

Cours de construction A3

EPS-AA / 2018-2019

Guillaume NICOLAS

Vers une autonomie constructive **Dispositif pédagogique**

Terminologie :

- *cours magistraux (CM) : partie de cours en amphithéâtre, prise de note active des étudiants*

- *travaux dirigés (TD) : partie de cours en classe, application par les étudiants des connaissances des CM*

- *projet : l'exercice du projet intitulé également « TD » par l'EPS-AA (d'où possible confusion).*

Postulats pédagogiques

1. La construction au service de l'architecture

L'enseignement de la construction en école d'architecture se fait au service du projet architectural. Donc enseigner la construction, c'est non seulement parler d'architecture, mais également penser l'architecture en architecte (et non en ingénieur), dans une perspective de projet, c'est-à-dire de choix à réaliser dans une vision synthétique.

2. Délimitation pédagogique du champ construction : structure, enveloppes, fluides/équipements

Enseigner la construction c'est « apporter une vision stratégique des relations entre structure et enveloppes, structure et fluides, enveloppes et équipements. [...] L'architecte doit pouvoir suivre le débat d'égal à égal avec l'ingénieur, c'est-à-dire avoir les moyens intellectuels et techniques de le contredire. »

D'après Olivier Dufau, architecte, qui a longuement enseigné la construction à l'école d'architecture de Belleville.

3. Aspect scientifique de l'enseignement et place de la RDM

Il est important que les étudiants de l'EPSAA acquièrent des connaissances scientifiques sur le dimensionnement des structures. Cette tâche incombe à l'A3. Les cours de construction ne pourront donc pas se contenter d'être une boîte à outil. Il s'agira également d'aborder les fondements scientifiques des phénomènes étudiés. Les cours scientifiques excèderont nécessairement ce que les étudiants utiliseront comme architecte afin de nourrir leur culture générale et leur curiosité (et car certains auront peut-être envie d'aller plus loin). Le cours de construction en A3 doit donc être un savant mélange entre rigueur de pensée, simplifications nécessaires pour être opératoires (chaque simplification sera explicitée) et connaissance du contexte des champs plus généraux.

En revanche, le cours de construction A3 ne se réduira pas à traiter des questions de statique et de RDM (cf. points précédents). Il faut donc concentrer statique et RDM sur un semestre, ce qui suppose de définir ce qui est essentiel et ce qui est accessoire (et donc qui sera laissé de côté, tout en le citant pour connaissance générale).

4. Incarner la structure sur un semestre et logiciel

L'enjeu en A3 sera d'incarner¹ la structure le temps d'un semestre. Il s'agira pour chacun des étudiants de surmonter ses difficultés pour trouver ses ressources propres et construire ses propres repères. Dit autrement, se forger une connaissance et un savoir-faire personnels relatifs à ce savoir. Incarner la structure implique de se poser chaque semaine des problèmes de structure et de tenter de les résoudre par soi-même, avec l'aide des camarades, d'un logiciel (qui fera office d'expérience, voir infra) et bien sûr de l'enseignant.

¹ cf. Daniel Pennac, *Chagrin d'école*. « Il faudrait inventer un temps particulier pour l'apprentissage. Le *présent d'incarnation*, par exemple. Je suis ici, dans cette classe, et je comprends, enfin ! ça y esr ! Mon cerveau diffuse dans mon corps : ça *s'incarne* ! »

5. Induction et déduction, théorie et expérience, logiciel et autonomie

S'adressant à des novices, la voie inductive choisie par Martin Veith pour l'enseignement de la construction en A1 est excellente : expérimentation et observation par les étudiants, puis énonciation par les étudiants de la loi recherchée (en l'ajustant avec des retours sur expérience), et enfin institutionnalisation du savoir par l'enseignant, (suivie de recherches personnelles par les étudiants). Concernant des étudiants en A3, cette méthode est toujours valable. Mais elle est assez chronophage s'agissant de phénomènes complexes de RDM. Et les dispositifs expérimentaux à mettre en place peuvent s'avérer assez complexe à réaliser.

Pour cette première année d'enseignement à l'EPSAA, nous faisons donc la proposition que **les expériences réalisées le soit par le biais d'un logiciel de structure simple de prise en main**. Le dispositif expérimental reste le même : observer des résultats et tenter d'en comprendre la loi sous-jacente ; ou à l'inverse, à partir d'une loi connue, prédire les résultats et les vérifier par l'expérience. Tout l'enjeu sera, en cas d'inadéquation entre résultat prédit et résultat observé, de trouver d'où vient l'erreur. Le logiciel proposé est *1.2.Build*, utilisé et recommandé par Sylvain Ebode. A la différence d'un logiciel plus complet comme *Robot*, *1.2.Build* présente l'avantage de la simplicité de prise en main et de la réduction de la modélisation à deux dimensions. Cela contraindra salutairement les étudiants à raisonner selon les projections codifiées du bâtiment (plan, coupe).

Si la première année était dédiée à la culture constructive, la dernière année sera dédiée à l'autonomisation des étudiants dans les questions constructives. D'où l'intitulé général du cours : *Vers une autonomie constructive*.

6. Articulation cours et TD

Idéalement, il faudrait appliquer les cours de construction dans des TD dédiés au projet, afin de lier pensée du projet et pensée de la construction dans les itérations nécessaires à la maturation du projet (et non dans une vision linéaire : le projet a priori puis la construction gérée ensuite par les ingénieurs qui calculent). Ces TD au nombre d'une dizaine permettraient d'aborder les questions de structure, d'enveloppe et de fluides/équipements.

Dans le cadre de la préparation de cette première année d'exercice, le manque de temps de synchronisation avec les enseignants du projet ne nous permet pas de mettre cela en pratique. Qui plus est, il faudrait réaliser un projet sur au moins la durée d'un semestre pour réussir à aborder structure, enveloppes et fluides/équipements. Ce qui n'est pas le cas en A3 à l'EPSAA puisqu'il y a deux projets par semestre.

Pour l'année à venir, nous proposons donc d'appliquer en TD **au premier semestre** les connaissances des CM sur des architectures réalisées et sélectionnées pour leur intérêt structurel et culturel. Ce sera donc **une étude monographique par binôme d'étudiants**. Cela sera complété par des TD ponctuels dédiés au projet.

Au second semestre, les questions d'enveloppe et de fluides/équipements (en lien à la structure) seront appliquées principalement à leur propre projet en cours d'élaboration, en particulier sur le diplôme auquel les quatre dernières séances seront consacrées.

7. Croiser lecture et écriture de textes, dessins et calculs

On peut diviser les activités de l'architecte en deux principales : observer (analyser) et composer (synthétiser).

Ses outils pour observer et composer sont la lecture et l'écriture appliquées aux champs du texte, du dessin et du calcul. Il s'agira de mobiliser toutes ces dimensions durant les TD afin que le cours de construction soit réellement au service du projet.

	lire (observer, analyser)	écrire (composer, synthétiser)
texte	s'informer	décrire, argumenter
dessin	lire des plans de bâtiments existants produire des dessins d'analyse	produire des dessins de projet ou d'analyse
calcul	lire des notes de calculs, des rapports de bureaux d'études, des devis d'entreprise	calculer des espaces (longueur, superficie,...) calculer des ouvrages (prédimensionnement) calculer des coûts

Objectifs généraux

A l'issue du cours, les étudiants seront capables :

- de situer les phénomènes physiques de l'architecture dans les grands champs scientifiques et techniques : RDM, thermodynamique, hydraulique, géotechnique, etc.,
- de déterminer les limites de leurs connaissances structurelles, de solliciter l'ingénieur et défendre leur projet auprès de lui,
- d'analyser *qualitativement* les structures (simples ou complexes) en commençant par la description des ouvrages et des phénomènes, puis en allant le plus loin possible dans la méthode,
- d'analyser *quantitativement* des structures simples : calculs à la main, avec tableur ou aidé d'un logiciel – objet spécifique du 1er semestre
- d'appréhender les questions techniques et les calculs de façon démystifiée et de réaliser une note de calcul simple sur tableur numérique (type Excel)
- d'identifier les principaux points constructifs de vigilance dans l'ensemble des trois champs constructifs (structure, enveloppes, fluides/équipements) et dans les domaines techniques (thermique, incendie, étanchéité, acoustique, chantier) – objet spécifique du 2nd semestre

Les étudiants auront également enrichi leur culture générale constructive sur les plans à la fois opérationnel, théorique et culturel.

Connaissances pré-requises

- cours de construction 1ère année / statique et un peu de RDM

mots clefs du polycopié de Martin Veith : action/réaction, compression, traction, flexion, équilibre interne (être un solide et non un mécanisme), équilibre externe, centre de gravité, appuis (encastrement, articulation), charges (exploitation, climatique, poids propre), flèche, déformée, fibre neutre, cisaillement, flambement, descente de charge, inertie, portique, hyperstatique, double courbure

- cours de construction 2ème année / matériaux et ouvrages

- mathématiques : maîtriser les quatre opérations arithmétiques de base, dont fractions et puissances, maîtriser le calcul algébrique niveau collège (équations du 1er degré), avoir des notions de géométrie plane

- physique : connaître les unités du système international (kg, N, m, s) et les grandeurs associées (poids, force, ...)

- attitude : être curieux, être méthodique

Plan de séance-type

cours magistraux (CM) en amphithéâtre de 1h30, débutant par un retour sur la dernière séance (CM et/ou TD), puis un exercice d'échauffement (cf. Ebode), puis le CM en lui-même et exemples d'application
pause de 15 minutes puis travaux dirigés (TD) en atelier de 2h15

Évaluations

diagnostic et formative : favoriser l'auto-évaluation régulière par les étudiants

sommative : mêler contrôle continu (réduire les risques d'accident sur un jour) et test individuel (vérification de l'autonomie et de la capacité de mobilisation des savoirs et savoir-faire)

note 1er semestre sur 20 : étude monographique en binôme 40 % / contrôle continu (notes de cours reliées + TD sur projet) 30% / test 30%

note 2nd semestre sur 20 : à préciser, dans l'esprit du 1er semestre

TD Étude monographique, choix des bâtiments étudiés

Le groupe A3 étant constitué cette année de 23 étudiants qui travailleront en binôme (+ un trinôme), nous proposons, au choix des étudiants, l'étude monographique des 11 bâtiments de la liste ci-dessous. S'ils le souhaitent, les étudiants pourront proposer un autre bâtiment, à condition de respecter les critères de sélection indiqués ci-dessous.

Au préalable de l'analyse structurelle, les étudiants devront récolter les informations (plans, textes) et produire une analyse architecturale simple : compréhension du contexte géographique, de la distribution, de la géométrie des ouvrages, des enjeux architecturaux propre au bâtiment..

Les bâtiments ont été sélectionnés selon les critères suivants :

- bâtiment construit récemment, afin de pouvoir rentrer en contact avec l'architecte auteur si le besoin se présente
- de moyenne portée (ce qui exclut quasiment automatiquement les logements – ce programme fera l'objet d'un TD au 2nd semestre)
- posant une question structurelle propre dont la résolution ne soit pas trop évidente,
- de taille suffisamment grande pour alimenter le travail d'un semestre,
- structure avec membrures linéaires, de préférence en acier ou en bois (éviter les bâtiments uniquement en béton armé dont les ferraillements sont rarement accessibles à l'analyse)
- éviter les bâtiments trop complexes, que les étudiants ne pourraient pas analyser numériquement,
- les quatre derniers bâtiments sont en bois et utilisent des techniques différentes (fermes triangulées, grille de poutres, portique, poteau-poutre) ; ils ont été réalisés par l'ingénieur Jacques Anglade et sont parfaitement documentés.

Liste des bâtiments proposés à l'étude monographique :

01. Bibliothèque centrale de Seattle, OMA, 2004
02. New Museum of Contemporary Art (New York), SANAA, 2007
03. École à Leutschenbach (Zürich, Suisse), Christian Kerez, 2009
04. Bibliothèque universitaire des sciences de Versailles, Badia-Berger, 2016
05. Pavillon polyvalent, Viana do Castelo (Portugal), Souto de Moura, 2013
06. Bibliothèque Alexis de Tocqueville, Caen, OMA, 2016
07. Bureaux pour Statoil ASA, Oslo, a-lab architectes, 2012
- 08 Complexe sportif, Veynes (05), R2K arch., J. Anglade ing., 2010 // FERMES TRIANGULEES
09. Gymbase Meylan (38), R2K arch., J. Anglade ing., 2002 // GRILLE DE POUTRES
10. Gymnase Saint Georges d'Espéranche (38), R2K arch., J. Anglade ing., 2004 // PORTIQUES
11. Collège Blénod-Lès-P.-à-M. (54), Cartignies et Canonica, arch. J. Anglade, ing., 2005 // POTEAU-POUTRE

L'objectif à la fin du semestre est de rassembler toutes les études monographiques dans un livret relié et de réaliser un affichage pour les journées portes ouvertes.

Progression des séances sur l'année

Voir document annexe