



## Développements (Cours optionnels) 04 - DK : Structures complexes

|          |          |             |             |                       |                    |      |          |
|----------|----------|-------------|-------------|-----------------------|--------------------|------|----------|
| Année    | <b>4</b> | Heures CM   | <b>19,5</b> | Caractère             | <b>obligatoire</b> | Code | <b>D</b> |
| Semestre | <b>7</b> | Heures TD   | <b>19,5</b> | Compensable           | <b>oui</b>         | Mode | -        |
| E.C.T.S. | <b>4</b> | Coefficient | <b>4</b>    | Session de rattrapage | <b>oui</b>         |      |          |

**Responsables :** M. Brocato, Mme Schock

### Objectifs pédagogiques

Savoir mener des choix de projets cohérents faisant appel à des morphologies, des technologies et des systèmes intégrés, conjuguant esthétique et performance structurelle.

Apprendre les bases de la conception paramétriques des systèmes.

Apprendre les bases du fonctionnement des structures complexes, c'est-à-dire des structures dont la descente des charges n'est pas immédiatement et intuitivement lisible. Connaître les principales typologies de ces structures ; savoir mener de choix de projet basés sur des évaluations qualitatives et quantitatives (dans de conditions simples): choix morphologiques et typologiques, dimensionnement, évaluation des performances, optimisation.

Savoir faire appel à des calculs numériques pour optimiser les choix du projet.

### Contenu

Sujets traités :

- 1) L'énergie dans les structures. Hyperstaticité, redondance, rupture.
- 2) Structures précontraintes à géométrie fixe. Stéréotomie.
- 3) Structures précontraintes à géométrie variable (toiles, nappes de câbles, structures pneumatiques). Form finding.
- 4) Grid shells et structures souples.
- 5) Nexorades et structure entrelacées.
- 6) Tensegrités.
- 7) Optimisations.

Les étudiants seront partagés en équipes, chaque équipe ayant la charge de projeter et réaliser une maquette en grandeur significative. Deux sujets sont proposés, liés à de partenariats en cours du laboratoire GSA :

- 1) Une coque composée de tuiles entrelacées (morphotype pour le projet el-Atlal, construction d'une résidence d'artistes, d'écrivains et de chercheurs à Jéricho en Palestine, en partenariat avec le laboratoire de recherche Scales de AAU ANASTAS et Campus France) ;
- 2) Un escalier hélicoïdal en béton post contraint (projet pour la réalisation d'un prototype industriel en partenariat avec Ciments Calcia, CSTB et PBM) ; d'autres sujets pourront être pris en compte, à la demande des intéressés.

Le but de l'exercice est l'application et l'intégration, dans un cas concret relativement simple, des concepts de morphologie structurale et de quelques technologies des matériaux. La démarche de projet s'appuiera sur des outils de conception numérique et sur une robotisation de la production.

Le travail se fera en classe, en collaboration avec les enseignants. Une charge de travail à la maison est prévue, en mesure égale aux heures de travail en classe.

### Mode d'évaluation

La présence aux cours est obligatoire. Les étudiants n'ayant pas l'assiduité prévue par le règlement des études ne seront pas notés.

La note finale se compose de deux éléments:

- 1) évaluation continue, pendant le travail en classe (50%);
- 2) évaluation du résultat final du travail (50%).

### Travaux requis

Etude des sujets proposés et travail sur l'exercice, pour un temps de travail individuel égale à celui passé en classe. Le rendu de l'exercice se composera des éléments suivants :

- 1) Dessins et photos des maquettes de principe ;
- 2) fichiers du projet paramétrique (définition des formes, calculs éventuels, fabrication) ;
- 3) maquette finale.

### Bibliographie

- B. Addis, Creativity and Innovation. Architectural Press, Oxford 2001.  
J. E. Gordon, The New Science of Strong Materials. Princeton Univ. Press, Princeton 1988.  
A. Holgate, The art in structural design. Clarendon Press, Oxford Univ Press, Oxford 1986.  
A. J. Macdonald, Structure and architecture, Architectural Press, Oxford 1994.

