

[Seite 4 et 5]

**Manfred Berthold**  
**architecture gonflable**

Dr. Manfred Berthold est professeur assistant à l'université technique de Vienne. Il a été professeur invité à l'University of Michigan aux Etats-Unis en 1996 et au Royal Melbourne Institute of Technology en Australie en 2000, ainsi qu'à la Roger Williams University et au Massachusetts Institute of Technology aux Etats-Unis.

Structures pneumatiques et membranes, des exemples construits de la morphologie des matières organiques. Parois et toits prennent forme, deviennent architecture, qui cependant ne prend son sens que par le vide qui règne en elle. Ce que l'on obtient alors, ce que l'on a devant soi, naît à partir de ce qui n'est pas. A l'époque où personne encore ne réfléchissait sur la physique ou la matière, alors que personne, ni même les étudiants en architecture ne savaient encore faire la distinction entre la structure porteuse et l'enveloppe, les hommes et leurs maîtres d'œuvre déjà concevaient l'enveloppe qui servait de structure. Les constructions en torchis, les maisons en briques, les cabanes en rondins, les igloos et mêmes les tentes étaient à la fois enveloppe et structure. Par tradition, l'enveloppe correspond à la structure<sup>1</sup>. De même, la construction pneumatique est à la fois enveloppe et structure. L'enveloppe de l'édifice représente la barrière entre un climat extérieur instable et un climat intérieur, maintenu largement constant. L'enveloppe doit disposer de propriétés physiques très variées, quelques fois même opposées. L'enveloppe doit être un bon isolant thermique et laisser passer la chaleur solaire. Elle doit être imperméable à l'eau, tout en permettant l'évaporation. Elle doit résister au vent, tout en garantissant une bonne aération. Elle doit laisser pénétrer la lumière à l'intérieur, sans éblouir. Elle doit paraître à la fois accueillante et sécurisante. L'enveloppe en guise de peau dont les pores représentent les fenêtres et les portes. L'enveloppe de la construction est omniprésente dans notre perception spatiale : les quatre points cardinaux, le ciel et la terre. Côté ciel, elle représente le toit, au sol, la semelle et vers les quatre côtés, la façade. Le sol en suspens se transforme en sol ouvert et offre une vue d'en bas sur la façade.

Le toit et les parois remplissent des fonctions très semblables qui varient en fonction de leur position. Il suffit qu'une membrane souple subisse une tension due à une différence de pression, pour donner une structure pneumatique. Les composantes essentielles de l'objet pneumatique sont donc l'enveloppe et son remplissage par des gaz ou des liquides. Toute membrane tendue de façon pneumatique est en mesure d'absorber des forces extérieures. La source même de la tension de la structure pneumatique représente l'appui. Naît alors une structure pneumatique et gonflée dont les composantes sont la pression ainsi qu'une membrane tendue. Cette construction réunit déjà quelques-unes des fonctions abordées plus haut. Architecture gonflée égal enveloppe, celle-ci devient à son tour structure porteuse qui alors se fait enveloppe. La théorie portant sur la conception des objets pneumatiques est née d'après des modèles portant sur les liquides incompressibles, étant donné que leur comportement spécifique se laisse relativement facilement calculer<sup>2</sup>. En remplissant la structure pneumatique avec du liquide incompressible son volume reste constant sous l'effet des pressions extérieures. Par contre, la pression interne varie fortement, cela signifie que le matériau de soutien « rigide » représenté par le liquide compressible assume la charge extérieure en modifiant la tension intérieure. En remplissant d'air une structure porteuse, un espace est créé. Le sens de la construction, c'est cet espace créé pour être adapté à nos besoins. L'espace créé confère une utilité à l'espace architectonique. Il faut doter l'espace ainsi gagné d'une fonction afin qu'il soit accepté. Cette construction pneumatique, fruit d'une création expérimentale entraîne une modification de la façon concevoir l'aménagement intérieur. Les fonctions ne doivent plus nécessairement être assumées de manière immuable. Des parois concaves ou convexes en guise de surfaces nécessitent une nouvelle conception de l'espace. L'architecture définit comment et par quels moyens cet espace est organisé. L'intention artistique de créer un espace esthétique se réalise à travers l'architecture et la connaissance des lois naturelles s'impose lorsque nous nous approprions des espaces en les dotant de fonctions différentes. L'architecte doit avoir une très bonne connaissance des matériaux pneumatiques devant servir à délimiter l'espace. Des murs « souples », de structure flexible, permettent une extension de l'espace de courte durée. La notion d'espace devient tout à coup extensible. Les raccordements techniques des bâtiments doivent aussi pouvoir absorber ces mouvements. Des constructions flexibles voient le jour.

Grâce à la collaboration de Michael Schultes, nous avons pu procéder à la modélisation des projets et faire de nouvelles découvertes. La coopération avec Wieland Becker et Oliver Enghardt de l'Institut des structures et des constructions en bois de l'Université Technique de Vienne a permis aux étudiants l'approche analytique

à travers calculs et mesures numériques. En coopération avec Michael Schultes, les étudiants ont pu réaliser leurs projets à l'échelle 1 :1.

Notes :

1 Althaus D., Fibel zum konstruktiven Entwerfen, Berlin 1999

2 Linkwitz K., Ströbel D., Singer P., Die analytische Formfindung, Berlin 1996

**Wieland Becker / Oliver Enghardt**  
**constructions légères en matériaux textiles**

Structures pneumatiques et membranes, surfaces indéfiniment déformables, sculptures architecturales et art de la construction. La membrane gonflée sert de coffrage perdu pour être ensuite combinée avec du bois ou bien rigidifiée avec des tiges ou des disques en bois. L'exercice consiste à concevoir de nouvelles idées réalisables sur le plan technique pour solidifier ou rigidifier des structures souples. Combien étions-nous à savoir, avant d'assister à ce cours, que la pression atmosphérique normale équivaut à 100 kN/m<sup>2</sup>, ce qui équivaut à une masse de 10 tonnes par m<sup>2</sup> ? Qui parmi nous savait que nos vaisseaux sanguins devaient être à l'image des constructions pneumatiques et hydrauliques afin d'être en mesure de supporter de telles variations de pression ? Rares étaient ceux qui disposaient de connaissances plus approfondies concernant les valeurs Pa, bar ou mbar. La connaissance de la formule:  $t = ((D \cdot P_e) / (2(K/v)u + P_e)) + c_1 + c_2$  présentait déjà un certain avantage. Une structure est dite pneumatique dès lors qu'une variation de pression provoque un changement de forme ou un effet de stabilisation. Puisque, par définition, les gaz sont volatiles, il est difficile de les maintenir à l'intérieur de leur enveloppe et, s'ils s'échappent, ils ne remplissent alors plus leur fonction de soutien de la construction. En raison de son manque de fiabilité, ce type de structures a perdu son attrait dans le monde de la construction caractérisé par la recherche de solidité, de statique et de démesure et leur utilisation se cantonne aux domaines de l'architecture fun et des loisirs. L'objectif de notre projet, réalisé au cours du premier semestre de l'année universitaire 2000-01 était de trouver des applications en mesure de conférer aux constructions pneumatiques une meilleure stabilité grâce au processus de rigidification, tout en préservant la grande variété de formes qui les caractérisent. Au cours de nos recherches, d'étonnantes applications pouvant être qualifiées de systèmes hybrides ont été mises au point. En nous inspirant du principe de l'emballage sous vide du café ou des cacahuètes, nous avons trouvé des applications ingénieuses liées à la morphologie des structures biologiques et cela, en utilisant des coussins de haute pression dans la zone de compression et des câbles dans la zone de traction ainsi que des pans de bois et des tuyaux flexibles. Au cours des séminaires organisés par Manfred Berthold, Michael Schultes, Oliver Enghardt et moi-même pour les étudiants de l'université technique de Vienne, il s'est avéré que la qualité des résultats méritait d'être présentée à un public spécialisé plus large. Pour cela nous aurons un stand à notre disposition à l'occasion du salon TECHTEXTIL 2001.

L'idée du projet « Architecture gonflable » réalisé à l'occasion du premier semestre de l'année universitaire 2000-2001 était de développer des structures porteuses en utilisant l'air comme support et d'aborder les problèmes liés à ce phénomène. D'une part, la fascination pour les constructions pneumatiques est liée aux performances particulières ne nécessitant que peu de matériaux et d'autre part, elle repose sur leur style atypique pour les constructions porteuses auxquelles nous sommes habituées. Le cours ayant été organisé en tenant principalement compte des intérêts des ingénieurs innovateurs, les priorités du projet consistaient à connaître et expérimenter les structures porteuses pneumatiques, les formes fondamentales auxquelles elles peuvent aboutir et les évolutions possibles une fois ces systèmes perfectionnés. Il a été demandé aux étudiants d'étudier la tension initiale de la paroi de la membrane et la capacité de celle-ci à se plier, l'exploitation de cette tension, ses effets sur des points précis ainsi que sur toute la surface de la membrane, les propriétés des constructions pneumatiques porteuses vis-à-vis des influences climatiques ainsi que la preuve par le calcul de l'existence de tensions à l'intérieur de la membrane à l'aide de la formule citée ci-dessus. La participation active des étudiants, l'étude approfondie des matériaux, et les différentes utilisations et constructions à partir de celui-ci ont donné lieu à un grand nombre de projets intéressants. La construction de modèles à échelle réduite a permis de constater la diversité des formes que peuvent acquérir les structures pneumatiques ainsi que leur potentiel lors de leur utilisation en tant que constructions porteuses.

**Wieland Becker**, ingénieur diplômé de l'université technique de Hanovre et de la Fachhochschule für Technik de Stuttgart (université des sciences appliquées). Depuis 1998, il est professeur assistant auprès de l'Institut für Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau de l'université technique de Vienne (constructions porteuses et travaux de construction en bois). Depuis 1997, il travaille à Hambourg en indépendant dans le développement des constructions légères en matériaux textiles.

**Oliver Enghardt**, ingénieur diplômé de l'université technique de Munich (ingénierie avec une spécialisation dans les constructions en acier, en bois et en verre) est actuellement professeur assistant auprès du Institut für Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau de l'Université de Vienne (constructions porteuses et travaux de construction en bois). Entre 1989 et 2000, il a travaillé pour le bureau d'ingénieurs Grad, à Ingolstadt. En 1999, il a participé à une étude scientifique au laboratoire pour la construction en acier et en métaux légers (Professeur Bucak) de l'Institut universitaire de technologie de Munich.

[p.8 et p.9 ]

### **P. Michael Schultes pneumatiques et membranes**

Seul un peu d'air suffit pour insuffler la vie à des objets gonflables. C'est dans son sympathique petit atelier du quartier viennois de Gumpendorf que l'architecte P. Michael Schultes sous son label schultes.wien conçoit, met au point et construit des objets gonflables pour des artistes du monde entier. Jeff Koons (photo 1- Inflatable Balloon Flower), Dorothee Golz, Gerwald Rockenschaub, Carsten Höller, Martin Walde et plus de trente autres artistes de la scène internationale lui confiaient et lui confient toujours la réalisation de leurs projets. C'est en 1949, peu après la guerre que son père commença à concevoir et à fabriquer les premiers bateaux et matelas pneumatiques en Europe. Aujourd'hui, cinquante ans après, P. Michael Schultes conseille des étudiants de différentes écoles et universités dans la manipulation des polymères et des matières plastiques, les pneumatiques constituant le thème central. Les pneumatiques tinrent aussi une place importante au cours de ses études d'architecture suivies dans les années soixante, lorsque Walter Pichler ainsi que d'autres artistes, principalement des architectes tels que Hollein, HausRucker et Coop Himmelblau se découvrirent une passion pour les châteaux gonflables. Voilà qui explique l'intérêt qu'il porte à l'emploi, bien entendu plus large et perfectionné, des pneumatiques dans l'architecture. Depuis trois ans, P. Michael Schultes donne des cours portant sur les structures pneumatiques au sein du département du professeur William Alsop, au Institut für Hochbau für Architekten und Entwerfen (construction et conception) de l'université technique de Vienne.

Les constructions pneumatiques constituent en architecture un domaine spécialisé, largement inexploré et dont de ce fait nous pouvons avoir une bonne vue d'ensemble. Ce domaine exemplaire et pointu offre une diversité idéale de points de départ en ce qui concerne les matériaux (textiles, plastiques, revêtements), la construction et l'application (finitions, domaines d'utilisation) ainsi que beaucoup d'autres aspects d'une nouvelle conception de la construction. Ce cours doit permettre aux étudiants de se familiariser avec les récentes découvertes réalisées dans le domaine de la construction textile et de mieux leur faire comprendre les règles spécifiques de cet univers, en mettant l'accent sur les pneumatiques. Ils doivent aussi être encouragés à trouver dans ce secteur peu connu et peu structuré par rapport à d'autres matériaux de construction, des solutions inventives en ayant recours à des technologies d'assistance ou bien d'optimisation du système (technique de commande, sources d'énergies renouvelables, biologie) afin aussi de les concrétiser le cas échéant pendant les travaux dirigés correspondants. Afin que les étudiants puissent se familiariser avec la manipulation des matériaux, avec les propriétés de ceux-ci et au style des constructions pneumatiques, ils ont la possibilité, dans l'atelier schultes.wien, de construire des objets gonflables conçus par leurs soins. Au cours du semestre dernier, beaucoup de créations uniques ont donc vu le jour, comme par exemple les superbes appliques gonflables de Janina Jaensch et Wolfgang Kurtz (photo 2). Ces créations n'ont toutefois aucun rapport avec les objets gonflables kitsch que l'on trouve couramment dans le commerce.

D'autre part, schultes.wien a été chargé par Asymptote / Hani Rashid et Lise Anne Couture, New York du développement, de la production et de l'assemblage des pneumatiques pour le projet « FluxSpace 2.0 » (photo 3), destiné à la Biennale d'Architecture 2000 de Venise. Entre la première prise de contact et l'achèvement du projet, exactement trois semaines se sont écoulées. Mais le travail n'aurait pu être mené à bien sans l'approbation spontanée et enthousiaste et la collaboration compétente de Martin Eppensteiner, Martin Haas, Natascha Jung, Robert Roithmayr, Philipp Träxler, Ulla Unzeitig et Ali Wiesauer.

Les projets présentés ci-après, réalisés dans le cadre de la conception « Architecture gonflable » au cours du premier semestre de l'année universitaire 2000-2001 à l'université technique de Vienne, montrent une partie du travail de création et le grand potentiel de construction et d'utilisation des pneumatiques en architecture. En raison de la qualité remarquable de ces projets, nous avons décidé de les présenter à un public plus large sur la scène internationale, à l'occasion du salon TECHTEXIL de Francfort.

P. Michael Schultes, ingénieur diplômé de l'université technique de Vienne, travaille en tant qu'artiste indépendant dans son atelier viennois et est chargé depuis 1997 du cours sur les structures pneumatiques à l'université technique de Vienne.

**p.10**

**michael scherz  
ROOF IN MOTION**

« Roof in motion » est un espace équipé d'un toit amovible pour une salle, pouvant s'adapter, de façon flexible, à diverses utilisations d'un lieu. Un assemblage mobile des coussins pneumatiques individuels constitue la structure compacte du plafond et de la paroi.

1 Office room. En rabattant et en fermant les coussins pneumatiques, on obtient une structure couvrante et une structure murale protectrices. L'utilisation d'éléments pneumatiques transparents offre une vue dégagée sur l'extérieur à partir des bureaux.

2 Info center. Un côté de la structure pneumatique est relevé et ouvert. L'espace devient accessible des trois côtés. Réalisation de présentations projetées sur les écrans mobiles, terminaux d'ordinateurs, projecteurs vidéo, ... On peut réaliser des présentations sur les parois mobiles servant de murs avec des terminaux d'ordinateurs, des vidéoprojecteurs. Possibilité de transformer l'ensemble en scène.

3 Media wall. La paroi pneumatique est complètement relevée complètement à la verticale et l'on obtient un écran de projection de 7,5 sur 4,5 mètres utilisable avec des vidéoprojecteurs, des présentations de laser etc.

2 position repliée  
1 à plat

**p. 11**

**michael prodinger  
BUBBLE UP**

plan en coupe  
plan au sol

-Tunnel

Tunnel désaffecté de la ligne 4 du métro viennois, au niveau de la Spittelauerlände.

-Etat du tunnel

Toit en béton armé non étanche, murs en grès, sol en béton armé, humide, sombre, froid

- Objectif :

créer un espace sec et étanche

atmosphère chaleureuse, matériau, lumière, forme...

synonyme de Soul Music

vivre l'espace

construction flexible et simple

**p. 12**

**andreas zimmermann  
PNEUMOTION**

La construction représente un tunnel mobile ou un passage qui peut être dirigé dans n'importe quelle direction grâce à sa structure pneumatique.

Entièrement comprimé au départ, le tuyau peut atteindre jusqu'à 12 fois sa longueur. La construction au sol s'adapte au degré d'extension souhaité.

Les coussinets à air individuels sont gonflés ou dégonflés grâce à un système de ventilation électrique commandé par un ordinateur central.

**p.13**

**walter benedikt**  
**SITFIX**

1. siège 2. lit de camp 3. protection

SITFIX est un meuble de jardin qui comprend cinq sièges et un lit de camp pour deux personnes surmonté d'une protection semi-circulaire offrant une protection contre le vent et les regards curieux

SITFIX se compose d'un bâti en aluminium en cinq parties qui, une fois gonflée, se transforme en un éventail stable. La simplicité des articulations permet un montage rapide.

**[p.14]**

**klemens bichler**  
**FOLDING WALL**

Spécifications techniques :

- ? montage et démontage automatique de l'objet grâce au gonflage et au dégonflage des coussins d'air.
- ? éviter l'emploi de moyens techniques complexes
- ? isolation thermique élevée sur toute la surface de l'objet, l'air ne pouvant s'infiltrer par les ponts thermiques au niveau des raccords
- ? entièrement translucide
- ? étanche - utilisation comme mobilier de piscine possible
- ? extrêmement léger

Grâce à la pression d'air exercée pendant le gonflage des coussins d'air, les pans du mur se déploient. Le mur se déplie le long du rail et quitte ainsi son conteneur.

**[p.15]**

**martin blaas**  
**christopher mayer - berg**  
**ENVELOPPE SOUS VIDE**

1ère étape: étendre et fixer la membrane à double épaisseur à l'état dégonflé au sol.

2ème étape : gonfler les tuyaux d'air situés à l'intérieur de la membrane afin de conférer à l'enveloppe la forme souhaitée

3ème étape : l'air contenu dans les chambres à air intermédiaires est absorbé et la construction durcit. Avec l'effet de vide, l'air contenu dans les tuyaux s'échappe au même moment par une valve, permettant ainsi la formation d'une enveloppe homogène et extrêmement solide.

Une construction sous vide est une enveloppe hermétique, remplie de granulés de polystyrène expansé, dont les grains se compriment au cours du dégonflage, prenant ainsi une forme solide. Le polystyrène expansé est idéal, puisqu'il est mou et capable de prendre n'importe quelle forme sous l'effet de la pression. Sa légèreté facilite le transport et c'est un parfait isolant thermique.

Conception:

L'enveloppe sous vide ici à l'exemple d'une forme libre, celle d'un hall. Les tuyaux situés à l'intérieur de l'enveloppe donnent sa forme au hall dont les parois durcissent une fois les chambres à air intermédiaires vidées. Contrairement aux halls gonflables traditionnels, celui-ci est ouvert à chaque extrémité et ne nécessite donc pas un accès par un sas de passage.

**[p. 16]**

**nicole oberrauner rainer baldauf bernhard eggli**

**IMPULSE**

L'espace multifonctions Impulse est formé de trois coupoles pneumatiques mobiles, qui réagissent aux impulsions et stimulus de l'environnement et qui s'adaptent aux influences extérieures en s'ouvrant ou se fermant.

**[p. 17]**

**georg stejskal**

**NIKE AIR-PORT**

[Begriffe auf dem Plan]

semi-transparent

transparent

opaque

SALLE DE TESTS

VENTE

ENTREPÔT - TOILETTES - CUISINE

UNITÉ DE GONFLAGE

Le Nike Air-Port est un pavillon mobile de présentation, de vente et de stockage pour les chaussures de course Nike-Air.

Le Nike Air-Port peut être démonté en différentes parties mesurant chacune 280x280 cm. Il est transportable et destiné à être utilisé lors de courses à pieds ou de marathons.

Depuis 1979, l'entreprise Nike fabrique des chaussures de course dont les semelles sont dotées de coussins d'air garantissant un meilleur amorti.

Le NIKE-AIR-PORT est constitué en grande partie par des coussins d'air. Grâce à sa mobilité, sa légèreté et son design innovateur, les produits exposés sont mis en valeur. L'élément principal du pavillon est la toiture, composée de 16 coussins d'air, qui reliés à des tiges en bois et à des câbles, constituent une structure porteuse pour laquelle ils jouent le rôle de support spatial.

**[p. 18]**

**christian wittmeir**

**AILES D'OMBRE**

[texte illustration]

Système de fixation au niveau des étages

Principe d'une seconde peau

Enroulement d'un pneumatique

- élément convertible, pneumatique et dirigeable à installer sur une façade et servant à ombrager de l'extérieur des immeubles de bureaux

- système doté de coussins d'air (matériau : au choix, feuilles d'ETFE ou membranes en fibre de verre recouvertes d'une couche de PTFE) sur lesquels sont fixés des tiges en plastique renforcé de fibre de verre

- en augmentant la pression dans le pneumatique, les tiges se tordent et le pneumatique s'enroule sur lui-même.

- si la pression dans le pneumatique est faible, les rabats se déplient et couvrent toute la surface de la fenêtre.

? les lamelles protègent des rayonnements directs du soleil, néanmoins, la membrane étant translucide, la pièce est suffisamment claire et les éclairages artificiels deviennent superflus.

[texte schéma]

lamelles  
vitrage  
air dégagé  
air frais

[p. 19]

**claudia brandstetter**  
**iris linortner**  
**AIRWALK**

Nous cherchions à réaliser une sorte de pont présentant une grande flexibilité tant au niveau du poids que de son utilisation sur des terrains divers.

Outre sa fonction classique de pont destiné aux piétons, AIRWALK pourrait également servir en cas de catastrophe.

La conception de structures portantes légères et temporaires dépend de la nécessité de la fonction et de la disponibilité de matériaux appropriés.

Ce pont pourrait adopter des formes sortant de l'ordinaire serait de taille plus réduite que les constructions fixes et permanentes habituelles.

Il s'agit de faire preuve d'innovation tout en se réduisant à l'essentiel.

vue latérale du modèle grandeur nature  
coupe  
pont haubané

[p.20]

**ute bauer**  
**christoph wassmann**  
**STACKING PNEU**

Est-il possible de construire un bâtiment en pneumatique sur un terrain à bâtir à Vienne, un symbole que l'on puisse voir de loin? Le recours à des parois en béton réalisées à partir d'un coffrage en pneumatique, nous a permis de nous émanciper entièrement des technologies classiques.

Les coffrages grilles sont remplacés par des segments de coffrage en béton superposés.

Le caractère expérimental de la conception se reflète dans sa fonction: la construction abritera un centre d'art vidéo contemporain offrant des espaces destinés à des expositions, à des projections et installations d'art vidéo ainsi qu' à une terrasse surplombant les toits de Vienne.

[p. 21]

**andreas hradil**  
**michael tesch**  
**PLEINS GAZ**

PLEINS GAZ entend être une compression de l'espace public dans la capitale du Brésil. Une enveloppe délimite l'étendue du centre-ville sans perte d'espace.

A l'intérieur d'une construction dont le volume est de 1,2 mio m<sup>3</sup>, 8000 m<sup>2</sup> seront à la disposition des visiteurs avec plusieurs bars et restos, une bibliothèque virtuelle, des espaces de récréation et de lecture ainsi que plusieurs scènes et tribunes pour des manifestations, des présentations et des événements musicaux.

Les visiteurs se déplacent dans un espace constitué par un système de plans et de surfaces inclinées et peuvent ainsi découvrir sans cesse de nouvelles perspectives.

Un nuage gonflé à l'hélium survole les pneumatiques praticables laissant planer l'ensemble de la construction au-dessus du sol.

Ce nuage de 5-6 mio m<sup>3</sup> d'hélium ainsi que les structures pneumatiques jette de l'ombre sur la surface, située en-dessous, de sorte que l'on puisse s'en servir comme terrain de sport, avec des kiosques, des parcs ...

Cette construction primaire érigée en GRP (plastique renforcé de fibre de verre) est dissimulée dans un pneumatique gonflé à haute pression qui servira de passage entre l'extérieur et les structures pneumatiques situées à l'intérieur.

Pleins gaz sera réalisé en 3346.

Perspective intérieure  
Coupe