

Définition donnée par l'Institut Textile de France :

« Une matière est dite textile, si elle permet la réalisation de fils, de feutres ou de non-tissés. Elle se présente sous la forme de filaments (fibres continues de plusieurs centaines de mètres) ou sous la forme de fibres (fibres discontinues de quelques millimètres à quelques dizaines de centimètres de long). De telles fibres se caractérisent en général par leur souplesse d'une part et par leur grande longueur par rapport à leur section d'autre part. »

Les textiles sont partout, ils nous habillent, nous abritent, nous permettent d'aller plus vite, plus loin et même nous « réparent » ! En architecture, les textiles dit techniques permettent aujourd'hui des performances jusque là inégalées offrant des perspectives qui participent largement à l'effervescence des nouvelles technologies. Comment en sommes-nous arrivés là et quelles sont les potentialités de ce qu'on appelle d'une façon générique « les textiles » et plus particulièrement les « textiles architectoniques » ? Faisons rapidement le point de ce « produit ».

#### LES FIBRES TEXTILES

Ce sont les grandes avancées chimiques et techniques récentes qui ont permis de diversifier les fibres textiles, leurs applications et d'augmenter singulièrement les potentialités de la fonction « textile » ordinaire. D'abord, vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle vinrent les fibres dites artificielles fabriquées à partir de cellulose et d'acétate exploitées encore aujourd'hui pour les revêtements de sol. Puis vinrent, en même temps que se développèrent industriellement les « plastiques », les fibres synthétiques dites organiques comme les polyamides — à haute performance thermique et mécanique — les polyesters — à très grande inertie chimique et aussi les plus produites dans le monde — les acryliques — à grande résistance à la lumière. Vinrent aussi les fibres synthétiques dites inorganiques comme le verre — les plus anciennes fibres chimiques utilisées dans les applications en matériaux composites avec des qualités de solidité, d'inflammabilité, d'incombustibilité, d'imputrescibilité totale et d'inertie chimique — le carbone aux résistances mécaniques et thermiques exceptionnelles utilisées en composite avec d'autres matériaux (l'origine des fibres de carbone sont les fibres de bambou carbonisées qu'avait mis au point Edison pour ses lampes à incandescence!).

#### LES TEXTILES TECHNIQUES

Définition donnée par l'Encyclopædia Universalis :

« Les textiles techniques se définissent comme des matériaux qui répondent à des exigences technico-qualitatives élevées, à savoir de hautes performances mécaniques, thermiques, durables, leur permettant de s'adapter à une fonction technique. » En fait, les textiles techniques sont le résultat de la capacité de l'industrie sachant combiner à l'infini les fibres textiles que nous avons citées précédemment, et d'autres encore comme les fibres de porcelaine, de quartz, afin d'en réaliser des fils, des surfaces, des volumes selon des structurations qui permettent des applications industrielles les plus variées ; en exemple, on peut citer les agrotexiles, les géotexiles, les vêtements antifeu, les textiles capteurs d'eau, les textiles « précontraints », les métallo-textiles comme la couverture des arènes de Nîmes, les circuits imprimés, les textiles microporeux qui filtrent certaines particules et pas d'autres, les textiles antimicrobiens, les textiles experts qui les rendent informatifs, « fonctionnels ».



Encore un dernier point avant d'aborder notre propos : les tissés et les non-tissés. Les tissés existent depuis l'antiquité et l'on peut dire que toute l'innovation des deux derniers siècles depuis l'invention par Jacquard du métier à tisser mécanique en 1786 a consisté à améliorer la production d'un principe qui reste le même, c'est à dire un entrelacs de fils dits de chaîne et de fils dits de trame. Quant aux non-tissés, ils sont constitués de fibres essentiellement chimiques et à part les feutres, ils se sont développés en parallèle avec les polymères. Les techniques de fabrication des fibres et de leur transformation en textiles sont d'ailleurs associées à la plasturgie. L'E.D.A.N.A. (European Disposal and Nonwoven Association) définit le non-tissé comme un produit manufacturé fait d'un voile ou d'une nappe de fibres individuelles, orientées directionnellement ou au hasard, liées par friction, et/ou cohésion et/ou adhésion. Les non-tissés sont utilisés dans les domaines de l'hygiène (textiles absorbant), le génie civil (les textiles stabilisant), l'agriculture (pour la création de microclimats), l'ameublement, le milieu hospitalier (textiles antimicrobiens), la construction (les couvertures, l'isolation, le renforcement des crépis,...), etc.. Ouvrez l'œil, les architectes, car une partie de notre avenir sera faite de textiles!

## Les textiles architectoniques : au fil d'une architecture légère

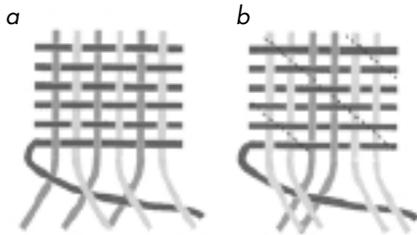
### De fil en aiguille

#### Le fil

Le mot textile vient du latin *texeres* signifiant tissage. Les textiles sont des assemblages de fils aux propriétés diverses. Ces fibres sont naturelles (laine, coton, lin, jute et chanvre), artificielles quand les produits de base (matière végétale, animales ou minérales) ont été modifiés ou encore synthétiques. Les fibres synthétiques sont fabriquées à partir de produits extraits le plus souvent du pétrole et de création entièrement chimique.

#### L'armure

Les fils sont entrecroisés selon des modèles précis nommés armures lors du tissage. De ces types d'armures dépendront notamment la résistance et l'aspect des tissus. Par exemple, on distinguera l'armure sergée (composant le voile ou le taffetas) de l'armure toile (composant le jean ou le coutil).



Armures de tissus de la toile,  
l'armure la plus simple (a),  
au sergé 2/2(b)

#### Les textiles architectoniques

Les textiles architectoniques sont des textiles synthétiques mis en œuvre en architecture dans des fonctions d'enveloppe ou de structure.

On en distingue deux grandes familles :

- les tissus polyester enduits\* à chaud avec du PVC (Polychlorure de vinyle). Économiques, ils sont très utilisés en Europe (95% du marché actuel),
- les tissus en fibres de verre enduits\* à froid avec du PTFE (Polytétrafluorure éthylène) préférés par les américains pour leur tenue au feu (la fibre de verre étant incombustible).

(\* L'enduction est un traitement appliqué aux textiles après tissage. La toile est imprégnée superficielle-

ment avec une matière plastique sous forme de pâte (plastisol) et est ainsi recouverte d'un revêtement protecteur.)

Le comportement des textiles architectoniques varie en fonction du tramage et de la nature des fils qui les composent. Ils présentent de nombreux avantages techniques :

- la possibilité d'une grande préfabrication en atelier et une mise en œuvre rapide sur le chantier,
- la légèreté : leurs masses excèdent rarement  $2\text{kg/m}^2$ ,
- la résistance mécanique : dix fois supérieure à celle des fibres naturelles animales ou végétales utilisées dans le passé,
- la résistance aux températures extrêmes, aux vents violents, aux précipitations, et à l'enneigement,
- l'opacité ou la transparence (jusqu'à 22% de coefficient de transmission lumineuse) selon la formulation de leurs composants.

Ils connaissent pourtant quelques limites d'utilisations :

- les textiles architectoniques sont de mauvais isolants thermiques et acoustiques. Les performances thermiques des bâtiments textiles dépendent de la conductivité thermique et de la transmission solaire de leur enveloppe. Sans ajouration, on estime leur conductivité thermique à  $5\text{W/m}^2\cdot\text{K}$  et leur transmission solaire de 4 à 8% suivant la nature du textile),
- leur résistance mécanique diminue au cours du temps sous l'effet des contraintes environnementales (vent, pluie, neige),
- sensibles à la pollution, ils sont rapidement touchés par les salissures.

Grâce aux avancées technologiques de l'industrie textile, on remédie à certains de ces inconvénients. L'utilisation d'une armature précontrainte (préalablement tendue) comme support d'enduction lors de la fabrication du textile permet un maintien plus durable de la tension de la toile et augmente la durée de vie des structures. Si les tissus polyester enduits de PVC, attirent rapidement la poussière, ils deviennent résistants aux agents polluants par traitement de surface au fluorure de polyvinyle ou PVDF.

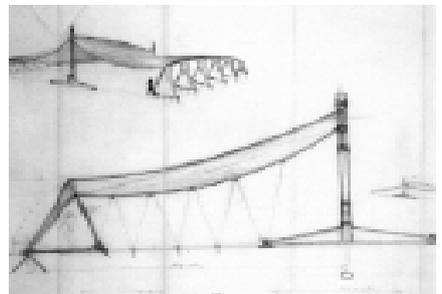
### Au fil de...

### **l'architecture tendue ou portée**

#### Au fil du temps

Il y a 400 000 ans, les premières tribus nomades pour satisfaire leur mobilité devaient créer les premières structures tendues : des tentes en peau de bison. Les Khaïma ou Yourtes fabriqués à partir de laine de chameaux et fixés sur une armature légère, permettent, encore aujourd'hui, aux peuples nomades de Mauritanie ou Mongolie de voyager facilement.

Au XX<sup>e</sup> siècle, l'industrie chimique invente les fibres synthétiques, les premiers vrais concepts architecturaux basés sur des structures tendues apparaissent. En 1949, Jean PROUVE fait une esquisse pour un stand d'exposition ; en reprenant le principe millénaire de la tente, il ouvre une nouvelle voie pour l'architecture et les nouveaux matériaux d'enveloppe. L'architecte allemand Frei OTTO contribuera largement au développement des structures légères tendues. Il crée, en 1964 à Stuttgart, l'Institut pour l'étude des ensembles légers, et développe le principe de la tente comme prototype d'une architecture acceptable.



Esquisse pour un stand d'exposition  
- Jean PROUVE - 1949

A Londres le Millénaire s'annonce détendu... La dernière structure tendue du siècle n'est pas la moindre, le dôme du Millennium, conçu par Sir Norman FOSTER, vient terminer l'aménagement d'une zone urbaine de Londres située sur le méridien de Greenwich. Marque du lieu et marque du temps, il a commémoré le passage au troisième millénaire. Avec un diamètre extérieur de 364 mètres, la tour Eiffel pourrait s'y allonger, c'est le plus grand édifice de sa catégorie. Un système de câbles en acier suspend une toile translucide et lui donne sa forme de

courbe. Conçue pour durer plus de 25 ans, cette toiture textile, résistant aux UV et à la salissure, est intrinsèquement ininflammable.



*Tour de la Liberté*  
- Nicolas NORMIER - 1989

#### Un peu de technique

Dans les structures tendues la toile est à la fois couverture et structure. La tension est appliquée de façon localisée sur des points de renforts internes et/ou périphériques et autorise des formes diverses telles l'hyperparabole, la selle de cheval, le chapeau chinois ou le faitage et la vallée.



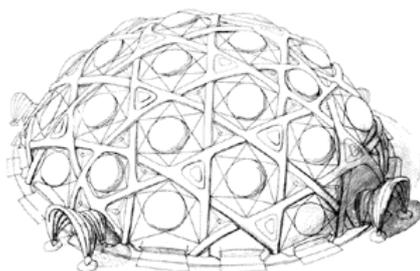
*Stade Gerland à Lyon*  
- Atelier de la Rize - 1996-1998

Dans les structures portées, la toile est uniquement couverture et se met en œuvre en entoilage plan. Portées sur armatures aluminium, ces structures sont légères et facilement démontables, sur armature acier, elles permettent des réalisations de grande portée, tandis que l'armature bois lamellé-collé leur confère une esthétique particulière. Ces structures sont particulièrement adaptées aux applications fonctionnelles et de loisirs, temporaires ou durables (halles d'exposition, bâtiments industriels, chapiteaux...).

## **Au fil de... l'architecture gonflable**

### Au fil du temps

En 1947, l'Ingénieur américain Walter BIRD reprend l'idée d'utiliser l'air sous pression pour créer des structures architecturales dont un brevet sans suite avait été déposé en 1917 par F.W. LANCHESTER. Il réalise ainsi la protection de grands radars par une utilisation nouvelle des matériaux de synthèse. Frank Lloyd WRIGHT est un des premiers architectes à expérimenter en 1959 une maison pneumatique. A partir des années 1960, l'architecte Hans Walter MULLER réalise de nombreux volumes gonflables dont sa maison dans laquelle il vit depuis 1971. Les médias de l'époque retiendront surtout la construction pour un curé parisien d'une église maniable et transportable (39 kg seulement) avec laquelle il pouvait desservir plusieurs paroisses et abriter 200 personnes. De 1966 à 1976, les architectes français Jean AUBERT, Jean Paul JUNGMAN et Antoine STINCO animent le groupe AEROLANDE qui propose une architecture basée sur les matériaux de synthèse. Ils réalisent dès 1966 un podium en structure gonflable pour 5000 personnes et une habitation pneumatique baptisée Dyodon. En 1968 le musée d'art moderne de la ville de Paris organise une exposition sur les structures gonflables qui témoigne de l'intensité des recherches dans ce domaine. L'architecture gonflable double paroi connaîtra son apogée avec plusieurs pavillons réalisés grâce à cette technique à l'exposition d'Osaka en 1970. Le pavillon Fuji de Yutzaka MURATA, qui abritait un auditorium avec ses seize boudins de 3,90 mètres de diamètre et ses 78 mètres de portée, représente la plus grande construction pneumatique alors réalisée.



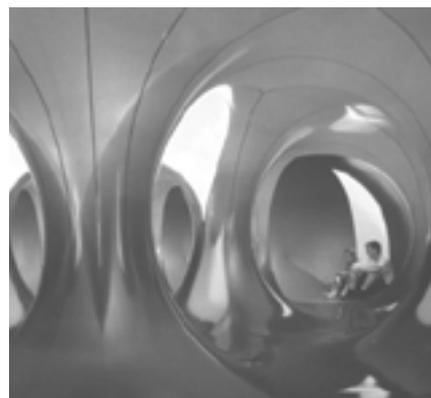
*Dyodon - Aérolande - 1966*



*Pavillon Fuji*  
- Yutzaka MURATA - 1970

#### Un peu de technique

Le terme « structure gonflable » désigne les structures utilisant l'air sous pression pour raidir ou stabiliser leur enveloppe. Un ventilateur placé à l'extérieur de la structure et alimenté en permanence maintient une pression constante. On distingue deux types de structures gonflables : les structures simples ou doubles parois. Les structures à simple paroi sont constituées par une grande bâche semblable à un ballon et doivent leur forme à une légère surpression d'air entre l'enveloppe et le sol (voisine de 3g/cm<sup>2</sup>, la pression d'un pneu de voiture est 800 fois supérieure!). Les structures à double paroi présentent une série de compartiments gonflés semblables à des chambres à air formant une structure porteuse, l'espace utilisable n'est pas pressurisé.



*Sculpture gonflable*  
- Alan PARKINSON - 1990-

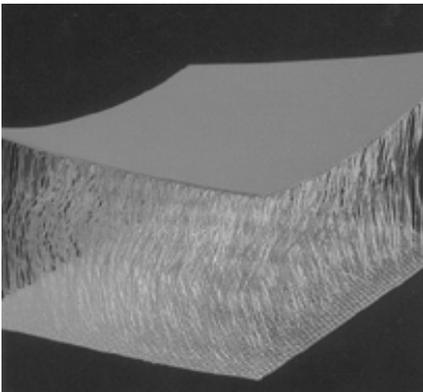
En épousant des formes élémentaires (sphère, cylindre, dôme), les structures gonflables sont particulièrement recommandées pour les ouvrages démontables de grands volumes (complexes sportifs et culturels, halles de foires...).

## Le fil d'Ariane... perspectives

### Les textiles à trois dimensions

Grâce à de nouvelles techniques de tissage, tressage ou tricotage, les textiles ne sont plus limités à deux dimensions. En Allemagne, l'industrie aéronautique et spatiale est parvenue à produire des textiles en trois dimensions, où des fils orientés dans le sens de l'épaisseur relient plusieurs couches. Ces textiles sont utilisés comme renforts d'éléments de construction. Ils sont fabriqués aujourd'hui en France notamment par la société TISSAVEL.

Les textiles à trois dimensions ouvrent de nouvelles perspectives pour ce millénaire, on peut imaginer des toiles textiles isolantes thermiques ou acoustiques, l'enveloppe constituant à elle seule l'élément structurel et le complexe d'isolation.



Textiles 3D : tissus double-parois de la société TISSAVEL

### Le site expérimental de CANTERCEL à Montpellier

A Cantercel près de Montpellier, dans un site expérimental de cent hectares, sont testés des éléments d'architecture grandeur nature et en situation depuis leur conception jusqu'à leur réalisation.

S'affranchissant de l'un des fondements de la construction traditionnelle, le mur porteur, l'architecte Jean-Pierre CAMPREDON propose une structure en bois et toile polyester.

Légère, la toile qui compose murs et toiture est résistante (elle supporte des tensions de 200 à 300kg). La mise en œuvre est aisée : une paire de ciseau et une machine à coller et ne nécessite pas de finition, peinture ou enduit. On imagine une maison extensible et réductible, flexible, s'adaptant dans le temps et l'espace. Un habitat qui se ramifiera dans son site libéré de sa structure.



Site expérimental de CANTERCEL : structure en bois et toile polyester

### Les textiles intelligents

Des textiles « intelligents », c'est à dire capables d'interagir avec leur environnement, ont été mis au point par des industriels du textile. Il peut s'agir d'optimisation de fibres classiques mais aussi d'utilisations nouvelles, sous formes de fibres, de matériaux récemment développés ou encore de procédés nouveaux. Si leurs applications actuelles sont majoritairement vestimentaires, on imagine les effets de stores rendus lumineux par l'incorporation de fibres optiques dans un intérieur. D'autres exemples existent tels les tissus thermorégulateurs ou encore les moustiquaires insecticides, qui montrent la capacité d'adaptation des textiles et leurs potentiels. Les textiles du futur seront intelligents et dotés de capteurs et de systèmes interactifs.

## En savoir plus... pour ne pas perdre le fil

**Salon TECHTEXTIL** à Frankfort du 24 au 26 avril 2001  
C/O Messe Frankfurt Gmbh  
Ludwig-Erhard-Anlage 1  
60327 FRANKFURT AM MAIN  
Tél.: 0 69 75 75-61 79/67 10  
Fax : 0 69 75 75-65 41  
Internet : <http://www.techtextil.de>

### **CANTERCEL**

Site expérimental d'architecture  
Sens Espace Europe – BP 01  
La Vacquerie et St Martin de Castrie  
34520 LE CAYLAR EN LARZAC  
Tél.: 04 67 44 60 06  
Fax : 04 67 44 62 20  
Internet :  
<http://perso.wanadoo.fr/cantercel>  
E-mail : [cantercel@wanadoo.fr](mailto:cantercel@wanadoo.fr)

### **DU PONT DE NEMOURS**

2, chemin du Pavillon  
CH-1218 LE GRAND-SACONNEX  
GENEVE  
Tél.: + 41 22 717 51 11  
Fax : +41 22 717 52 00  
Internet : <http://www.dupont.com>  
E-mail : [info@dupont.com](mailto:info@dupont.com)

### **FERRARI**

BP 54  
38352 LA TOUR-DU-PIN CEDEX  
Tél.: 04 74 97 41 33  
Fax : 04 74 97 67 20  
E-mail : [catherine.siepiora@tesf.fr](mailto:catherine.siepiora@tesf.fr)

### **TISSAVEL**

Z. I. – 33, rue de Reckem – BP 33  
59531 NEUVILLE-EN-FERRAIN CEDEX  
Tél.: 03 20 28 90 28  
Fax : 03 20 28 90 11  
E-mail : [tissavel@tissavel.fr](mailto:tissavel@tissavel.fr)

### **TENSILE STRUCTURES**

Frei OTTO – 2 volumes – Editions  
Cambridge : the MIT Press, 1967.

Sans oublier le thème architecture textile du site Internet du CRIT :  
<http://www.crit.archi.fr>

Remerciements à l'Institut Textile de France, Guy Némoz, Stéphanie Bringia, Stéphane Herrgott, Sandrine Stoessel

Co-Directeurs de Publication : Jean Claude Guillermin et Denis Grandjean  
Rédaction et mise en page : Natacha Oliveira, Jean Claude Bignon et Pierre Vercey  
I.S.S.N. 1286-3491 – Diffusion gratuite – Imprimé par l'Imprimerie Weber de Strasbourg

### **Ecole d'Architecture de Strasbourg**

8 Bd Wilson B.P. 37 F 67068 Strasbourg Cedex  
Tél. 03 88 32 25 35 - Fax. 03 88 32 82 41

### **Ecole d'Architecture de Nancy**

2 rue Bastien Lepage B.P. 435 F 54001 Nancy Cedex  
Tél. 03 83 30 81 46 - Fax. 03 83 30 81 27