

Direction du projet *Research Directors*
Prof. Dr. Yves Weinand,
architecte et ingénieur, IBOIS/EPFL
Prof. Peter Buser,
ingénieur mathématicien, GEOM/EPFL

Collaborateurs *collaborators*
Dr. Claudio Pirazzi, ingénieur, IBOIS/EPFL
Dr. Roland Rozsnyo,
ingénieur mathématicien, GEOM/EPFL

Financement *funding*
SNF, OFEV

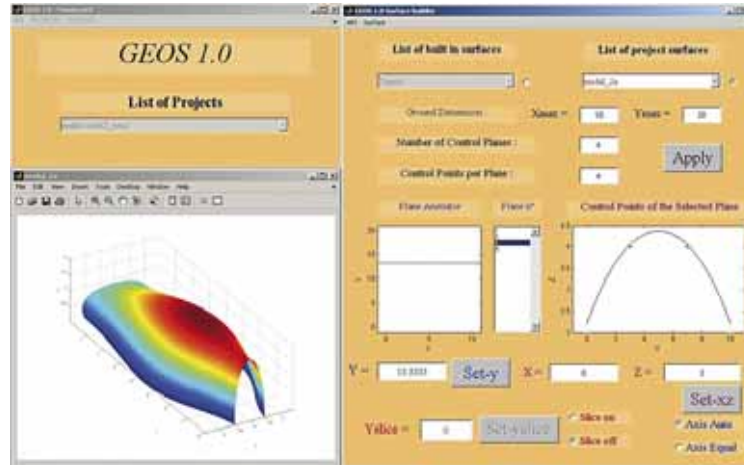
Partenaire industriel *industrial partner*
Vial SA, Fribourg

Période *period*
2005 - 2006

Page web *webpage*
<http://ibois.epfl.ch/page12022-fr.html>

LIGNES GÉODÉSQUES APPLIQUÉES À DES SURFACES LIBRES

GEODESIC LINES ON FREE-FORM SURFACES



GEOS 1.0

Dans le cadre d'un projet de recherche soutenu par le FNS et en collaboration avec l'Institut de Géométrie, Algèbre et Topologie (IGAT) de la section de mathématiques (GEOM/EPFL), un logiciel a été développé qui détermine des maillages géodésiques sur des formes libres et met à disposition les données géométriques nécessaires pour une découpe à l'aide d'une machine à commande numérique. La forme est définie par une surface de Bézier à l'aide de différentes courbes de contrôle issues des coupes transversales.

CONSTRUCTION D'UNE COQUE NERVURÉE EN PLANCHES LAMELLÉES VISSÉES

Afin de réduire les contraintes initiales dues à la courbure, l'ingénieur tente d'arranger les planches selon les lignes géodésiques. On arrive ainsi à éviter une flexion défavorable selon l'axe fort, provoquant des contraintes initiales importantes. Les planches ne sont sollicitées que par un moment de flexion selon leur axe faible et en torsion. Cette approche permet l'utilisation de planches droites.

La détermination des maillages des

GEOS 1.0

In order to reduce the stress due to initial curvature, the engineer tends to arrange the ribs on a given surface according to geodesic lines. By this means, bending on the strong axis of the boards, which causes unfavourable stress, can be avoided. Ideally the boards are subjected only to bending on their weak axis and to torsion. In addition, this approach allows the use of straight boards. On free-form surfaces - which are currently enjoying great popularity in contemporary architecture - the determination of geodesic lines is quite complex. In order to satisfy this demand and to improve automation of the production process, the software GEOS was developed in close collaboration with the chair of Geometry (EPFL/GEOM). This software calculates grids of geodesic lines on free-form surfaces and provides all geometrical data necessary for computer-controlled sawing.

PRIMARY GOALS

In order to examine the reliability of GEOS and its precision concerning the assumptions that were made, a free-form shaped timber rib shell prototype has been designed and constructed at IBOIS. The precision of the calculated geodesic

lignes géodésiques sur des formes complexes, utilisées de plus en plus dans l'architecture contemporaine, confronte l'ingénieur à de grandes difficultés.

OBJECTIFS DU PROJET

Le but principal de ce projet était de démontrer la fiabilité du logiciel par la construction d'une coque nervurée de forme libre à grande échelle et de vérifier ainsi les hypothèses de base du logiciel.

Ceci a permis de lever une incertitude importante dans la planification des structures nervurées, ouvrant ainsi la voie à une utilisation accrue du matériau bois dans la réalisation de ce type d'ouvrage.

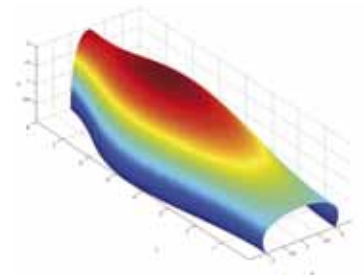
RÉSUMÉ DES OBJECTIFS ATTEINTS

- Calcul des lignes géodésiques sur des formes libres
- Découpe numérique des planches
- Evaluation du code par la construction d'un prototype d'une coque nervurée multicouche en forme libre
- Evaluation de l'analyse structurale par des essais de charges

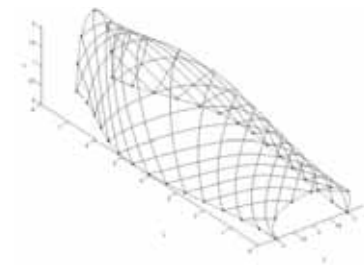
lines, of the computer controlled prefabrication of the laths and their assembly was found to be highly satisfactory and allows the application for this type of structure at greater scale. GEOS provides an important tool for the design and the construction of timber rib shells. It contributes to clarifying current uncertainties in the design process and will highly improve the confidence of engineers and architects in conceiving and realizing this type of challenging lightweight spatial structures.

SUMMARY OF THE ARCHIVED GOALS:

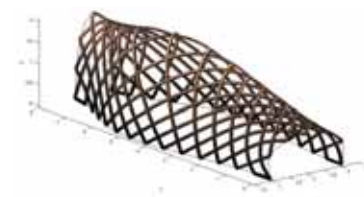
- Calculation of geodesic lines on free form surfaces
- Computer-controlled sawing of the boards
- Evaluation of the software by realising a timber rib shell prototype
- Evaluation of the structural analysis by carrying out load tests



1



2



3



4



5



6



7



8

- 1 Définition de la forme libre
- 2 Définition du maillage des lignes géodésiques
- 3 Génération du modèle multicouche
- 4-6 Construction du prototype
- 7 Prototype
- 8 Detail prototype

- 1 Representation of the initial freeform surface
- 2 Definition of the grid of geodesic lines
- 3 Generation of the multilayer model
- 4-6 Construction of the prototype
- 7 Prototype
- 8 Detail of prototype