

Master's

PARAMETRIC STRUCTURAL DESIGN

The project for advanced structural education was born in September 2019. It focusses on the design of high-rise buildings. Mark Sarkisian (Skidmore Owings & Merrill, San Francisco) demonstrated the close links that exist between architecture and structural engineering for high-rise buildings in his book *Designing Tall Buildings: Structure as Architecture*. The situation in 2020 did not allow us to invite Mark Sarkisian to Belgium. But the infrastructure deployed by UCLouvain for distance learning combined with the desire of participants to invest in parametric structural design, opened up cutting-edge, innovative teaching: Students in pairs developed the structural part of a building 500m high and its variants, calculated them through parametric definitions, programmed in an environment shared online with the whole class, allowing collaborative and interactive work, with specialist feedback from Mark Sarkisian directly from the USA during evaluation sessions.

In this way the seminars taught architectural engineering students structural design, modelling structures, advanced calculation, and the basics of applied carbon foot-printing and optimisation.

Master

LE DESIGN STRUCTURAL PARAMÉTRIQUE

En septembre 2019 naissait le projet d'un enseignement avancé sur les structures en s'attachant à la conception d'immeubles de grande hauteur. Mark Sarkisian (Skidmore Owings & Merrill, San Francisco) avait montré dans son ouvrage *Designing Tall Buildings*, sous-titré *Structure as Architecture*, les liens étroits qui existent entre architecture et ingénierie structurale pour les immeubles-tours... Les conditions de 2020 n'ont pas permis d'inviter Mark Sarkisian en Belgique. Mais l'infrastructure déployée par l'UCLouvain pour enseigner à distance, conjuguée à la volonté des titulaires d'investir le design structural paramétrique, allaient ouvrir à un enseignement de pointe, innovant : des équipes de deux étudiant-es élaborent le parti structural d'un immeuble de 500 m de hauteur et ses variantes, les calculent au travers de définitions paramétriques, programmées dans un environnement partagé en ligne avec toute la classe, autorisant un travail collaboratif et interactif sur plateforme ; et, à l'occasion des séances d'évaluation, Mark Sarkisian y est accueilli, directement des USA, pour des feed-back spécialisés.

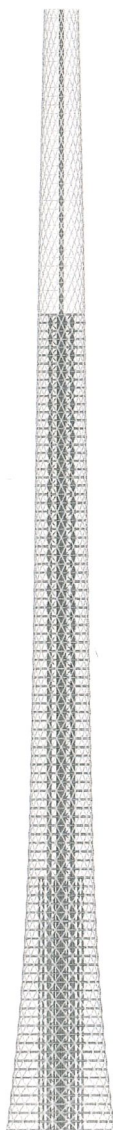
Sous cette formule, le Séminaire de recherche en architecture : structures 2019-2020 et Structures architecturales 3 : questions avancées 2020-2021 ont enseigné, aux étudiant-es ingénieur-es architectes, le design structural, la modélisation des structures, le calcul avancé, les rudiments du bilan carbone appliqué et l'optimisation.

Enseignants :

Denis **Zastavni**, Jean-Philippe **Jasienski**,Luca **Sgambi**

Étudiant-es : L. **Bongen**, S. **Boveroux**, F. **De Crane**, M. **Dasse**, G. **Degbomont**, L. **Doye**,
É. **Franck**, A. **Georges**, C. **Houtart**, R. **Handrieu**, É. **Joris**, R. **Kirsch**, H. **Picardi**, E. **Prévost**,
B. **Roiseux**, M. **Snessens**, A. **Symeonidou**, M. **Therville**, G. **Vander Eecken**, A. **Van Oost**

UNE TOUR DE 500 M DE HAUTEUR



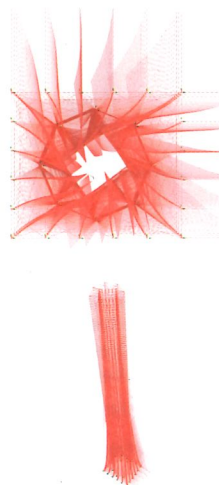
L'immeuble-tour le plus élevé en Belgique mesure 150 m (Tour du Midi à Bruxelles). Les étudiant-es ont été appelés à concevoir une tour de 500 m, une échelle qui ne se rencontre qu'en Asie et aux USA... et qui forme actuellement le top-10 mondial des bâtiments les plus élevés. À cette échelle de bâtiment, les erreurs ne pardonnent pas et, comme pour les grands ponts métalliques du XIX^e siècle, le raisonnement structural doit être sans faille. Les travaux d'étudiant-es, présentés successivement au printemps 2020 et à l'automne 2020, ont été classés sur base de leur efficacité structurale, mesurée par le bilan carbone de la structure. L'élancement, la combinaison des systèmes structuraux, l'étagement sur la hauteur, les sections et matériaux employés sont alors enseignés aux étudiant-es par les projets aux meilleures approches structurales.



Figure 2. Structure d'une tour de 500 m (Harold Corbiau, Nicolas Warrant)



Figure 3. Analyse structurale d'une tour de 500 m : efforts dus au vent (élévation)



Figs 4 et 5. Analyse structurale d'une tour de 500 m : efforts dus au vent (plan et élévation). Introduction théorique, simulation digitale (D. Zastavni)

Figure 1. Structure d'une tour de 500 m (Laurent Bongen, Adrien Georges)

				
groupe 2 Symeonidou Anastasia Van Oost Alexandre	groupe 9 Houtart Charles Joris Emeline	groupe 7 Snessens Matthieu Picardi Hugo	groupe 4 Doye Louise Roiseux Baptiste	groupe 8 Franck Elodie Therville Misaki
h= 504 m	h= 500 m	h= 480 m	h= 508 m	h= 525 m
T eq.CO2/m² : 0,206	T eq.CO2/m² : 0,213	T eq.CO2/m² : 0,224	T eq.CO2/m² : 0,305	T eq.CO2/m² : 0,329
T eq.CO2 : 41480,000	T eq.CO2 : 33233,000	T eq.CO2 : 23201,000	T eq.CO2 : 85689,000	T eq.CO2 : 46119,000
surf.: 201600 m² élancement= h /12,6	surf.: 155657 m² élancement= h /11,1	surf.: 103475 m² élancement= h /10	surf.: 280492 m² élancement= h /8,5	surf.: 140000 m² élancement= h /13,1

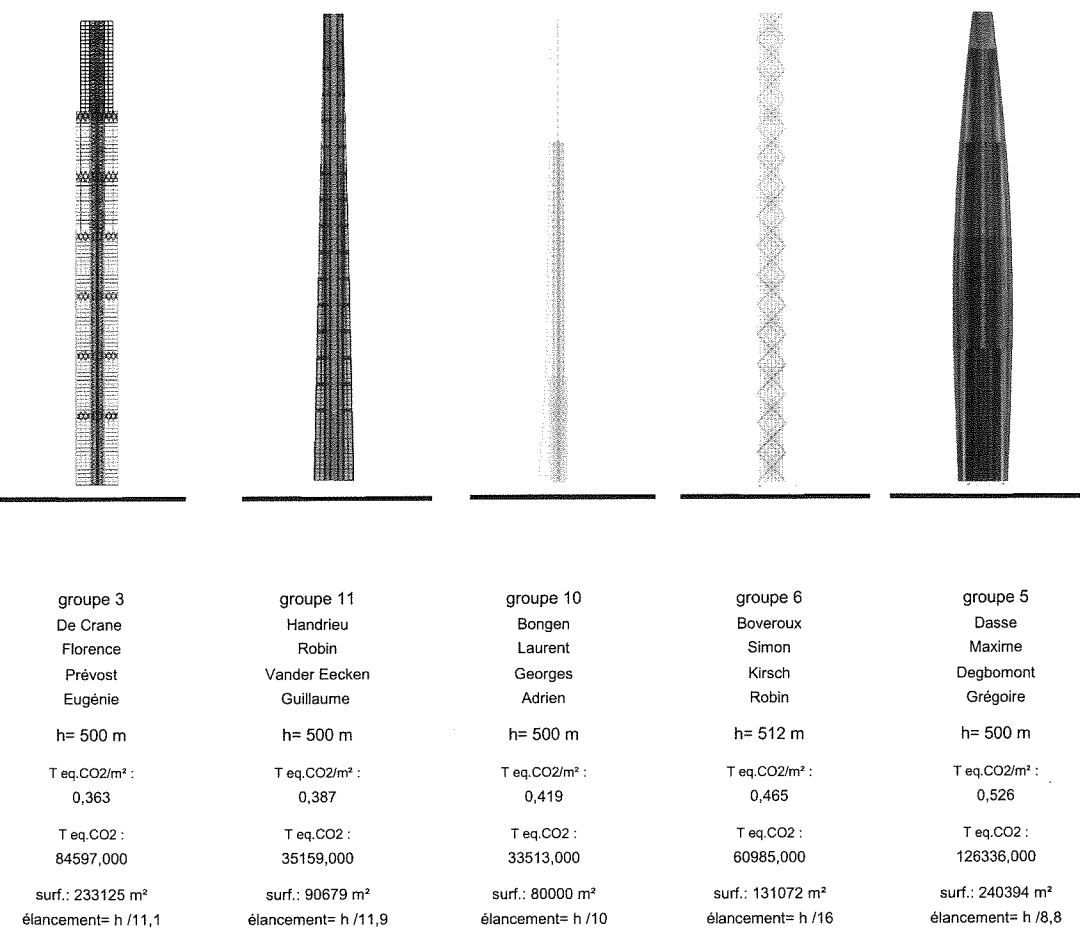


Figure 6. Classement des solutions structurales selon le bilan carbone structural