 2019-2020

Remise du travail : 31.08.2020

Jury : 09.10.2020

Nombre de pages : 120

*"Be involved, be on the move, and do not give up until the end of your life."*

Leon Štukelj

*"Chaque difficulté rencontrée doit être l'occasion d'un nouveau progrès."*

Pierre de Coubertin

Engagement

*"J'atteste que ce travail est le résultat de ma propre création et qu'il n'a été présenté à aucun autre jury que ce soit en partie ou entièrement. J'atteste également que dans ce texte toute affirmation qui n'est pas le fruit de ma réflexion personnelle est attribuée à sa source et que tout passage recopié d'une autre source est en outre placé entre guillemets."*

Date et signature :

## REMERCIEMENTS

Merci à **Mme Patricia Reymond**, Artefacts Collection Manager à la Fondation Olympique pour la Culture et le Patrimoine, pour avoir proposé ce sujet, pour son aide et pour m'avoir suivie avec enthousiasme dans mes délires technologiques. Un immense merci également pour avoir relu et corrigé ce mémoire.

Merci également à **Mme Sandra Aparicio Ferreira**, et à **M. Charly Fardel**, technicien des collections, pour leur aide.

Un merci infini à tous les managers du **FabLab Neuch**, pour leur aide, leur patience et leur gentillesse, spécialement à Mme Mélanie Thomas qui a été très présente pour m'aider et répondre à mes questions et exigences.

Merci aux membres du collège pour leurs conseils et commentaires :

**Dr Régis Bertholon**, Professeur HES, Responsable de la filière Conservation-restauration de la Haute-école Arc, mon référent pour ce travail de diplôme.

**M. Valentin Boissonnas**, Maître d'enseignement HES à la Haute-école Arc.

**M. Thierry Jacot**, Maître d'enseignement HES à la Haute-école Arc et coordinateur des modules de travail de diplôme BA.

**M. Tobias Schenkel**, Professeur chargé d'enseignement HES à la Haute-école Arc.

Merci à **Mme Hortense de Corneillan**, Chargée de cours et Coordinatrice de la formation continue à la Haute-école Arc en Conservation-restauration, pour ses conseils et nos différents échanges concernant mon travail de diplôme.

Merci à la **Dr. Des. Caroline Vogt**, dipl. Kons./Rest. (FH) Textilkonservierung à la Abegg Stiftung à Riggisberg, pour ses conseils, sa gentillesse et les documents qu'elle m'a fournis.

Merci à **M. André Keiser**, taxidermiste au Musée de zoologie de Lausanne, pour m'avoir très gentiment reçue afin de m'expliquer ses méthodes de travail.

Merci à **Mme Shelly Uhler**, Exhibition Specialist/Mount-Maker au Smithsonian Institution's National Museum of the American Indian, New York et Washington, pour ses conseils et sa gentillesse.

Merci à **Mme Aurélie Artélesa**, régisseuse des expositions et des collections textiles, Cité de la dentelle et de la mode de Calais pour sa gentillesse et sa disponibilité lors de nos nombreux échanges de mails à propos du Fosshape®.

Merci à **Mme Rachel Lee**, Assistant Textile Conservation Display Specialist at Victoria and Albert Museum, Londres pour m'avoir transmis deux documents très intéressants sur le Fosshape®.

Merci à mes amis pour avoir supporté mon absence pendant ces quatre dernières années.

Et last but not least, merci à ma famille, d'ici-bas et de là-haut, pour son aide, son amour et sa patience, et une pensée à HK, sans qui rien de tout cela ne serait arrivé...

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	6
ABSTRACT (ENG).....	6
ABSTRACT (IT).....	7
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>9</b>
<b>1     <b>CONTEXTE .....</b></b>	<b>10</b>
1.1    LA COLLECTION TEXTILE DU MUSÉE OLYMPIQUE .....	10
1.2    OBJECTIF .....	10
1.3    MANDAT .....	11
1.4    CHOIX D'UN OBJET DE TRAVAIL .....	11
<b>2     <b>VÊTEMENT ET ACCESSOIRES OLYMPIQUES DE LEON ŠTUKELJ.....</b></b>	<b>12</b>
2.1.    CONTEXTE.....	12
2.1.1. <i>Leon Štukelj</i> .....	12
2.1.2. <i>Tenue des gymnastes</i> .....	13
2.2.    OBJETS DE LEON ŠTUKELJ .....	14
2.2.1 <i>Description</i> .....	14
2.2.2 <i>Constat d'état orienté mannequinage</i> .....	15
2.3.    RECOMMANDATIONS DE CONSERVATION.....	16
2.3.1 <i>Conservation des vêtements</i> .....	16
2.3.2 <i>Conservation des objets en cuir</i> .....	17
<b>3     <b>CONCEPTION DU MANNEQUIN .....</b></b>	<b>18</b>
3.1.    MANNEQUINS D'EXPOSITION : GÉNÉRALITÉS.....	18
3.2.    LOGICIELS DE 3D .....	19
3.3.    MODÉLISATION DU CORPS AUX MESURES DE LA TENUE DE LEON ŠTUKELJ .....	20
3.3.1 <i>Poses sportives</i> .....	20
3.3.2 <i>Léotard manquant</i> .....	23
3.3.3 <i>Esthétique du mannequin</i> .....	24
3.4.    SOCLAGE DU BONNET .....	25
3.5.    PRÉSENTATION DE LA MAQUETTE FINALE.....	25
<b>4     <b>FABRICATION DU MANNEQUIN .....</b></b>	<b>26</b>

4.1.	MODÉLISATION DU MANNEQUIN SUR BLENDER.....	26
4.1.1	<i>Partie inférieure.....</i>	26
4.1.2	<i>Partie supérieure .....</i>	27
4.2.	IMPRESSION 3D.....	27
4.2.1	<i>Imprimantes 3D .....</i>	27
4.1.3	<i>Filaments d'impression.....</i>	28
4.1.4	<i>Acrylonitrile butadiène styrène (ABS) .....</i>	29
4.3.	FABRICATION DE LA PARTIE INFÉRIEURE .....	30
4.4.	FABRICATION DE LA PARTIE SUPÉRIEURE .....	32
4.5.	ANNEAUX .....	32
4.6.	ASSEMBLAGES ENTRE LES DEUX PARTIES DU MANNEQUIN .....	33
4.7.	SYSTÈME DE SUSPENSION DU MANNEQUIN .....	33
4.8.	SUPPORT POUR LE BONNET.....	33
4.9.	DISCUSSION .....	34
<b>5</b>	<b>FICHE TECHNIQUE DU PROTOTYPE ET DU SUPPORT À BONNET .....</b>	<b>36</b>
5.1.	DONNÉES TECHNIQUES .....	36
5.2.	RECOMMANDATIONS.....	36
5.2.1	<i>Manipulation et stockage du mannequin et du support à bonnet .....</i>	36
5.2.2	<i>Conservation préventive.....</i>	37
5.2.3	<i>Entretien.....</i>	37
5.3.	SUSPENSION DU MANNEQUIN .....	38
5.4.	COÛTS ET DURÉE DE PRODUCTION .....	39
<b>6</b>	<b>DISCUSSION .....</b>	<b>41</b>
	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>43</b>
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	45
	BIBLIOGRAPHIE THÉMATIQUE .....	48
	GLOSSAIRE .....	50
	LISTE DES FIGURES .....	52
	LISTE DES TABLEAUX .....	55
	LISTE DES DOCUMENTS .....	55
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>56</b>
	<b>ANNEXES 1 : CONTEXTE .....</b>	<b>57</b>

1.1.	SUPPORTS D'EXPOSITION DES VÊTEMENTS ET ACCESSOIRES AU TOM.....	57
1.2.	TYPES DE TENUES PRÉSENTANT DES PROBLÉMATIQUES DE MISE EN EXPOSITION .....	59
<b>ANNEXE 2 : TENUE OLYMPIQUE DE LEON ŠTUKELJ .....</b>		<b>60</b>
2.1.	TENUE DE LEON ŠTUKELJ.....	60
2.2.	CONSTAT D'ÉTAT.....	62
<b>ANNEXES 3 : CONCEPTION DU MANNEQUIN .....</b>		<b>74</b>
3.1	DIFFÉRENTS TYPES DE MANNEQUINAGE.....	74
3.2	BLENDER, LOGICIEL DE MODÉLISATION 3D .....	75
3.3	POSES SPORTIVES.....	78
3.4	ÉVOCATION DE PIÈCES MANQUANTES .....	81
3.5	LE BONNET DE LEON ŠTUKELJ .....	81
<b>ANNEXE 4 : FABRICATION DU MANNEQUIN .....</b>		<b>82</b>
4.1	CONCEPTION DES PATRONS DES JAMBES .....	82
4.2	MODÉLISATION DU MANNEQUIN.....	83
4.3	IMPRIMANTES 3D.....	84
4.4	FABRICATION DES JAMBES ET DES PIEDS .....	84
4.5	FABRICATION DE LA PARTIE SUPÉRIEURE .....	86
4.6	SYSTÈMES D'ASSEMBLAGES ET DE FIXATION .....	87
4.7	SUPPORT À BONNET .....	88
4.8	MANNEQUIN HABILLÉ AVEC LA TENUE DE LEON ŠTUKELJ .....	90
<b>ANNEXE 5 MATÉRIAUX ET PRODUITS.....</b>		<b>91</b>
5.1	FICHES TECHNIQUES ET DE SÉCURITÉ DES FILAMENTS D'ABS.....	91
5.2	FICHE TECHNIQUE DE L'ARALDITE® CRISTAL.....	94
5.3	FICHE TECHNIQUE DE LA COLLE THERMOFUSIBLE PATTEX®.....	97
5.4	FICHE TECHNIQUE ET DE SÉCURITÉ DES AIMANTS EN NÉODYME .....	99
5.5	FOSSHAPE® .....	102
5.6	MATÉRIAUX CONSTITUTIFS DU MANNEQUIN ET FOURNISSEURS .....	103
<b>ANNEXE 6 GUIDE DE MISE EN EXPOSITION DE VÊTEMENTS .....</b>		<b>105</b>

## RÉSUMÉ

Possédant une très importante collection de vêtements sportifs et de costumes de scène utilisés dans les cérémonies, La Fondation Olympique pour la culture et le Patrimoine rencontre différentes problématiques lors de la mise en exposition de ces objets. Tout d'abord, les morphologies des sportifs correspondent rarement aux mannequins standards. Deuxièmement, les tenues sont souvent incomplètes, ce qui rend difficile un visuel cohérent. Le recours à des répliques ou des substituts achetés dans le commerce est une possibilité, mais il nécessite un important et difficile travail de médiation auprès du public. Ensuite, l'aspect esthétique des mannequins devrait être le plus neutre possible, afin de ne pas être connoté ethniquement (couleur, traits du visage...). Et finalement, le souhait principal de la Fondation était de comprendre s'il était envisageable d'exposer ces tenues sur des mannequins ayant une pose sportive, tout en leur assurant de bonnes conditions de conservation.

Dans le cadre de ce travail de diplôme, un prototype de mannequin, adapté à une tenue choisie dans les collections de la Fondation, a été conçu et fabriqué. Le mannequin a entièrement été modélisé en 3D grâce au logiciel Blender. Il a ensuite été fabriqué en deux parties distinctes : la partie supérieure, comprenant la tête, les bras et le torse, a été imprimée en 3D. La partie inférieure, à savoir les jambes et les pieds, a été fabriquée à la main, mais avec l'aide du fichier 3D de base, qui, une fois importé dans un logiciel spécial, a été tranché verticalement afin d'obtenir des patrons de coupe. Ces différentes pièces ont ensuite été coupées dans de l'Ethafoam®, assemblées, puis sculptées à l'aide d'un cutter.

La conjugaison de ces deux techniques de fabrication bien distinctes a permis d'obtenir un mannequin avec une esthétique marquée (partie imprimée) mais offrant aux objets un support répondant aux exigences de la conservation préventive (partie sculptée et ouatinée). Toutefois, la partie supérieure pourrait poser des problèmes de conservation, car le polymère d'impression (ABS) n'a pas été testé préalablement. Il s'agit cependant d'un prototype qui n'est pas destiné à être exposé. Des solutions plus pérennes seront proposées à la Fondation.

## ABSTRACT (ENG)

The Olympic Foundation for Culture and Heritage possesses a very large collection of sportswear and costumes, but encounters various problems when displaying these artefacts. First of all, the morphologies of the athletes rarely correspond to standard mannequins. Secondly, the outfits are often incomplete, which makes it difficult to achieve a coherent visual appearance. The use of replicas or commercially available substitutes is one possibility, but this requires a large amount of difficult explanatory work for the public. Added to this, the aesthetic aspect of the models should be as neutral as possible, to avoid any ethnic connotation (colour, facial features, etc.). And finally, the main aim of the

Foundation was to explore the possibility of exhibiting these outfits on mannequins in a sporting pose, while ensuring good conservation conditions.

As part of the work for this degree, a prototype mannequin, adapted to an outfit chosen from the Museum's collections, was designed and manufactured. The mannequin was entirely modelled in 3D using Blender software. It was then produced in two separate parts. The upper part, including the head, arms and torso, was 3D printed. The lower part, consisting of the legs and feet, was made by hand, but with the help of the basic 3D file, which, once imported into special software, was sliced vertically to obtain cutting patterns. All these parts were then cut out from Ethafoam®, assembled and carved with a cutter.

The combination of these two very distinct manufacturing techniques made it possible to obtain a dummy with a distinctive aesthetic (printed part) but which offers objects support that meets the requirements of preventive conservation (carved and padded part). Nevertheless, there could be conservation problems with the upper part, because the printing polymer (ABS) was not tested beforehand. It is, however, a prototype that is not intended for exhibition. More permanent solutions will be proposed to the Foundation.

### **ABSTRACT (IT)**

Possedendo un'importante collezione di costumi e vestiti sportivi, la Fondazione Olimpica per la Cultura e il Patrimonio incontra vari problemi nell'esposizione di questi oggetti. Innanzitutto, le morfologie degli sportivi raramente corrispondono ai manichini standard. In secondo luogo, le tenute sono spesso incomplete, sicché è difficile ottenere un aspetto visivo coerente. L'uso di repliche o sostituti disponibili in commercio è una possibilità, che richiede comunque un significativo e difficile compito di mediazione con il pubblico. Poi l'aspetto estetico dei modelli dovrebbe essere il più neutro possibile, in modo da non avere una connotazione etnica (colore, tratti del viso...). Infine, il desiderio principale della Fondazione era quello di capire se fosse possibile esporre questi abiti su manichini in posa sportiva, garantendo al contempo buone condizioni di conservazione.

Nell'ambito di questo lavoro di diploma è stato concepito e realizzato un prototipo di manichino, adattato a un abito scelto dalle collezioni del museo. Il manichino è stato interamente modellato in 3D con il software Blender. È stato poi prodotto in due parti distinte: la parte superiore, comprendente la testa, le braccia e il busto, è stata stampata in 3D. La parte inferiore, costituita dalle gambe e dai piedi, è stata realizzata a mano, ma con l'aiuto del file 3D di base, che, una volta importato in un apposito software, è stato tagliato verticalmente per ottenere dei modelli di taglio. Queste diverse parti sono state poi ritagliate da Ethafoam®, assemblate e intagliate con un cutter.

La combinazione di queste due tecniche di lavorazione molto distinte ha permesso di ottenere un manichino con un'estetica marcata (parte stampata) ma che offre agli oggetti un supporto che risponde alle esigenze di conservazione preventiva (parte intagliata e imbottita). Tuttavia, la parte superiore

potrebbe porre problemi di conservazione perché il polimero da stampa (ABS) non è stato testato in precedenza. Si tratta, tuttavia, di un prototipo che non è destinato all'esposizione. Soluzioni più permanenti saranno proposte alla Fondazione.

## INTRODUCTION

Les vêtements patrimoniaux sont des objets fragiles, et souvent complexes à exposer. La Fondation Olympique pour la Culture et le Patrimoine, riche d'une importante collection de vêtements sportifs, de tenues de collaborateurs et de costumes de cérémonie, souhaitait que soit évaluée la possibilité de concevoir des mannequins d'exposition dans une pose sportive. De plus, la Fondation fait face à certaines problématiques lors de la mise en exposition de ses collections. Tous d'abord, les mannequins standards correspondent rarement aux morphologies des athlètes. Ensuite, les tenues sont souvent incomplètes, ce qui complexifie leur mise en exposition (peut-on remplacer les objets manquants par des répliques, ce qui nécessite un important travail de médiation auprès du public ?). Finalement, quels mannequins choisir afin de mettre en valeur les tenues tout en s'affranchissant de connotations ethniques (couleur, traits du visage...).

La tenue du gymnaste Leon Štukelj, de petite taille et incomplète, a été choisie pour travailler sur ces différentes problématiques. Un prototype de mannequin sur mesure et dans une pose sportive, permettant sa mise en exposition, a été fabriqué. Les technologies 3D (modélisation et impression 3D) ont été utilisées pour mener à bien ce projet, notamment pour essayer de comprendre si leur emploi peut être pertinent dans le domaine du mannequinage.

Articulé en cinq grands chapitres, ce mémoire présente d'abord le contexte de ce travail avec une brève présentation de la Fondation et de ses collections textiles, puis définit les objectifs visés et explique le choix de la tenue sportive choisie qui a été mannequinée. La seconde partie se concentre uniquement sur la tenue sportive de Leon Štukelj, qui est contextualisée, décrite puis étudiée au travers du constat d'état. Vient ensuite le troisième chapitre qui explique la démarche suivie pour conceptualiser le mannequin, tant du point de vue technique et matériel que créatif, afin de répondre aux différentes problématiques posées. Le quatrième chapitre expose les technologies et les matériaux utilisés pour fabriquer le mannequin, et décrit en détail la conception de chaque partie du prototype, ainsi que les modes d'assemblage et le système de suspension.

Finalement, le cinquième chapitre est une "fiche technique" du mannequin : dimensions, matériaux constitutifs, fiches techniques des produits, fournisseurs, coûts de production, schémas de montage et recommandations de conservation et manipulation y sont présentés. Un petit guide de mise en exposition des vêtements patrimoniaux a été conçu à l'attention de l'équipe de mise en exposition, il figure dans les annexes de ce mémoire.

## 1 CONTEXTE

### 1.1 LA COLLECTION TEXTILE DU MUSÉE OLYMPIQUE

Inauguré en 1993, Le Musée Olympique (TOM<sup>1</sup>) accueille une importante collection d'objets retraçant l'histoire des Jeux Olympiques (JO). Parmi ces objets figurent de très nombreux vêtements : des costumes de cérémonies d'ouverture<sup>2</sup>, des uniformes de collaborateurs<sup>3</sup> et naturellement des vêtements et accessoires ayant appartenu à des Olympiens<sup>4</sup>. Ces tenues couvrent 120 ans de Jeux Olympiques modernes et permettent d'apprécier les innovations techniques introduites par les équipementiers, tout autant que de commémorer les performances des athlètes au fil des Jeux.

Certains de ces vêtements et accessoires sont présentés dans l'exposition permanente du Musée Olympique, sur plusieurs types de supports : des mannequins blancs en fibre de verre<sup>5</sup> ou en polymère transparent<sup>6</sup>, avec ou sans tête, complets ou partiels selon les tenues (présence ou absence de bras, de pieds, de mains, etc.), des supports en polymère transparent découpés selon les contours de l'objet<sup>7</sup> ou encore des supports plats en tube métallique<sup>8</sup>.

### 1.2 OBJECTIF

Ayant pour projet de modifier la muséographie d'une partie de l'espace dédié à son exposition permanente, la Fondation m'a proposé de travailler sur la question des mannequins d'exposition, notamment sur la possibilité de leur donner une pose sportive tout en garantissant la bonne conservation des vêtements. De plus, les tenues et accessoires ayant appartenu à des athlètes soulèvent certaines problématiques de mise en exposition qu'il faudrait essayer de solutionner :

- Les mannequins standards correspondent difficilement aux morphologies des sportifs.
- Les tenues sont souvent incomplètes (par exemple une combinaison de ski sans aucun accessoire, un justaucorps de patinage artistique sans collant ni patins, etc.), dès lors comment les exposer en obtenant un visuel cohérent ? Il est possible de faire des répliques de vêtements ou d'acheter certains accessoires, mais cela impacte l'authenticité de la tenue et ces concepts sont complexes à expliquer au public.
- Certaines tenues sont très lourdes ou très rigides, parfois compressives. À l'inverse, certains vêtements sont très fragiles, fins ou souples.
- Quels types de mannequins choisir et quelle esthétique leur donner afin de s'affranchir d'éventuelles connotations ethniques ? (Couleurs des mannequins ? Traits du visage si le mannequin a une tête...)

---

<sup>1</sup> The Olympic Museum.

<sup>2</sup> Cf. annexe 1.1 : figure 1, p. 57.

<sup>3</sup> Cf. annexe 1.1 : figure 2, p. 57.

<sup>4</sup> Cf. annexe 1.1 : figures 3-4, p. 57.

<sup>5</sup> Cf. annexe 1.1 : figure 5, p. 58.

<sup>6</sup> Cf. annexe 1.1 : figure 6, p. 58.

<sup>7</sup> Cf. annexe 1.1 : figure 7, p. 58.

<sup>8</sup> Cf. annexe 1.1 : figure 8, p. 58.

Ces problématiques sont complexes et le cadre temporel de ce travail de diplôme ne me permettra pas nécessairement de toutes les aborder, c'est pourquoi, en accord avec Mme Reymond, Artefacts Collection Manager à la Fondation Olympique pour la Culture et le Patrimoine, je vais concentrer mon travail sur une seule tenue de la collection, qui pose certains problèmes de mise en exposition et que j'ai choisie dans une sélection d'objets qui m'a été proposée. Dans l'idéal, cependant, il faudrait que le processus de fabrication du mannequin puisse être applicable aux différentes tenues de la collection.

### 1.3 MANDAT

La demande initiale de la Fondation était d'étudier la possibilité d'intégrer une pose sportive à des mannequins d'exposition, sans pour autant compromettre la bonne conservation des vêtements. Mme Reymond proposait également de tester la mise en forme du Fosshape<sup>®\*9</sup>, un matériau thermoplastique relativement récent et couramment utilisé pour la fabrication de supports de vêtements dans les musées. Afin de faciliter la compréhension des enjeux et des difficultés liées au mannequinage de vêtements, j'ai proposé d'accompagner le mannequin d'un document présentant les principales étapes de mise en exposition de vêtements, avec de la littérature associée.

Mme Reymond, très ouverte quant à la façon d'aborder ces problématiques, m'a donné carte blanche durant tout le processus de mise en place de mon projet de diplôme. Après avoir mené des recherches sur le sujet du mannequinage et fréquemment échangé avec elle, le mandat auquel je vais répondre consistera à fabriquer un prototype de mannequin sur mesure et avec une pose sportive pour exposer la tenue sélectionnée dans les collections, et à l'accompagner d'un petit guide de mise en exposition de vêtements à l'attention du personnel appelé à créer des mannequins<sup>10</sup>.

La Fondation Olympique pour la Culture et le Patrimoine a accordé un budget de 2000.- pour la réalisation de ce projet (fournitures et éventuels prestataires de service).

### 1.4 CHOIX D'UN OBJET DE TRAVAIL

L'objectif de ce diplôme est de travailler sur la question des mannequins d'exposition pour des tenues aux tailles hors-norme et d'y intégrer une pose sportive. Le processus de conception et de fabrication de ce mannequin devrait pouvoir être applicable à une grande diversité de vêtements sportifs de la collection du musée. Cependant il a fallu choisir une tenue, qui présentait certaines problématiques et qui servirait d'objet concret sur lequel travailler. Mme Reymond a proposé une petite vingtaine de tenues appartenant aux collections, présentant chacune une ou plusieurs problématiques de mise en exposition. Certaines tenues avaient des tailles hors-norme ne correspondant pas aux mannequins

---

<sup>9</sup> Les termes suivis d'un astérisque sont définis dans le glossaire, p. 50-51.

<sup>10</sup> Cf. annexe 6, p. 106-120.

standards<sup>11</sup>. D'autres étaient très fragiles<sup>12</sup>, très compressives<sup>13</sup> ou très lourdes. Pour la plupart d'entre elles, Mme Reymond souhaitait que la possibilité de leur donner une pose sportive soit étudiée. Après avoir évalué les différentes tenues, le choix s'est porté sur la tenue de Leon Štukelj, un gymnaste slovène. Elle est composée d'un sokol\*, d'une paire de chaussons et d'un bonnet<sup>14</sup>. Le sokol et les chaussons sont de très petite taille et ne peuvent pas être exposés sur un mannequin standard. Il manque le léotard\* pour compléter la tenue. Mme Reymond souhaiterait pouvoir l'exposer dans une pose sportive. Le bonnet, quant à lui, n'était pas porté durant les épreuves sportives, il faudra, par conséquent, prévoir un support indépendant du mannequin pour l'exposer.

Datant des années 1930, les objets composant cette tenue sont moins conventionnels que les maillots, justaucorps et autres combinaisons techniques de ce XXI<sup>e</sup> siècle. Ils témoignent de la très longue et exceptionnelle vie de Leon Štukelj. De plus, les vêtements sportifs antérieurs à la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle sont peu représentés dans les collections de la Fondation Olympique pour la Culture et le Patrimoine<sup>15</sup>, par conséquent cela vaut la peine de consacrer le temps de ce travail de diplôme à essayer de valoriser cette tenue.

## 2 VÊTEMENT ET ACCESSOIRES OLYMPIQUES DE LEON ŠTUKELJ

### 2.1. CONTEXTE

#### 2.1.1. Leon Štukelj

Leon Štukelj (1898-1999) était un gymnaste de l'actuelle Slovaquie. Il portait les couleurs de la Yougoslavie, la Slovaquie n'ayant acquis son indépendance qu'en 1991. Cet athlète remporta 20 médailles lors de diverses compétitions et Jeux Olympiques, pour des épreuves aux anneaux, à la barre fixe, aux barres parallèles ainsi qu'au cheval d'arçons.

Parallèlement à ses activités sportives, il étudia le droit, mais ne put poursuivre sa carrière de juge, à cause d'un emprisonnement pour n'avoir pas été partisan du régime communiste. Après sa carrière sportive, il travailla toute sa vie comme assistant juridique en Autriche-Hongrie (actuelle Slovaquie). En 1996, âgé



Figure 15 Leon Štukelj, ovationné durant les JO d'Atlanta en 1996. © slovenskenovice.si

---

<sup>11</sup> Cf. annexe 1.2 : figure 9, p. 59.

<sup>12</sup> Cf. annexe 1.2 : figure 10, p. 59.

<sup>13</sup> Cf. annexe 1.2 : figure 11, p. 59.

<sup>14</sup> Cf. annexe 2.1 : figures 12-14, p. 60.

<sup>15</sup> Cf. annexe 2.2 : valeurs culturelles, p. 62.

de presque 97 ans, il participa à la cérémonie d'ouverture des Jeux Olympiques d'Atlanta, il était alors le plus vieux champion olympique toujours en vie<sup>16</sup> (cf. figure 15).

### 2.1.2. Tenue des gymnastes



Figure 16 École normale de Gymnastique de Joinville en 1900.  
Source photo : Histoire des tenues gymniques.

Le sport, comme discipline telle qu'on la connaît aujourd'hui, apparut dans la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. Il n'y avait alors pas encore de tenues spécifiques, et chacun pratiquait vêtu de ses habits de ville. Au fil du temps, ces vêtements contraignant les mouvements du corps et peu pratiques laissèrent la place à des tenues de plus en plus ajustées et adaptées à la pratique du sport<sup>17</sup>.

Il en allait de même pour les gymnastes, qui portaient alors pantalon, chemise et chaussures du quotidien. Petit à petit, on vit apparaître des tenues plus spécifiques. Les Allemands, sous influence de Friedrich Ludwig Jahn, père de la gymnastique allemande et défenseur de l'identité nationale, portaient un uniforme de toile grise. En France, la gymnastique et l'armée étaient étroitement liées si bien que certains gymnastes portaient des tenues aux allures militaires, d'autres optant plutôt pour une chemise, un pantalon, une large ceinture de flanelle et des chaussures basses sans talon (cf. figure 16).



Figure 17 Willi Stadel, gymnaste allemand aux JO de Berlin en 1936, avec une tenue similaire à celle de L. Štukelj. Source photo : Histoire des tenues gymniques.

Dans les pays de l'Est, les gymnastes des Sokols\* utilisaient, depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, une tenue similaire à celle qui est encore de rigueur aujourd'hui. Elle était composée d'un sokol (pantalon blanc qui se porte impeccablement tendu grâce à des bandes élastiques passant sous les talons), d'un léotard (maillot qui s'attache entre les jambes afin de ne pas sortir du sokol durant les épreuves) et de chaussons.

---

<sup>16</sup> Mannenti, [en ligne], 2017.

<sup>17</sup> Vigarello, 2015, p. 8-12.

Cette tenue fit son apparition hors des pays de l'Est grâce aux Suisses, qui la portèrent durant les Jeux Olympiques d'Amsterdam en 1928, contribuant ainsi à sa diffusion<sup>18</sup> (cf. figure 17).

## 2.2. OBJETS DE LEON ŠTUKELJ

Avant de travailler sur la conception du mannequin, la tenue de Leon Štukelj a été soigneusement observée, étudiée et mesurée (cf. constat d'état<sup>19</sup>). Le constat d'état permet de concevoir un mannequin adapté à la conservation des objets, en respectant les zones de faiblesse ou de force. La prise de mesures, quant à elle, est indispensable et doit être réalisée avec précision, car les mesures des objets sont les seules informations concrètes disponibles pour définir les mensurations du mannequin. Des photos d'archives ont également été utilisées, mais elles ne permettent que d'évaluer la morphologie de Leon Štukelj sans fournir de mesures exploitables.

### 2.2.1 Description

Le sokol (cf. figure 20 ci-contre) est confectionné en tissu en maille écru<sup>20</sup>. Il se ferme par une braguette boutonnée et une série de petits crochets métalliques et de ganses brodées<sup>21</sup>. Les ourlets sont plus longs au dos et plus courts sur le devant afin de suivre la cambrure du cou-de-pied et du talon. Ils sont agrémentés de bandes élastiques cousues sur les côtés, destinées à passer sous le pied pour maintenir le sokol tendu<sup>22</sup>.



Figure 20 Sokol de L. Štukelj, vue de face.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 23 Chausson de L. Štukelj.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.

Les chaussons sont en cuir écru (cf. figure 23), avec une large bande élastique sur le cou-de-pied pour permettre l'enfilage et le retrait<sup>23</sup>. La semelle est constituée d'une seule couche de cuir souple de couleur fauve<sup>24</sup>.

---

<sup>18</sup> Lamotte, [en ligne], 2018.

<sup>19</sup> Cf. annexe 2.2 : Constat d'état, p. 62-73.

<sup>20</sup> Cf. annexe 2.1 : figure 18, p. 60.

<sup>21</sup> Cf. annexe 2.1 : figure 19, p. 60.

<sup>22</sup> Cf. annexe 2.2 : constat d'état, p. 62-73.

<sup>23</sup> Cf. annexe 2.1 : figure 21, p. 61.

<sup>24</sup> Cf. annexe 2.1 : figure 22, p. 61.

Le bonnet (cf. figure 24, ci-contre) est en lainage noir. Il est garni d'une large bande surpiquée en tissu noir qui court sur tout le tour de la tête<sup>25</sup>, rehaussée, sur le devant, d'une cocarde en ruban tricolore surmontée de l'insigne du Sokol\* en métal doré<sup>26</sup>.

Le léotard qui complétait la tenue n'a pas été donné à la Fondation.



Figure 24 Bonnet de L. Štukelj.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.

## 2.2.2 Constat d'état orienté mannequinage

Le sokol est fragilisé par de nombreux petits trous dans le tissu, majoritairement au niveau des fesses et de l'entrejambe, il sera donc nécessaire d'être très attentif lors de la mise sur le mannequin. De plus, le mannequin devra être suffisamment rembourré pour assurer un soutien au tissu du sokol, mais pas trop non plus afin de ne pas créer de tensions sur la maille, au risque d'agrandir les

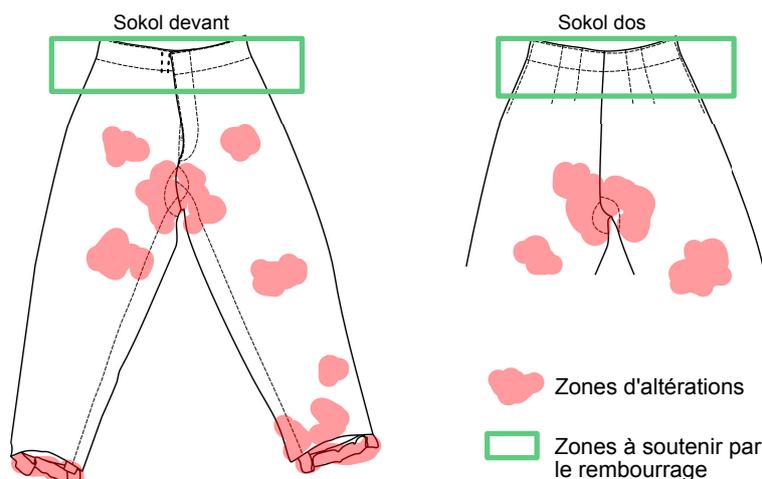


Figure 27 Schéma de localisation des zones d'altérations et des zones à soutenir par le ouatinage. © He-Arc, MP Mottaz, 2020.

trous et éventuellement d'en créer d'autres aux endroits où le tissu est déjà fragilisé. Les boutons et les boutonnieres semblent en bon état, ils pourront, par conséquent, être utilisés mais il faudra que le tour de taille du mannequin soit parfaitement ajusté par le ouatinage\* afin de soutenir le sokol sans créer de tensions sur les crochets et les ganses brodées (cf. figure 27).

Les élastiques sous-pieds sont très altérés, ils ne devront en aucun cas être tendu sur le mannequin, ils seront positionnés simplement autour du pied.

Les chaussons présentent des déformations, des ruptures de couture, et les bandes élastiques sont dégradées. Les formes en mousse qui se trouvent actuellement dans les chaussons n'ont pas été retirées lors du constat d'état, car elles sont tellement ajustées qu'il faudra les creuser ou les couper pour les retirer sans forcer sur les chaussons rendus fragiles par leurs altérations<sup>27</sup>.

Les chaussons seront présentés sur le mannequin, il faudra donc concevoir ses pieds comme des supports, offrant suffisamment de soutien pour maintenir les chaussons en place, mais la forme

<sup>25</sup> Cf. annexe 2.1 : figure 25, p. 61.

<sup>26</sup> Cf. annexe 2.1 : figure 26, p. 61.

<sup>27</sup> Les formes ont finalement été retirées par M. Charly Fardel, Technicien des collections.

définitive sera donnée par un ouatinage souple, permettant une mise en place et un retrait aisé, sans risque d'altérer mécaniquement les chaussons.

Le bonnet n'était pas un accessoire porté par les gymnastes durant les épreuves. Il ne présente pas de fragilités et sera socié sur un support simple, indépendant du mannequin. Il est actuellement stocké avec un rembourrage en papier de soie non acide. Le pied du socle pourrait être conçu pour être amovible, ce qui permettrait d'utiliser la partie supérieure du socle comme support de stockage.

### 2.3. RECOMMANDATIONS DE CONSERVATION

Les vêtements et accessoires de Leon Štukelj présentés dans ce mémoire sont actuellement stockés des conditions de conservation optimales. Voici néanmoins quelques recommandations de conservation pour les vêtements et les objets en cuir.

#### 2.3.1 Conservation des vêtements

Les vêtements sont très sensibles aux conditions ambiantes. Une humidité relative excessive ou fluctuant trop rapidement provoque des gonflements ou des rétractations des fibres et favorise le développement de moisissures<sup>28</sup>. De plus, les vêtements comportent souvent des pièces métalliques (fermetures éclair, boutons, broches, crochets) dont la corrosion est fortement accélérée dans un environnement trop humide. L'humidité relative devrait par conséquent être maintenue entre 40 % et 60 %<sup>29</sup>. Les températures élevées accélèrent les dégradations chimiques des matériaux et peuvent provoquer l'acidification de certaines fibres. Des températures basses sont généralement bénéfiques pour la conservation des textiles, mais si elles sont trop basses cela peut augmenter l'humidité relative, surtout dans un endroit faiblement ventilé ou dans une si l'objet est placé dans une enceinte hermétique (par exemple une housse plastique)<sup>30</sup>. Les températures idéales pour les collections textiles se situent par conséquent entre 18 °C et 20 °C, +/- 3 °C<sup>31</sup>.

Les textiles doivent être protégés de la poussière qui se loge facilement sur leurs surfaces irrégulières, qui peut servir de nourriture aux insectes, et retenir l'humidité ou certains polluants atmosphériques à la surface des objets<sup>32</sup>. Ils sont très vulnérables aux insectes (mites, antrhènes des tapis, ...), particulièrement à leurs larves qui s'attaquent aux fibres kératiniques (soie, laine) mais également au coton et aux fibres synthétiques. Les rongeurs, quant à eux, peuvent déchiqueter ou souiller les objets textiles. Il convient, par conséquent, de correctement entretenir les locaux de stockage en passant régulièrement l'aspirateur et en contrôlant la présence éventuelle de rongeurs. Pour éviter les

---

<sup>28</sup> "Les moisissures et les textiles". [En ligne], 2019.

<sup>29</sup> "Les textiles et les conditions ambiantes". [En ligne], 2019.

<sup>30</sup> "Les textiles et les conditions ambiantes". [En ligne], 2019.

<sup>31</sup> Plages climatiques par types de matériaux. [En ligne].

<sup>32</sup> Les textiles et les conditions ambiantes. [En ligne], 2019.

infestations d'insectes, une stratégie de contrôle des infestations peut être mise en place avec l'aide d'un conservateur-restaurateur ou d'un spécialiste en conservation préventive (placement de pièges et de trappes)<sup>33</sup>.

Les accessoires, tels que le bonnet, sont des objets composites. Comme pour les objets textiles, il est important de limiter autant que possible les fréquentes et rapides variations thermohygrométriques. Une humidité relative entre 45 % et 55 % et une température n'excédant pas 21 °C<sup>34</sup>.

Les objets textiles ainsi que les accessoires sont très sensibles à la lumière visible ainsi qu'au rayonnement ultraviolet, qui provoquent des décolorations et des jaunissements des fibres<sup>35</sup>. Pour conserver au mieux les objets stockés sans enceinte protectrice (boîte, carton, housse opaque) il convient de les protéger de la lumière naturelle (obscurcir les fenêtres), d'utiliser des sources lumineuses sans ultraviolets et de réduire au maximum la durée d'éclairage dans la réserve.

### 2.3.2 Conservation des objets en cuir

Il faut éviter de faire subir aux objets en cuir de trop grandes variations d'hygrométrie. Avec une humidité relative trop basse (< 30 %), le cuir s'assèche et devient cassant. Au-delà de 65 %, il risque de moisir et de subir des altérations induites par des réactions hydrolytiques. Les températures élevées sont également à proscrire, causant dessèchements et altération de la matière. On recommande donc une humidité relative constante entre 45 et 55 %, et une température stable entre 18 et 20 °C<sup>36</sup>.

Les objets en cuirs doivent être protégés de la lumière, mais lors de leur exposition, l'Institut Canadien de Conservation recommande un éclairage maximal de 150 lux avec un rayonnement ultraviolet inférieur à 75W/μm<sup>37</sup>

---

<sup>33</sup> "Les textiles et les conditions ambiantes". [En ligne], 2019

<sup>34</sup> "Les textiles et les conditions ambiantes". [En ligne], 2019

<sup>35</sup> "Les textiles et les conditions ambiantes". [En ligne], 2019

<sup>36</sup> "Le soin des cuirs de tannage végétal et minéral". [En ligne], 2019.

<sup>37</sup> "Le soin des cuirs de tannage végétal et minéral". [En ligne], 2019.

### 3 CONCEPTION DU MANNEQUIN

#### 3.1. MANNEQUINS D'EXPOSITION : GÉNÉRALITÉS

Un mannequin d'exposition doit satisfaire aux exigences de la muséographie, mais également offrir les meilleures conditions de conservation au vêtement, par une forme adaptée et des matériaux constitutifs stables et inoffensifs pour les objets. Il existe plusieurs types de support sur lesquels on peut exposer des vêtements : les bustes de couturière<sup>38</sup>, les mannequins entiers dans divers matériaux<sup>39</sup> et les supports invisibles<sup>40</sup>. Ces différents mannequins peuvent être achetés en taille standard puis modifiés afin de correspondre au vêtement exposé, ou ils peuvent être fabriqués artisanalement directement au sein des équipes de mise en exposition des musées.

Si l'on opte pour une fabrication sur mesure, il faut déterminer le type de mannequin que l'on souhaite réaliser (corps entier, buste, support invisible...) puis choisir les matériaux de fabrication. Selon les choix opérés, il faudra soit créer une forme de zéro (par exemple en sculptant des plaques de mousse de polyéthylène<sup>41</sup> (Ethafom<sup>®\*</sup>, Plastazote<sup>®\*</sup>), soit utiliser une forme existante sur laquelle on viendra fabriquer une coque en appliquant des couches de papier mâché, de buckram\*, de Fosshape<sup>®\*</sup>, de fibre de verre...

Dans le cadre de ce mandat, dès lors qu'une pose sportive doit être donnée au mannequin et que la tenue se compose d'un vêtement et d'accessoires, le choix le plus évident est de faire un mannequin entier, avec des pieds, des mains et une tête<sup>42</sup>. Si le sculptage d'une forme dans des plaques de mousse (procédé peu précis) paraît tout à fait adapté pour exposer des vêtements plutôt couvrants et flous, cette solution pourrait se révéler inadaptée dans le cas de certaines tenues sportives, comme par exemple les vêtements très moulants ou qui, pour certaines disciplines, laissent apparaître le corps. Les vêtements sont des objets en 2D, qui prennent vie en 3D une fois posés sur des corps ou des mannequins. Il faut, par conséquent, soigner le mannequinage, sous peine de se retrouver avec un résultat peu convaincant (cf. figure 33 ci-contre).

La fabrication "artisanale" de mannequins sur mesure est régulièrement pratiquée dans les musées possédant des collections de vêtements et elle est relativement bien documentée<sup>43</sup>.



*Figure 33 Costume de Superman porté par G. Reeves, 1950. Le mannequin ressemble à une poupée de tissu, ce qui donne un aspect final peu "humain".  
© National Museum of American History*

---

<sup>38</sup> Cf. annexe 3.1 : figures 28-29, p. 74.

<sup>39</sup> Cf. annexe 3.1 : figures 30-31, p. 74-75.

<sup>40</sup> Cf. annexe 3.1 : figure 32, p. 75.

<sup>41</sup> Uhler, 2011 et 2017.

<sup>42</sup> La tête ne servira cependant pas de support au bonnet de Leon Štukelj, car cet accessoire n'était pas porté durant les épreuves sportives, il sera donc disposé sur un socle indépendant du mannequin.

<sup>43</sup> Cf. bibliographie thématique, p. 48-49.

Dans le cadre de ce travail de Bachelor, une approche différente a été choisie.

Afin d'obtenir plus facilement un corps aux formes réalistes, le mannequin de Leon Štukelj a été modélisé à l'aide d'un logiciel 3D, généralement utilisé pour la création de personnages d'animation ou de jeux vidéo. Cette technologie permet de concevoir des maquettes afin de définir le rendu esthétique, puis de les convertir directement en fichiers utilisables pour débiter des formes dans différents matériaux (fraisages CNC\*, découpe laser...) ou pour fabriquer les objets en impression 3D.

### 3.2. LOGICIELS DE 3D

Reproduire un corps humain grâce à des logiciels de modélisation 3D nécessite de nombreuses connaissances et compétences. Heureusement, il existe des logiciels permettant de générer un "humain" de base, que l'on peut ensuite modifier et animer.

Après de nombreuses recherches et essais, le logiciel retenu pour concevoir ce mannequin pour les objets de Leon Štukelj est Blender (version 2.82 a). Blender est un logiciel gratuit, disponible pour OSX, Windows et Linux, qui offre de très nombreuses possibilités pour un usage récréatif ou professionnel. Il a la particularité d'être open source, ce qui permet à de nombreux utilisateurs passionnés de créer des plugins (appelés add-ons), c'est-à-dire des extensions que l'on télécharge puis installe dans Blender afin d'accéder à de nouvelles fonctionnalités. Blender est un logiciel très puissant, et complet. Il permet de réaliser de l'animation de personnage ou des simulations de lieux (architecture d'intérieur...), ce pour quoi il est très utilisé. Il est pourtant également adapté pour créer des fichiers destinés à la production d'objets. Ce logiciel paraît difficile à prendre en main<sup>44</sup>, mais grâce à l'importante communauté d'utilisateurs passionnés, de très nombreux tutoriels gratuits et des cours payants sont disponibles et permettent d'apprendre les bases nécessaires pour pouvoir commencer à modéliser puis progresser<sup>45</sup>. Un des add-ons disponibles s'appelle MB-LAB<sup>46</sup>, il permet de générer des corps humains de base, en choisissant le sexe et le type anthropologique. Ces personnages sont pourvus d'un squelette (armature) interne permettant de modifier leur pose<sup>47</sup>. On peut également modifier toutes les mesures du personnage.

---

<sup>44</sup> Cf. annexe 3.2 : figure 34, p. 75.

<sup>45</sup> Une sélection de tutoriels se trouve dans la bibliographie thématique, p. 48-49.

<sup>46</sup> Cf. annexe 3.2 : figure 35, p. 76.

<sup>47</sup> Cf. annexe 3.2 : figures 36-37, p. 76-77.

### 3.3. MODÉLISATION DU CORPS AUX MESURES DE LA TENUE DE LEON ŠTUKELJ

Pour modéliser un corps ressemblant à celui de Leon Štukelj, il faut se baser sur les mesures de son sokol, notamment le tour de taille, la longueur de fourche et les longueurs de jambes. Les tours de cuisse, de mollet et de cheville ne peuvent être que des mesures indicatives, car le sokol n'était pas moulant.

Les photos d'archives donnent une appréciation visuelle de la morphologie de Leon Štukelj et du tomber du sokol (cf. figure 38) cependant elles sont peu nombreuses et leur mauvaise qualité ne permet pas de prendre des mesures précises.



*Figure 38 Leon Štukelj aux JO de Berlin 1936, portant un sokol qui pourrait être celui de la collection du Musée Olympique. On comprend que le sokol vient se poser sur les chaussons, mais sans plus de précision.  
Source photo : footage.framepool.com*

Une dernière source exploitée a été un article de The New York Times de 1998, affirmant que Leon Štukelj mesurait "5 feet 3 inches"<sup>48</sup> (1,52 m), ce qui correspond environ à la taille obtenue lors de la modélisation du corps avec les seules mesures du sokol.

#### 3.3.1 Poses sportives

La pose sportive du mannequin a été définie sur la base des photos d'archive à disposition. La pose finale doit :

- Permettre de facilement identifier le sport représenté.
- Être cohérente pour une mise en exposition dans le Musée Olympique, dont les salles ont une hauteur moyenne sous plafond de 3,77 m<sup>49</sup>, ce qui est très bas.
- Offrir un support sécurisé aux objets.
- Permettre une bonne lisibilité des objets par le public.

---

<sup>48</sup> Johnson, [en ligne], 1998.

<sup>49</sup> Information recueillie auprès de Mme Patricia Reymond, lors d'un échange de mails.

Parmi les rares photos d'archives de Leon Štukelj disponibles, quatre positions ont été présélectionnées, le critère premier étant que les jambes et le bassin devaient être le plus alignés possible, pour éviter de créer des tensions au sokol. Les avantages et inconvénients de chaque position ont été relevés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 Avantages et inconvénients de différentes poses sportives pour le mannequin de Leon Štukelj.

POSE	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	PHOTO
Barres parallèles	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Les jambes et le bassin sont alignés, ce qui ne provoquerait pas de tension au sokol</li> <li>+ Possibilité d'utiliser le bras mobilisé comme point de fixation du mannequin "au sol".</li> <li>+ Discipline facilement identifiable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Besoin de barres parallèles pour un visuel cohérent et lisible.</li> <li>- La hauteur des barres est de 200 cm<sup>50</sup>, ce qui amènerait le mannequin proche du plafond de la salle du musée.</li> </ul>	 <p><i>Leon Štukelj aux JO de Lyon, 1926.</i>  <i>Source photo : Gymmedia.com</i></p>
Figure libre au sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Aucun agrès nécessaire</li> <li>+ Pose basse, facile à installer dans le musée.</li> <li>+ Possibilité d'utiliser les mains comme moyen de fixation au sol du mannequin.</li> <li>+ Bonne lisibilité du sokol et des chaussons, car possibilité de placer le mannequin à hauteur du public.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contraction du bassin, ce qui induirait des stresses au sokol.</li> <li>- Habillage du mannequin plus compliqué donc possibilités d'altérer le sokol.</li> <li>- Position peu représentative de la gymnastique artistique.</li> </ul>	 <p><i>Leon Štukelj dans une pose au sol, Berlin 1936.</i>  <i>Source photo : sloveniatimes.com</i></p>

<sup>50</sup> La hauteur réglementaire des barres parallèles est de 200 cm, selon les normes de la Fédération internationale de gymnastique (version 2011). Cf. bibliographie : Norme des engins FIG.

<p>Anneaux "Head cross"</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Les jambes et le bassin sont alignés, ce qui ne provoquerait pas de tension au sokol.</li> <li>+ Les anneaux sont un agrès facile à fabriquer</li> <li>+ Compréhension aisée de la discipline représentée.</li> <li>+ Une position emblématique de Leon Štukelj, il a été le premier à la réaliser.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le bas de l'anneau se trouve à 240 cm du sol<sup>51</sup>, donc si l'on respecte les normes, les chaussons seraient à environ 340 cm du sol, peu lisible pour le public et très proche du plafond.</li> <li>- Même si l'on trichait sur la hauteur des anneaux, la partie du mannequin la plus accessible au regard du public serait la partie sans vêtement.</li> <li>- Impossibilité de faire passer des câbles ou fils de suspension aux pieds du mannequin à cause des chaussons, ils seraient pourtant nécessaires pour suspendre le mannequin dans cette position.</li> </ul>	 <p><i>Leon Štukelj aux anneaux, Berlin 1936. Source photo : Gymmedia</i></p>
<p>Anneaux "Iron cross"</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Discipline facilement identifiable.</li> <li>+ Le sokol et les chaussons se trouvent à une bonne hauteur pour le regard du public.</li> <li>+ La partie du mannequin qui suggérera le léopard sera en hauteur, donc plus discrète.</li> <li>+ Les points de suspension du mannequin seront les anneaux.</li> <li>+ Les anneaux étaient la discipline la plus représentative de Leon Štukelj.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Photo très petite et sous un seul angle, ce qui ne facilitera pas la reproduction de la position.</li> </ul>	 <p><i>Leon Štukelj, Berlin 1936. Source photo : International Gymnastics Hall of Fame.</i></p>

<sup>51</sup> The XI<sup>th</sup> Olympic Games Berlin, 1936. Official Report, Volume II, p. 848.

Ces quatre poses ont également été modélisées dans Blender<sup>52</sup>, avec la représentation de leurs agrès respectifs, dans un espace dont la hauteur correspond à la hauteur sous plafond du Musée Olympique. Les différentes informations recueillies ont permis de choisir comme pose sportive une pose aux anneaux, appelée "Iron Cross" (cf. figures 45-47).



Figure 45 "Iron Cross" par Albert Azarian, dans les années 1960.  
Source photo : Rifs Blog.



Figure 46 "Iron Cross" par Arthur Zanetti, 2015.  
© Comité olympique brésilien.

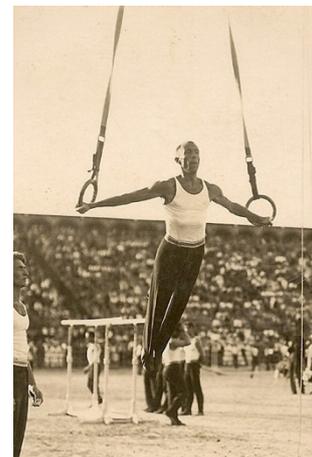


Figure 47 "Iron Cross" par Leon Štukelj, 1930.  
Source photo : Stare razglednice

### 3.3.2 Léotard manquant

Une des problématiques à traiter dans ce travail était de trouver un moyen de représenter des pièces manquantes à une tenue. Il s'agit donc d'évoquer la présence de ces objets, sans pour autant recourir à des répliques. Plusieurs solutions sont déjà utilisées dans différents musées. Certains ont recours à des supports invisibles<sup>53</sup> (en Plexiglas<sup>®</sup> transparent ou en Fosshape<sup>®</sup>), qui permettent d'éviter l'utilisation de mannequins entiers qui ne seraient que partiellement vêtus. D'autres institutions fabriquent les pièces manquantes dans un autre matériau, notamment le Fosshape<sup>®</sup><sup>54</sup>. D'autres encore remplacent les pièces absentes par d'autres pièces achetées ou fabriquées, afin de créer l'illusion.

Dans un premier temps, Mme Reymond avait proposé de faire fabriquer une réplique du léotard, mais cette idée n'a pas été retenue, d'autant plus que nous ne disposons pas d'archives assez précises pour pouvoir faire une réplique fidèle du léotard (couleurs ? Matières ? ...).

Les premières pistes envisagées pour évoquer la présence du léotard de Leon Štukelj étaient de le réaliser en Fosshape<sup>®</sup> noir, qui se serait détaché visuellement du mannequin, noir lui aussi, grâce au contraste de matières. Une autre possibilité aurait été de modéliser le léotard avec le mannequin, et de lui donner une surépaisseur et/ou un contraste de couleur par rapport au torse.

---

<sup>52</sup> Cf. annexe 3.3 : figures 39-44, p. 78-80.

<sup>53</sup> Annéus and Miles, [en ligne], 2012.

<sup>54</sup> Cf. annexe 3.4 : figures 48-49, p. 81.

Finalement l'esthétique globale du mannequin a été repensée, ce qui a permis l'intégration de la pièce manquante de manière moins figurative.

### 3.3.3 Esthétique du mannequin



Figure 50 Maquette du mannequin, surface pleine. © He-Arc, MP Mottaz, 2020.

La modélisation d'un mannequin figuratif s'est révélée peu concluante d'un point de vue esthétique (cf. figure 50).

Il fallait alléger la silhouette, rendre le mannequin moins figuratif, moins présent visuellement et moins classique aussi, ce qui a été possible en transformant la forme pleine en maillage géométrique. C'est une esthétique très tendance actuellement, souvent utilisée pour des objets usuels ou de décoration (cf. figures 51-52).

En plus d'un visuel plus discret et moderne, le maillage offre beaucoup d'avantages dans le cadre de ce travail. L'allure très graphique permet de dépersonnaliser le mannequin, et de l'affranchir ainsi de toute connotation ethnique (traits du visage, couleur...). Cela permet également d'inclure un objet absent, tel le léotard, avec un contraste de maillage ou de couleur, de façon subtile et sans équivoque quant au fait que ce n'est pas un objet réel, donc pas une réplique. Le mannequin en maillage sera prototypé en utilisant l'impression 3D.



Figure 52 Coquetier imprimé en 3D.  
Source photo : Pinterest.



Figure 51 Décoration murale en maillage métallique.  
Source photo : Pinterest.

### 3.4. SOCLAGE DU BONNET

Contrairement aux chaussons qui peuvent être exposés sur le mannequin avec le sokol, le bonnet, qui n'était pas porté durant les épreuves<sup>55</sup>, sera disposé sur un support indépendant. Son bon état de conservation ne pose aucun problème particulier de soclage, l'enjeu sera qu'il corresponde à l'esthétique du mannequin et qu'il puisse également servir pour le stockage en réserve.

### 3.5. PRÉSENTATION DE LA MAQUETTE FINALE

La maquette présentée à Mme Reymond (cf. figures 55 et 56 ci-dessous) se compose d'un mannequin en position d'Iron Cross, dont la partie supérieure est imprimée en maillage bicolore et les jambes sculptées en mousse. Le support à chapeau est indépendant du mannequin. Son pied est imprimé en 3D et il est rehaussé en étant posé sur un caisson blanc tel qu'il y en a dans l'actuelle muséographie de l'exposition permanente du Musée Olympique.

Une version du mannequin monochrome a également été présentée (le léotard était de la même couleur que le haut du corps, et se détachait visuellement grâce à un maillage plus serré), mais c'est la version bicolore qui a été validée par le Mme Reymond et ses collègues.



Figure 55 Maquette présentant un mannequin en maillage géométrique bicolore et un support à bonnet avec pied en maillage. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

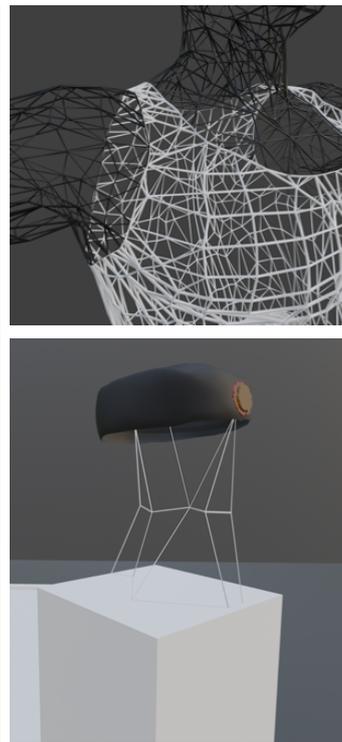


Figure 56 Détail du torse et support à bonnet.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

---

<sup>55</sup> Cf. annexe 3.5 : figures 53-54, p. 81.

## 4 FABRICATION DU MANNEQUIN

### 4.1. MODÉLISATION DU MANNEQUIN SUR BLENDER

Après avoir généré un personnage masculin de type européen à la morphologie sportive grâce à l'addon MB-Lab, les mesures relevées sur le sokol et les chaussons ont été utilisées pour modifier ses mensurations. Puis la position du personnage a été modifiée grâce au squelette. Le personnage a finalement été coupé en deux au niveau de la taille, car la partie supérieure et la partie inférieure du mannequin ont été fabriquées avec des techniques et des matériaux différents.

Cette décision a été motivée par trois facteurs :

- Il a fallu près de 170 heures pour imprimer la partie supérieure, sans compter les nombreuses heures de nettoyage, assemblage et finition post-impression. Il était donc difficile d'envisager l'impression de tout le corps.
- La partie imprimée a coûté environ 800.- (matière + utilisation des imprimantes), les jambes ont été plus économiques et plus rapides à produire.
- Comme il n'était pas possible de tester la compatibilité des filaments d'impression avant d'imprimer le mannequin, il était plus judicieux que les jambes, en contact direct avec les objets, soient réalisées dans un matériau stable, à savoir de la mousse de polyéthylène (Ethafoam®). En effet, des tests d'Oddy menés en 2015<sup>56</sup> ont montré qu'un polymère d'impression est moins dangereux pour la conservation des objets patrimoniaux lorsqu'il n'est pas en contact direct avec ces derniers.

#### 4.1.1 Partie inférieure

La partie inférieure commence à la taille et descend jusqu'aux pieds compris. Initialement, il était prévu de réaliser les jambes du mannequin par fraisage CNC. Cependant, après quelques problèmes techniques et d'organisation, une technique de découpage manuel a été retenue.

Pour ne pas devoir sculpter la mousse en partant de zéro, les jambes modélisées sur Blender ont été tranchées grâce à un logiciel dédié<sup>57</sup>. Pour cela, il suffit d'importer le fichier dans le logiciel, puis de paramétrer les dimensions du matériau utilisé, et il génère directement un plan de coupe et marque les emplacements pour des chevilles<sup>58</sup>. Après export de ce plan de coupe en format PDF, il a ensuite été importé dans Affinity Designer (un logiciel équivalent à Adobe Illustrator) afin de répartir les différentes pièces sur des pages A4, ce qui a permis d'obtenir facilement les patrons des pièces en taille réelle<sup>59</sup>.

---

<sup>56</sup> Segond, 2015, p. 31-36.

<sup>57</sup> *Slicer for Fusion 360*, disponible gratuitement en ligne.

<sup>58</sup> Cf. annexe 4.1 : Figure 58, p. 82.

<sup>59</sup> Cf. annexe 4.1 : Figures 59, p. 82.

#### 4.1.2 Partie supérieure

La partie supérieure va de la taille à la tête et comprend les bras. Pour commencer, cette partie supérieure a été divisée en 34 parties<sup>60</sup>, chacune pouvant s'inscrire dans un cube de 18 cm, ce qui correspond au volume dans lequel les imprimantes utilisées peuvent imprimer. La forme du léopard a été incluse dans ce découpage, ce qui a permis d'imprimer les pièces correspondantes dans une autre couleur.

Chaque pièce a ensuite été nommée, puis modifiée pour obtenir l'effet de maillage recherché<sup>61</sup>. Cette opération se fait très facilement grâce à Blender, cependant, en fin de processus, elle nécessite un lourd travail de correction pour parfaire l'ajustage des pièces<sup>62</sup> entre elles.

### 4.2. IMPRESSION 3D

La méthode utilisée pour fabriquer le haut du mannequin est l'impression 3D. Il existe sur le marché des imprimantes de grande taille dans lesquelles il serait possible d'imprimer la pièce en entier, ou du moins en deux ou trois pièces, à condition de trouver une entreprise possédant une telle machine. Cela n'a pas été le cas, par conséquent, les pièces ont été imprimées au FabLab de Neuchâtel, avec des imprimantes de taille standard. Le budget confortable alloué par le Musée Olympique aurait certainement permis de sous-traiter l'impression, mais il était nettement plus pertinent, dans le cadre de ce travail de diplôme, de réaliser personnellement toutes les étapes permettant de fabriquer le mannequin.

#### 4.2.1 Imprimantes 3D

Les imprimantes 3D utilisées pour imprimer le mannequin sont une Ultimaker<sup>3</sup> et une Ultimaker<sup>3</sup> Extended. Ces machines sont gérées par le logiciel Ultimaker Cura<sup>63</sup>, qui permet de modifier tous les paramètres d'impression. Sur les imprimantes, on peut changer les buses d'impression (0,25 mm, 0,4 mm ou 0,8 mm), qui déterminent le rendu final ainsi que la durée des impressions.

Un facteur déterminant pour une impression réussie est le positionnement de la pièce dans le logiciel d'impression. Dans ce cas-ci, la géométrie très compliquée des pièces a nécessité plusieurs essais avant de comprendre comment disposer chaque pièce dans le logiciel afin que l'impression soit possible. Le placement des pièces détermine également le temps d'impression, et la quantité de filament utilisé (cf. figures 67 et 68).

---

<sup>60</sup> Cf. annexe 4.2 : figure 60, p. 83.

<sup>61</sup> Cf. annexe 4.2 : figures 61-62, p. 83.

<sup>62</sup> Cf. annexe 4.2 : figures 63-64, p. 83.

<sup>63</sup> Cf. annexe 4.3 : figures 65-66, p. 84.

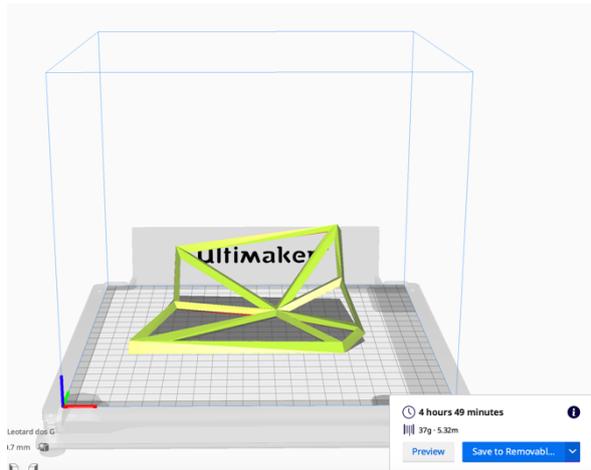


Figure 67 Pièce disposée à plat dans le logiciel d'impression. Durée d'impression 4h49, 37 g de filament. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

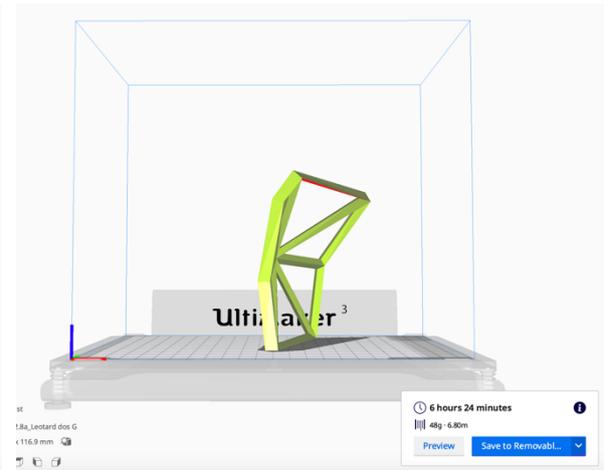


Figure 68 La même pièce que ci-contre, disposée verticalement. Temps d'impression 6h24 pour 48 g de filament. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

Afin de gagner de nombreuses heures d'impression, une des imprimantes a été munie d'une buse plus épaisse que la buse standard. Pour garder une cohérence dans les pièces, toutes les pièces blanches ont été imprimées avec une buse de 0,4 mm, et toutes les pièces grises avec une buse de 0,8 mm. Le temps initial d'impression avait été estimé à environ 230 heures, et grâce à la grosse buse utilisée pour imprimer les pièces grises, le temps effectif a été réduit à 170 heures.

#### 4.1.3 Filaments d'impression

Les filaments d'impression 3D sont disponibles dans plusieurs polymères, qualités et couleurs. Comme il n'était pas possible, dans le cadre temporel de ce travail de Bachelor, de tester la compatibilité des filaments d'impression avant d'imprimer le mannequin, le choix du polymère d'impression a été fait en se référant aux données collectées par Anne-Laure Segond<sup>64</sup> ainsi qu'à la base de données des tests d'Oddy réalisés par différents musées<sup>65</sup>. Ainsi, deux types de filaments ont été retenus, à savoir l'ABS et le PET<sup>66</sup> (cf. tableau 2). Le choix final s'est finalement porté sur l'ABS. Ce polymère est difficile à imprimer, car il a tendance à se décoller du plateau durant l'impression, provoquant des ratés ou des déformations



Figure 69 Exemple d'impression ratée en ABS : la pièce s'est décollée du plateau puis s'est déplacée, emportée par les va-et-vient de la buse d'impression. Les dernières couches de polymères se sont donc déposées dans le vide, créant ces frisures. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

<sup>64</sup> Segond, 2015.

<sup>65</sup> Oddy Test Results: Case Construction Materials.

<sup>66</sup> Des résultats existent pour deux types de PET : le PETg (Polyéthylène Téréphtalate Glycol) et PETT (Polyéthylène coTriméthylène Terephtalate).

des pièces (cf. figure 69 ci-dessus), mais il a l'avantage de pouvoir être collé par dissolution avec de l'acétone, ce qui évite l'emploi d'adhésif synthétique ou d'un système d'assemblage complexe de type goupillage, qui aurait été nécessaire avec le PET.

Tableau 2 Résultat des tests d'Oddy effectués sur le filament d'impression 3D en ABS et en PET (PETg et PETT).

FILAMENT	INSTITUTION	ANNÉE	RÉSULTAT	SOURCE
ABS	HE ARC	2015	Usage temporaire/ durable	Segond, 2015
	FMNH <sup>67</sup>	2019	Usage permanent	Wiki Conservation
	AWMM <sup>68</sup>	2017	Usage permanent (White) Usage proscrit (Dark Sanguine Red)	
	University of Florida	2018	Usage proscrit	Bharti et Durant, 2018
PETg	University of Florida	2018	Usage permanent	
Taulmann t- Glase PETT	HE ARC	2015	Usage temporaire /durable	Segond, 2015

#### 4.1.4 Acrylonitrile butadiène styrène (ABS)

L'acrylonitrile butadiène styrène, communément appelé ABS, est un polymère thermoplastique. Il est utilisé pour fabriquer toutes sortes d'objets, mais souvent pour des appareils électroménagers, des jouets (briques de Lego®...) ou des carrosseries de smartphones<sup>69</sup>. Sous forme de filament, il est utilisé pour l'impression 3D.

Le mannequin a été imprimé dans deux marques d'ABS différentes. L'ABS anthracite DuraPro de la marque Extrudr<sup>70</sup>, a été choisi pour sa disponibilité immédiate au FabLab. Malheureusement, la couleur blanc cassé était en rupture de stock dans beaucoup de marques, et finalement c'est l'ABS blanc cassé niceABS de la marque 3D Jake qui a été choisi.

Les compositions de ces deux ABS ont été modifiées par leurs fabricants pour en améliorer leurs propriétés. Extrudr annonce ainsi que le DuraPro est composé de 98 % d'ABS, 1 % de Typical Antioxydant, et de 1 % de typical Lubricant<sup>71</sup>.

---

<sup>67</sup> Field Museum of Natural History, Chicago, USA.

<sup>68</sup> Auckland War Memorial Museum, Nouvelle-Zélande.

<sup>69</sup> Acrylonitrile butadiène styrène [en ligne], 2019.

<sup>70</sup> DuraPro ABS Anthrazit. [En ligne].

<sup>71</sup> Cf. annexe 5.1 : documents 1 et 2, p. 91-92.

3D Jake, quant à lui, ne donne aucune information quant à la composition de son filament d'ABS<sup>72</sup>, mais il précise qu'il est issu d'une "technologie spéciale"<sup>73</sup>, ce qui suppose l'ajout de différents adjuvants.

Ces deux types de filaments ABS sont donc acceptables pour la fabrication d'un prototype, mais dans le cas d'une fabrication de mannequins pour une utilisation en exposition permanente, il serait nécessaire de tester leur compatibilité avec des objets patrimoniaux.

Lors de l'impression des pièces et leur assemblage, les deux types d'ABS se sont révélés très différents : ils n'ont pas la même odeur lors de l'impression, le filament DuraPro est plus résistant, moins cassant. Ils ne réagissent pas non plus de manière similaire lors du collage à l'acétone.



Figure 70 Pâte d'ABS dissous dans de l'acétone.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 71 Collage et comblement des pièces par ajout d'une pâte composée d'ABS dissous dans de l'acétone.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

Le filament anthracite se dissout totalement dans l'acétone, formant une pâte (cf. figure 70 ci-dessus). Un tel mélange, faiblement chargé en ABS, permet de réaliser des collages par infiltration, alors qu'une pâte dense est très efficace pour coller et combler deux pièces non jointives (cf. figure 71).

Le filament d'ABS blanc cassé, par contre, ne se dissout pas totalement dans l'acétone. Le collage de ces pièces a été réalisé avec de l'acétone posée au pinceau aux jointures (la surface de cet ABS fond juste assez pour coller deux pièces avec de l'acétone), et les comblements ont été faits avec de la résine époxy (Araldite® Cristal<sup>74</sup>).

#### 4.3. FABRICATION DE LA PARTIE INFÉRIEURE

Une fois les patrons imprimés, ils ont été découpés puis disposés et collés par quelques points de colle thermofusible Pattex<sup>®75</sup> sur une plaque d'Ethafoam<sup>®</sup> d'une épaisseur de 9 cm. Les pièces ont été coupées dans la mousse, puis les différentes rondelles ont été assemblées à la colle thermofusible. Finalement la forme définitive des jambes a été sculptée avec un cutter<sup>76</sup>.

<sup>72</sup> Cf. annexe 5.1 : document 3, p. 93.

<sup>73</sup> NiceABS Natural [En ligne], 2020.

<sup>74</sup> Cf. annexe 5.2 : document 4, p. 94-96.

<sup>75</sup> Cf. annexe 5.3 : document 5, p. 97-98.

<sup>76</sup> Cf. annexe 4.4 : figures 72-74, p. 84-85.

Chaque pièce est percée selon le patron, afin de passer des chevilles d'assemblage. Ainsi, chaque jambe est traversée dans sa longueur d'un tube carré en aluminium de 10 mm de côté. Ces tubes facilitent le montage des jambes et les renforcent. Mais ils servent également de système de fixation coulissant, entre les jambes et les pieds. Pour cela, un tube en aluminium de 8 mm a été fixé dans les tubes des pieds, et vient coulisser dans le tube des jambes<sup>77</sup>. Des languettes de Tyvek\*<sup>®</sup> munies de velcro permettant de maintenir solidaires les pieds et les jambes<sup>78</sup> (cf. figure 77 ci-dessous).

Après assemblage et sculptage des jambes, la mousse a été recouverte d'une toile de coton servant de support sur lequel coudre de la ouatine de polyester afin d'obtenir des jambes aux mesures du sokol. Le tout est ensuite gainé de jersey coton écru qui offre une surface douce et stable en contact avec le sokol<sup>79</sup>. Des aimants en néodyme\*<sup>80</sup> ont été collés à l'Araldite<sup>®</sup> Cristal sur chaque talon, puis dissimulés dans le ouatinage<sup>81</sup>. Ces aimants puissants pourront servir, si besoin, à modifier la position du mannequin lorsqu'il sera suspendu, grâce à des contre-aimants attachés à des fils nylon<sup>82</sup> fixés au plafond.

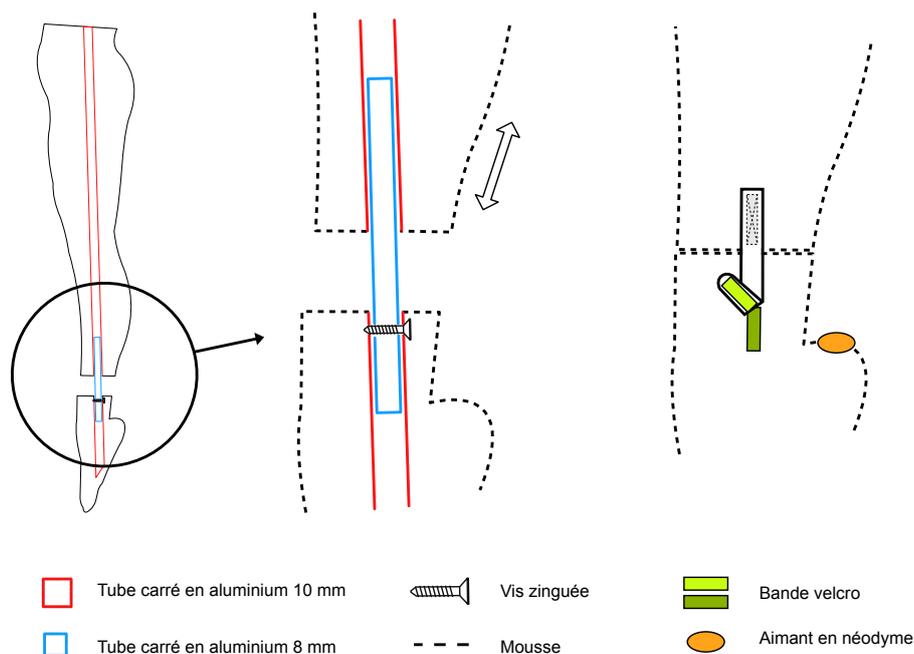


Figure 77 Schéma du système de fixation entre les pieds et les jambes. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

<sup>77</sup> Cf. annexe 4.4 : figure 75, p. 85.

<sup>78</sup> Cf. annexe 4.4 : figure 76, p. 85.

<sup>79</sup> Cf. annexe 4.4 : figure 78, p. 85.

<sup>80</sup> Cf. annexe 5.4 : document 6, p. 99-101.

<sup>81</sup> Cf. annexe 4.4 : figure 79, p. 85

<sup>82</sup> Cf. annexe 4.4 : figure 80, p. 85.

#### 4.4. FABRICATION DE LA PARTIE SUPÉRIEURE

La partie supérieure est composée de 34 pièces imprimées en ABS. Les pièces représentant le corps sont anthracite et celles incarnant le léotard sont blanc cassé. Chaque pièce a été imprimée individuellement. Leurs géométries compliquées ont nécessité d'utiliser des supports durant l'impression. Cela signifie que l'imprimante va ajouter des parties imprimées pour soutenir les parties de la pièce qui sont dans le vide<sup>83</sup>. Le retrait des supports après impression peut s'avérer très facile et rapide, ou au contraire très laborieux, selon la pièce et sa géométrie. Il a été réalisé à l'aide d'une pince, d'un scalpel et d'un scalpel à ultrasons. Après nettoyage des pièces, elles ont été assemblées à l'aide de serre-câbles, puis collées à l'acétone et à l'Araldite® Cristal (pièces blanches), et avec un mélange ABS anthracite/acétone (pièces grises, jointures entre pièces grises et pièces blanches)<sup>84</sup>. Les défauts d'impressions et irrégularités de collage sur les pièces ont été égalisés à la lime<sup>85</sup>.

#### 4.5. ANNEAUX

Il était initialement prévu d'imprimer les anneaux, en un bloc avec les mains. Cependant, le diamètre extérieur réglementaire des anneaux de gymnastique est d'environ 23 cm (diamètre intérieur de 18 cm, diamètre du profil 2,8 cm)<sup>86</sup>, ce qui imposait de couper chaque anneau en plusieurs parties et de les assembler ensuite. Cela aurait pu poser des problèmes de solidité, et la pièce "main + une portion d'anneau" aurait été susceptible de poser des problèmes à l'impression.

Par conséquent, des anneaux ont été coupés à la CNC\* dans du plexiglas® gris fumé d'une épaisseur de 5 mm (travail sous-traité à l'entreprise Serex construction plastiques à Puidoux). Afin de pouvoir enfiler les anneaux dans les mains fermées, ils ont été coupés en deux diamétralement<sup>87</sup>, puis



Figure 87 Ligature de l'anneau avec du fil nylon.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020

Une encoche a été découpée dans le diamètre intérieur des anneaux pour s'adapter à l'espace entre la paume et les doigts. Étant donné que le Plexiglas® ne se colle qu'avec un adhésif spécial ou du chloroforme, les anneaux ont été réassemblés par un



Figure 86 Gouillage des anneaux avec plaquettes et goupilles en argent 925.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

gouillage en argent 925 sur la partie supérieure (cf. figure 86)<sup>88</sup>. L'assemblage à l'intérieur des mains ne pouvait être goupillé, c'est

<sup>83</sup> Cf. annexe 4.5 : figure 81, p. 86.

<sup>84</sup> Cf. annexe 4.5 : figures 82-83, p. 86.

<sup>85</sup> Cf. annexe 4.5 : figures 84, p. 86.

<sup>86</sup> Norme des engins FIG [En ligne], 2011, II GAM 3.

<sup>87</sup> Cf. annexe 4.6 : figure 85, p. 87.

<sup>88</sup> Gouillage et ajustage des anneaux faits à l'atelier de bijouterie Comme par hasard... à Yverdon-les-Bains.

pourquoi les anneaux ont été percés de quatre trous, puis ligaturés avec un fil nylon de 1 mm de diamètre (cf. figure 87). Les nœuds ont été sécurisés avec de l'Araldite® Cristal.

#### 4.6. ASSEMBLAGES ENTRE LES DEUX PARTIES DU MANNEQUIN

Pour faciliter le transport, le stockage et la suspension, le mannequin se présente en deux pièces, qui s'assemblent au niveau de la taille. Pour cela, le haut des jambes a d'abord été renforcé par un carton non acide, cousu sur de la toile de coton<sup>89</sup>. Puis des petits aimants en néodyme ont été collés sur la plaque de carton et sur le bas du torse. Ils permettent d'assembler correctement les jambes par rapport au torse<sup>90</sup>. La fixation effective entre les deux parties se fait au moyen de quatre languettes de Tyvek® munies de bande Velcro, qui sont fixées en haut des jambes. Les languettes se passent par-dessus le maillage blanc du torse, et se fixent sur les contre-Velcros placés sur les cuisses du mannequin, sous le gainage<sup>91</sup>.

#### 4.7. SYSTÈME DE SUSPENSION DU MANNEQUIN

Le mannequin a été habillé et suspendu dans les réserves du Musée Olympique, afin de le présenter à Mme Reymond, aux collaborateurs et à Mme Teo, directrice de la Fondation Olympique pour la Culture et le Patrimoine. Un système de sangles a été conçu et fabriqué afin de faciliter son installation<sup>92</sup>. Ce système est composé de deux pièces : la sangle 1 est munie d'une bande de velcro mâle sur une de ses extrémités, et de velcro femelle sur l'autre extrémité. La



Figure 94 Bonnet sur le support.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

sangle 2, longue, est munie à l'une de ses extrémités d'une bande de velcro mâle sur une face, et d'une bande de velcro femelle sur l'autre face. La deuxième extrémité de la sangle est garnie d'une boucle de réglage en plastique (cf. figure 93).

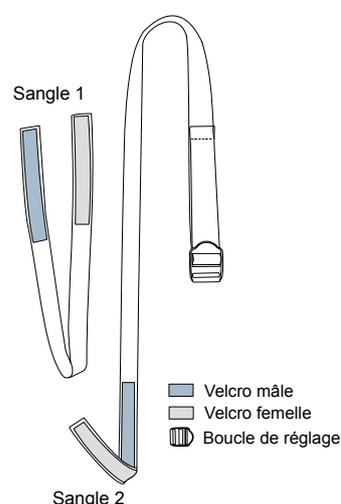


Figure 93 Schéma des sangles de suspension.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

#### 4.8. SUPPORT POUR LE BONNET

Le bonnet n'était pas porté durant les épreuves sportives, c'est pourquoi il fallait prévoir un support pour l'exposer à part (cf. figure 94). Le bonnet est actuellement stocké avec un petit rembourrage de papier de soie, ainsi le support d'exposition a été conçu pour qu'il puisse également

<sup>89</sup> Cf. annexe 4.6 : figures 88 et 89, p. 87.

<sup>90</sup> Cf. annexe 4.6 : figures 90 et 91, p. 87-88.

<sup>91</sup> Cf. annexe 4.6 : figure 92, p. 88.

<sup>92</sup> Cf. Point 5.3 Suspension du mannequin, p. 38-39.

servir de support de stockage. Le support se compose donc d'un pied imprimé en ABS, surmonté d'une forme en Ethafoam® ouatinée et gainée de jersey noir<sup>93</sup>. Les deux parties s'assemblent grâce à des petits aimants en néodyme, ce qui permettra de retirer le pied afin de ne laisser la forme rembourrée dans le bonnet lors du stockage<sup>94</sup>.

#### 4.9. DISCUSSION

Le mode de fabrication mixte du mannequin d'après un fichier unique modélisé sur Blender a permis de cumuler les avantages de la technologie (précision, corps aux formes convaincantes, esthétique étudiée...) et du travail artisanal (ajustage sur mesure, rapidité d'exécution, matériel et outillage facilement disponibles...), et d'obtenir un mannequin qui, après habillage, s'avère relativement bien adapté aux objets, alors qu'il a été intégralement fabriqué hors du musée, sans essayages intermédiaires<sup>95</sup>. Seuls les pieds mériteraient d'être corrigés : il était, en effet, très difficile de fabriquer des formes bien ajustées pour des chaussons sans avoir les objets à disposition. Pour un résultat final plus soigné, les pieds du mannequin auraient pu être gainés en jersey noir plutôt qu'en jersey blanc cassé<sup>96</sup>, un détail qui s'est révélé à l'habillage. Lors de son usage par l'athlète, le sokol venait se crocher sur l'avant des chaussons, couvrant intégralement le pied et permettant de tendre le sokol<sup>97</sup> mais ce n'est pas possible de le faire sur le mannequin, car cela tire beaucoup trop sur le tissu et sur les crochets. Ce problème, aurait peut-être pu être identifié avec des essayages intermédiaires du sokol sur la partie en mousse, justifiant éventuellement un changement de pose sportive avant l'impression du torse.



*Figure 103 Après habillage du mannequin, il ressort que la partie imprimée aurait dû être plus grande afin de mieux correspondre aux jambes avec le sokol.*  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

Après habillage et suspension du mannequin dans les réserves du musée, il apparaît également que la cage thoracique du mannequin est trop petite par rapport au haut des jambes (cf. figure 103). Cela est dû à une mauvaise anticipation lors de la modélisation. Tout d'abord, en modifiant la partie supérieure pour créer le maillage, il a fallu transformer le mesh en triangulation, ce qui a modifié le tour de taille. Il aurait fallu augmenter le tour de taille de la partie supérieure lors de la modélisation et prendre en

---

<sup>93</sup> Cf. annexe 4.7 : figures 95-97, p. 88-89.

<sup>94</sup> Cf. annexe 4.7 : figure 98, p. 89.

<sup>95</sup> Cf. annexe 4.8 : figure 99 et 100, p. 90.

<sup>96</sup> Cf. annexe 4.8 : figure 101, p. 90.

<sup>97</sup> Cf. annexe 4.8 : figure 102, p. 90

compte l'épaisseur du tissu. Cependant, vu avec un peu de distance, ce problème ne se remarque pas trop.

La forme du pied du support à bonnet a dû être revue et simplifiée par rapport à la maquette initiale, car la pièce était trop complexe et n'a pas pu être imprimée.

Vu le nombre d'heures nécessaires à l'impression et aux finitions pour obtenir un demi-mannequin, il est évident que si une telle fabrication devait être envisagée, il faudrait sous-traiter la fabrication à une entreprise possédant des imprimantes de grande taille, ce qui ferait gagner du temps de modélisation, d'impression, de main d'œuvre, et permettrait d'obtenir un rendu plus solide et plus esthétique (les collages à l'acétone rendent la surface de l'ABS très brillante et sont plus grossiers que le reste du maillage).

Cependant, il était très intéressant et instructif de tester l'impression 3D de manière autonome dans un FabLab, cela permet de connaître la technologie et les matériaux d'impression, ce qui est essentiel pour pouvoir rédiger un cahier des charges et le faire respecter en cas de sous-traitance.

Le Fosshape® avait été proposé comme matériau à tester pour la fabrication du mannequin, cependant il ne convenait pas dans ce cas. En effet, il est nécessaire d'avoir une forme de base sur laquelle venir mouler le Fosshape®. La très petite taille du sokol ainsi que la pose sportive imposaient d'avoir une forme sur mesure. Dès lors, s'il fallait fabriquer un moule, il était tout aussi pertinent de fabriquer directement le mannequin. D'autant plus que le Fosshape® coûte assez cher, qu'il est difficile de se le procurer en Suisse et qu'il requiert un certain savoir-faire et du matériel (machine à coudre et centrale vapeur). De plus, la faible rigidité du Fosshape® impose de placer des renforts internes (baleines ou disques de mousse). Il reste néanmoins un matériau validé<sup>98</sup> et fréquemment utilisé pour exposer des collections textiles, c'est pourquoi, à toutes fins utiles, une sélection de publications à son sujet se trouve dans la bibliographie thématique (p. 48-49).

---

<sup>98</sup> Cf. annexe 5.5 : tableau 3 p. 102.

## 5 FICHE TECHNIQUE DU PROTOTYPE ET DU SUPPORT À BONNET

### 5.1. DONNÉES TECHNIQUES

Le tableau 4 présente une fiche technique synthétique du mannequin et du support à bonnet. Un tableau détaillé des matériaux ainsi que la liste des fournisseurs se trouvent en annexe<sup>99</sup>.

Tableau 4 Fiche technique du mannequin et du support à bonnet.

	<b>PARTIE SUPÉRIEURE</b>	<b>PARTIE INFÉRIEURE</b>	<b>SUPPORT À BONNET</b>
POIDS	1,6 kg	1,4 kg	120 g
DIMENSIONS	Hauteur : 60 cm Largeur : 130 cm Profondeur : 30 cm	Hauteur : 105 cm Largeur : 35 cm Profondeur : 25 cm	Hauteur : 24 cm Largeur : 19 cm Profondeur : 17,5 cm
MATÉRIAUX CONSTITUTIFS	ABS Plexiglas® Aimants Velcro	Ethafoam® Coton Ouatine polyester Tubes aluminium Aimants Velcro	ABS Ethafoam® Carton cannelé non acide Coton Ouatine polyester Aimants
MODES D'ASSEMBLAGES	Collage par fusion chimique Collage avec adhésif Goupillage Ligatures	Couture Collage avec adhésif Vissage	Collage par fusion chimique Collage avec l'adhésif Couture
MATÉRIAUX D'ASSEMBLAGE	Acétone + ABS Araldite® Cristal Argent 925 Fil nylon	Fil polyester Colle thermofusible Araldite® Cristal Vis zinguées	Fil polyester Colle thermofusible Araldite® Cristal Acétone

### 5.2. RECOMMANDATIONS

#### 5.2.1 Manipulation et stockage du mannequin et du support à bonnet

La partie supérieure doit être manipulée avec précaution. La partie blanc cassé est fragile, et peut se briser en cas de chute. Les parties grises sont plus denses, plus lourdes et plus solides que les blanches, c'est pourquoi, lors du stockage, il est préférable de poser la partie supérieure du mannequin en appui sur ses parties grises. Les anneaux en Plexiglas® sont solides, mais le Plexiglas® se raye facilement, par conséquent il faut éviter qu'ils tournent trop dans les mains du mannequin durant les manipulations.

<sup>99</sup> Cf. annexe 5.6 : tableau 5 et 6, p. 103-104.

Les sangles courtes de suspension peuvent rester nouées sur les anneaux, puis venir s'accrocher autour des bras afin de maintenir les anneaux dans une position stable.

La mousse utilisée pour fabriquer les jambes est sensible à l'écrasement. Par conséquent il faut manipuler les jambes sans les serrer, et ne pas les disposer sous une charge lourde qui pourrait l'écraser.

Le support à bonnet est fabriqué avec les mêmes techniques que le mannequin, donc il nécessite les mêmes précautions de manipulation : la partie en mousse gainée de jersey noir ne doit pas être serrée trop fort ni placée sous une charge. Le pied est sensible à la casse, il ne faut pas lui faire subir de torsion ni de chutes.

### 5.2.2 Conservation préventive

L'ABS doit être conservé comme tous les plastiques : on recommande une température constante, si possible inférieure à  $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}/24\text{h}$ . On évitera la lumière naturelle, et les ultraviolets doivent être filtrés, l'ABS y étant particulièrement sensible<sup>100</sup>. Une humidité relative inférieure à 50 % est préconisée, ainsi qu'une bonne ventilation. Il est préférable de protéger les plastiques de la poussière<sup>101</sup>.

La partie inférieure, composée essentiellement de mousse de polyéthylène et de coton, peut être conservée selon les mêmes préconisations.

### 5.2.3 Entretien

Les parties en ABS ne doivent pas entrer en contact avec de l'acétone. L'acétone, en application modérée, rend l'ABS très brillant, en le dissolvant en surface.

Si un nettoyage est nécessaire, il est préférable de commencer par un dépoussiérage doux à l'aide d'un aspirateur et d'un pinceau doux. Si nécessaire, le nettoyage peut être poursuivi avec un tampon de coton légèrement humidifié à l'eau distillée, une solution aqueuse de surfactant ou d'agent chélatant, ou d'éthanol. Terminer en essuyant la surface avec du coton humidifié à l'éthanol<sup>102</sup>.

---

<sup>100</sup> Fenn et Williams, 2020, tableau 4.

<sup>101</sup> Ramel Rouzet, 2019.

<sup>102</sup> Fenn et Williams, 2020.

### 5.3. SUSPENSION DU MANNEQUIN

Des sangles ont été prévues pour la suspension. Le mannequin étant fragile et encombrant, il faut être minimum deux personnes pour procéder à sa suspension.

#### Mode d'emploi des sangles (cf. figure 105 ci-dessous)

1. La sangle 1 (courte) se noue autour de l'anneau. On veillera à arranger le nœud de telle sorte que les bandes de velcro se trouvent face à face, du côté interne de la sangle.
2. Prendre la sangle 2 (longue), et la passer dans ou autour du système de fixation au plafond, en utilisant l'extrémité de la sangle munie de velcro. La boucle de réglage doit rester face à l'opérateur, avec le retour de la sangle placé contre le haut.
3. Prendre le bout de la sangle muni de velcro, et le passer dans la boucle de réglage depuis l'arrière vers l'avant.
4. Ressortir de bout de la sangle par la dernière fente de la boucle, de l'avant vers l'arrière, et tirer sur la sangle jusqu'à avoir dégagé toute la bande de velcro.
5. En soutenant bien le mannequin (idéalement en le tenant sous les bras), fixer les bandes velcro de la sangle 1 sur les bandes velcro de la sangle 2.
6. Régler la hauteur de suspension à l'aide des boucles de serrage.

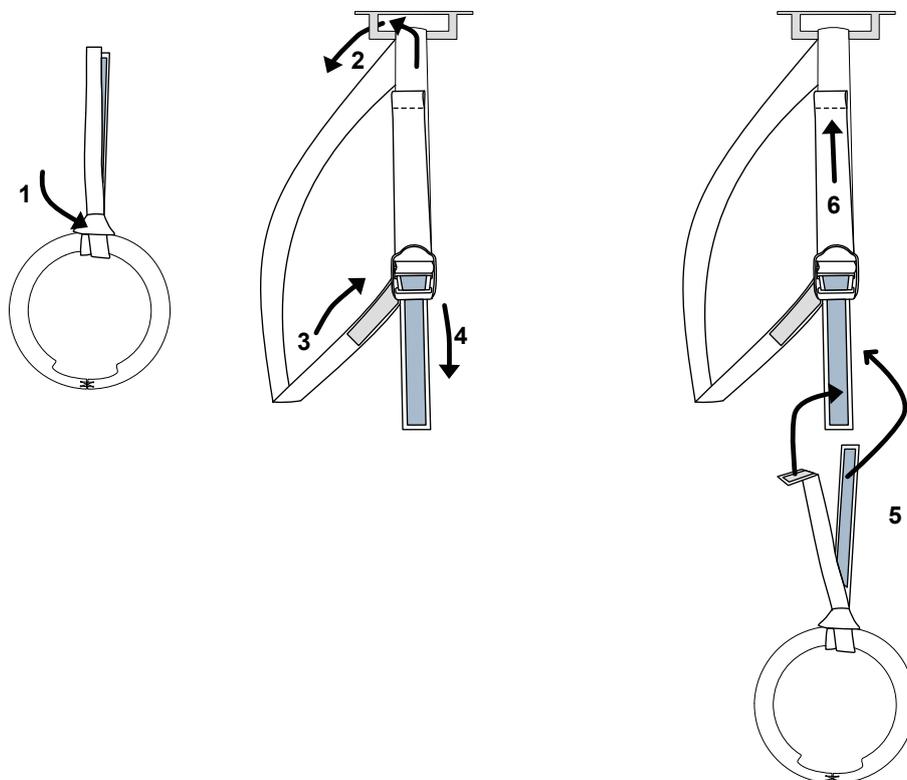


Figure 105 Schéma de montage du système de suspension du mannequin. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

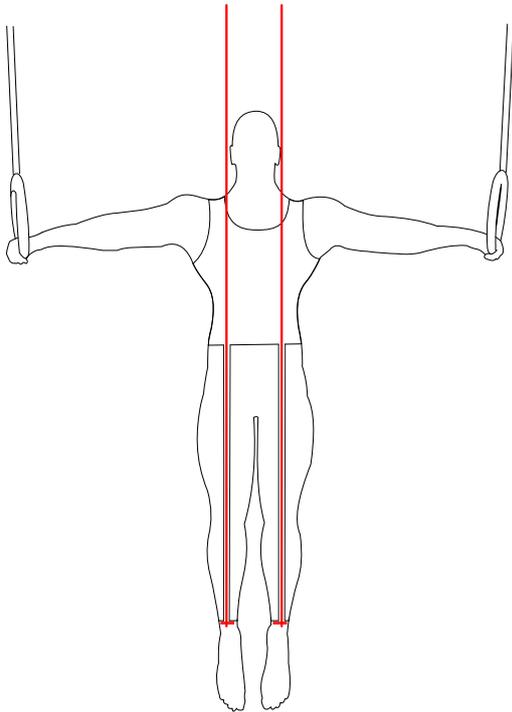


Figure 106 Mode de suspension de sécurité, à l'aide de fils nylon. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

Si un mannequin de ce type devait être suspendu dans une salle d'exposition, il serait prudent d'assurer ce mode de suspension par un deuxième. Pour cela, des fils nylon pourraient être passés à travers les tubes en aluminium traversant les jambes. Ces fils seraient noués autour d'une petite pièce plate qui viendrait s'appuyer contre l'ouverture du tube (au niveau de la cheville). Ils ressortiraient ensuite par le maillage de la partie supérieure du mannequin, pour être accrochés au plafond (cf. figure 106).

Cependant, le prototype, malgré sa légèreté (environ 3 kg, voir point 5.1), se montre très stable lorsqu'il est suspendu, trouvant son point d'équilibre à la verticale et ne se balançant pas lorsque l'on s'en approche.

#### 5.4. COÛTS ET DURÉE DE PRODUCTION

Le budget alloué par la Fondation s'élevait à 2000.-

La plupart des fournitures ont été achetées sur ce budget, qui a aussi servi à payer les heures d'impression 3D au FabLab de Neuchâtel ainsi que la fabrication des anneaux en sous-traitance. L'Ethafoam® a été fourni par la Fondation, et un certain nombre de petites fournitures ont été prises à la Haute-école Arc ou dans mes stocks personnels. Le tableau présentant le budget est divisé en deux colonnes, la première faisant le décompte de ce qui a été payé par la Fondation pour situer le montant dépensé sur l'enveloppe initiale, la deuxième comptabilise les autres fournitures. Certains matériaux ne font pas partie de ce décompte, il s'agit des petites chutes de carton non acide, d'un peu d'acétone et d'éthanol, de quelques centimètres de fil nylon ainsi que de la plaque et du fil argent pour le goupillage des anneaux.

Ainsi, le mannequin a coûté 1165,05.-, dont 1042,40.- pris sur l'enveloppe de 2000.- allouée par la Fondation (cf. tableau 7).

Tableau 7 Devis de la fabrication du mannequin et du support à bonnet.

PRODUITS	Coûts des achats sur le budget	Dépenses hors budget
Filaments d'impression anthracite et naturel (avec frais de port)	111,9	
Aimants en néodyme diverses tailles (avec frais de port)	30,1	
Jersey coton bio offwhite	40	
Jersey coton bio noir	10	
Canevas coton basic écru	32	
Non tissé molleton volumineux de polyester	15,6	
Fil à coudre Mettler Seralon polyester blanc	11,8	
Fil à coudre Mettler Seralon polyester noir	5,95	
Frais de port	7,5	
3 Tubes aluminium	0	16,25
Ethafoam (120x60x9 cm) selon estimation		58
Colle thermofusible		8,95
Araldit® Cristal		11,3
Bande Velcro		11
Sangle PP		13,95
Boucle de réglage		3,2
2 anneaux en plexiglas® (avec frais de port)	77,55	
Frais d'impression FabLab Neuch selon offre	700	
<b>SOUS-TOTAL</b>	<b>1042,4</b>	122,65
<b>TOTAL</b>		<b>1165,05</b>

Ce prix de fabrication ne compte pas la main d'œuvre. Les heures employées pour fabriquer le mannequin et le support à bonnet n'ont pas été comptées strictement, ces chiffres n'auraient pas été pertinents, car ils comprennent une grande part d'apprentissage (modélisation, impression, tests). On peut tout de même retenir que l'impression des 34 pièces a été calculée par le logiciel de l'imprimante à 170 heures. Cependant, ces 170 heures ne correspondent qu'à la stricte durée d'impression, il faut ajouter au minimum 20 minutes par pièce, ce qui correspond aux temps de chauffage et de refroidissement de l'imprimante, qui s'effectuent automatiquement chaque fois qu'une impression est lancée, ou se termine.

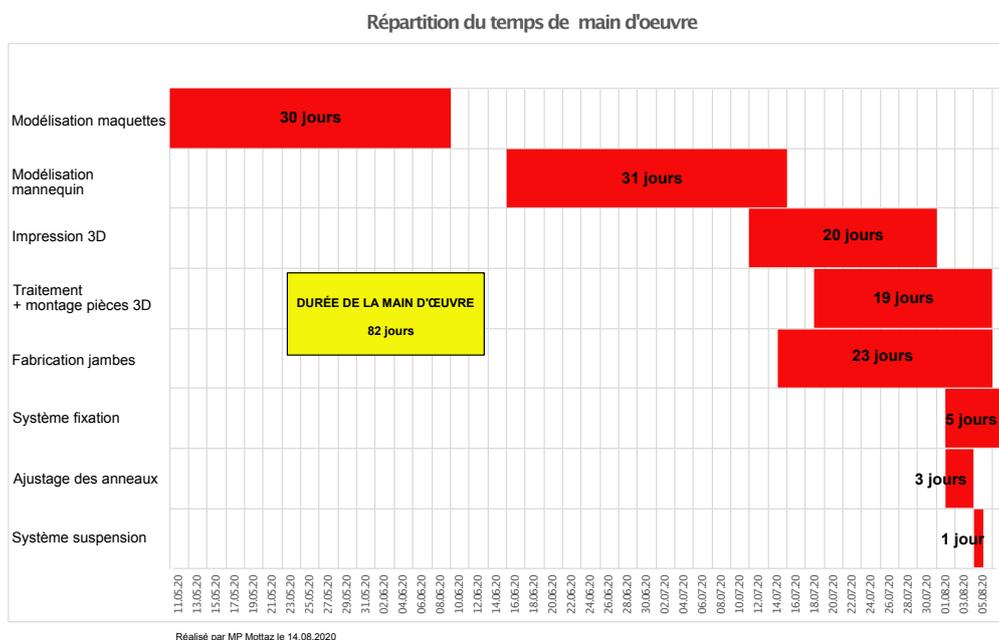
Le tableau 8 propose une estimation de la durée de chaque tâche, dont certaines ont été effectuées simultanément. Deux imprimantes étaient à disposition, elles étaient programmées chaque soir pour imprimer une pièce durant la nuit. Les semaines comptaient 7 jours de travail, et les jours entre 10 et 15 heures travaillées.

Les deux tâches ayant été le plus chronophages concernent la modélisation de la maquette de présentation et du fichier d'impression. L'apprentissage du logiciel et de ses possibilités s'est fait durant la production de ces fichiers. Il a donc fallu trouver au fur et à mesure des solutions pour résoudre des problèmes qui survenaient. Les premiers fichiers produits semblaient parfaits sur l'écran, mais n'étaient pas imprimables. Chaque pièce a donc été refaite de nombreuses fois avant d'arriver à un fichier exploitable.

Si un autre mannequin devait être fabriqué de la même façon, il faudrait bien sûr beaucoup moins de temps pour concevoir les fichiers. Par contre le temps d'impression n'est pas compressible, au contraire, pour obtenir un résultat plus régulier il faudrait utiliser une buse plus fine pour toutes les pièces, ce qui

augmenterait nettement le temps d'impression (selon les estimations, il aurait fallu 230 heures pour imprimer toute la partie supérieure avec une buse fine).

Tableau 8 Répartition du temps de main d'œuvre entre le 11 mai et le 6 août pour la fabrication du mannequin.



## 6 DISCUSSION

Il aurait été fabuleux de pouvoir concevoir un prototype facilement reproductible pour tous types de tenues sportives. Cependant, cela va à l'encontre même du mandat honoré durant ce travail de Bachelor. En effet, dès que l'on fabrique du sur mesure, on travaille dans une optique de pièce unique et pas de série. Néanmoins, le mode de fabrication mixte mis au point pour fabriquer le prototype pourrait s'appliquer à la conception de mannequins modulables, par discipline sportive, permettant la mise en exposition de plusieurs tenues. Par exemple dans le cas de costumes de natation, la partie du mannequin soutenant le costume pourrait être fabriquée sur mesure en Ethafoam® ou en Fosshape®, alors que les membres et la tête seraient imprimés ou fabriqués dans un autre matériau durable (métal, fibre de verre, polymère imprimé testé...) et seraient positionnables sur n'importe quel tronc fabriqué sur mesure.

Les mannequins d'exposition sont des objets particuliers : ce sont de simples supports pour objets patrimoniaux, mais également des objets volumineux et généralement onéreux, qu'il faut entretenir et surtout stocker. Ces contraintes doivent être considérées lors de la conception de mannequins.

Il est illusoire de penser qu'il est possible de concevoir le mannequin idéal, qui répondrait à toutes les problématiques rencontrées par la Fondation, et seule une approche pluridisciplinaire pourrait aboutir à

des solutions convaincantes. Il faut aborder la conception de mannequins en prenant en compte le design, la conservation préventive, la muséographie, les tenues sportives...

Si la Fondation décidait de reconsidérer l'intégralité de son parc mannequins, il pourrait être judicieux de concevoir une base de données des objets par discipline, qui contiendrait les mesures précises des tenues, ce qui permettrait de les regrouper par taille et ainsi concevoir des mannequins qui pourraient convenir à plusieurs tenues.

En ce qui concerne les technologies 3D utilisées pour concevoir le mannequin de Leon Štukelj, Blender s'est révélé efficace pour la modélisation du personnage aux mesures, car la partie inférieure, après ouatinage, est tout à fait adaptée au sokol, sans aucun essayage intermédiaire. La création des patrons de coupe par le logiciel Slicer est également une technique à retenir, car elle facilite grandement le travail de sculptage de la forme.

L'impression 3D ne pourrait être utilisée pour la fabrication de mannequin d'exposition permanente qu'après avoir testé les filaments d'impression. Même en ayant choisi de l'ABS, qui a passé avec succès plusieurs tests d'Oddy, il ne faut pas oublier que chaque fabricant modifie les formules chimiques des polymères pour améliorer leurs propriétés, selon l'usage qui en sera fait. L'impression du prototype ayant été faite avec de l'ABS de deux couleurs et marques différentes, des différences très marquées ont été relevées dans les propriétés de ces filaments, permettant de confirmer la nécessité de tester chaque filament avant usage.

Même si l'impression 3D paraît peu adaptée à la fabrication de grosses pièces, c'est malgré tout une technologie qui évolue rapidement, et pourrait s'avérer, d'ici quelques années, de plus en plus adaptée à ce type de pièces, d'où l'intérêt de savoir utiliser ces outils et de suivre leurs évolutions.

L'impression 3D reste néanmoins un moyen accessible de fabriquer des prototypes sans devoir passer par des entreprises spécialisées. La modélisation 3D est, quant à elle, la porte d'entrée à de nombreuses technologies utilisables pour concevoir et usiner des socles ou des conditionnements, telles que le scan 3D et le fraisage CNC. C'est aussi un moyen d'obtenir des maquettes de présentation parfaitement représentatives de l'objet qui sera ensuite fabriqué (j'ai réalisé moi-même toutes les étapes de conception et fabrication de ce prototype, pourtant j'ai été vraiment surprise de découvrir à quel point le résultat était identique aux maquettes que j'ai présentées à Mme Raymond en juin).

## CONCLUSION

Malgré quelques défauts, le prototype fabriqué a pu être habillé avec la tenue de Leon Štukelj (cf. figure 104).

L'esthétique particulière du mannequin était un parti pris personnel, mais il a néanmoins convaincu les équipes de la Fondation. Cependant, s'agissant d'un prototype, le plus intéressant et pertinent dans ce



*Figure 104 Mannequin habillé et suspendu dans les réserves du musée.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.*

travail était d'explorer des technologies et des modes de fabrication qui sont peu ou pas documentés dans le domaine du mannequinage. L'apprentissage de la modélisation et de l'impression 3D ouvre de nouvelles possibilités qui ne se substitueront probablement jamais aux méthodes artisanales, mais qui permettent de les compléter ou de les améliorer.

Dans le cas où un tel mannequin devait être fabriqué pour une exposition permanente, la partie supérieure du mannequin pourrait être fabriquée en fil métallique (aluminium, acier inoxydable, laiton...). Les jambes pourraient être fabriquées selon la méthode utilisée pour ce prototype, cependant l'Ethafoam® s'écrase assez facilement lorsqu'on le comprime, par conséquent on pourrait les faire fibrer par un professionnel (fibre de verre et résine époxy) pour un résultat plus solide et durable.

D'un point de vue personnel, je ne remercierai jamais assez Mme Reymond de m'avoir donné carte blanche pour fabriquer ce prototype, car je souhaitais depuis longtemps apprendre à modéliser et imprimer en 3D. L'apprentissage de ces technologies nécessite un grand investissement personnel et il est plus facile de consacrer autant de temps et d'énergie lorsque l'on a un projet précis à réaliser. Concevoir les fichiers pour l'impression de ce mannequin a représenté un véritable défi pour moi qui n'avait jamais ouvert un logiciel de modélisation 3D auparavant, car malgré la quantité astronomique de tutoriels de Blender disponibles, aucun ne m'a offert de solution "carte en main". Par conséquent j'ai

mis en place mes propres protocoles de modélisation, que j'ai fait évoluer au fur et à mesure des problèmes rencontrés lors de l'impression. Les nombreuses pièces complexes que j'ai imprimées m'ont obligée à me confronter à plusieurs problématiques liées à l'impression 3D (notamment liées à l'ABS lui-même), que j'ai dû résoudre souvent seule, ce qui m'a permis d'apprendre beaucoup en très peu de temps.

L'utilisation de ces nouveaux outils numériques ne remplacera jamais, à mon avis, l'outillage et les savoir-faire artisanaux, mais la combinaison de toutes ces méthodes de conception et de fabrication offre, à qui sait les utiliser, des possibilités de plus en plus illimitées.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Acrylonitrile butadiène styrène.** [En ligne]. Wikipédia, 17 juillet 2019. [Consulté le 19 juillet 2020].  
<https://bit.ly/2ODPuye>
- Aimants en néodyme – Les superpuissants.** [En ligne]. Supermagnete.  
[Consulté le 07 août 2020]. <https://bit.ly/33wme5f>
- Amnés, Cynthia et Miles, Maria.** "A Method for Invisibly Mounting Costume Using Fosshape".  
Journal of the American Institute for Conservation, 51:1, 3-14, 2012.
- Appelbaum, Barbara.** *Conservation Treatment Methodology*. Butterworth Heinemann, Amsterdam, 2009.
- Arthur Zanetti wins gold in Pan-American men's rings.** [En ligne]. Agência Brasil, 15.07.2015.  
[Consulté le 25 juin 2020]. <https://bit.ly/2A6Y6Kc>
- Bharti, Neelam et Durant, Fletcher.** [En ligne]. "You're Printing What? Where? The material stability and safety of 3D printing thermoplastic polymers for fused filament fabrication".  
University of Florida Georges A. Smathers Libraries, 2018. [Consulté le 16 juillet 2020]  
<https://bit.ly/2OwV05L>
- Buckram.** [En ligne], Wikipédia, 22 mai 2020. [Consulté le 7 juin 2020]. <https://bit.ly/30kWdnJ>
- Domjan, Alexis.** *Tests d'identification des matériaux de conservation & Test d'Oddy. Support de cours*. 2018. Non publié.
- DuraPro ABS Anthrazit.** [En ligne]. Extrudr. [Consulté le 19 juillet 2020]. <https://bit.ly/3eFLnft>
- Fenn, Julia et Williams, R. Scott.** "Le soin des plastiques et des caoutchoucs". [En ligne].  
Gouvernement du Canada, 2020. [Consulté le 12.08.2020]. <https://bit.ly/2DKVJ1n>
- Flecker, Lara.** *A practical Guide to Costume Mounting*. Routledge, New York, 2013. PDF disponible en ligne : <https://bit.ly/2KVxGwK>
- Footage.framepool.com.** [En ligne]. Site permettant de faire des captures d'écran de vidéos.  
[Consulté le 23 juin 2020]. <https://bit.ly/2Cs82OZ>
- Fosshape.** [En ligne]. The AIC Wiki. [Consulté le 7 juin 2020]. <https://bit.ly/2XGOgYl>
- Glossaire visuel des altérations sur les œuvres d'art et les objets de musées.** [En ligne]  
Centre de conservation du Québec, 2013. [Consulté le 10 juin 2020]. <https://bit.ly/2MOFzty>
- Johnson, Kirk.** "OLYMPICS; A Long Olympian Life, in Careful Balance." [En ligne]. The New York Times, 18 avril 1998. [Consulté le 23 juin 2020]. <https://nyti.ms/3es8KKr>
- Justaucorps.** [En ligne], Wikipédia, 11 avril 2020. [Consulté le 26 mai 2020]. <https://bit.ly/2ZEBxqD>

- Lamotte, Vincent.** "Histoire des tenues gymniques". [En ligne]. Sportivore, 6 février 2018. [Consulté le 12 juin 2020]. <https://bit.ly/3hkiZCm>
- Leon Stukelj – A Legend of World Sport.** [En ligne]. Gymmedia.com. [Consulté le 23 juin 2020]. <https://bit.ly/3i2U4Ui>
- Leon Štukelj, Slovenia.** [En ligne]. International Gymnastics Hall of Fame. [Consulté le 23 juin 2020]. <https://bit.ly/317bj0x>
- "Les moisissures et les textiles".** [En ligne]. Note 13/15 de l'ICC, Gouvernement du Canada, 22.02.2019. [Consulté le 22 juillet 2020] <https://bit.ly/2WMxfex>
- "Le soin des cuirs de tannage végétal et minéral". [En ligne].** Notes 8/2 de l'ICC, Gouvernement du Canada, 22.02.2019. [Consulté le 21 août 2020]. <https://bit.ly/2Yj1QRy>
- "Les textiles et les conditions ambiantes".** [En ligne]. Note 13/1 de l'ICC, Gouvernement du Canada, 22.02.2019. [Consulté le 21 août 2020]. <https://bit.ly/34gVAxA>
- Machine-outil à commande numérique.** [En ligne]. Wikipédia, 2020. [Consulté le 16 juillet 2020]. <https://bit.ly/3eBGPqB>
- Mannenti, Giovanni.** "Leon Štukelj, il ginnasta centenario ostile al regime di Tito". [En ligne] SportHistoria, 8 novembre 2017. [Consulté le 4 mai 2020] <https://bit.ly/3b5sr85>
- Mousse de polyéthylène Ethafoam®.** [En ligne]. Promuseum, 2020. [Consulté le 7 juin 2020]. <https://bit.ly/3czwF8Y>
- NiceABS Naturel.** [En ligne]. 3D Jake. [Consulté le 19 juillet 2020]. <https://bit.ly/32zOljA>
- Norme des engins FIG.** [En ligne]. Fédération internationale de gymnastique, 2011. [Consulté le 23 juin 2020]. <https://bit.ly/2YoxNZ1>
- Oddy Tests Results: Case Construction Materials.** [En ligne]. Conservation Wiki, juin 2020. [Consulté le 15 juillet 2020].
- "Plages climatiques par types de matériaux".** [En ligne]. C2RMF, 2014. [Consulté le 21 août 2019]. <https://bit.ly/3hm4Dkk>
- Plaques de Mousse Plastazote®.** [En ligne]. Atlantis France. [Consulté le 7 juin 2020]. <https://bit.ly/3f35IBH>
- Politique de collections des artefacts. Principes et procédures.** [En ligne]. Le Musée Olympique, juillet 2011 (actualisé en juin 2013). [Consulté le 04 mai 2020]. <https://bit.ly/35uRgsX>
- Ramel Rouzet, Sylvie.** *Introduction aux matières plastiques.* Support de cours. 2019, *Non publié.*
- Rifs blog.** [En ligne]. Samedi 6 juin 2004. [Consulté le 25 juin 2020]. <https://bit.ly/31gxtNN>

**Segond, Anne-Laure.** *Etude de la compatibilité de polymères obtenus pas impression 3D et d'objets patrimoniaux.* Mémoire pour l'obtention du Bachelor of Arts HES-SO in Conservation, orientation objets archéologiques et ethnographiques, 2015. *Non publié*

**Sokol (gymnastique).** [En ligne]. Wikipédia, 2013. [Consulté le 12 juin 2020]. <https://bit.ly/3dTvz2>

**Sokol (mouvement tchègue).** [En ligne]. Wikipédia, 2020. [Consulté le 12 juin 2020]. <https://bit.ly/2MNXhIQ>

**Stare razglednice.** [En ligne]. Starerazglednice.com, 8.01.2018. [Consulté le 29 juin 2020]. <https://bit.ly/3ifHZv8>

**The XI<sup>th</sup> Olympic Games Berlin, 1936. Official Report, Volume II.** [En ligne]. Organisationskomitee für die XI. Olympiade Berlin 1936 E.V. [Consulté le 24 juin 2020]. <https://bit.ly/2Z2yXsz>

**Tyvek®.** [En ligne]. Préserv'Art, Centre de conservation du Québec, 2007. [Consulté le 07 août 2020]

**Uhlir, Shelly.** "Articulated Solutions for Mannequins in the Circle of Dance Exhibition at National Museum of the American Indian—New York". *Journal of the American Institute for Conservation*, 56:1, pp. 43–58, 2017.

**Uhlir, Shelly.** "Mounting Multiple-piece Ensembles for an Exhibition of Plains, Plateau and Great Basin attire at the National Museum of the American Indian". *Journal of the American Institute for Conservation*, Vol. 51, No. 1, Mountmaking Special Issue (Spring/Summer), pp. 99-116, 2011.

**Vigarello, Georges.** "Le sport, la mode, le temps". In Grasse, Marie-Christine (dir.). *En mode sport*, Musée National du Sport, Samogy Editions d'art, 2015.

**"120th birthday of gymnastics legend Štukelj to be marked".** [En ligne]. *The Slovenia Times*, 12 novembre 2018. [Consulté le 06 mai 2020]. <https://bit.ly/2YLAd4u>

## BIBLIOGRAPHIE THÉMATIQUE

### Fabrication/transformation de mannequins/mannequinage

- Amnés, Cynthia et Miles, Maria.** "A Method for Invisibly Mounting Costume Using Fosshape".  
Journal of the American Institute for Conservation, 51:1, 3-14, 2012.
- Ayele Djossa, Christina.** "The Art of Dressing Mannequins in Rare and Historic Garments. It's not easy". [En ligne]. Atlas Obscura, 13 avril 2018. [Consulté le 29 décembre 2019].  
<https://bit.ly/35u2ez0>
- Fajardo, Susana et al.** "Mounting Historic Dress for Display". [En ligne] Victoria & Albert Museum, 2016. [Consulté le 2 juillet 2019] <https://bit.ly/2KXJe2i>
- Flecker, Lara.** *A practical Guide to Costume Mounting*. Routledge, New York, 2013. PDF disponible en ligne : <https://bit.ly/2KVxGwK>
- Flecker, Lara and Lee, Rachel.** "Out on a Limb: the Fosshape Revolution". [En ligne]. V&A Blog. Victoria and Albert Museum, London, 23.01.2017. [Consulté le 31 juillet 2020].  
<https://bit.ly/35GKmRP>
- Morena, Jill et Voskamp, Apryl.** "Much Ado About Mannequins: Making the Perfect Form". [En ligne]. Connecting to Collection Care. Harry Ransom Center, 2016. [Consulté le 4 mai 2020]  
<https://bit.ly/3fjSc8d>
- Mürau, Elke et Muschel, Carolin.** "Die Kunst der Präsentation. Figurinen für die Kostüme in den Dauerausstellungen des Schweizerischen Nationalmuseums". *Restaura*, 2/2012, pp. 20-27.
- The C Word** Podcast [En ligne] S04E03: Costume Mounting. [Consulté le 28 décembre 2019]  
<https://bit.ly/2SCx2Z4>
- Uhlir, Shelly.** "Articulated Solutions for Mannequins in the Circle of Dance Exhibition at National Museum of the American Indian—New York". Journal of the American Institute for Conservation, 56:1, pp. 43–58, 2017.
- Uhlir, Shelly.** "Mounting Multiple-piece Ensembles for an Exhibition of Plains, Plateau and Great Basin attire at the National Museum of the American Indian". Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 51, No. 1, Mountmaking Special Issue (Spring/Summer), pp. 99-116, 2011.
- Wos Jucker, Agnieszka.** "V. Der Bau der Figurinen". In Niekamp, Bettina und Wos Jucker, Agnieszka. *Das Prunkkleid des Kurfürsten Moritz von Sachsen (1521-1553) in des Dresdner Rüstkammer*. Riggisberger Berichte, Riggisberg, Abegg Stiftung, 2008.

### Utilisation du Fosshape® en contexte patrimonial

**Amnéus, Cynthia et Miles, Maria.** "A Method for Invisibly Mounting Costume Using Fosshape".  
Journal of the American Institute for Conservation, 51:1, 3-14, 2012.

**Gamper, Charlotte, Gibb, Ian et Henni ACR, Emma.** "Keeping in Shape" an Investigation into the Suitability of Using Fosshape™ for Costume Storage Mounts at Historic Royal Palaces". North American Textile Conservation Conference, New York, 19–20 novembre 2015. Historic Royal Palaces Textile Conservation Studios, Hampton Court Palace, Surrey, UK. 2015

**Internal Support Mount for Shoes** [En ligne]. Stash.com. [Consulté le 30 décembre 2019].  
<https://bit.ly/2WjRKxS>

**Lee, Rachel.** "The Fosshape Revolution", 2017. *Non publié.*

### Logiciels et tutoriels de 3D

**Blender**, téléchargement du logiciel en ligne : <https://www.blender.org/download/>  
[Consulté le 6 juin 2020].

**Blenderartists.org** [en ligne]. Pour des tutoriels et des addons. [Consulté le 6 juin 2020].  
<https://blenderartists.org>

**Blender Beginners** [en ligne]. Groupe d'échange sur Facebook. [Consulté le 6 juin 2020].  
<https://www.facebook.com/groups/blenderbeginners/>

**Blender Guru** [en ligne]. Andrew Price est un Australien qui réalise de nombreux tutoriels gratuits pour apprendre à utiliser Blender, depuis le niveau débutant. [Consulté le 6 juin 2020].  
<https://www.blenderguru.com>

**Blender 3D France** [en ligne]. Groupe d'échange sur Facebook. [Consulté le 6 juin 2020].  
<https://www.facebook.com/groups/392042227520290/>

**Blender™ World** [en ligne sur Facebook]. Groupe d'échange sur Facebook.  
[Consulté le 6 juin 2020]. <https://www.facebook.com/groups/blenderworld/>

**MB-LAB Open Source character Creation** [en ligne] Site pour télécharger l'addon MB-LAB permettant de générer des personnages. [Consulté le 6 juin 2020].  
<https://mb-lab-community.github.io/MB-Lab.github.io/>

## GLOSSAIRE

### **Aimants en néodyme**

Les aimants en néodyme sont constitués d'un alliage de néodyme, de fer et de bore (NdFeb) et ils ont la particularité d'être superpuissants. Cet alliage permet donc d'obtenir des aimants forts de très petites tailles<sup>103</sup>.

### **Buckram**

Le buckram est une étoffe de coton ou de lin imprégnée de différentes substances (amidon, ou adhésif synthétique) qui permet de fabriquer des objets rigides en réactivant les produits d'imprégnation par de la chaleur ou de l'humidité et en le formant sur un moule. Le buckram s'utilise en reliure pour couvrir des livres, mais également en chapellerie<sup>104</sup>.

### **Ethafoam®**

Marque commerciale d'une mousse de polyéthylène neutre et stable, qui se coupe facilement et qui s'utilise pour caler ou conditionner des objets patrimoniaux<sup>105</sup>.

### **Fosshape®**

Le Fosshape® est un matériau thermoplastique composé de fibres polyester. Il ressemble à du feutre, et peut se coudre et se couper. Lorsqu'il est soumis à une chaleur sèche ou sous forme de vapeur entre 100 et 130 °C, les fibres se rétractent (jusqu'à 30%) et durcissent, ce qui permet sa mise en forme sur un moule. Le polyester étant un polymère stable et neutre, il est de plus en plus utilisé dans les musées pour fabriquer des supports pour objets textiles<sup>106</sup>.

### **Fraisage CNC**

Le fraisage CNC est un mode de débitage d'une forme, à l'aide d'une fraiseuse CNC (commande numérique par ordinateur ou Computer numerical control), une machine-outil qui permet de débiter de la matière selon des plans réalisés numériquement<sup>107</sup>.

### **Léotard**

Maillot moulant porté par les acrobates et les gymnastes, inventé par Jules Léotard, un trapéziste français de la fin du 19<sup>e</sup> siècle. Pour les femmes, on parle plutôt de justaucorps<sup>108</sup>.

---

<sup>103</sup> Aimants en néodyme – Les superpuissants. [En ligne].

<sup>104</sup> Buckram. [En ligne]. 2020.

<sup>105</sup> Mousse de polyéthylène Ethafoam®. [En ligne], 2020.

<sup>106</sup> Fosshape. [En ligne]. 2020.

<sup>107</sup> Machine-outil à commande numérique. [En ligne], 2020.

<sup>108</sup> Justaucorps. [En ligne]. 2020.

### **Ouatinage (padding)**

Action de modifier la forme, le volume d'un mannequin ou d'un support, par ajout de plus ou moins de couches de ouatine en polyester cousues sur le gainage textile du mannequin.

### **Plastazote®**

Plastazote® est une marque de mousse de polyéthylène utilisée pour le calage et le conditionnement d'objets patrimoniaux. Cette mousse est stable, résistante et présente une bonne absorption d'énergie<sup>109</sup>.

### **Sokol (vêtement)**

Le sokol est un pantalon long et moulant pourvu de bandes élastiques cousues sur les côtés de l'ourlet, qui, en passant sous le pied, permettent de garder le sokol bien tendu. Il fait partie de la tenue réglementaire en gymnastique artistique masculine. On l'appelle également pantalon olympique<sup>110</sup>.

### **Sokol (mouvement tchèque)**

"Le Sokol est un mouvement gymnastique nationaliste tchèque fondé en 1862 par Miroslav Tirš et Jindřich Fügner. Ce mouvement mêle activités sportives, culturelles et patriotiques<sup>111</sup>."

### **Test d'Oddy**

Le test d'Oddy est un test de vieillissement artificiel, qui consiste en évaluant visuellement les effets de composés organiques volatils d'un matériau, sur des plaquettes témoin de cuivre, argent et plomb<sup>112</sup>.

### **Tyvek®**

Le Tyvek® est un tissu non tissé en fibres de polyéthylène haute densité (HDPE) fabriqué par DuPont®. Il est très fréquemment utilisé en conservation-restauration pour ses propriétés : léger mais résistant, résistant à l'eau, mais perméable à l'humidité et aux vapeurs, sa composition est stable et ne dégage pas d'acides<sup>113</sup>.

---

<sup>109</sup> Plaques de Mousse Plastazote®. [En ligne].

<sup>110</sup> Sokol (gymnastique). [En ligne], 2013.

<sup>111</sup> Sokol (mouvement tchèque). [En ligne], 2020.

<sup>112</sup> Domjan, 2018.

<sup>113</sup> Tyvek®. [En ligne], 2007.

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Tenue de cérémonie d'ouverture .....	p. 57
Figure 2 : Tenue de collaboratrice des jeux .....	p. 57
Figures 3-4 : Tenues et accessoires d'athlètes .....	p. 57
Figure 5 : Costumes de cérémonies présentés sur des mannequins blancs en fibre de verre .....	p. 58
Figure 6 : Vêtements d'athlètes sur des mannequins en polymère transparent .....	p. 58
Figure 7 : Vêtements d'athlètes sur des supports en polymère transparent .....	p. 58
Figure 8 : Vêtements sur des supports en tube métallique .....	p. 58
Figure 9 : Combinaison de lutte gréco-romaine de grande taille .....	p. 59
Figure 10 : Maillot de bain fragile, pose sportive à intégrer .....	p. 59
Figure 11 : Combinaison de patinage de vitesse, très compressive, pose sportive à intégrer .....	p. 59
Figure 12 : Pantalon de Leon Štukelj, porté durant les JO de Berlin en 1936 .....	p. 60
Figure 13 : Chaussures de Leon Štukelj, portées durant les JO de 1924, 1928 et 1936 .....	p. 60
Figure 14 : Bonnet de Leon Štukelj, porté durant les JO de 1924 et 1928 .....	p. 60
Figure 15 : Leon Štukelj ovationné durant les JO d'Atlanta en 1996 .....	p. 12
Figure 16 : École normale de gymnastique de Joinville en 1900 .....	p. 13
Figure 17 : Will Stadel, JO de Berlin 1936 .....	p. 13
Figure 18 : Tissu de maille du sokol .....	p. 60
Figure 19 : Braguette du sokol .....	p. 60
Figure 20 : Sokol de Leon Štukelj.....	p. 14
Figure 21 : Élastique sur le coup de pied des chaussons .....	p. 61
Figure 22 : Semelle des chaussons .....	p. 61
Figure 23 : Chaussons de Leon Štukelj .....	p. 14
Figure 24 : Bonnet de Leon Štukelj .....	p. 15
Figure 25 : Bande surpiquée en textile sur le bonnet .....	p. 61
Figure 26 : Cocarde des Sokols .....	p. 61
Figure 27 : Schéma de localisation des zones d'altérations du sokol .....	p. 15
Figures 28-29 : Bustes de couturière mannequiné .....	p. 74
Figure 30 : Mannequins en fibre de verre modifiés avec du Fosshape® .....	p. 74
Figure 31 : Mannequin sculpté dans de l'Ethafoam® .....	p. 75
Figure 32 : Support invisible en Fosshape® .....	p. 75
Figure 33 : Costume de Superman .....	p. 18
Figure 34 : Écran d'accueil de Blender 2.82a .....	p. 75
Figure 35 : Menu déroulant de MB-Lab .....	p. 76
Figure 36 : Homme généré par MB-Lab .....	p. 76

Figure 37 : Personnage vu en mode édition sur Blender .....	p. 77
Figure 38 : Leon Štukelj aux JO de Berlin de 1936 .....	p. 20
Figure 39 : Leon Štukelj aux barres parallèles, JO de Lyon 1926 .....	p. 78
Figure 40 : Essai de représentation du mannequin aux barres parallèles .....	p. 78
Figure 41 : Leon Štukelj dans une pose au sol .....	p. 79
Figure 42 : Essai de représentation d'une pose au sol .....	p. 79
Figure 43 : Leon Štukelj aux anneaux aux JO de Berlin 1936 .....	p. 80
Figure 44 : Essai de représentation d'une pose aux anneaux .....	p. 80
Figure 45 : "Iron Cross" par Albert Azarian .....	p. 23
Figure 46 : "Iron Cross" par Arthur Zanetti, 2015 .....	p. 23
Figure 47 : "Iron Cross" par Leon Štukelj, 1930 .....	p. 23
Figure 48 : Robe exposée sur un support invisible en Fosshape® .....	p. 81
Figure 49 : Chaussure illusionniste en Fosshape® .....	p. 81
Figure 50 : Maquette du mannequin, surface pleine .....	p. 24
Figure 51 : Décoration murale en maillage métallique .....	p. 24
Figure 52 : Coquetier imprimé en 3D .....	p. 24
Figure 53 : Leon Štukelj, Paris, 1924 .....	p. 81
Figure 54 : Leon Štukelj .....	p. 81
Figure 55 : Maquette du mannequin .....	p. 25
Figure 56 : Détail du torse et du support à bonnet .....	p. 25
Figure 58 : Slicer des jambes .....	p. 82
Figure 59 : Patron de coupe des jambes .....	p. 82
Figure 60 : Fichier 3D, la partie supérieure est divisées en 34 parties.....	p. 83
Figure 61 : Le mesh est modifié en une géométrie simplifiée .....	p. 83
Figure 62 : Le mesh est transformé en pièce en volume .....	p. 83
Figure 63 : Ajout de faces pour rendre la pièce imprimable .....	p. 83
Figure 64 : Correction de la géométrie des pièces pour les ajuster entre elles .....	p. 83
Figure 65 : Imprimante Ultimaker <sup>3</sup> .....	p. 84
Figure 66 : Imprimante Ultimaker <sup>3</sup> Extended .....	p. 84
Figure 67 : Pièce disposée à plat dans le logiciel d'impression .....	p. 28
Figure 68 : La même pièce disposée verticalement .....	p. 28
Figure 69 : Impression ratée suite au décollement de la pièce .....	p. 28
Figure 70 : Pâte d'ABS dissous dans de l'acétone .....	p. 30
Figure 71 : Collage et comblement des pièces grâce à de la pâte d'ABS dans de l'acétone .....	p. 30
Figure 72 : Blocs de mousse coupés selon les patrons .....	p. 84
Figure 73 : Blocs de mousse enfilés sur des tubes en aluminium .....	p. 84
Figure 74 : Jambes en Ethafoam® après sculptage au cutter .....	p. 85

Figure 75 : Système de fixation coulissant entre les pieds et les jambes .....	p. 85
Figure 76 : Pieds attachés aux jambes par des languettes en velcro .....	p. 85
Figure 77 : Schéma du système de fixation entre les jambes et les pieds .....	p. 31
Figure 78 : Jambes après ouatinage et gainage .....	p. 85
Figure 79 : Aimant en néodyme collé sur le talon et dissimulé dans la ouatine .....	p. 85
Figure 80 : Schéma de modification de la position du mannequin .....	p. 85
Figure 81 : Pièce imprimée avec des supports .....	p. 86
Figure 82 : Collage des pièces blanches à l'acétone .....	p. 86
Figure 83 : Collage des pièces anthracite avec une pâte d'ABS et d'acétone .....	p. 86
Figure 84 : Égalisation des pièces à la lime .....	p. 86
Figure 85 : Schéma de goupillage des anneaux .....	p. 87
Figure 86 : Goupillage des anneaux avec des plaquettes et des goupilles en argent 925 .....	p. 32
Figure 87 : Ligature de l'anneau avec du fil nylon .....	p. 32
Figure 88 : Carton non acide cousu sur de la toile de coton .....	p. 87
Figure 89 : La plaque de carton est cousue en-haut des jambes .....	p. 87
Figure 90 : Aimants en néodyme pour l'assemblage du torse avec les jambes .....	p. 87
Figure 91 : Finition de la taille .....	p. 88
Figure 92 : Haut des jambes avec languettes de velcro .....	p. 88
Figure 93 : Schéma des sangles de suspension .....	p. 33
Figure 94 : Bonnet sur son support .....	p. 33
Figure 95 : Ouatinage du support à bonnet .....	p. 88
Figure 96 : Gainage du support à bonnet .....	p. 88
Figure 97 : Support à bonnet .....	p. 89
Figure 98 : Schéma de montage du support à bonnet .....	p. 89
Figure 99 : Mannequin habillé et suspendu en réserve .....	p. 90
Figure 100 : Mannequin habillé et suspendu, vu de $\frac{3}{4}$ dos .....	p. 90
Figure 101 : Pieds du mannequin chaussés .....	p. 90
Figure 102 : Système de crochet et d'entaille pour tendre le sokol .....	p. 90
Figure 103 : Après habillage du mannequin, le haut est plus petit que les jambes .....	p. 34
Figure 104 : Mannequin habillé et suspendu dans les réserves du musée .....	p. 41
Figure 105 : Schéma du système de suspension .....	p. 38
Figure 106 : Mode de suspension de sécurité .....	p. 39

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Avantages et inconvénients des différentes poses sportives .....	p. 21-22
Tableau 2 : Résultats des tests effectués sur le filament d'impression 3D en ABS et en PET .....	p. 29
Tableau 3 : Récapitulatif des tests effectués sur le Fosshape® .....	p. 102
Tableau 4 : Fiche technique du mannequin et du support à bonnet .....	p. 36
Tableau 5 : Matériaux employés pour fabriquer le mannequin .....	p. 103
Tableau 6 : Liste des fournisseurs et prestataires .....	p. 104
Tableau 7 : Devis de fabrication du mannequin et du support à bonnet .....	p. 40
Tableau 8 : Répartition du temps de main d'œuvre .....	p. 41

## LISTE DES DOCUMENTS

Document 1 : Fiche de sécurité du filament DuraPro .....	p. 91
Document 2 : Fiche technique de l'ABS DuraPro .....	p. 92
Document 3 : Fiche technique du filament niceABS .....	p. 93
Document 4 : Fiche technique de l'Araldite® Cristal .....	p. 94-96
Document 5 : Fiche technique des bâtons de colle thermofusible Pattex .....	p. 97-98
Document 6 : Fiche technique et de sécurité des aimants en néodyme .....	p. 99-101

**ANNEXES**

## ANNEXES 1 : CONTEXTE

### 1.1. SUPPORTS D'EXPOSITION DES VÊTEMENTS ET ACCESSOIRES AU TOM



Figure 1 Tenue de cérémonie.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 2 Tenue de collaboratrice des Jeux Olympiques.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 3 Tenues d'athlètes.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 4 Tenues et accessoires d'athlètes.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 5 Costumes de cérémonies d'ouverture des JO, présentés sur des mannequins blancs en fibre de verre.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 6 Vêtements d'athlètes sur des mannequins en polymère transparent.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 7 Vêtements d'athlètes sur des supports en polymère transparent. © He-Arc, MP Mottaz, 2020.

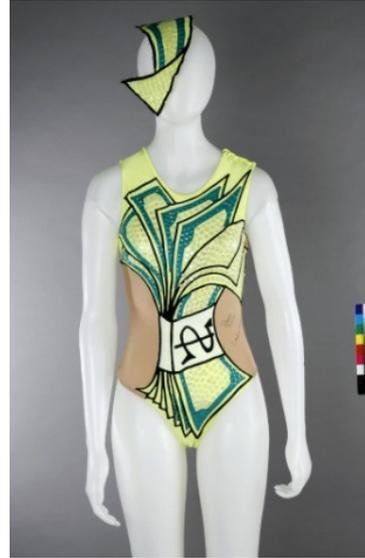


Figure 8 Vêtements sur des supports en tube métallique.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.

## 1.2. TYPES DE TENUES PRÉSENTANT DES PROBLÉMATIQUES DE MISE EN EXPOSITION



*Figure 9 Combinaison de lutte gréco-romaine qui se porte très ajustée, et qui ne peut pas être correctement exposée sur un mannequin standard.*  
© Musée Olympique.



*Figure 10 Maillot de bain fragile, pose sportive à intégrer.* © Musée Olympique.



*Figure 11 Combinaison de patinage de vitesse, très compressive, pose sportive à intégrer.*  
© Musée Olympique.

## ANNEXE 2 : TENUE OLYMPIQUE DE LEON ŠTUKELJ

### 2.1. TENUE DE LEON ŠTUKELJ



Figure 12 Pantalon de Leon Štukelj, porté durant les JO de Berlin en 1936.  
© Musée Olympique.



Figure 13 Chaussures de Leon Štukelj, portées durant les JO de Paris en 1924, Amsterdam en 1928 et Berlin en 1936. © Musée Olympique.



Figure 14 Bonnet de Leon Štukelj, porté durant les JO de Paris en 1924 et Amsterdam en 1928. © Musée Olympique.



Figure 18 Tissu en maille du sokol de Leon Štukelj.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 19 Braguette boutonnée, crochets métalliques et série de ganses brodées.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 21 Dessus du chausson en cuir et ruban élastique.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 22 Semelle des chaussons, en cuir souple fauve.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 25 Bonnet, vue de profil avec la bande en tissu surpiquée. © He-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 26 Bonnet, détail de la cocarde en textile et de l'insigne du Sokol. © He-Arc, MP Mottaz, 2020.

## 2.2. CONSTAT D'ÉTAT

CONSTAT D'ÉTAT	
<b>Intervenant :</b> Marie-Paule Mottaz	<b>Date :</b> 9 juin 2020
<b>Mandante :</b> Mme Patricia Reymond, Responsable des collections au Musée Olympique de Lausanne.	
<b>Valeurs culturelles</b> Le projet scientifique du Musée Olympique est : "[...] d'être un important moteur international de l'Olympisme dans le domaine de l'éducation et de la culture. Il transmet au grand public ainsi qu'aux publics plus spécifiques les messages, l'histoire, l'héritage et les défis futurs de l'Olympisme. [...]" <sup>114</sup> Sa politique d'acquisition des objets prévoit que "Chaque acquisition doit faire l'objet d'une réflexion préalable et répondre aux critères énoncés ci-dessous. L'objet [...] permet d'enrichir une démonstration, fait avancer l'état des connaissances dans le domaine de l'Olympisme. Il a une valeur documentaire, historique ou culturelle. [...]" <sup>115</sup> .  Ces trois valeurs peuvent être précisées par les valeurs culturelles telles que définies par Barbara Appelbaum <sup>116</sup> :  <u>Valeur historique</u> La valeur historique <sup>117</sup> concerne les objets qui ont un lien avec un événement historique et desquels on peut dire : "Cet objet était vraiment là quand tel ou tel événement a eu lieu" <sup>118</sup> . La tenue de Leon Štukelj a donc une forte valeur historique en étant associée à des Jeux Olympiques.  <u>Valeur commémorative</u> La valeur commémorative <sup>119</sup> s'applique aux objets qui célèbrent la mémoire d'un événement ou d'une personne. Une tenue d'olympien porte bien entendu une valeur commémorative en véhiculant la mémoire d'une édition des JO, mais pour le public slovène, la tenue de Leon Štukelj célèbre la mémoire d'un personnage national très important, Štukelj étant une figure emblématique de la Slovénie <sup>120</sup> .	

---

<sup>114</sup> "Politique de collections des artefacts". [En ligne], 2011 (actualisé en juin 2013), p. 3.

<sup>115</sup> "Politique de collections des artefacts". [En ligne], 2011 (actualisé en juin 2013), p. 4.

<sup>116</sup> Appelbaum, 2009.

<sup>117</sup> Appelbaum, 2009, p. 95.

<sup>118</sup> Cette phrase est une "traduction adaptée" que j'ai faite de la phrase de Barbara Appelbaum (Appelbaum, 2009, p. 95) : "Just Think. This thing was really there when..."

<sup>119</sup> Appelbaum, 2009, p. 113.

<sup>120</sup> "120th birthday of gymnastics legend Štukelj to be marked". [En ligne], 2018.

### Valeur de rareté

La valeur de rareté<sup>121</sup> se base sur la quantité d'objets "similaires" existants, mais dans un contexte donné. Par exemple, la tenue de Leon Štukelj peut avoir une valeur de rareté, car selon La politique de collections des artefacts du Musée Olympique, les vêtements sportifs d'athlètes olympiens datant d'avant 1984 font partie des objets devant être collectés prioritairement du fait de leur faible représentation au sein des collections du musée<sup>122</sup>.

## SOKOL

**Numéro d'inventaire de l'institution :**

43004

**Désignation usuelle :** Sokol\*

**Matériaux :** tissu en maille (coton ?), toile (coton ?), métal, polymère (non identifié), bande élastique (latex et textile ?).

**Dimensions :**

Longueur : 90.5 cm

Largeur : environ 102 cm

Poids : 278 g



© He-Arc, MP Mottaz, 2020.

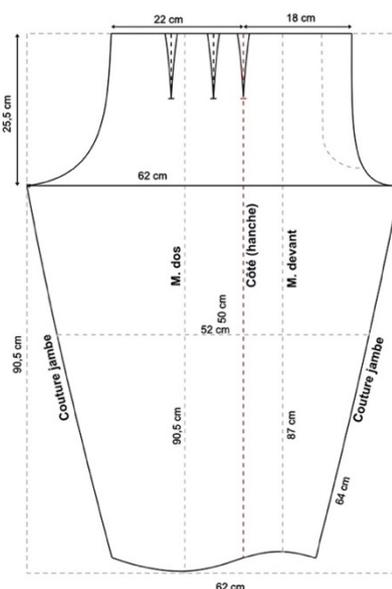
<sup>121</sup> Appelbaum, 2009, p. 114-115.

<sup>122</sup> "Politique de collections des artefacts". [En ligne], 2011 (actualisé en juin 2013), p. 6.

## DESCRIPTION DE L'OBJET ET DES MATÉRIEAUX PRÉSENTS

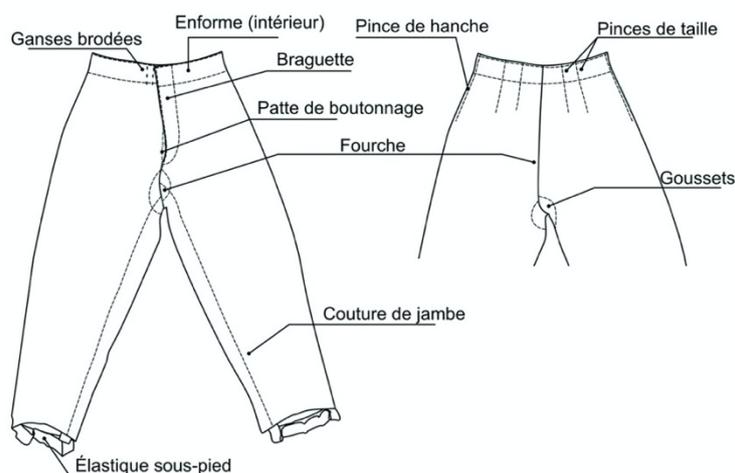
Le sokol a été confectionné dans un tissu en maille écru, probablement du coton. Il est constitué de deux pièces de tissu assemblées par une couture à l'intérieur des jambes ainsi qu'à la *fourche*<sup>123</sup>.

Il n'y a pas de coutures sur les côtés externes des jambes, elles ont été remplacées par des *pinces de hanches* (cf. reproduction du patron du sokol, ci-contre). L'entrejambe est renforcé par des *goussets*. L'ouverture se fait par le milieu devant à l'aide d'une braguette boutonnée, comprenant trois boutons ronds en polymère et trois boutonnières brodées à la main. Le haut de la braguette se fixe à l'aide de trois petits crochets métalliques et de quatre lignes de brides brodées en fil, permettant de plus ou moins serrer la taille. La finition interne de la *patte de boutonnage* est réalisée avec un fin ruban



Reproduction du patron du sokol.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

de toile. Le sokol est ajusté à la taille par deux pincés au dos et la taille est terminée par un *enforme* en toile. Les ourlets sont plus courts sur le devant et plus longs au milieu dos, et sont finis grâce à des *enformes* en toile. Une bande élastique est cousue sur les côtés, prévue pour passer sous le pied afin de maintenir le sokol tendu. Un petit crochet métallique est cousu à l'intérieur de l'ourlet sur le milieu devant, il devait probablement se crocher dans une fente présente sur les chaussons toujours dans le but de maintenir le sokol bien tendu et en place durant les épreuves. Les coutures d'assemblages sont piquées à la machine, et les finitions sont faites à la main.



Glossaire illustré des parties du sokol. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

<sup>123</sup> Les termes en italiques dans le constat d'état sont désignés sur les glossaires illustrés placés en regard des descriptions.

**CONTEXTE, ENVIRONNEMENT DE CONSERVATION, DATATION, INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES**

Don fait au Musée Olympique par Leon Štukelj en même temps que les chaussons et le bonnet. Ces pièces sont, depuis, conservées dans les réserves du Musée Olympique. Elles n'ont jamais été exposées. On ne sait pas exactement quand ce sokol a été porté, mais les nombreux raccommodages ainsi que les quatre rangées de crochets pour fermer la taille permettant d'agrandir le tour de taille suggèrent qu'il a été utilisé sur une plus ou moins longue période de temps, comme cela se faisait d'ailleurs à l'époque. Cependant des photos d'archives montrent Leon Štukelj portant un sokol similaire aux Jeux Olympiques de Berlin en 1936<sup>124</sup>.



© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

**CONSTAT D'ÉTAT – DESCRIPTION DES ALTÉRATIONS**

<b>Type d'altération</b>	<b>Description</b>	<b>Localisation</b>	<b>Photos</b> (© He-Arc, MP Mottaz, 2020)
Trous	Ouverture (perforation) dans le matériau <sup>125</sup> .	Sur le devant et au dos des deux jambes, à la hauteur des fesses et du haut des cuisses.	
Reprisage	Raccommodage d'un tissu par des points de reprise.	Sur le devant et au dos des deux jambes, à la hauteur des fesses et du haut des cuisses.	

<sup>124</sup> Cf. annexe 3.3, figures 41 et 43, p. 79-80.

<sup>125</sup> Les définitions des altérations sont issues du "Glossaire visuel des altérations sur les œuvres d'art et les objets de musées". [En ligne], 2013.

<p>Écriture</p>	<p>Nom "Štukelj" écrit à la main, probablement avec de l'encre.</p>	<p>Le long de la couture du dos, et sur l'enforme de taille au dos, à l'intérieur du sokol.</p>	 
<p>Taches</p>	<p>Altération, dépôt accidentel d'une matière étrangère à la surface, laissant une marque d'une couleur différente de celle de l'original.</p>	<p>Sur l'enforme de taille, au dos. À la taille devant, au niveau des ganses brodées.</p>	 
<p>Pli</p>	<p>Déformation d'une matière souple rabattue sur elle-même.</p>	<p>Au niveau de la patte de boutonnage, sur la ligne du milieu devant et du dos des jambes.</p>	

Usure	Altération de la surface sous l'effet d'un usage ou d'un frottement prolongé ou répété.	Sous la braguette et à l'entrejambe, au niveau des bandes élastiques.	
-------	---	---	---

### ÉVALUATION DES RISQUES DE DÉGRADATION

Le sokol est fragilisé par les petits trous dans la maille, il est nécessaire de le manipuler avec soin pour ne pas les aggraver. Il faudra que les jambes du mannequin soient assez fines, et rembourrées sans exagération, afin de soutenir le tissu du sokol sans jamais en étirer la maille, ce qui pourrait agrandir les trous déjà existants et en provoquer d'autres aux endroits où le tissu présente de l'usure. Les bandes élastiques sous-pieds devront également venir se poser délicatement sur le mannequin sans tension.

### CHAUSSONS

**Numéro d'inventaire de l'institution :** 43003

**Désignation usuelle :** Chaussons

**Matériaux :** Cuir, textile, bande élastique (latex et textile ?).

**Dimensions :**

Longueur : D 25 cm, G 25.5 cm

Largeur : 10.2 cm

Hauteur : 5.5 cm

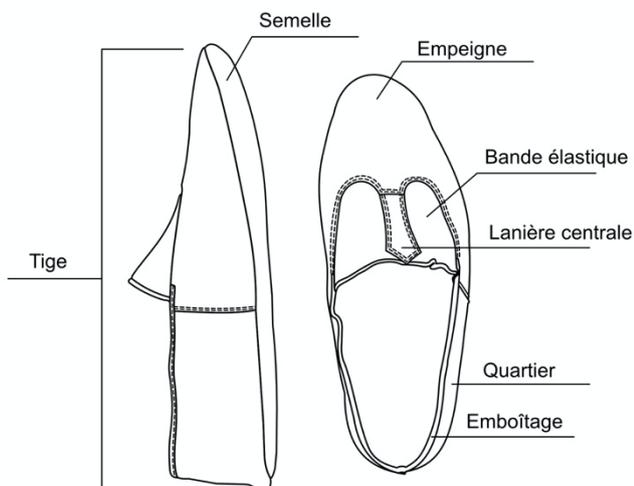
Poids : 60 g



© He-Arc, MP Mottaz, 2020.

### DESCRIPTION DE L'OBJET ET DES MATÉRIAUX PRÉSENTS

Chaussons de gymnastique en cuir blanc cassé, munis d'une large bande élastique blanc cassé sur l'*empeigne*, séparée par une *lanière centrale* en cuir. La semelle est en cuir fauve souple. Une entaille a été réalisée sur les lanières centrales, probablement destinée à venir y accrocher le petit crochet qui se trouve à l'intérieur de l'ourlet du sokol, afin de bien le tendre<sup>126</sup>.



© He-Arc, MP Mottaz, 2020.

### CONTEXTE, ENVIRONNEMENT DE CONSERVATION, DATATION, INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Don fait au Musée Olympique par Leon Štukelj en même temps que le sokol et le bonnet. Ces pièces sont, depuis, conservées dans les réserves du Musée Olympique. Elles n'ont jamais été exposées. Tout comme le sokol, on ne sait pas exactement quand ces chaussons ont été portés, mais des chaussons similaires sont visibles sur des photos d'archives des JO de Berlin en 1936.

### CONSTAT D'ÉTAT – DESCRIPTION DES ALTÉRATIONS

Type d'altération	Description	Localisation	Photos (© He-Arc, MP Mottaz, 2020)
Abrasion	Usure par frottement due à de mauvais traitements qui laissent des marques à la surface.	Semelle et au bas des quartiers à l'arrière.	

<sup>126</sup> Cette hypothèse a pu être confirmée lors de l'habillage du mannequin.

Déformation	Altération de la forme première.	Bandes élastiques des deux chaussons.	
		<i>Emboîtages</i> des deux chaussons.	
Entaille	Coupure franche exercée avec un outil tranchant dans une section de l'objet.	Sur les lanières centrales.	
Craquelures	Réseau de fissures ou de fendillements qui s'observent en surface.	<i>Empeigne et quartiers</i> des deux chaussons, mais nettement plus accentuées sur le chausson gauche.	
Froissement	Endommagement d'une surface souple par frottement ou compression et qui provoque de multiples plis.	Empeigne et quartiers des deux chaussons, mais nettement plus prononcé sur le chausson gauche.	

<p>Déchirure</p>	<p>Rupture faite dans un matériau souple comme un tissu, un cuir ou un papier, laissant les bords irréguliers et effilochés.</p>	<p>Ruban textile de finition de l'emboîtement du chausson droit.</p>	
<p>Rupture</p>	<p>Séparation brusque d'un matériau ou d'un assemblage en deux ou plusieurs éléments, sous l'effet d'une pression ou d'une tension.</p>	<p>Couture à l'arrière de la <i>tige</i>, sur les deux chaussons.</p>	
		<p>Couture d'assemblage entre la semelle et l'arrière de la tige du chausson gauche.</p>	

**ÉVALUATION DES RISQUES DE DÉGRADATION**

À l'heure actuelle, les chaussons sont rembourrés par des formes en Ethafoam® qui sont très ajustées, si bien qu'ils n'ont pas été retirés lors de ce constat d'état. Cela a été fait par M. Charly Fardel le 13 août 2020 pour habiller le mannequin.

Pour ne pas amplifier les altérations déjà présentes, ni en provoquer d'autres lors du retrait et de l'enfilage des formes de conditionnement dans les chaussons, il serait intéressant de recouvrir les formes avec une interface plus douce et plus glissante que la mousse de polyéthylène, comme par exemple du Tyvek®.

## BONNET

**Numéro d'inventaire de l'institution :** 43002

**Désignation usuelle :** Bonnet

**Matériaux :**

Tissu de laine, textiles, cuir, métal.

**Dimensions :**

Longueur : 21 cm

Largeur : 15 cm

Hauteur : 9 cm

Circonférence intérieure : 51 cm

Poids : 65 g



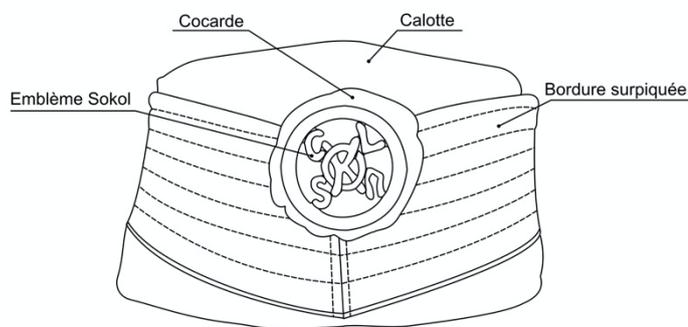
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.

## CONTEXTE, ENVIRONNEMENT DE CONSERVATION, DATATION, INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Don fait au Musée Olympique par Leon Štukelj en même temps que le sokol et les chaussons. Il a été conservé dans les réserves du Musée Olympique et n'a jamais été exposé. Le bonnet a été porté aux Jeux Olympiques de Paris en 1924.

## DESCRIPTION DE L'OBJET ET DES MATÉRIAUX PRÉSENTS

Bonnet de type calot en lainage, agrémenté d'une large *bordure en textile surpiquée*, assemblée par une couture à l'arrière de la tête, et décoré au milieu devant d'une *cocarde* en ruban tricolore (rouge blanc bleu) surplombée de *l'emblème du Sokol* en métal doré. Un pli longitudinal sur la *calotte* et un pli en V au-dessus de la cocarde indiquent que ce bonnet est conçu pour pouvoir être plié lorsqu'il n'est pas porté.



© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

<b>CONSTAT D'ÉTAT – DESCRIPTION DES ALTÉRATIONS</b>			
<b>Type d'altération</b>	<b>Description</b>	<b>Localisation</b>	<b>Photos</b> (© He-Arc, MP Mottaz, 2020.)
Poussière	Accumulation de particules fines et légères, en suspension dans l'air, qui se déposent à la surface d'un objet.	Sur toute la surface externe du bonnet.	
Déformation	Altération de la forme première.	Cocarde textile.	
Craquelures	Réseau de fissures ou de fendillements qui s'observent en surface.	Sur la bande de confort en cuir.	
Abrasion	Usure par frottement due à de mauvais traitements qui laissent des marques à la surface.	Emblème du Sokol.	

Pliure	Trace laissée par le pliage d'une surface plane.	Doublure et calotte.	
<b>ÉVALUATION DES RISQUES DE DÉGRADATION</b>			
<p>Le bonnet est dans un bon état de conservation, il faudra juste être attentif à le poser sur un support non abrasif afin de ne pas faire empirer les craquelures de la bande de propreté, et à le soutenir dans sa forme d'usage, non plié afin de ne pas créer des fragilités sur les crêtes des pliures.</p>			

### ANNEXES 3 : CONCEPTION DU MANNEQUIN

#### 3.1 DIFFÉRENTS TYPES DE MANNEQUINAGE



Figure 28 Buste mannequiné avec de la ouatine et des épaulettes. Travail réalisé au MAD à Paris durant mon stage de deuxième année.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2019.



Figure 29 Buste de couturière mannequiné avec de la ouatine, recouvert d'une gaine en jersey chair, avec ajout de bras, d'un jupon et de paniers (MAD, Paris).  
© He-Arc, MP Mottaz, 2019.



Figure 30 Mannequin standard en fibre de verre dont les fesses ont été modifiées grâce à du Fosshape® pour une exposition de sous-vêtements. © Victoria and Albert Museum, London.



Figure 31 Mannequins sculpté dans de l'Ethafoam® avec la tête recouverte de Fosshape®. © Staff NMAI



Figure 32 Support invisible en Fosshape® pour une robe de Yohji Yamamoto.  
© Amnésus et Miles, 2009.

### 3.2 BLENDER, LOGICIEL DE MODÉLISATION 3D

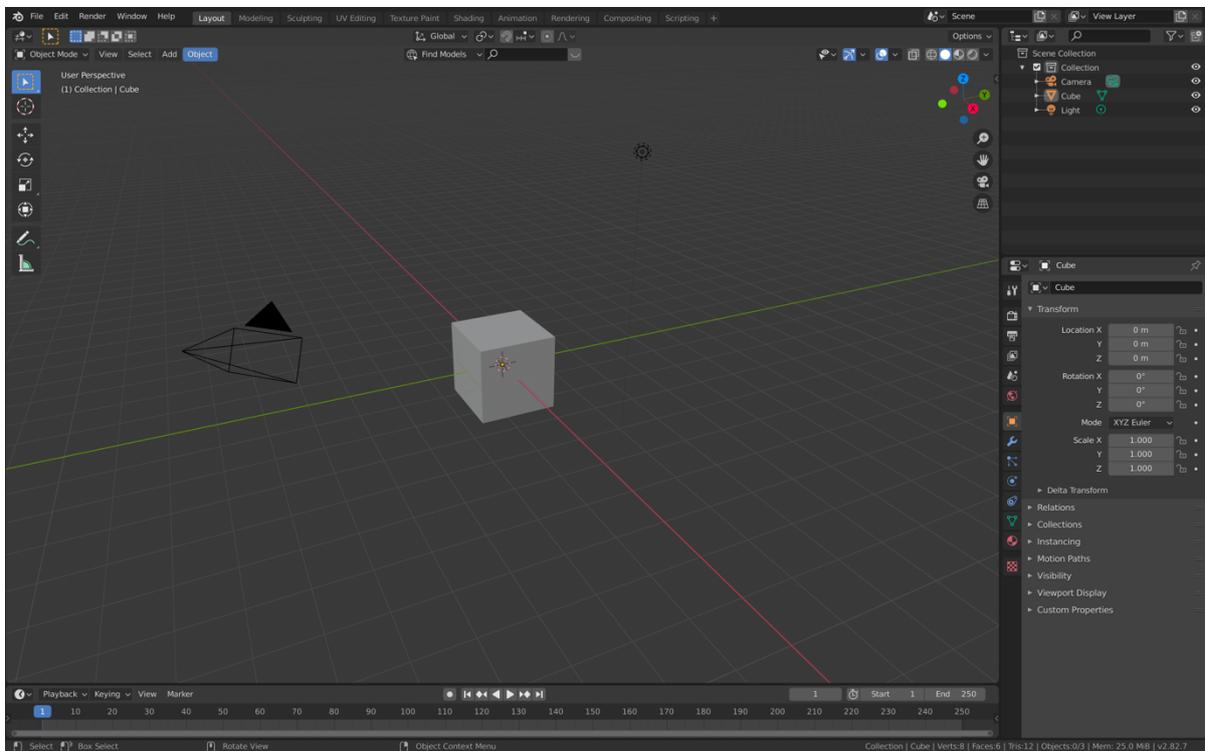


Figure 34 Écran d'accueil de Blender 2.82 a. Source : screenshot du logiciel Blender.

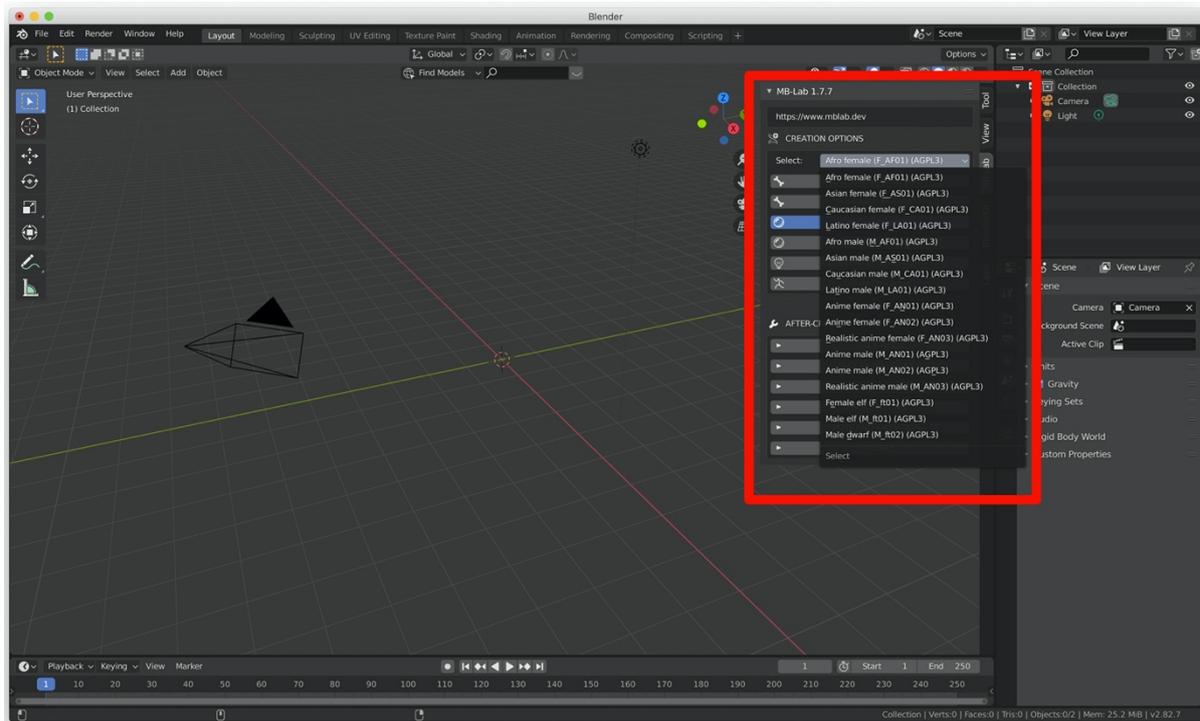


Figure 35 Encadré en rouge, l'un des menus déroulants de MB-LAB permettant de définir le sexe du personnage, et de choisir parmi plusieurs types ethniques. Source : screenshot du logiciel Blender.

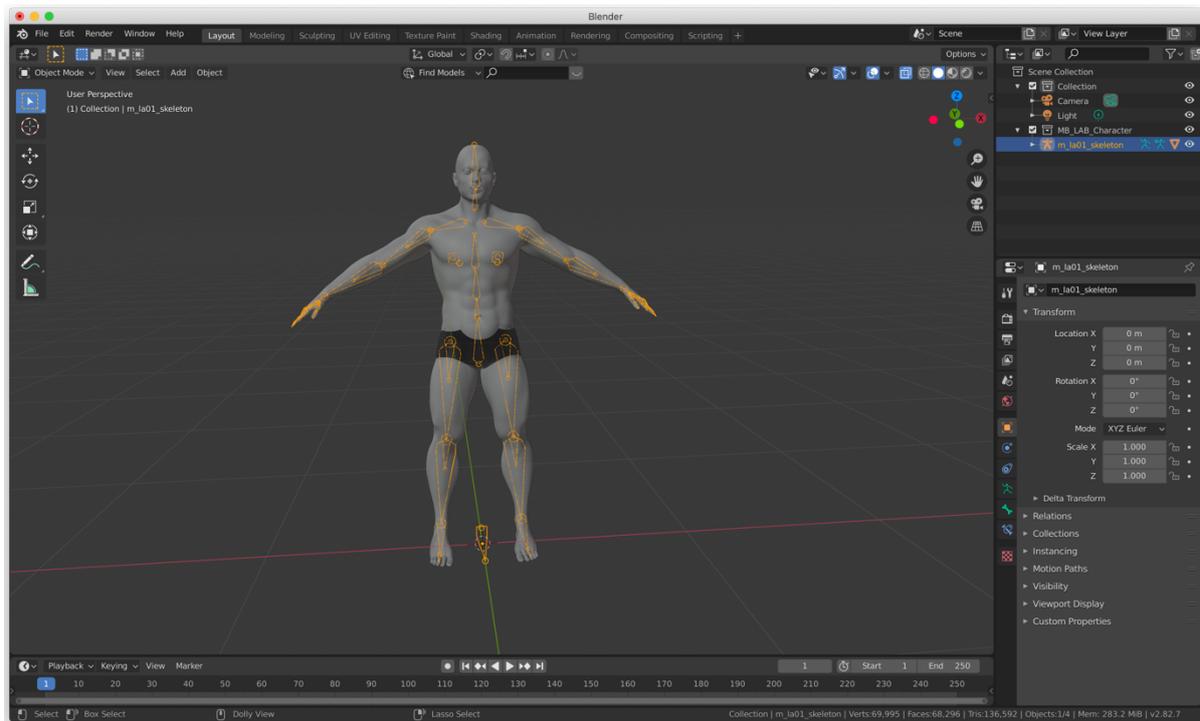


Figure 36 Homme généré automatiquement par l'addon MB-LAB. En orange, le squelette permettant de modifier la pose du personnage. © He-Arc, MP Mottaz, 2020.

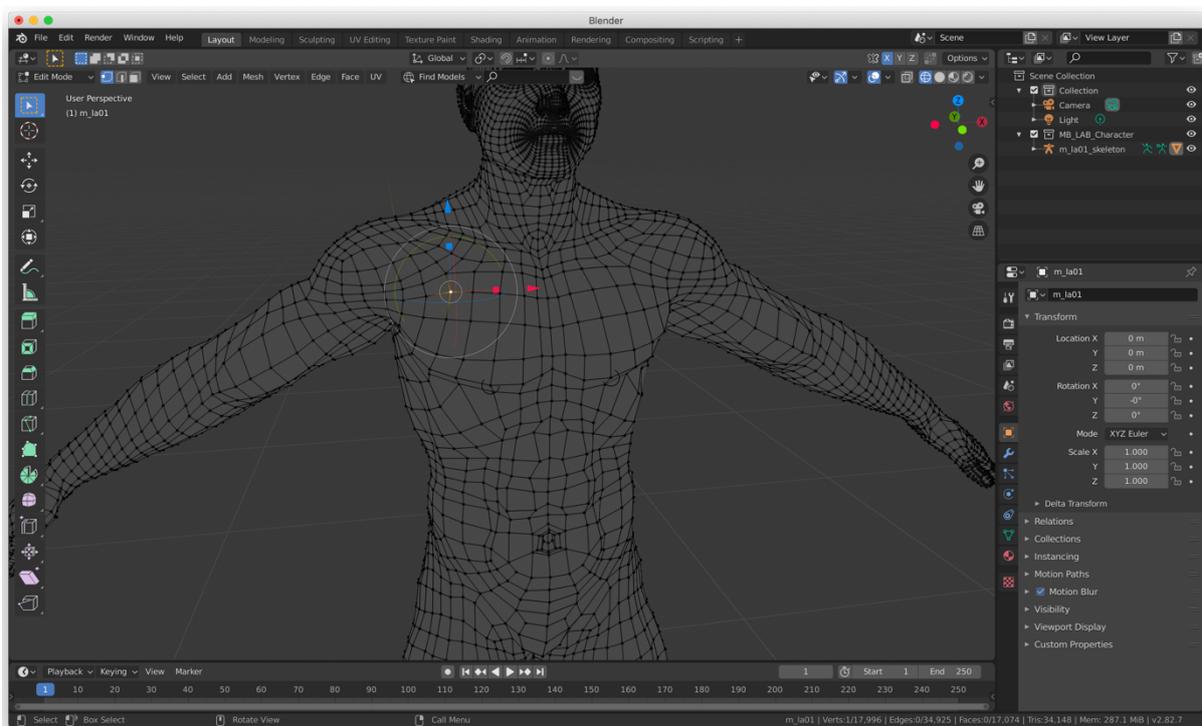


Figure 37 Personnage vu en mode édition. Le maillage complexe peut être totalement modifié en agissant sur les points (vertex), les segments (edges) ou les faces, par translation, rotation, agrandissement/rétrécissement ou extrusion dans les 3 plans, grâce à la roulette fléchée (gizmo), ou à des raccourcis clavier. © He-Arc, MP Mottaz, 2020.

### 3.3 POSES SPORTIVES

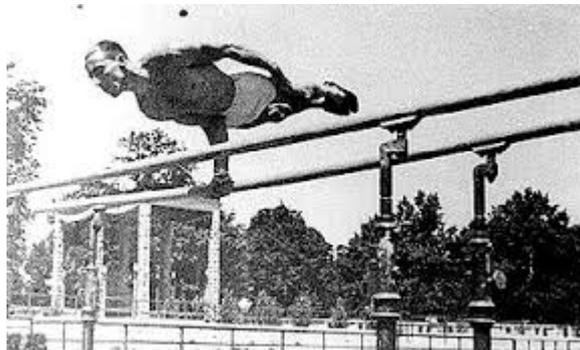


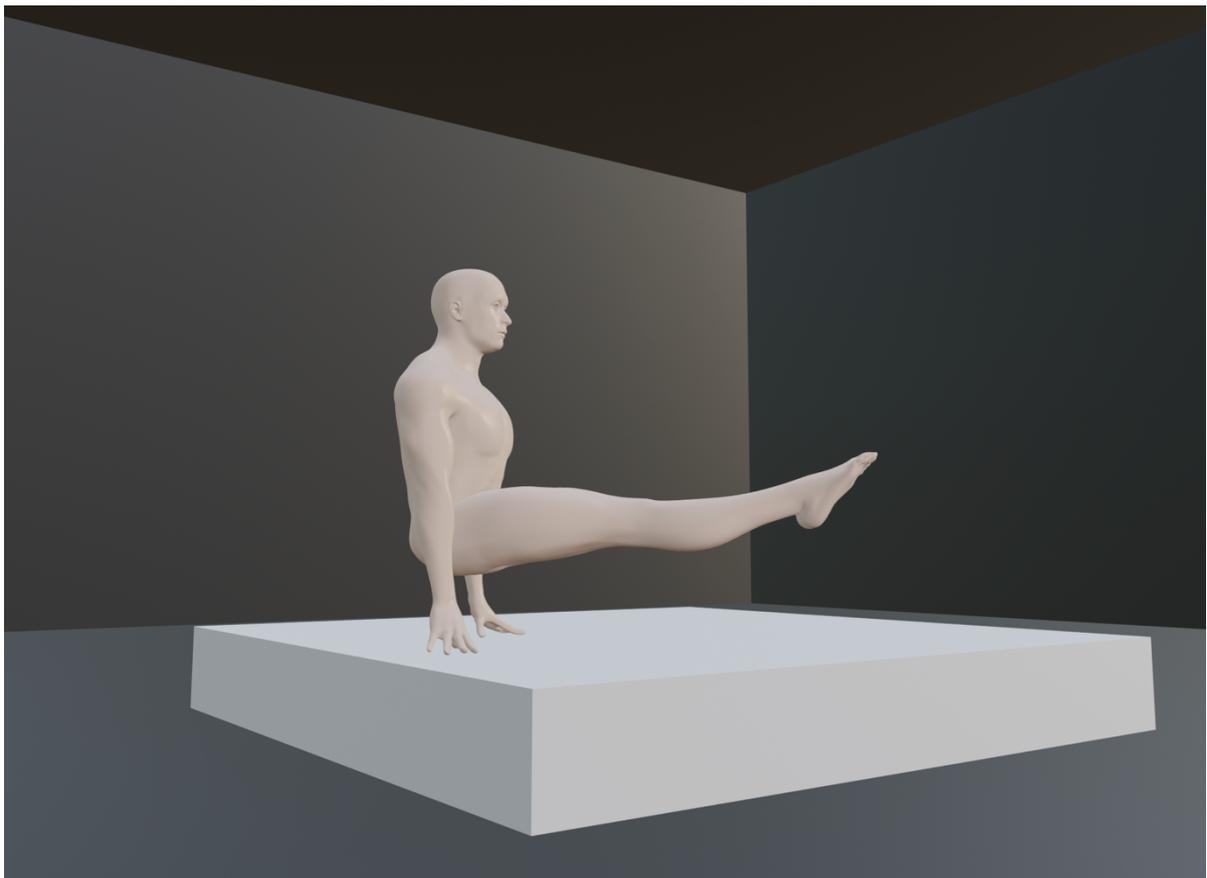
Figure 39 Leon Štukelj aux barres parallèles aux JO de Lyon en 1926. Source : gymmedia.com



Figure 40 Essai de représentation du mannequin en pose aux barres parallèles. © He-Arc, MP Mottaz, 2020.



*Figure 41 Leon Štukelj dans une pose au sol.*  
Source : sloveniatimes.com



*Figure 42 Essai de représentation d'une pose au sol.* © He-Arc, MP Mottaz, 2020.



*Figure 43 Leon Štukelj aux anneaux, aux JO de Berlin en 1936, portant probablement le pantalon et les chaussures dont il est question dans ce travail.*  
Source : ighof.com



*Figure 44 Essai de représentation d'une pose aux anneaux. © He-Arc, MP Mottaz, 2020.*

### 3.4 ÉVOCATION DE PIÈCES MANQUANTES



Figure 48 Robe exposée sur un support invisible en Fosshape®, au Textile Museum à Washington D.C.  
© Amnés and Miles.



Figure 49 Chaussure illusionniste en Fosshape®.  
© Victoria and Albert Museum, London.

### 3.5 LE BONNET DE LEON ŠTUKELJ



Figure 53 Leon Štukelj, Paris 1924.  
© IOC Olympic Museum Collections



Figure 54 Leon Štukelj, accroupi, à droite.  
Source photo : Gymmedia.com

## ANNEXE 4 : FABRICATION DU MANNEQUIN

### 4.1 CONCEPTION DES PATRONS DES JAMBES

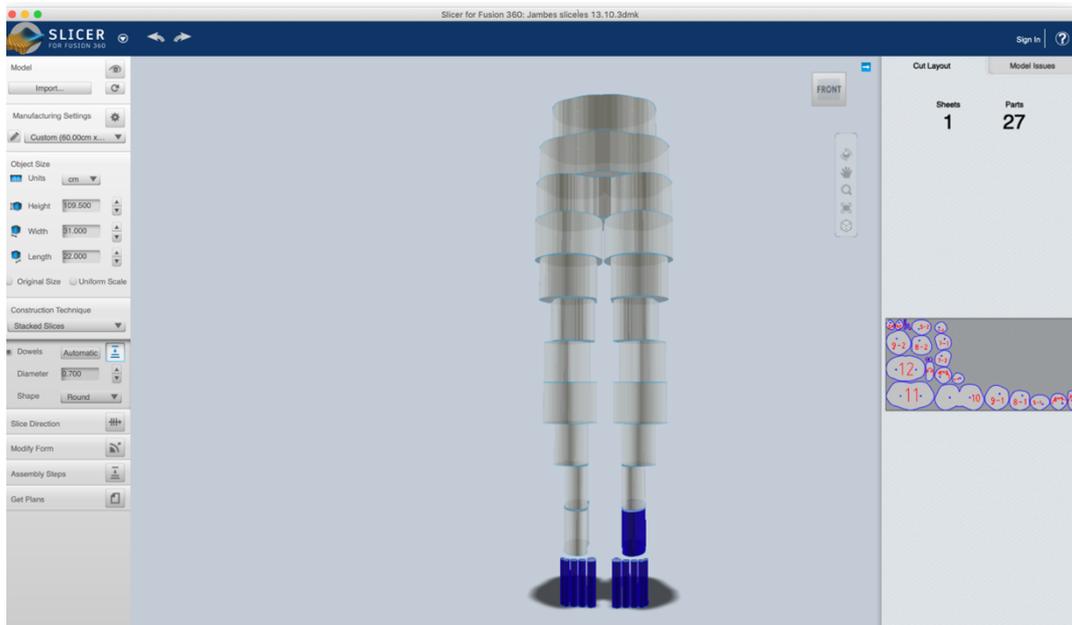


Figure 58 Jambes du mannequin coupées en tranches de 9 cm, représentées à droite sur un plan de coupe de 120x60cm, les dimensions des plaques de mousses qui ont été fournies par le Musée Olympique.

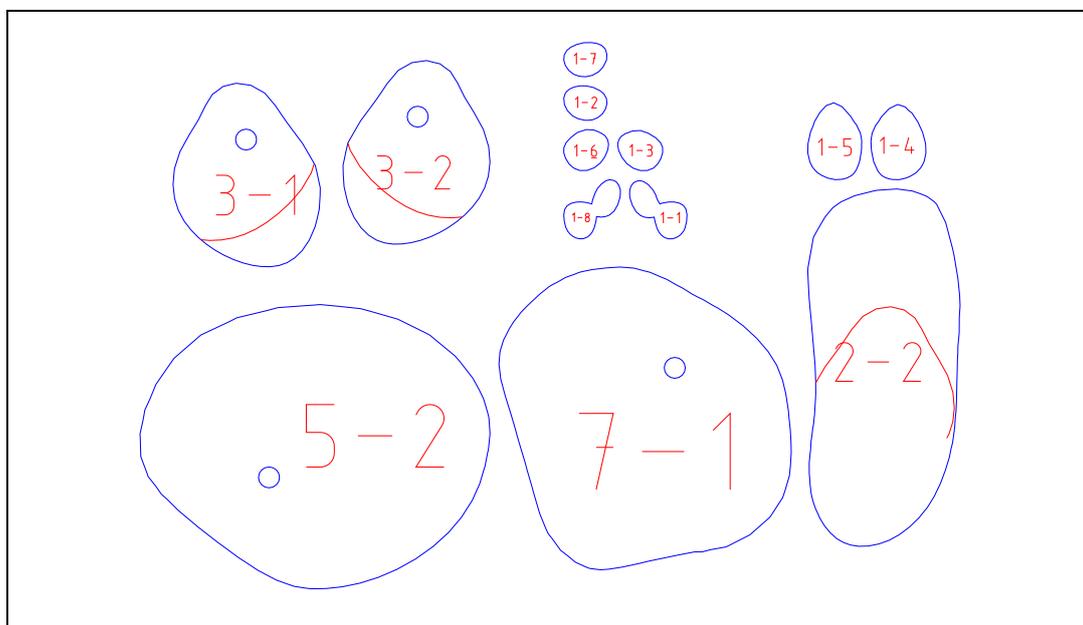


Figure 59 Patron de parties de jambes disposés sur une page A4 pour impression.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

## 4.2 MODÉLISATION DU MANNEQUIN

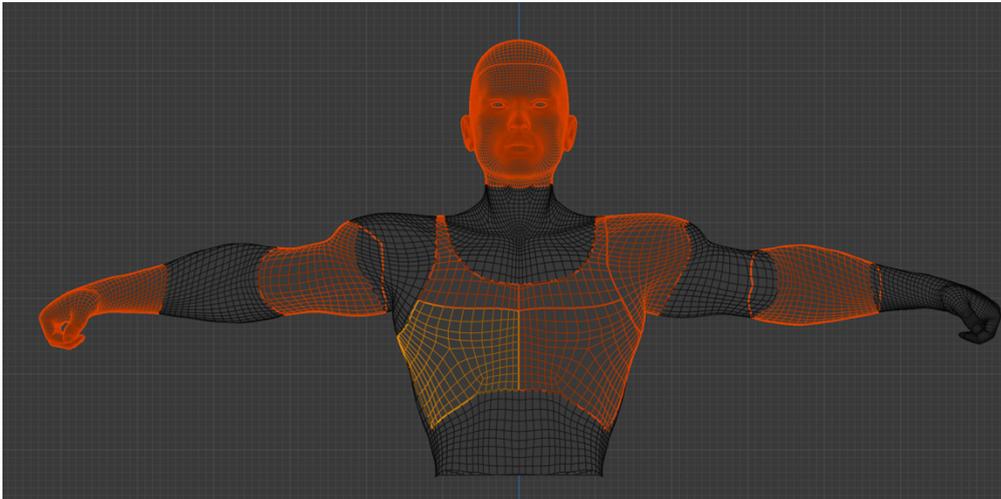


Figure 60 La partie supérieure est divisée en 34 pièces pour permettre l'impression. © He-Arc, MP Mottaz, 2020.

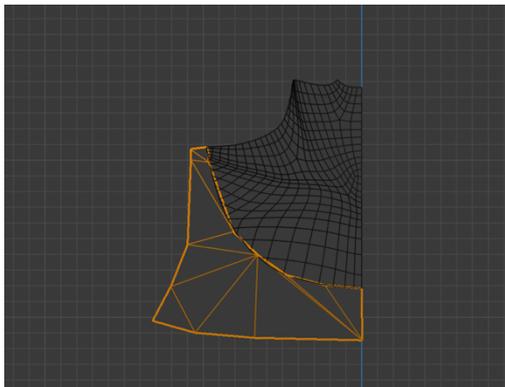


Figure 61 En orange, le mesh est modifié pour obtenir une géométrie simplifiée et moins figurative.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.

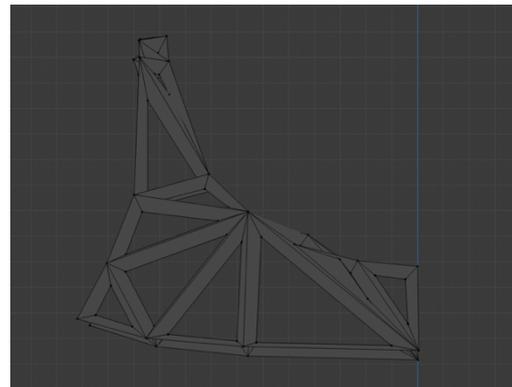


Figure 62 Le mesh est transformé en une pièce en volume. © He-Arc, MP Mottaz, 2020.

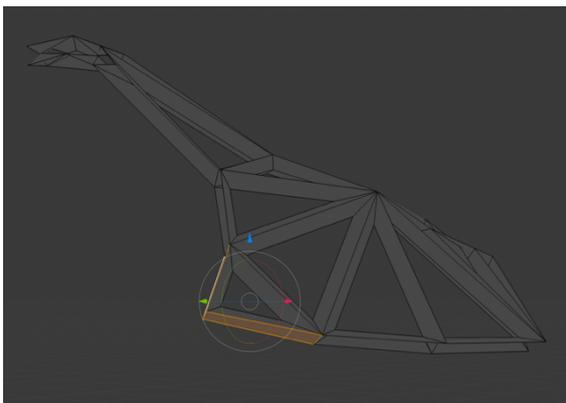


Figure 63 Pour pouvoir être imprimée, les bordures de chaque pièce doivent être fermées par un ajout de faces (en orange).  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.

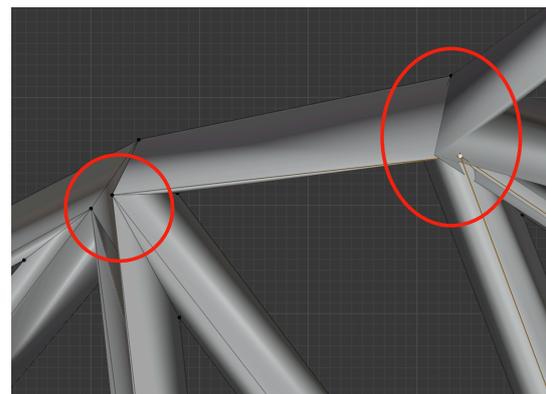


Figure 64 Les géométries complexes générées par Blender présentent des défauts d'ajustage. Il faut vérifier chaque pièce par rapport à ses voisines, à l'intérieur et à l'extérieur de la forme et faire coïncider les sommets.  
© He-Arc, MP Mottaz, 2020.

### 4.3 IMPRIMANTES 3D

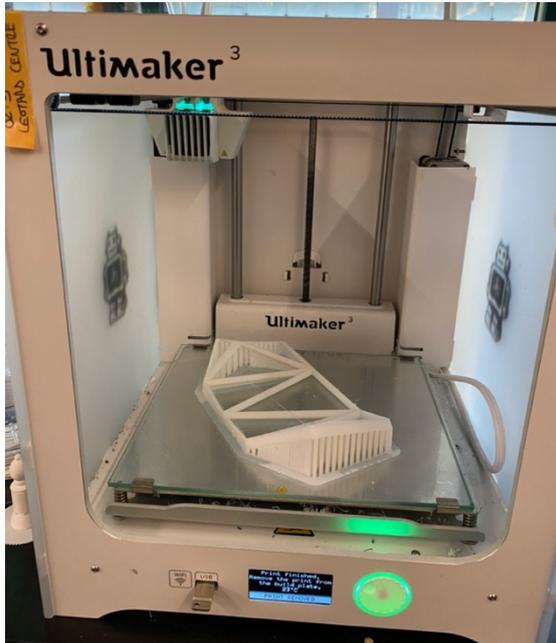


Figure 65 Imprimante Ultimaker<sup>3</sup>, contenant une pièce du léopard du mannequin, impression terminée.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

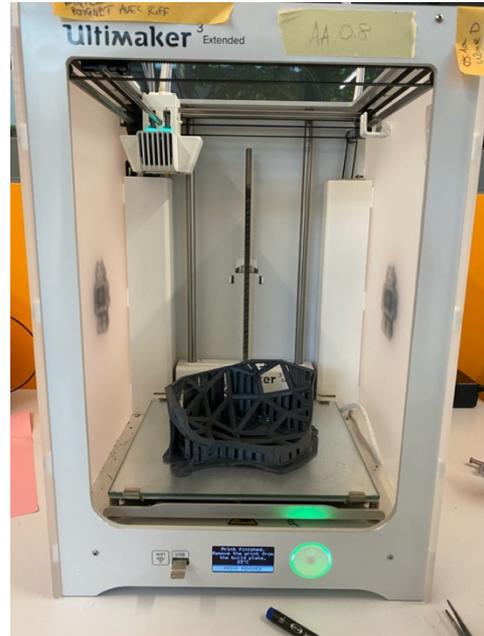


Figure 66 Imprimante Ultimaker<sup>3</sup> Extended, contenant une partie du crâne, impression terminée.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

### 4.4 FABRICATION DES JAMBES ET DES PIEDS



Figure 72 Blocs de mousse coupés selon les patrons.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 73 Blocs de mousse enfilés sur le tube en aluminium et collés avec de la colle thermofusible.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 74 Jambes en ethafoam® après sculptage au cutter.  
 © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 75 Système de fixation coulissant entre le pied et la jambe. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 76 Pieds attachés aux jambes par le système coulissant puis les languettes à velcro. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 78 Jambe après ouatine et gainage. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 79 Aimant en néodyme collé sur le talon et dissimulé dans le ouatine. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

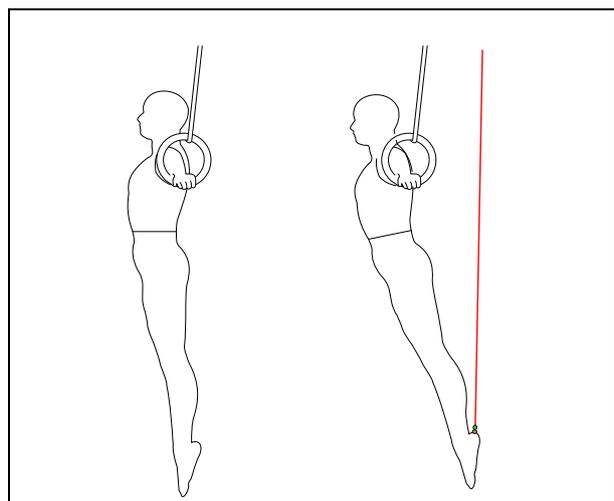


Figure 80 Schéma de la modification possible de la position du mannequin en utilisant les aimants dans les talons et des contre-aimants fixés à des fils nylon. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

#### 4.5 FABRICATION DE LA PARTIE SUPÉRIURE

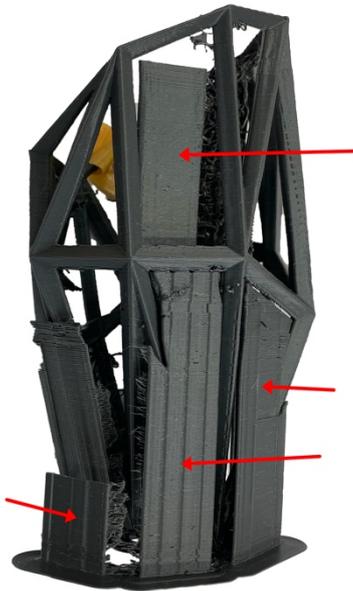


Figure 81 Pièce imprimée. Les flèches désignent les supports d'impression.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 82 Collage de pièces blanches à l'acétone.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 83 Collage des pièces anthracite avec un mélange d'ABS et d'acétone. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 84 Égalisation des pièces avec une lime.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

#### 4.6 SYSTÈMES D'ASSEMBLAGES ET DE FIXATION

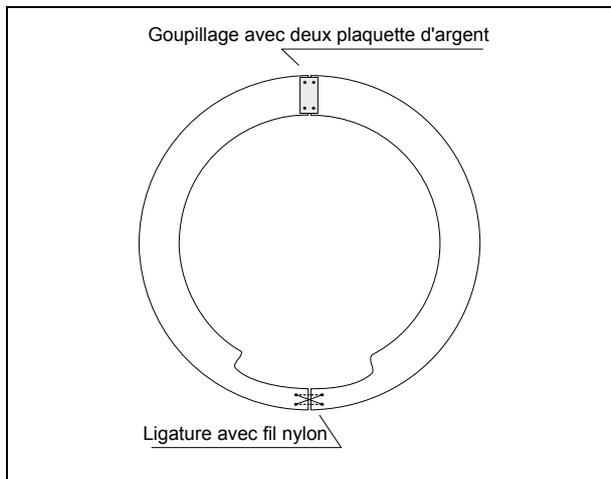


Figure 85 Schéma d'assemblage des anneaux en Plexiglas®.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 88 Un carton non acide a été cousu sur un morceau de toile de coton. Les deux trous permettent d'avoir un accès facile aux tubes d'aluminium traversant les jambes, ce qui pourrait servir pour sécuriser la suspension du mannequin en cas d'exposition réelle dans le musée.

© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 89 La plaque de carton est cousue sur le haut des jambes, en traversant à travers la ouatine jusqu'à atteindre le premier gainage en toile de coton recouvrant la mousse. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 90 Aimants en néodyme pour le placement des jambes sur le torse, et languettes de Tyvek®.

© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 91 Finition de la taille.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 92 Haut des jambes avec les languettes de Tyvek® munies de bandes velcro pour la fixation avec le torse.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

#### 4.7 SUPPORT À BONNET

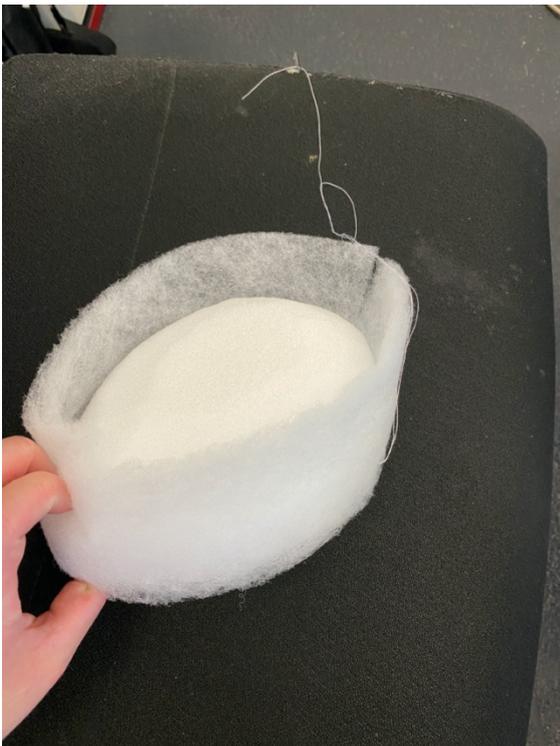


Figure 95 Ouatinage du support à bonnet en Ethafoam®.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 96 Gainage du support à bonnet avec du jersey coton noir. © HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 97 Support à bonnet. © He-Arc, MP Mottaz, 2020.

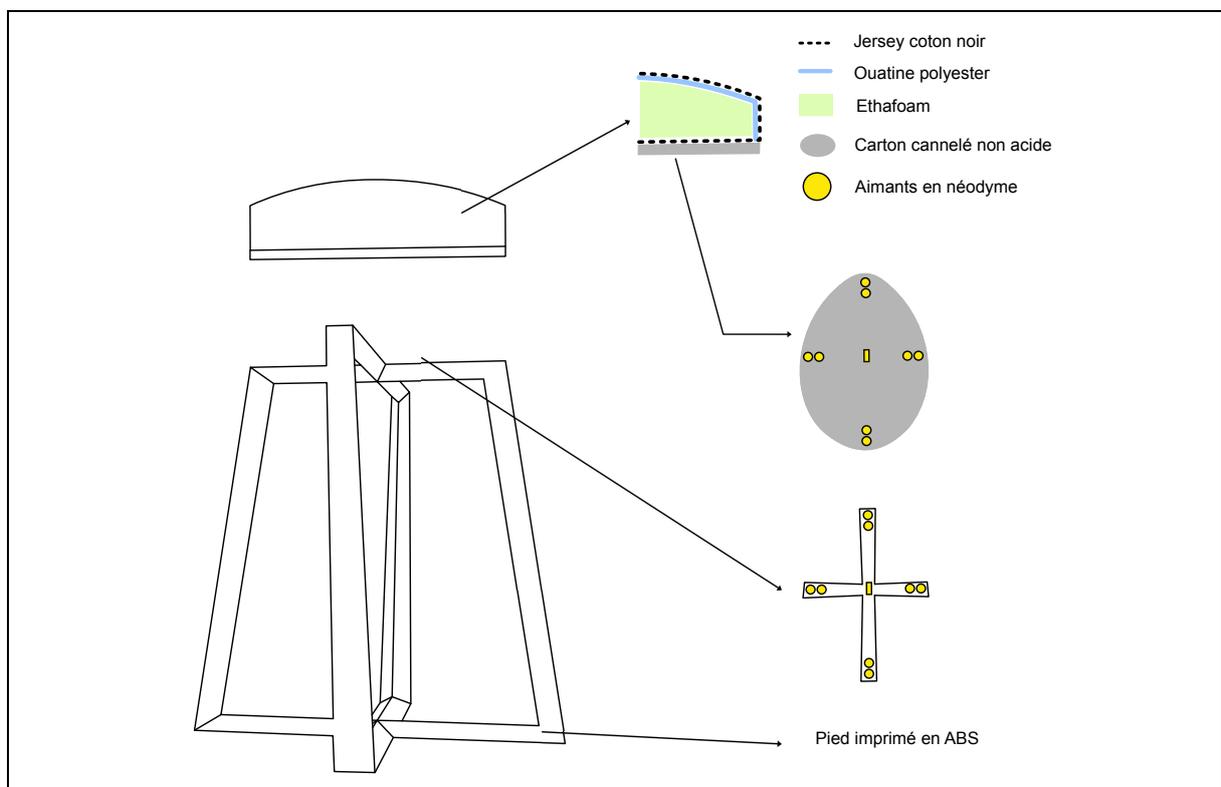


Figure 98 Schéma de fabrication du support à bonnet. © He-Arc, MP Mottaz, 2020.

#### 4.8 MANNEQUIN HABILLÉ AVEC LA TENUE DE LEON ŠTUKELJ



Figure 99 Mannequin habillé et suspendu en réserve.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 100 Mannequin habillé, vu de  $\frac{3}{4}$  dos.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 101 Pieds du mannequin habillé. Un gainage noir sur les pieds offrirait une meilleure lisibilité des objets.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.



Figure 102 Un petit crochet cousu dans l'ourlet du sokol devait se fixer dans l'entaille qui se trouve sur le devant du chausson.  
© HE-Arc, MP Mottaz, 2020.

## ANNEXE 5 MATÉRIAUX ET PRODUITS

### 5.1 FICHES TECHNIQUES ET DE SÉCURITÉ DES FILAMENTS D'ABS



## MATERIAL SAFETY DATA SHEET extrudr ABS

### 1. PRODUCT IDENTIFICATION

#### 1.1 PRODUCT IDENTIFIER

TRADE NAME Extrudr ABS

#### 1.2 MANUFACTURER

ADDRESS FD3D GmbH/Extrudr  
Höchsterstraße 81  
A-6972 Fußach

EMAIL info@extrudr.eu

#### 1.3 USE OF PRODUCT

Acrylonitrile, 1.3 Butadiene, and Styrene Co-polymer, suitable for 3D printing filament

### 2. HAZARD IDENTIFICATION

FLAMMABILITY 1/16' HB (UL-94, File No. E-6717M)

EXTINGUISHING MEDIA Usually use water and use extinguishing media appropriate to surrounding conditions.

SPECIAL FIRE FIGHTING PROCEDURE Cool Containers with water spray. In closed stores, provide fire fighter with self-contained breathing apparatus in positive pressure mode.

USUAL FIRE AND EXPLOSION HAZARDS Irritating gases and dense smoke.

### 3. COMPOSITION

CHEMICAL CHARACTERISTICS ABS (Acrylonitrile-Butadiene Styrene) - 98%; Typical Anti-oxidants - 1%; Typical Lubricants - 1%.

ADDITIONAL INFORMATION No harmful ingredients

extrudr

MATERIAL SAFETY DATA SHEET  
extrudr ABS

12. January 2018  
Page 1/4

Document 1 Fiche de sécurité de l'ABS de Extrudr.



## TECHNISCHES DATENBLATT DuraPro ABS

### BESCHREIBUNG

DuraPro ABS wurde speziell für industrielle Anwendungen entwickelt und zeichnet sich durch seine hohe Prozesssicherheit aus. Es eignet sich hervorragend für die Herstellung mechanisch hoch beanspruchter Bauteile. Das Material ist elektrisch isolierend. DuraPro ABS ist hinsichtlich guter Layerhaftung, thermischer Stabilität, besserer Fließigenschaften und geringem Warming optimiert. Der Rohstoff ist nach den REACH-, RoHS- und FDA-Standards zugelassen.

### BESONDERHEITEN

- Optimierte für FFF/FDM-Prozess
- Gute mechanische Eigenschaften
- Gute chemische Beständigkeit
- Brandhemmend nach UL94 HB

### EIGENSCHAFTEN <sup>1</sup>

TEST	METHODE	EINHEIT	WERT
Biege E-Modul	ASTM D790	MPa	2550
Biegefestigkeit	ASTM D790	MPa	78
Zug E-Modul	ASTM D638	MPa	2350
Zugfestigkeit	ASTM D638	MPa	49
Streckdehnung	ASTM D638	%	5
Nominelle Bruchdehnung	ASTM D638	%	10
Kerbschlagzähigkeit	ASTM D256	kJ/m <sup>2</sup>	220 / 23°C
Kerbschlagzähigkeit	ASTM D256	kJ/m <sup>2</sup>	90 / -30°C
VICAT A (VST)	ASTM D1525	°C	92*
Schmelztemperatur	ISO 3146-C	°C	180-200
MFR	ASTM D1238	g/cm <sup>3</sup>	21
HDT/B	ASTM D648	°C	85
Schwindung	ASTM D955	%	0,4
Dichte	ASTM D792	g/cm <sup>3</sup>	1.06
Rockwell Härte	ASTM D785	R-Skala	110
Entflammbarkeit	UL94	HB	-

\*Temperaturresistenz geprüft bei Wanddicke von mindestens 4 mm.

### ZERTIFIZIERUNGEN & WEITERE INFORMATIONEN <sup>2</sup>



### LAGERUNG UND HALTBARKEIT

Lagerung bei Raumtemperatur (18-27°C / 65-80°F) im Trockenem. Nicht direkter Hitze oder Sonnenlicht aussetzen. Bei richtiger Lagerung ist das Material 2 Jahre haltbar.

1. Weitere Informationen in den regulatorischen-, chemischen- und Zusatzinformationsblättern.  
 2. Zertifizierung hängt von Farben im Endprodukt ab. Mehr Infos im Zusatzinformationsblatt.

**DRUCKEINSTELLUNGEN**

Düse	210-240°C
Heizbett	100-110°C
Haftmittel	empfohlen
Geschwindigkeit	40-60mm/s
Kühlung	0-50%

Vorgeschlagene Einstellungen für Drucker mit 0.4mm Düse. Max. 50% Layerhöhe. Optimale Einstellungen können zwischen Druckern variieren und sind zudem von Umweltfaktoren abhängig.

**HILFE BENÖTIGT?**

Bei Fragen zum Produkt oder auftretenden Problemen kontaktieren Sie uns bitte via [support@extrudr.com](mailto:support@extrudr.com)

## Technical Data Sheet



Product name: **3DJAKE niceABS**  
Version: 1.0  
Date: 01.09.2018

### Dimensions

Size	Ø tolerance	Roundness
1,75 mm	± 0,05 mm	≥ 95%
2,85 mm	± 0,10 mm	≥ 95%

### Physical properties

Description	Typical value	Test method
Specific gravity	1,1 g/cc	ISO 1183
MFR 260 °C/5kg	41 g/10 min	ISO 1133
Tensile strength at Yield	43,6 MPa	ISO 527
Strain at break	34%	ISO 527
Tensile modulus	2030 MPa	ISO 527
Impact strength	58kl/ m <sup>2</sup>	ISO 179

### Thermal properties

Description	Typical value	Test method
Printing temperature	235 – 255 °C	-
Melting temperature	235 °C ± 10 °C	ISO 294
Vicat softening temp.	97 °C	ISO 306

### Packaging:

All spools are sealed and packed with silica gel to avoid humidity.

### Additional info:

Recommended temperature for heated bed is ± 80°C.  
3DJAKE niceABS is printed at high temperatures to make the final product extra strong.

**Storage:** Cool and dry (15-25°C) and away from UV light. This enhances the shelf life significantly.

Web: [www.3djake.com](http://www.3djake.com)  
Mail: [office@3djake.com](mailto:office@3djake.com)  
Tel: +43 800 100 350 15

Niceshops GmbH  
Saaz 99, Paldau  
Austria

## 5.2 FICHE TECHNIQUE DE L'ARALDITE® CRISTAL



DIY Adhesives

### Araldite® Cristal

Adhésif époxyde bicomposant transparent

#### Autres Noms commerciaux

- Araldite® Crystal
- Araldite® Rapid Ceramic & Glass
- Araldite® Rapid (Scandinavia)

#### Propriétés essentielles

- Durcissement rapide à température ambiante
- Transparent / incolore
- Rapport de mélange 1:1
- Sans solvant

#### Description

L'Araldite® Cristal est un adhésif époxyde liquide transparent bicomposant permettant de coller une grande variété de substrats, y compris les métaux, les composites, les céramiques et de nombreux plastiques.

#### Données produit

Propriété	Araldite® Cristal Résine	Araldite® Cristal Durcisseur	Araldite® Cristal mélange
Couleur (visuelle)	Transparent et incolore	Transparent, très légèrement coloré	Transparent
Densité	1.15 – 1.2	1.16	1.16
Viscosité à 25 °C (Pas)	50 - 75	15 - 35	env. 30
Durée d'utilisation (100 g à 25°C)	-	-	env. 4 mins

#### Mise en œuvre

##### Prétraitement

La résistance et la durée de vie d'un joint collé dépendent de la qualité du prétraitement des surfaces à assembler. Les surfaces à encoller doivent au minimum être nettoyées au moyen d'un bon agent dégraissant tel que l'acétone, le méthoxy-propanol ou autres dégraissants de marque déposée afin d'éliminer toute trace d'huile, de graisse et de poussière. Alcool de pharmacie, essence ou diluants pour peintures ne doivent jamais être utilisés. Les joints les plus solides et durables sont obtenus par abrasion mécanique ou attaque chimique (« décapage ») des surfaces dégraissées. Une abrasion doit être suivie d'un second dégraissage.

Rapport de mélange	Parties pondérales	Parties volumiques
Araldite® Cristal Résine	100	100
Araldite® Cristal Durcisseur	100	100



**Araldite®**

**HUNTSMAN**  
 Enriching lives through innovation

**Application de l'adhésif**

Le mélange résine / durcisseur est appliqué directement ou avec une spatule sur les surfaces à assembler. Les surfaces doivent être propres et sèches. Une épaisseur de 0,05 à 0,10 mm d'adhésif procurera normalement au joint une résistance optimale au cisaillement. Huntsman précise que la conception correcte du joint adhésif est également critique pour un collage durable. Les pièces à assembler doivent être accostées et sécurisées dans une position fixe immédiatement après l'application de l'adhésif.

**Entretien de l'équipement**

Tous les outils doivent être nettoyés à l'eau chaude et au savon avant que les résidus d'adhésif ne durcissent. Enlever des résidus durcis est une opération longue et difficile. Si des solvants tels que l'acétone sont utilisés pour le nettoyage, les personnes chargées de cette opération doivent prendre les précautions nécessaires et éviter tout contact avec la peau et les yeux.

**Temps nécessaires pour obtenir une résistance au cisaillement minimale**

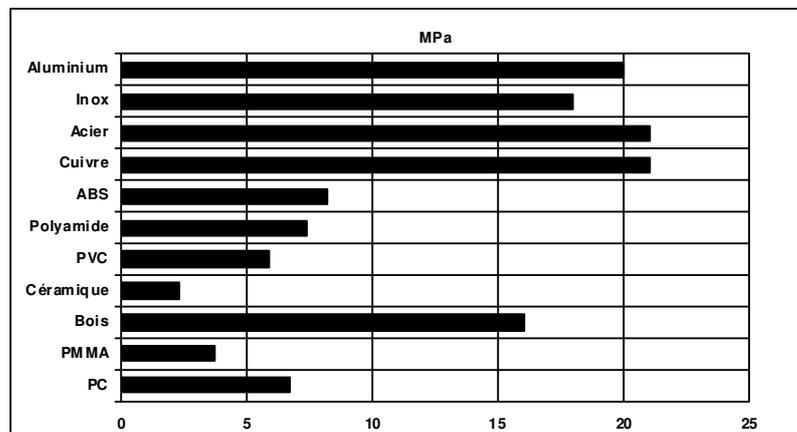
Température	°C	23
Temps de durcissement pour atteindre RC > 1MPa	heures minutes	20
Temps de durcissement pour atteindre RC > 10MPa	heures minutes	5

RC = Résistance au cisaillement.

**Propriétés types après durcissement**

**Résistances moyennes au cisaillement (ISO 4587)**

Durcissement pendant 16 heures à 40 °C et test à 23 °C  
 Prétraitement : métaux sablés et dégraissés à l'acétone – plastiques abrasés et dégraissés à l'isopropanol.



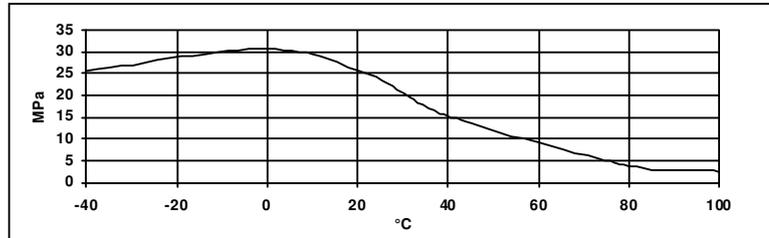


# Araldite®

**HUNTSMAN**  
Enriching lives through innovation

## Résistance au cisaillement en fonction de la température (ISO 4587)

Tests sur aluminium sablé et dégraissé, durcissement 16 heures à 40 °C



### Stockage

Araldite® Cristal peut être stockées jusqu'à 3 ans à température ambiante si les composants sont conservés dans des emballages scellés.

### Précautions d'emploi

#### Attention

Les produits Huntsman Advanced Materials peuvent généralement être manipulés sans risque à condition de respecter certaines précautions prises normalement lorsque l'on manipule des produits chimiques. Les matériaux non durcis ne doivent pas, par exemple, entrer en contact avec des produits alimentaires ou des ustensiles de cuisine. Des mesures doivent également être prises pour empêcher tout contact de la peau avec ces matériaux non durcis, car cela peut avoir un effet néfaste sur les personnes à la peau particulièrement sensible. Le port de gants imperméables en plastique ou en caoutchouc est nécessaire, ainsi que l'utilisation de protections pour les yeux. Les personnes doivent se nettoyer soigneusement la peau à la fin de chaque période de travail avec de l'eau chaude et du savon. L'utilisation de solvants doit être évitée. Elles devront utiliser des serviettes jetables en papier – et non en tissu – pour se sécher la peau. Une ventilation adéquate du lieu de travail est recommandée. Les précautions d'emploi sont décrites plus en détail dans nos fiches de données de sécurité des produits individuels. Ces fiches sont disponibles sur demande et doivent être consultées pour de plus amples informations.

**Huntsman Advanced Materials**  
(Switzerland) GmbH  
Klybeckstrasse 200  
4057 Basel  
Switzerland

Tel: +41 (0)61 299 11 11

[www.go-araldite.com](http://www.go-araldite.com)  
Numéro d'urgence : + 32 35 751 234



Huntsman Advanced Materials garantit seulement que ses produits satisfont aux spécifications convenues avec l'utilisateur. Les propriétés générales, lorsque indiquées, doivent être considérées comme représentatives de la production courante et ne doivent pas être traitées comme spécifications.

La fabrication des matériaux fait l'objet des brevets délivrés et des demandes de brevet ; la liberté d'exploitation des processus brevetés n'est pas impliquée par la présente publication.

Tandis que les informations et les recommandations fournies dans la présente publication sont, à la connaissance de Huntsman Advanced Materials, précises à la date de publication, RIEN NE DOIT ÊTRE INTERPRÉTÉ COMME UNE GARANTIE, EXPRESSE OU IMPLICITE, Y COMPRIS MAIS SANS LIMITATION, QUANT À LA QUALITÉ MARCHANDE OU LA CONVENANCE À UN USAGE PARTICULIER. DANS TOUTS LES CAS, IL EST DE LA RESPONSABILITÉ DE L'UTILISATEUR DE DÉTERMINER L'APPLICABILITÉ DE TELLES INFORMATIONS ET RECOMMANDATIONS ET L'ADÉQUATION DE TOUT PRODUIT À SON PROPRE USAGE PARTICULIER.

Le comportement des produits mentionnés dans la présente publication lors des processus de fabrication et leur adéquation dans tout environnement d'usage final donné dépendent de diverses conditions telles que la compatibilité chimique, la température et autres variables, qui ne sont pas connues de Huntsman Advanced Materials. Il est de la responsabilité de l'utilisateur d'évaluer les conditions de fabrication et le produit final dans les conditions réelles d'usage final et de conseiller et d'avertir de manière adéquate les acheteurs et les utilisateurs.

Certains produits peuvent être toxiques et nécessiter des précautions particulières lors de la manipulation. L'utilisateur doit obtenir des fiches de données de sécurité de Huntsman Advanced Materials contenant des informations détaillées sur la toxicité, ainsi que les procédures adéquates d'expédition, de manipulation et de stockage, et se conformer avec l'ensemble des normes applicables concernant l'environnement et la sécurité.

Les risques, la toxicité et le comportement des produits peuvent différer lorsque ceux-ci sont utilisés avec d'autres matériaux et dépendent des conditions de fabrication ou autres processus. Lesdits risques, toxicité et comportement doivent être déterminés par l'utilisateur et signalés aux manutentionnaires, aux opérateurs et aux utilisateurs finaux.

Sauf disposition explicite contraire, la vente des produits mentionnés dans la présente publication est soumise aux conditions générales de vente de Huntsman Advanced Materials LLC ou de ses sociétés affiliées, y compris sans limitation, Huntsman Advanced Materials (Europe) BVBA, Huntsman Advanced Materials Americas Inc. et Huntsman Advanced Materials (Hong Kong) Ltd.

Huntsman Advanced Materials est une entité commerciale internationale de Huntsman Corporation. Huntsman Advanced Materials traite via des sociétés affiliées Huntsman dans différents pays, y compris mais sans limitation, Huntsman Advanced Materials LLC aux États-Unis et Huntsman Advanced Materials (Europe) BVBA en Europe.

Araldite est une marque déposée de Huntsman Corporation ou société affiliée.

Copyright © 2011 Huntsman Corporation ou société affiliée. Tous droits réservés.

Mars 2013  
Huntsman Advanced Materials

Araldite® Cristal

Page 3 sur 3

### 5.3 FICHE TECHNIQUE DE LA COLLE THERMOFUSIBLE PATTEX®



## Pattex Made At Home

Recharges Bâtons de colle x10

- Transparente
- Application rapide et facile



#### DESTINATIONS

Bâtonnets de colle à utiliser avec le pistolet à chaud Pattex Made At Home.

-Idéal pour coller, réparer et pour la décoration

- Pour le collage sur bois en combinaison avec du métal, du verre et beaucoup de types de plastiques (hors PE, PP, PTFE).

#### MISE EN ŒUVRE

Les surfaces à coller doivent être propres, dépourvus de graisse et de saleté.

Application :

Appliquez avec le pistolet la colle de Pattex Made At Home sur un côté, joignez les deux surfaces ensemble.

Plus la température est élevée au début et plus la résistance sera forte.

Les deux surfaces sont collées et sont résistantes après de 2 minutes de séchage.

#### Données techniques

Composition	EVA thermofusible synthétique
Densité	0.98 g/cm <sup>3</sup>
Résistance température	Max. 60°C
Temps ouvert	Approx. 90 secondes : dépend de la température de la surface
Température d'application	Approx.200°C
Viscosité à 160°C	25500-34500mPas

Pour faciliter la suppression de la colle des textiles, faire refroidir jusqu'à -18°

Conserver et stockez dans un endroit sec et frais.

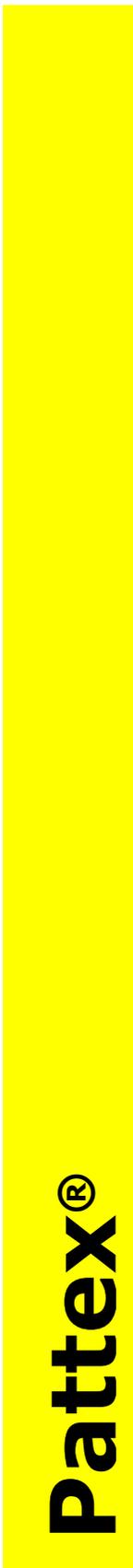
Evitez les températures de plus de 50 degrés.

Evitez le contact avec les yeux et la peau.

#### CARACTERISTIQUES

- transparente au séchage
- ne détériore pas le papier
- collage durable
- pas de décoloration
- haute homogénéité du collage
- convient sur matériaux absorbants et non absorbants

**Pattex®**



**Pattex Made At Home Bâtonnets colle Pistolet**

**OBSERVATIONS**

Tous les matériaux doivent être dépourvus de saleté, d'huile et de graisse. Des restes d'anciennes applications doivent être enlevés de la surface. Durée de conservation : 24 mois.

**HENKEL France**  
**SERVICE TECHNIQUE**  
 161, rue de Silly, F-92100 Boulogne-Billancourt  
**Tél : 09 69 32 09 30 (appel non surtaxé)**  
 www.toutcoller.com



www.toutcoller.com

**Henkel** Qualité Professionnelle

**PATTEX Made At Home Recharges Batons de colle**



Libellé HENKEL	Conditionnement	IDH	PCB	EAN UC (produit)	EAN UL (colis)	Nom. Douanière
Pattex Made At Home Recharges x10	Recharges	1954193	6	4015000431774	4015000495035	

		Dimensions (en MM)			Poids Net (en KG)	Poids Brut (en KG)	Palettisation			
		L	I	H			Nbre colis/couche	Nbre couche/palette	Total colis/palette	Total uc/palette
Pattex Made At Home Recharges x10	produit	25	67	240	0.200	0.224				
	colis	219	142	90	1.200	1.444				
	palette	800	1200	1044	348	445.726	29	10	290	1740

Pays de fabrication : Taiwan

FICHE TECHNIQUE PATTEX

2/2

## 5.4 FICHE TECHNIQUE ET DE SÉCURITÉ DES AIMANTS EN NÉODYME



### Fiche de données article S-08-01-N

Données techniques et sécurité d'utilisation

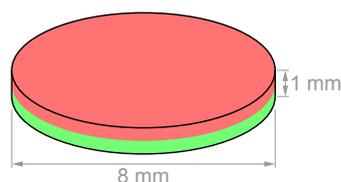
Webcraft AG  
Weiherallee 11a  
8610 Uster, Suisse

Téléphone: +41 43 399 01 34

www.supermagnete.ch  
support@supermagnete.ch

#### 1. Informations techniques

ID article	S-08-01-N
EAN	7640155437363
Matériau	NdFeB
Forme	Disque
Diamètre	8 mm
Hauteur	1 mm
Tolérance	+/- 0.1 mm
Sens de magnétisation	axial (parallèle à la hauteur)
Revêtement	nickelé (Ni-Cu-Ni)
Méthode de fabrication	par frittage
Magnétisation	N45
Force d'adhérence	env. 540 g (env. 5.3 N)
Température max. d'utilisation	80°C (év. plus basse) *
Poids	0.3820 g
Température de Curie	310 °C
Rémanence Br	13200-13700 G, 1.32-1.37 T
Champ coercitif bHc	10.8-12.5 kOe, 860-995 kA/m
Champ coercitif iHc	≥12 kOe, ≥955 kA/m
Produit énergétique (BxH)max	43-45 MGOe, 342-358 kJ/m <sup>3</sup>



\* En raison de ses dimensions, il est possible que cet aimant ait une moindre résistance à la température. Veuillez vous reporter à nos Q&R : <https://www.supermagnete.ch/fre/faq/Quelle-temperature-maximale-les-aimants-peuvent-ils-supporter#pu424>

Exempt de substance toxique conformément à la directive RoHS 2011/65/EU.

#### 2. Informations importantes

	<b>Danger</b>
	<b>Avaler</b> Des enfants peuvent avaler des petits aimants. Si un enfant avale plusieurs aimants, ces derniers peuvent se fixer dans l'intestin et entraîner des complications mortelles. Les aimants ne sont pas des jouets et doivent être tenus hors de la portée des enfants.

	<p><b>Avertissement Pacemaker</b></p> <p>Les aimants peuvent interférer avec le bon fonctionnement de pacemakers et de défibrillateurs implantables.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un pacemaker pourrait passer en mode test et causer des malaises.</li> <li>• Un défibrillateur ne pourrait éventuellement plus fonctionner.</li> <li>• Si vous êtes porteur d'un tel dispositif, gardez une distance suffisante avec les aimants: <a href="http://www.supermagnete.ch/fre/faq/distance">www.supermagnete.ch/fre/faq/distance</a></li> <li>• Empêcher les porteurs de tels dispositifs de s'approcher des aimants.</li> </ul>
---	--

	<p><b>Avertissement Eclats métalliques</b></p> <p>Des aimants en néodyme sont cassants. Lors d'une collision de deux aimants, ceux-ci peuvent se briser. Des éclats coupants pourraient être projetés à plusieurs mètres et blesser vos yeux.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitez la collision d'aimants.</li> <li>• Lors de la manipulation d'aimants plus gros, veuillez porter des lunettes de protection.</li> <li>• Veillez également à ce que les personnes proches soient également protégées ou qu'elles respectent une distance de sécurité.</li> </ul>
---	--

### 3. Utilisation et stockage

	<p><b>Précaution Champ magnétique</b></p> <p>Des aimants génèrent des champs magnétiques puissants et de grande envergure. Ils peuvent endommager entre autres des téléviseurs, des ordinateurs portables, des disques durs, des cartes de crédit et des cartes eurochéque, des supports de données, des montres mécaniques, des appareils auditifs et des haut-parleurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gardez les aimants loin des appareils et des objets qui pourraient être endommagés par des champs magnétiques puissants.</li> <li>• Reportez-vous à notre tableau indiquant les distances recommandées: <a href="http://www.supermagnete.ch/fre/faq/distance">www.supermagnete.ch/fre/faq/distance</a>.</li> </ul>
---	---

	<p><b>Précaution Inflammabilité</b></p> <p>Lors de l'usinage mécanique des aimants, la poussière de fraisage peut s'enflammer facilement.</p> <p>Évitez de travailler un aimant ou utilisez des outils adéquats et suffisamment d'eau de refroidissement.</p>
---	---

	<p><b>Précaution Allergie au nickel</b></p> <p>La plupart de nos aimants contiennent du nickel, également ceux qui ne sont pas revêtus de nickel.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Certaines personnes développent des réactions allergiques suite au contact avec du nickel.</li> <li>• Une allergie au nickel peut se développer en cas de contact prolongé avec des objets contenant du nickel.</li> <li>• Évitez le contact prolongé entre la peau et les aimants.</li> <li>• Si vous présentez déjà une allergie au nickel, évitez tout contact avec les aimants.</li> </ul>
---	---

	<p><b>Indication Influence sur le corps humain</b></p> <p>Selon les connaissances actuelles, les champs magnétiques provenant d'aimants permanents n'ont pas d'influence positive ou négative mesurable sur l'homme. Il est improbable que le champ magnétique d'un aimant permanent constitue un danger pour la santé, mais ce risque ne peut pas être complètement exclu.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour votre sécurité, évitez tout contact prolongé avec un aimant.</li> <li>• Conservez les gros aimants à une distance d'au moins un mètre de votre corps.</li> </ul>
---	--

	<p><b>Indication Ecaillage du revêtement</b></p> <p>La plupart de nos aimants en néodyme possèdent une fine couche de nickel-cuivre-nickel afin de les protéger contre la corrosion. Suite à une collision ou une forte pression, ce revêtement peut s'écailler ou se fissurer. Ceci les rend plus sensibles aux influences de l'environnement comme l'humidité et ils risqueraient de s'oxyder.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Séparez les grands aimants, en particulier les sphères, à l'aide de carton.</li> <li>• En général, évitez des collisions entre des aimants ainsi que des impacts répétés (comme des coups).</li> </ul>
---	--

	<p><b>Indication</b> <b>Oxydation, corrosion, rouille</b></p> <p>Des aimants en néodyme non traités s'oxydent rapidement et s'effritent. La plupart de nos aimants possèdent une fine couche de nickel-cuivre-nickel afin de les protéger contre la corrosion. Ce revêtement offre une certaine protection contre la corrosion, mais il n'est pas suffisamment résistant pour permettre une utilisation prolongée à l'extérieur.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisez les aimants uniquement à l'intérieur dans un endroit sec ou protégez-les contre les influences de l'environnement.</li> <li>• Evitez d'endommager le revêtement.</li> </ul>
	<p><b>Indication</b> <b>Résistance aux températures</b></p> <p>Des aimants en néodyme ont une température maximale d'utilisation se situant entre 80 et 200 °C. La plupart des aimants en néodyme perdent une partie de leur force d'adhérence de façon permanente à partir d'une température de 80 °C.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N'utilisez pas les aimants à des endroits où ils sont exposés à des températures élevées.</li> <li>• Lorsque vous utilisez de la colle, ne la durcissez pas à l'aide d'air chaud.</li> </ul>
	<p><b>Indication</b> <b>Usinage mécanique</b></p> <p>Des aimants en néodyme sont friables, sensibles à la chaleur et ils s'oxydent facilement.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'emploi d'outils inadaptés pour percer ou scier un aimant peut le briser.</li> <li>• La chaleur qui en résulte peut démagnétiser l'aimant.</li> <li>• A cause du revêtement endommagé, l'aimant s'oxydera et s'effritera.</li> </ul> <p>Évitez d'usiner des aimants si vous ne possédez pas de matériel adapté et l'expérience qui y est nécessaire. Demandez-nous une offre pour un aimant sur mesure: <a href="http://www.supermagnete.ch/fre/custom_form.php">www.supermagnete.ch/fre/custom_form.php</a></p>

#### 4. Informations au sujet du transport

	<p><b>Précaution</b> <b>Fret aérien</b></p> <p>Des champs magnétiques provenant d'aimants emballés de façon non adéquate peuvent interférer avec les appareils de navigation aérienne. Dans le pire des cas, cela pourrait provoquer un accident.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si vous expédiez des aimants par fret aérien, n'utilisez que des emballages comportant un blindage magnétique suffisant.</li> <li>• Veuillez lire attentivement le règlement respectif: <a href="http://www.supermagnete.ch/fre/faq/airfreight">www.supermagnete.ch/fre/faq/airfreight</a></li> </ul>
	<p><b>Précaution</b> <b>Envoi par courrier</b></p> <p>Des champs magnétiques provenant des aimants emballés de façon non adéquate peuvent provoquer des perturbations au niveau des systèmes de tri et endommager des marchandises se trouvant dans d'autres colis.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veuillez lire nos conseils pour l'envoi : <a href="http://www.supermagnete.ch/fre/faq/shipping">www.supermagnete.ch/fre/faq/shipping</a></li> <li>• Utilisez une boîte aux dimensions généreuses et placez les aimants à l'aide d'un matériau de rembourrage au centre du colis.</li> <li>• Dans le colis, disposez les aimants de sorte que les champs magnétiques se neutralisent mutuellement.</li> <li>• Si nécessaire, utilisez de la tôle de fer pour bloquer le champ magnétique.</li> <li>• En cas d'expédition par fret aérien, des règles plus strictes s'appliquent : Veuillez lire l'avertissement "fret aérien".</li> </ul>

#### 5. Informations relatives à l'élimination des déchets

De petites quantités d'aimants en néodyme peuvent être déposées avec les déchets ménagers. Des quantités plus importantes sont à apporter à la collecte de vieux métaux.

#### 6. La législation

Les aimants en néodyme ne sont pas destinés à la distribution/ exportation vers les USA, le Canada ou le Japon. Il vous est par conséquent formellement interdit d'exporter, directement ou indirectement, les aimants néodyme que nous vous avons livrés ainsi que les produits finaux que vous avez fabriqués avec ces aimants dans les pays mentionnés ci-dessus.

**Code douanier Tares:** 8505.1100

**Origine:** Chine

## 5.5 FOSSHAPE®

Tableau 3 Récapitulatif des tests effectués sur le Fosshape®

TESTS EFFECTUÉS SUR LE FOSSHAPE®			
Test	Institution	Résultat	Référence biblio.
Test d'Oddy	Textile Museum Washington, USA	"Pass" pour contact direct	Amnés et Miles, 2012
FTIR		Polyéthylène téréphtalate (PET)	
XRF		Retardateur de flamme bromé : insignifiant Brome : insignifiant Chlore : insignifiant	
Test à l'azoture de sodium et iode		Pas de composés contenant du soufre	
A-D Strips		Pas de composés acides	
Résistance du Fosshape® activé par la chaleur puis soumis à des fluctuations de HR (10 semaines, avec différents sels saturés)	Historic Royal Palaces Surrey, UK	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Le Fosshape® activé à la chaleur sèche est plus résistant à la traction que le Fosshape® activé avec de vapeur chaude.</li> <li>– Le Fosshape® est plus résistant s'il est conservé à une HR basse (testé à HR 20 %, 90 % et alternance entre 20 % et 90 %)</li> <li>– malgré qu'il soit intissé, le Fosshape® est plus résistant à la traction dans un sens que dans l'autre (longitudinal VS transversal)</li> </ul>	Gamper, Gibb et Henni ACR, 2015

## 5.6 MATÉRIAUX CONSTITUTIFS DU MANNEQUIN ET FOURNISSEURS

Tableau 5 Matériaux employés pour fabriquer le mannequin et les fournisseurs.

	MATÉRIAU	NOM DU PRODUIT	MARQUE	FOURNISSEUR
TORSE	Filament ABS	ABS DuraPro anthracite 2,85 mm	Extrudr	3DJake
		ABS niceABS Naturel 2, 85 mm	3DJake	
	Aimants	Aimants en néodyme	-	Supermagnete
	Résine époxy	Araldite® Cristal	Huntsman	Jumbo
ANNEAUX ET SUSPENSION	PMMA	Plexiglas® gris translucide 7C83	-	Fourni et usiné par Serex Plastics
	Argent 925	-	-	Privé
	Nylon	Fil nylon Ø 1 mm	-	Jumbo
	Polypropylène	Sangle noire	Meister	
	Plastique	Boucle pour sangle	-	Manor
Jambes	Polyéthylène (LDPE)	Mousse de polyéthylène à basse densité	Ethafoam® 220	Fournie par le musée
	Toile de coton écru	Canevas écru	-	Kreando
	Ouatine de polyester	Non-tissé – molleton volumineux 90g/m <sup>2</sup>	-	
	Jersey coton	Jersey coton bio offwhite	Pierre et Marie	
		Jersey coton bio noir		
	Aluminium	Tube carré aluminium 10 mm et 8 mm	-	Jumbo
	Acier zingué	Vis zinguées	Ayce	Jumbo
	Polyester	Fil à coudre Seralon noir	Mettler	Kreando
Fil à coudre Seralon blanc				
EVA	Bâtons de colle thermofusible	Pattex	Jumbo	

	Aimants	Aimants en néodyme	-	Supermagnete
	Polyéthylène (HDPE)	Tyvek®	DuPont®	Chutes prises à l'école
	Carton non acide	Carton cannelé qualité archivage	-	Chutes prises à l'école
	Polyester/nylon	Bande velcro noir et blanc	Meister	Jumbo
Support à bonnet	Filament ABS	ABS niceABS Naturel 2, 85 mm	3DJake	3DJake
	Aimants	Aimants en néodyme N35	-	Supermagnete
	Résine époxy	Araldite® Cristal	Huntsman	Jumbo
	Ouatine de polyester	Non-tissé – molleton volumineux 90g/m <sup>2</sup>	-	Kreando
	Jersey coton	Jersey coton bio noir	Pierre et Marie	
	Carton non acide	Carton cannelé qualité archivage	-	Chutes prises à l'école
	EVA	Bâtons de colle thermofusible	Pattex	Jumbo

Tableau 6 Liste des fournisseurs et prestataires.

<p><b>Serex construction plastiques SA</b>                      Rte du Village 16                      1070 Puidoux                      021/946.33.34</p>	<p><b>Supermagnete</b>                      Weiherhallee 11a                      8610 Uster  <a href="http://www.supermagnete.ch">www.supermagnete.ch</a></p>
<p><b>FabLab Neuch</b>                      Espace de l'Europe 7                      2000 Neuchâtel  <a href="http://www.fablab-neuch.ch">www.fablab-neuch.ch</a></p>	<p><b>Jumbo</b>                      En Chamard 24                      1442 Montagny-près-Yverdon                      024/423.41.41</p>
<p><b>3D Jake</b>  <a href="http://www.3djake.ch">www.3djake.ch</a></p>	<p><b>KREANDO AG</b>                      Hauptstrasse 18                      2572 Sutz-Lattrigen  <a href="http://www.kreando.ch">www.kreando.ch</a></p>
<p><b>Atelier Comme par Hasard...</b>                      Av. Haldimand 3                      1400 Yverdon-les-Bains  <a href="https://www.mottazbijoux.com">https://www.mottazbijoux.com</a></p>	

**ANNEXE 6 GUIDE DE MISE EN EXPOSITION DE VÊTEMENTS**

Filière Conservation-restauration  
Bachelor of Arts HES-SO en Conservation

haute école **arc** conservation  
neuchâtel berne jura restauration  
neuchâtel

**Guide de mise en exposition de vêtements  
pour Le Musée Olympique**

Marie-Paule Mottaz

**Hes-so**  
Haute Ecole Spécialisée  
de Suisse occidentale

HE-ARC CR Arc, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
Mottaz Marie-Paule, Conception d'un mannequin d'exposition, 31.08.2020

---

## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION .....	2
FONCTIONNEMENT DE CE GUIDE.....	2
LES ÉTAPES DE MISE EN EXPOSITION DE VÊTEMENTS PATRIMONIAUX .....	4
1 MANIPULATION .....	4
2 CONSTAT D'ÉTAT ORIENTÉ MANNEQUINAGE.....	4
3 CHOIX DU MANNEQUIN.....	5
4 MATÉRIAUX DE MANNEQUINAGE.....	5
4.1. LE FOSSHAPE® .....	6
5 FABRICATION D'UN MANNEQUIN .....	7
6 OUATINAGE DU MANNEQUIN.....	7
7 CONSERVATION PRÉVENTIVE.....	8
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	10
GLOSSAIRE DES ALTÉRATIONS .....	12
FORMULAIRE DE CONSTAT D'ÉTAT ORIENTÉ MANNEQUINAGE .....	13

HE-Arc CR, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
Marie-Paule Mottaz, Guide de mise en exposition de vêtements, 31.08.2020.

---

## INTRODUCTION

Il n'y a rien de plus banal que des vêtements : nous en portons tous, et nous en voyons exposés dans de nombreuses vitrines commerciales. Pourtant, en contexte muséal, ces objets en textiles sont fragiles et ne peuvent être ni manipulés ni posés sur des mannequins comme on le fait dans le domaine de la vente. De plus, un vêtement patrimonial ne peut être resserré à l'aide d'épingles afin d'être ajusté au mannequin. C'est au contraire le mannequin d'exposition qui doit être soigneusement choisi et modifié pour supporter le vêtement, afin de le mettre en valeur et d'assurer sa bonne conservation.

## FONCTIONNEMENT DE CE GUIDE

Ce petit guide est une synthèse des points les plus importants à prendre en compte lorsque l'on s'intéresse à la mise en exposition de vêtements patrimoniaux.

Chaque point est brièvement présenté, et accompagné de documentation relative au sujet.



Les QR codes noirs ouvrent automatiquement le site internet auquel ils sont reliés.  
Si vous préférez une lecture sur un ordinateur, vous trouverez les liens internet dans les références bibliographiques.



Le QR code rouge donne accès au dossier "Gestion des collections" sur le SharePoint du CIO, où se trouvent les documents et la monographie référencés en format PDF.

À la fin de cette brochure se trouvent également un formulaire de constat d'état orienté mannequinage, ainsi qu'un glossaire des altérations.

HE-Arc CR, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
Marie-Paule Mottaz, Guide de mise en exposition de vêtements, 31.08.2020.

---

Pour commencer, un podcast sur les problématiques liées à la mise en exposition de vêtements, puis une vidéo sur la fabrication de mannequin par le Victoria and Albert Museum pour leur exposition *Frieda Kahlo : Making Her Self Up*.



*S04E03: Costume Mounting*, Un podcast de The C Word.

"Making the Frieda Kahlo Mannequins." Blog du V&A.



Ainsi que quelques courts documents d'introduction :



ICOM COSTUME Guidelines.

**Johansen, Katia.** "Mannequins for Costume Display."



HE-Arc CR, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
Marie-Paule Mottaz, Guide de mise en exposition de vêtements, 31.08.2020.

## LES ÉTAPES DE MISE EN EXPOSITION DE VÊTEMENTS PATRIMONIAUX

### 1 MANIPULATION

La manipulation de vêtements patrimoniaux doit être précédée d'une phase préparatoire. Le poste de travail doit être propre, protégé par du papier de soie ou un lé de Tyvek® ou de coton propre. On retirera tous les objets pointus, coupants ainsi que les feutres, auxquels on préférera un crayon à papier. Le port de gants est indispensable pour tous les vêtements comportant des pièces métalliques ou fabriqués dans des tissus lamés. Pour les autres textiles, il est toujours préférable de porter des gants, sauf s'ils induisent une perte de motricité fine mettant en danger l'objet patrimonial. Dans ce cas, on travaillera à mains nues, en veillant à les laver régulièrement.



**Flecker, Lara.** *A practical Guide to Costume Mounting.* Routledge, New York, 2013.  
Chapitre 1.

"Le soin des textiles et des costumes," ICC.



### 2 CONSTAT D'ÉTAT ORIENTÉ MANNEQUINAGE

Avant toute mise en exposition d'un vêtement, il faut réaliser un constat d'état de l'objet. Il s'agit d'inspecter soigneusement le vêtement ou accessoire afin de relever les fragilités de l'objet (manques, altérations des matériaux constitutifs, état des coutures...), mais également ses "points forts", c'est-à-dire les parties qui sont dans un bon état de conservation, et qui pourront être utilisées comme point d'appui sur le mannequin. On inspectera aussi la doublure, les différentes pièces telles que boutons, fermeture éclair, crochets, pressions, etc. On prendra soin également de vérifier que le vêtement ne porte pas la trace d'une récente infestation (insectes ou moisissures) qui nécessiterait d'être traitée par un.e restaurateur.rice textile.

Ces différentes altérations seront soigneusement relevées et localisées sur un schéma si besoin. Un glossaire des altérations se trouve à la page suivante de ce fascicule.

On veillera également, lors de ce constat d'état, à mesurer soigneusement le vêtement, cela permettra de choisir ensuite le mannequin adapté. Le mannequin sera choisi en fonction des mesures relevées sur le vêtement, mais une taille plus petite au moins, ce qui équivaut à au moins 5 cm de moins sur les mesures de circonférences (tour de taille, de hanches, etc.).

HE-Arc CR, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
Marie-Paule Mottaz, Guide de mise en exposition de vêtements, 31.08.2020.

Voici une liste des matériaux utilisés et validés par certains musées ayant publié de la documentation sur la fabrication et la transformation de mannequin :

- Mousse de polyéthylène à basse densité (Ethafom® 220, Plastazote® LD45)
- Matériau composite fibre de verre + résine époxy
- Fosshape®
- Toile de coton écru, préalablement lavée à chaud et sans détergent
- Jersey coton, préalablement lavé à chaud et sans détergent, de préférence non blanchi. Si on le choisit coloré, tester la tenue de la teinture
- Tyvek®
- Carton d'archivage non acide
- Quatine de polyester
- Bande velcro
- Colle chaude en bâton
- Baleine en polyester Rigilene®
- ...



***Oddy Tests Results: Case Construction Materials.***

Base de données de tous les matériaux dont la compatibilité avec des objets patrimoniaux a été testée par Oddy test par différents musées. On peut ainsi savoir si un matériau peut être utilisé de manière permanente, temporaire, ou si son utilisation est proscrite.

**Flecker, Lara.** *A practical Guide to Costume Mounting.* Routledge, New York, 2013, pp. 9-12: Liste de matériaux utilisés pour le mannequinage.

**Uhlir, Shelly.** "Mounting Multiple-piece Ensembles for an Exhibition of Plains, Plateau and Great Basin attire at the National Museum of the American Indian," 2012.

**Müräu et Muschel.** "Die Kunst der Präsentation", 2012.



#### 4.1. LE FOSSHAPE®

Le Fosshape® est un matériau de plus en plus utilisé pour la mise en exposition de vêtements. Il s'agit d'une sorte de feutre en polyester, disponible en noir et en blanc et en différents grammages, qui a la particularité d'être thermoformable en le soumettant à une source de vapeur ou de chaleur entre 100 et 130 °C. Ce matériau se découpe aux ciseaux, et peut se coudre à la main ou à la machine. Il sert

HE-Arc CR, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
Marie-Paule Mottaz, Guide de mise en exposition de vêtements, 31.08.2020.

généralement à fabriquer des supports invisibles, coupé à la forme du vêtement. Pour l'utiliser, il faut toutefois posséder un mannequin de base sur lequel thermoformer le Fosshape®, avoir des aptitudes en couture et du matériel relatif (machine à coudre, appareil à repasser de type station vapeur ou défroisseur SteamOne®).

La forme obtenue avec le Fosshape® est semi-rigide, il est nécessaire de la renforcer avec des disques de mousse ou des baleines en nylon afin qu'elle garde sa forme dans le temps et sous une éventuelle pression exercée par le vêtement. Il existe un certain nombre de publications concernant ce matériau, concernant sa mise en forme ainsi que sa compatibilité avec des objets patrimoniaux.

**Amnéus, Cynthia et Miles, Maria.** "A Method for Invisibly Mounting Costume Using Fosshape".

**Gamper, Charlotte, Gibb, Ian et Henni ACR, Emma.** "Keeping in Shape" an Investigation into the Suitability of Using Fosshape™ for Costume Storage Mounts at Historic Royal Palaces."



**Lee, Rachel.** "The Fosshape Revolution." ICON Textile Group, 2017.

(Document transmissible au Musée Olympique avec l'aimable autorisation de Mme Rachel Lee)

## 5 FABRICATION D'UN MANNEQUIN

Plusieurs méthodes sont documentées afin de modifier ou de fabriquer un mannequin pour un vêtement qui ne peut pas être exposé sur un mannequin standard :



**Morena, Jill et Voskamp, Apryl.** "Much Ado About Mannequins : Making the Perfect Form", 2016.

**Uhlir, Shelly.** "Mounting Multiple-piece Ensembles for an Exhibition of Plains, Plateau and Great Basin attire at the National Museum of the American Indian," 2012.

**Uhlir, Shelly.** "Articulated Solutions for Mannequins in the Circle of Dance Exhibition at the National Museum of the American Indian—New York." 2017.



## 6 OUATINAGE DU MANNEQUIN

Même si l'on a un mannequin sur mesure, le ouatinage est une étape importante, qui va permettre de mettre en valeur le vêtement, mais aussi de lui offrir un soutien adéquat à sa bonne conservation. Le

HE-Arc CR, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
Marie-Paule Mottaz, Guide de mise en exposition de vêtements, 31.08.2020.

rembourrage permet de créer des volumes se rapprochant le plus possible du corps pour lequel le vêtement a été confectionné. Il permet également de soutenir des parties du textile pour empêcher la formation de plis, ou pour éviter des stresses sur des parties fragilisées<sup>1</sup> (par exemple si l'on mannequine une robe aux bretelles fragiles, on pourra, avec un rembourrage adéquat sur la poitrine, venir soutenir le poids du tissu afin de ne pas solliciter les bretelles).

Le ouatinage se fait généralement sur les bustes de couturière, qui sont recouverts de tissu. Mais on peut également l'envisager sur un mannequin d'exposition standard, en "habillant" préalablement le mannequin avec un t-shirt et un legging en jersey coton moulant, qui serviront de base pour coudre la ouatine, et l'on terminera par un gainage de jersey coton.



**Flecker, Lara.** *A practical Guide to Costume Mounting.* Routledge, New York, 2013, chapitre 4.

## 7 CONSERVATION PRÉVENTIVE

Les textiles sont des objets très fragiles, il convient donc de les protéger des différents facteurs de risque existants. Voici quelques recommandations de conservation faites par l'ICOM COSTUME<sup>2</sup> :

<b>Température</b>	18 °C	Éviter au maximum les variations de T et HR
<b>Humidité relative</b>	50-55 %	
<b>Lumière</b>	Max. 50 lux	Ne soumettre les textiles à la lumière que lorsque cela est nécessaire.
<b>Manipulations</b>	Avec des gants en coton propres	Manipuler le moins possible
<b>Exposition</b>	Aucun costume ne devrait être exposé indéfiniment.	

Page générale de l'Institut Canadien de Conservation : "Le soin des textiles et costumes."



<sup>1</sup> Panaget, 2017, p. 153.

<sup>2</sup> Traduit de l'anglais par MP Mottaz.

HE-Arc CR, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
Marie-Paule Mottaz, Guide de mise en exposition de vêtements, 31.08.2020.

**Les forces physiques** > risques de déchirures, trous, rupture du textile, notamment dus à une manipulation peu soignée, un mauvais stockage (p. ex. suspendre un vêtement fragile/lourd) ou une mise en exposition inappropriée (cf. "Le soin des textiles et costumes").



**L'eau** > sous forme liquide et éventuellement souillée dans le cas d'un dégât d'eau, qui peut provoquer, sur des textiles, des coulures de colorants ou des taches.

**L'humidité relative inadéquate.**



**Les moisissures** > attention à l'humidité relative inadéquate.

**Les ravageurs** > infestations d'insectes, rongeurs.



**Les polluants** > sous forme gazeuse (acides provenant des matériaux de conditionnement, des vitrines, etc) ou sous forme de particules fines.

**La lumière, les ultraviolets et les infrarouges.**



**La température inadéquate.**

HE-Arc CR, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
Marie-Paule Mottaz, Guide de mise en exposition de vêtements, 31.08.2020.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amnéus, Cynthia et Miles, Maria.** "A Method for Invisibly Mounting Costume Using Fosshape." Journal of the American Institute for Conservation, 51:1, 3-14, 2012.
- Dancause, Renée, Wagner, Janet et Vuori, Jan.** "Le soin des textiles et des costumes." [En ligne]. Gouvernement du Canada, 2020. [Consulté le 20.07.2020]. <https://bit.ly/2BqLAYZ>
- Fajardo, Susana et al.** "Mounting Historic Dress for Display". [En ligne] Victoria & Albert Museum, 2016. [Consulté le 20.07.2020]. <https://bit.ly/3haNtpm>
- Flecker, Lara.** *A practical Guide to Costume Mounting*. Routledge, New York, 2013. PDF disponible en ligne : <https://bit.ly/2KVxGwK>
- Flecker, Lara.** *A practical Guide to Costume Mounting*. Routledge, New York, 2013.  
PDF disponible sur Library Genesis<sup>2M</sup>. [En ligne] <https://libgen.is>
- Gamper, Charlotte, Gibb, Ian et Henni ACR, Emma.** "Keeping in Shape" an Investigation into the Suitability of Using Fosshape™ for Costume Storage Mounts at Historic Royal Palaces." North American Textile Conservation Conference, New York, 19–20 novembre 2015. Historic Royal Palaces Textile Conservation Studios, Hampton Court Palace, Surrey, UK. 2015
- "Glossaire visuel des altérations sur les œuvres d'art et les objets de musées."** [En ligne]. Centre de conservation du Québec, 2013. [Consulté le 20.07.2020]. <https://bit.ly/2MOFzty>
- ICOM COSTUME Guidelines.** [En ligne]. [Consulté le 06.05.2020]. <https://bit.ly/2Wv0MIM>
- Johansen, Katia.** "Mannequins for Costume Display". [En ligne] In Clothes Tells Stories. [Consulté le 20.07.2020]. <https://bit.ly/3fOxOMf>
- Lee, Rachel.** "The Fosshape Revolution". ICON Textile Group, 2017.
- "Les moisissures et les textiles".** [En ligne]. Note 13/15 de l'ICC, Gouvernement du Canada, 22.02.2019. [Consulté le 22.07.2020] <https://bit.ly/2WMxfex>
- "Making the Frieda Kahlo mannequins".** [En ligne]. Victoria and Albert Museum, 2020. [Consulté le 17.07.2020]. <https://bit.ly/2ChrTtK>
- Michalski, Stefan.** "Agent de détérioration : Lumière, ultraviolet et infrarouge." [En ligne]. Gouvernement du Canada, 2018. <https://bit.ly/3htCB6h>
- Michalski, Stefan.** "Agent de détérioration : Température inadéquate." [En ligne]. Gouvernement du Canada, 2019. [Consulté le 20.07.2020]. <https://bit.ly/3fUfwJI>

HE-Arc CR, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
Marie-Paule Mottaz, Guide de mise en exposition de vêtements, 31.08.2020.

---

- Michalski, Stefan.** "Agent de détérioration : Humidité relative inadéquate." [En ligne]. Gouvernement du Canada, 2019. [Consulté le 20.07.2020]. <https://bit.ly/2ODsjEa>
- Morena, Jill et Voskamp, Apryl.** "Much Ado About Mannequins: Making the Perfect Form". [En ligne]. Connecting to Collection Care. Harry Ransom Center, 2016. [Consulté le 20.07.2020]. <https://bit.ly/2WDsbsL>
- Mürau, Elke et Muschel, Carolin.** "Die Kunst der Präsentation. Figurinen für die Kostüme in den Dauerausstellungen des Schweizerischen Nationalmuseums." *Restaura*, 2/2012, pp. 20-27.
- Oddy Tests Results: Case Construction Materials.** [En ligne]. Conservation Wiki, juin 2020. [Consulté le 15.07.2020]. <https://bit.ly/32Nq35p>
- Panaget, Déborah.** *Etude de conservation-restauration d'une robe de tulle perlé des Années folles (Paris, Patrimoine Mode Chanel). Mannequinage en modélisation 3D et recherche de matériaux adaptés aux contraintes structurelles de la robe.* Mémoire de fin d'études, soutenu par Déborah Panaget En vue de l'obtention du diplôme de restaurateur de patrimoine Dans la spécialité arts textiles. Institut national du Patrimoine, 2017. *Non publié.*
- Strang, Tom et Kigawa, Rika.** Agent de détérioration : Ravageurs. [En ligne]. Gouvernement du Canada. [Consulté le 22.07.2020]. <https://bit.ly/3jq3BFw>
- Tétreault, Jean.** "Agent de détérioration : Polluants". [En ligne]. Gouvernement du Canada. [Consulté le 22.07.2020]. <https://bit.ly/2ZTOUCV>
- The C Word** Podcast. [En ligne] S4E03. [Consulté le 17.07.2020]. <https://bit.ly/30kdSdD>
- Tremain, David.** "Agent de détérioration : eau". [En ligne] Gouvernement du Canada, 2018. [Consulté le 21.07.2020]. <https://bit.ly/2CqRtnc>
- Uhlir, Shelly.** "Mounting Multiple-piece Ensembles for an Exhibition of Plains, Plateau and Great Basin attire at the National Museum of the American Indian." *Journal of the American Institute for Conservation*, Vol. 51, No. 1, Mountmaking Special Issue (Spring/Summer), pp. 99-116, 2012.
- Uhlir, Shelly.** "Articulated Solutions for Mannequins in the Circle of Dance Exhibition at National Museum of the American Indian—New York." *Journal of the American Institute for Conservation*, 56:1, pp. 43–58, 2017.

HE-Arc CR, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
Marie-Paule Mottaz, Guide de mise en exposition de vêtements, 31.08.2020.

---

## GLOSSAIRE DES ALTÉRATIONS

Ce glossaire est une sélection d'altérations applicables aux objets en textile, telles que définies dans le *Glossaire visuel des altérations sur les œuvres d'art et les objets de musée*<sup>3</sup>.

<b>Abrasion</b>	Usure par frottement due à de mauvais traitements qui laissent des marques à la surface.
<b>Boulochage</b>	Formation de petites boules de fibres sur la surface d'un textile, souvent un tricot, due au frottement.
<b>Craquelures</b>	Réseau de fissures ou de fendillements qui s'observent en surface.
<b>Déchirure</b>	Rupture faite dans un matériau souple comme un tissu, un cuir ou un papier, laissant les bords irréguliers et effilochés.
<b>Déformation</b>	Altération de la forme première.
<b>Effilochement</b>	État d'un tissu usé qui se détisse en bordure, qui s'effile.
<b>Entaille</b>	Coupe franche exercée avec un outil tranchant dans une section de l'objet.
<b>Froissement</b>	Endommagement d'une surface souple par frottement ou compression et qui provoque de multiples plis.
<b>Moississure</b>	Micro-organismes qui attaquent les matériaux organiques exposés à des atmosphères humides et chaudes et à l'abri de la lumière directe.
<b>Pli</b>	Déformation d'une matière souple rabattue sur elle-même.
<b>Pliure</b>	Trace laissée par le pliage d'une surface plane.
<b>Poussière</b>	Accumulation de particules fines et légères, en suspension dans l'air, qui se déposent à la surface d'un objet.
<b>Reprisage</b>	Raccommodage d'un tissu par des points de reprise.
<b>Rupture</b>	Séparation brusque d'un matériau ou d'un assemblage en deux ou plusieurs éléments, sous l'effet d'une pression ou d'une tension.

---

<sup>3</sup> Glossaire visuel des altérations sur les œuvres d'art et les objets de musées. [En ligne] Centre de conservation du Québec, 2013. [Consulté le 10.06.2020]. <https://bit.ly/2MOfzty>

HE-Arc CR, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
 Marie-Paule Mottaz, Guide de mise en exposition de vêtements, 31.08.2020.

**Restes d'insectes** La présence de dépouilles d'insectes ou de larves, de fourreaux de mites ou d'excréments d'insectes peut indiquer une infestation ancienne ou active.

**Tache** Altération, dépôt accidentel d'une matière étrangère à la surface, laissant une marque d'une couleur différente de celle de l'original.

**Usure** Altération de la surface sous l'effet d'un usage ou d'un frottement prolongé ou répété.

**FORMULAIRE DE CONSTAT D'ÉTAT ORIENTÉ MANNEQUINAGE**

CONSTAT D'ÉTAT POUR MANNEQUINAGE		
<b>Intervenant :</b>	<b>Date :</b>	
<b>Numéro d'inventaire de l'institution :</b>		
<b>Désignation usuelle :</b>		
<b>Matériaux :</b>		
<b>Poids :</b>		
MESURES [CM]		
	VÊTEMENT	MANNEQUIN <sup>4</sup>
Tour de cou		
Tour de taille		
Tour de hanches		
Longueur devant (de la base du cou à la taille)		
Longueur dos (de la base du cou à la taille)		
Tour de cuisse		
Tour de mollet		

<sup>4</sup> Le mannequin choisi doit toujours être plus petit que le vêtement, afin de ne pas créer de stress au vêtement, et pour permettre un rembourrage doux.

HE-Arc CR, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
 Marie-Paule Mottaz, Guide de mise en exposition de vêtements, 31.08.2020.

Tour de cheville		
Longueur entrejambe		
Longueur jambe interne		
Longueur jambe milieu devant		
Longueur jambe milieu dos		
Longueur jambe côté		
Tour de bras		
Tour de poignet		
Longueur bras		
Tour de tête		
Longueur pied		
<b>DESCRIPTION DE L'OBJET ET DES MATÉRIAUX PRÉSENTS</b>		
Description brève de l'objet, avec des schémas et photos si nécessaire		
<b>DESCRIPTION ET LOCALISATION DES ALTÉRATIONS</b>		
Pour la définition des altérations, se référer au glossaire des altérations, p. 12-13.		
<b>Altération</b>	X	<b>Localisation</b>
<b>Abrasion</b>		
<b>Boulochage</b>		
<b>Craquelures</b>		
<b>Déchirures</b>		



HE-Arc CR, Bachelor of Arts HES-SO en Conservation  
Marie-Paule Mottaz, Guide de mise en exposition de vêtements, 31.08.2020.

---

<b>ZONES RÉSISTANTES</b>
Localiser les zones du vêtement qui ne présentent pas d'altérations ni de faiblesses structurelles. Ces parties fortes sont des points permettant de supporter le poids du vêtement ou de soulager des parties plus faibles.
<b>REMARQUES</b>
<b>INFORMATIONS RELATIVES À LA MUSÉOGRAPHIE</b>
Durée de l'exposition ? Type de mannequin envisagé ? Accessoires à associer au vêtement ? Etc.