

photo de couverture

Articulation, Lisbonne, 2022.

Architecte : Alvaro Siza.

Photo Louis Beeuswaert, Master 1, LOCI Tournai.

lieuxdits #23

Avril 2023

édito 1

Christine Fontaine

Enseignements à échelle 1/1 2

*Elie Pauporté, Marie-Christine Raucent,
Catherine Massart, Cécile Vandernoot*

**Nicolas Van Oost. Entre l'académie
et la pratique professionnelle** 10

Giulia Scialpi

Site surveying 14

Maidier Llaguno-Munitxa

**L'Existenzminimum dans le travail
de Kenneth Frampton** 22

Gregorio Carboni Maestri

Brussels Housing 28

Un atlas du logement à Bruxelles

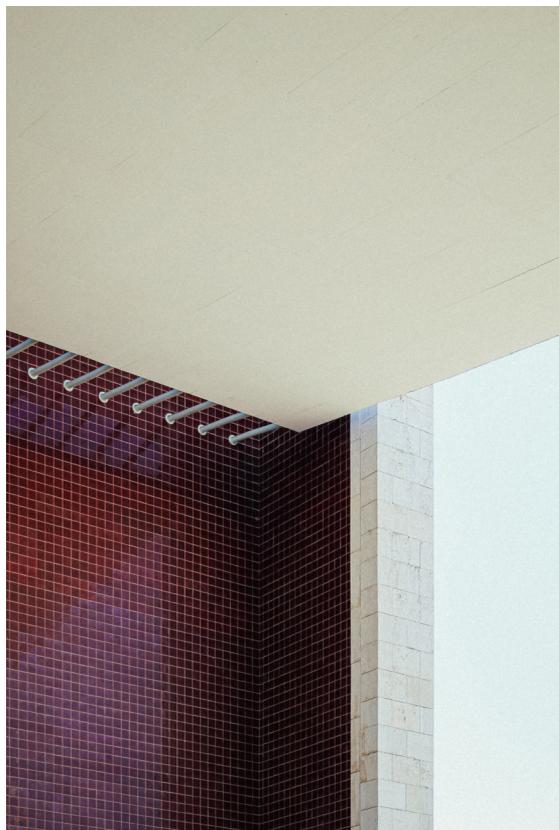
Gérald Ledent

**Vers une dynamique d'objectivation
de l'évaluation patrimoniale** 32

Morgane Bos, Damien Claeys, Dorothee Stiernon,

David Vandenbroucke

lieuxdits #23



Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme de l'Université catholique de Louvain
Louvain research institute for Landscape, Architecture, Built environment

Référence bibliographique :

Elie Pauporté, Marie-Christine Raucent, Catherine Massart, Cécile Vandernoot "Enseignements à échelle 1/1", *lieuxdits#23*, avril 2023, pp.2-9

SEMESTRIEL

ISSN 2294-9046

e-ISSN 2565-6996



Éditeur responsable : Le comité éditorial, place du Levant, 1 - 1348 Louvain-la-Neuve (lieuxdits@uclouvain.be)

Comité éditorial : Damien Claeys, Gauthier Coton, Brigitte de Terwangne, Corentin Haubruge, Nicolas Lorent,

Catherine Massart, Giulia Scialpi, Dorothee Stiernon

Conception graphique : Nicolas Lorent

Imprimé en Belgique



Faculté d'architecture
d'ingénierie architecturale
d'urbanisme



LAB

Louvain research institute for
Landscape, Architecture,
Built environment

www.uclouvain.be/loci
www.uclouvain.be/lab

Enseignements à échelle 1/1

Retours d'expériences pédagogiques

Auteur-es

Elie Pauporté

Architecte, assistant de recherche et d'enseignement, LOCI+LAB-Tournai, UCLouvain

© 0000-0003-1513-4004 ©
(pp. 2-3, 8-9)

Marie-Christine Raucent

Architecte, chargée de cours et coordinatrice du projet d'architecture 1, LOCI-Bruxelles, UCLouvain
(pp. 2-5)

Catherine Massart

Ingénieure civil architecte, assistante de recherche et d'enseignement, LOCI+LAB-Louvain-la-Neuve, UCLouvain
(pp. 2-3, 6-7)

Cécile Vandernoot

Architecte, assistante de recherche et d'enseignement, LOCI+LAB-Bruxelles, UCLouvain
(pp. 4-5)

Résumé. Des étudiant-es qui fabriquent et construisent, dansent ou plantent des arbres. Autant de scènes inaccoutumées dans une faculté universitaire et qui pourtant se sont multipliées ces dernières années au sein de LOCI. Alors, à quoi rime tout ce remue-ménage ? Cet article vise modestement à mieux faire connaître et à encourager ce que notre Faculté a pris l'habitude de désigner comme enseignement à échelle 1/1. Les doubles pages qui suivent présentent trois activités d'enseignement à échelle 1/1, respectivement sur les sites de Bruxelles, Louvain-la-Neuve et Tournai.

Mots-clés. Pédagogie · enseignement · échelle 1/1 · expérimentiel · construction

Abstract. Students who fabricate and construct, dance or plant trees. As many unexpected activities in the context of a university faculty, which have nevertheless proliferated in recent years at LOCI. What is behind this movement? This article aims to inform and encourage what our faculty has come to call 1/1-scale teaching. The following double-page spreads present 3 teaching activities at scale 1/1, respectively on the sites of Brussels, Louvain-la-Neuve and Tournai.

Keywords. Pedagogy · teaching · 1/1 scale · experiential · construction

L'enseignement à échelle 1/1 a la particularité d'impliquer la construction, par les étudiant-es, d'objets ou d'édifices conçus, à taille réelle, sans réduction d'échelle. Patrice Doat¹ dit de sa "pédagogie de la créativité architecturale par l'expérience" qu'elle vise à ouvrir, à faire l'éloge de la simplicité, à enseigner le plaisir de faire, à transmettre en s'amusant et à rendre les étudiants heureux². Et en effet, mettre les corps et les esprits en situation et aux prises avec la matière provoque des étincelles : les curiosités s'éveillent, la créativité se débride, l'enthousiasme se propage, théories et pratiques se croisent et se déploient, le monde prend présence et consistance. L'enseignement à échelle 1/1 est porteur de nombreuses qualités qui expliquent certainement le succès qu'il rencontre, au sein de notre Faculté et, sous d'autres noms, dans l'enseignement de l'architecture aux quatre coins du monde³. Il s'agit à la fois d'un levier pédagogique spécifique et reconnu, de l'adoption d'une posture disciplinaire inscrite dans une certaine tradition, et de l'invitation à une attention au monde.

Un levier pédagogique

Les ateliers de projet ont depuis longtemps recours à des dispositifs pédagogiques qu'on assimile aujourd'hui aux pédagogies actives : *learning-by-doing*, apprentissage expérimentiel, classes inversées, apprentissage par projet y sont pratiqués sans même les nommer. Les enseignements à échelle 1/1 mobilisent ces mêmes dispositifs et ont beaucoup d'affinités avec les ateliers de projet voire s'y insèrent. C'est ce qu'évoque d'ailleurs leur nom, l'échelle 1/1 venant compléter la série des échelles utilisées couramment en atelier de projet. Les enseignements à échelle 1/1 apportent cependant une spécificité majeure : ils se pensent, se réalisent et se pratiquent en vraies grandeurs, ou en dimensions réelles. Pour évidente qu'elle soit, cette caractéristique n'en est pas moins un remarquable levier d'enseignement. Premièrement, l'immédiateté de l'appréhension permet un déplacement de l'attention de la représentation vers d'autres apprentissages. Deuxièmement, elle permet la confrontation et la vérification entre idée et réa-

1 - Patrice Doat fut, entre autres choses, enseignant d'atelier de projet BA1 à l'ENSA Grenoble pendant 40 ans. C'est pour la pédagogie exceptionnelle qu'il y a développée que lui fut décerné un Global Award en 2016.

2 - Voir à ce sujet son intervention lors de la remise du Global Award 2016 : <https://www.dailymotion.com/video/x4hlrrg> ©

3 - Voir à ce sujet : Dominique Gauzin-Müller, « Peut-on innover en apprenant ? Le design/build et l'apprentissage expérimentiel (dossier) », *d'architecture*, décembre 2016 ; la journée d'étude *Les pratiques "par le faire" dans l'enseignement de l'architecture en Belgique* qui s'est tenue à l'ULg le 18/10/2021.

lité car "il y a toujours un hiatus (Brand appelle cela un 'hic') entre le monde réel et l'idée que nous nous en faisons"⁴. Troisièmement, le travail à l'échelle 1/1 donne accès à l'entièreté de la dimension réelle, non discriminée *a priori* mais *a posteriori* par l'expérience et l'évaluation qui en est faite. L'expérience apporte son lot d'apprentissages sensibles et *concrets* (matérialité, poids, textures, assemblages...). Quatrièmement, il permet un niveau de précision élevé et donne à penser ce qui n'apparaît pas à échelle réduite. Et pour finir, il implique un engagement corporel des étudiant-es (et bien souvent des enseignant-es), ce qui est source d'apprentissage kinesthésique, mais aussi, et surtout peut-être, de convivialité : les mouvements des corps brisent la glace.

Les qualités de ces dispositifs pédagogiques ont cependant un revers. Stocker des truelles, entretenir des scies sauteuses, acheter des vis... ces dispositifs mobilisent des ressources en encadrement, en temps, en espace, en matériau, en matériel et moyens financiers inhabituels dans le cadre universitaire. Certaines adaptations seraient nécessaires pour encourager ce type d'enseignement, pour que le cadre devienne porteur, moteur. Citons en exemple les Grands Ateliers⁵ de Villefontaine, l'école d'architecture d'Aarhus⁶ ou l'EPFL⁷.

Une posture disciplinaire

Alberti écrivait que "la main de l'artisan ne sert en effet que d'instrument à l'architecte"⁸. À l'inverse, Loos considérait les architectes comme "des maçons ayant appris le latin"⁹. *Arkhè* et *tekton*¹⁰, l'architecture pose nécessairement la question du rapport entre abstraction et matérialité, entre savoir et faire. Et de fait, les rapports entre conception et construction sont au cœur tant de nos pratiques que de nos enseignements. Si la tendance dominante va à la vision albertienne et privilégie un rapport prescriptif de la conception sur la construction, certains explorent de possibles (ré)conciliations du savoir et du faire, voire un effacement du cloisonnement entre les temps de la conception, de la construction et de l'usage comme le suggère Tim Ingold¹¹ et comme l'illustrent aujourd'hui, par exemple, les pratiques de nombreux (collectifs de) concepteurs¹² tels BC architects, studios & materials ou Rotor.

Les enseignements à échelle 1/1 adoptent ainsi une posture qui cherche à établir le trait d'union entre savoir et faire, s'inspirant de Rural Studio, Base Habitat, Baupiloten ou du Laboratoire AE&CC, et s'inscrivant dans la lignée d'enseignements comme celui du Bauhaus¹³ ou d'expériences multiples apparues durant les années 1970¹⁴ dont l'ouvrage récent *Radical pedagogies*¹⁵ propose un florilège.

Une attention au monde

En invitant à la rencontre de la matière, l'enseignement à échelle 1/1 permet une intimité et un attachement à cette matière, et plus largement, au monde.

L'architecture explorée est indissociable de sa mise en œuvre concrète et permet d'expérimenter les matériaux, d'une part dans la manière dont ils créent l'espace ou l'objet, dont ils accrochent la lumière, dont ils se donnent à toucher, à sentir, à voir... Mais aussi dans leur nature physique, les ressources qu'ils engagent pour être extraits, produits, déplacés, mis en œuvre, démontés...

Face à un monde de plus en plus virtuel dans lequel nos actions physiques sont souvent réduites à des doigts qui cliquent et glissent sur des écrans lisses, les exercices à échelle 1/1 sont une opportunité pour faire un pas de côté et s'impliquer physiquement avec la matière concrète, de s'y connecter. La familiarité qui en découle invite à l'attention bienveillante, au soin¹⁶ dont notre monde a aujourd'hui indéniablement grand besoin. ■

4 - Ingold T. (2017). *Faire. Anthropologie, Archéologie, Art et Architecture*. Bellevaux : éditions Dehors, p.112.

5 - Les Grands Ateliers sont un équipement pédagogique commun à 14 écoles d'architecture, d'art et de design qui fut créé en 2001 à l'initiative de l'ENSA Grenoble. Ils hébergent entre autres *amaco* - atelier matières à construire, structure active à la fois dans la recherche et dans l'enseignement à échelle 1/1.

6 - La revue *Domus* avait proposé une série d'autoportraits d'écoles d'architecture. Celui de l'école d'architecture d'Aarhus, figurant dans le n° 991 (05/2015), rendait compte d'une remarquable vision s'appuyant entre autres sur l'enseignement à échelle 1/1.

7 - Par exemple, l'installation temporaire (05/2018-06/2019) du CIVA dans l'ancien garage Citroën et futur Kanal-Centre Pompidou fut conçue et réalisée par des étudiant-es de l'atelier Alice (BA1) de l'EPFL.

8 - Alberti, L. B. (2004). *L'art d'édifier*. Traduction par P. Caye & F. Choay. Paris : Seuil, p.48.

9 - Adolf, L. ([1924]1979). *Paroles dans le vide. Malgré tout*. Paris : Editions, Champ Livre, p. 290.

10 - Belderbos M. (2021). La non-pensée de Yves Lepercq. *Lieuxdits*, 20, 44-47.

11 - Ingold T., *op cit.*, p. 112.

12 - Parmi eux, citons également Coloco, Le Bruit du Frigo, Construct Lab ou encore Exyzt.

13 - Principalement le Bauhaus de Weimar et des débuts de Dessau.

14 - Pour ce qui est de LOCI, ces années furent celles du précurseur Bar Archi à Tournai (1967), du Quartier de la Baraque à Louvain-la-Neuve (à partir de 1972), ou encore de la Maison Expérimentale dans le parc de Saint-Luc à Tournai (fin des années 1970).

15 - Colomina B., Galán I.G., Kotsioris E. et Meister A.-M. (Eds) (2022). *Radical pedagogies*. Cambridge, MA : MIT Press.

16 - Le terme anglais "care" est plus communément utilisé que "soin", dans la littérature sur le sujet.

LOCI-Bruxelles

Bac 1, Architecte

Semaine d'accueil et d'initiation à l'architecture

Coordinatrices

M. De Myttenaere
J. Houdé
M.-Ch. Raucent
C. Vandernoot

Encadrement

A. Anselmo, M. Bos,
I. Bouckaert, P. Burquel,
J.-L. Capron, M. Cherpion,
D. Claey's, S. Clevelen,
S. Dachy, H. de Fonvent,
T. Delcommune,
M. De Myttenaere,
G. de Neuville, D. Gillet,
C. Gillis, J. Houdé,
A. Ligeon, J. Malevez,
P. Manaresi, G. Marino,
Y. Pelsser, M.-Ch. Raucent,
L. Roobaert, M. Steinmetz,
A. Van Craen,
D. Vandembroucke,
C. Vandernoot, F. Vermer et
G. Vilet.

Avec le soutien de l'équipe de
MULTIPLE architecture &
urbanism
la Commune de Saint-Gilles
A+ Architecture in Belgium

Collection de mobiliers urbains place Van Meenen et ses alentours

Cette année en bac 1, 260 étudiant-es ont participé à la semaine d'initiation LOCI IN. Ce workshop mis en place depuis 2017 sur le site de Bruxelles se réinvente un peu chaque année pour accueillir les nouvelles-aux étudiant-es. Il vise à les immerger d'emblée dans l'architecture et, par effet d'émulation positive et ludique, les plonge dans la richesse de la discipline. Ainsi compréhension du contexte, approche de la spatialité, usage de la matière, de la lumière, de la structure et traduction formelle d'une idée sont déjà abordés.

LOCI IN a aussi pour objectif la prise de repères dans un nouvel environnement physique et social. Partir à la découverte de Saint-Gilles, après deux rentrées académiques sous mesures sanitaires strictes, nous en avions à nouveau la possibilité. Profitant de la belle opportunité de lier l'énoncé au futur réaménagement de la place Van Meenen, piloté par le MULTIPLE architecture & urbanism, nous avons inscrit le projet dans un contexte concret : la place Van Meenen, au pied de la maison communale de Saint-Gilles, et ses abords, le jardin (rue de Savoie) et l'avenue (avenue Adolphe Demeur, au bas de la place) ainsi dénommés par les auteur-es de projet. Les étudiant-es ont donc été confronté-es à une double situation, existante et projetée. La lecture du site fut riche d'enseignements sur la manière de construire la ville inclusive et durable de demain.

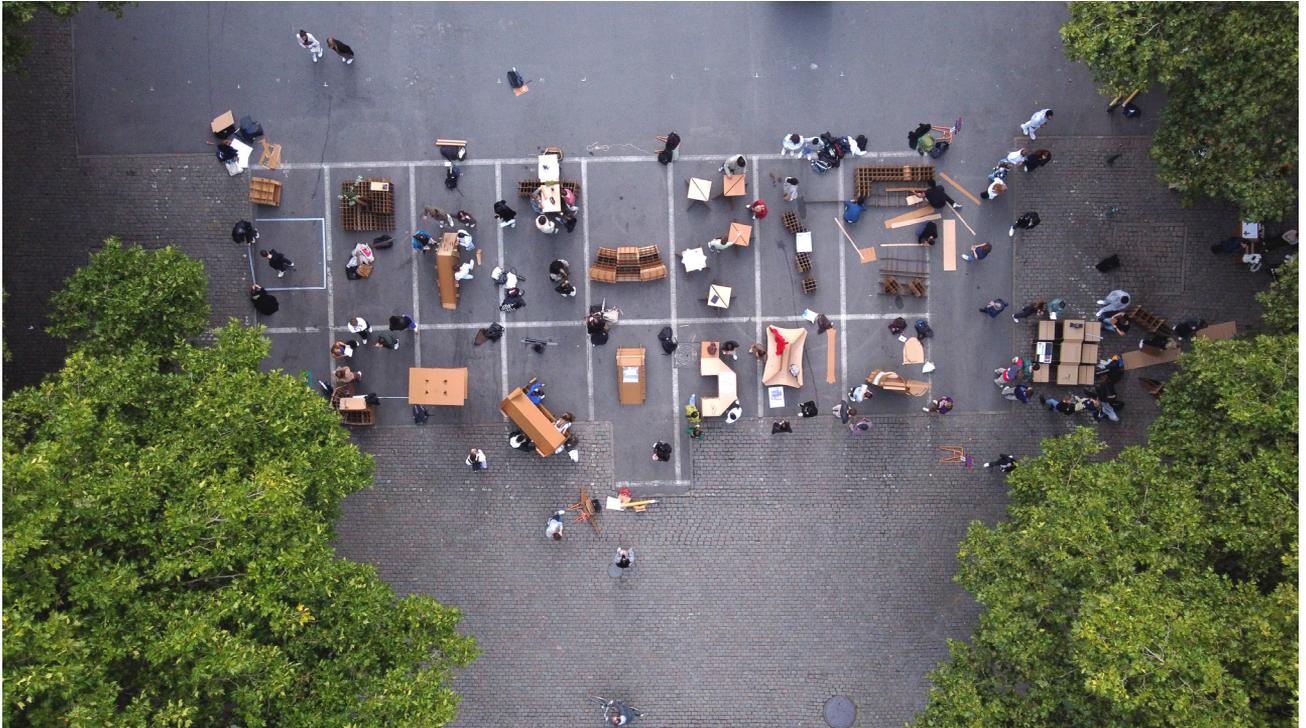
Concrètement, le projet soumis fut de concevoir et de construire, en grandeur réelle, un mobilier urbain en carton, sans colle ni épingle, et pour l'espace public. Réalisé en équipe de cinq ou six, chaque mobilier, destiné à s'implanter sur la place, le jardin ou l'avenue, prenait pour périmètre réduit une place de parking – de celles qui sont vouées à disparaître pour répondre aux besoins d'une ville plus verte et à la mobilité plus douce.

Les étudiant-es ont ainsi défini une ou plusieurs finalités à ce mobilier : se rencontrer, se retrouver, se détendre, manger et boire, jouer, patienter, partager, attendre, observer les lieux et les gens... On y prend de multiples postures, on y accueille une diversité de personnes (genre, âge, culture, etc.) et s'y établit un lien avec le bâti exceptionnel de ce quartier mais aussi ses ambiances, son marché du lundi... À la fin de la semaine, les 45 équipes ont présenté *in situ* l'aboutissement de leur travail à cinq équipes de jury, composées d'habitant-es, d'échevin-es et de membres de la commune, d'architectes, de citoyen-nes et d'enseignant-es. La journée s'est clôturée par une remise de prix symbolique et un petit mot mettant en exergue la principale qualité de chaque projet. Quittant les marches de l'escalier d'honneur de la maison communale, les étudiant-es ont entamé une parade mémorable vers la Faculté pour y exposer leur collection de mobiliers. ■

<https://uclouvain.be/fr/facultes/loci/actualites/loci-in-2022.html> ©

- ① Remise des prix aux étudiant-es devant l'Hôtel de Ville, en présence des responsables politiques de la commune de Saint-Gilles (photo F. De Backer).
- ② Une partie de la Collection de mobiliers urbains implantée sur 16 places de parking, place Van Meenen à Saint-Gilles (photo F. De Backer).
- ③ Transport du mobilier en pièces démontées depuis LOCI Saint-Gilles et effervescence avant le jury (photo C. Vandernoot).





②



③

LOCI-Louvain-la-Neuve Bac 1, Ingénieur architecte Exercice (2 séances en une semaine)

Enseignant-es

David Vanderburgh

et

Robert Grabczan

Catherine Massart

en 2021-2022,

Sylvain Rasneur

Dorthée Stiernon

en 2019-2020

Construction d'un banc

Cet exercice à échelle 1/1 est pensé comme un échauffement, un moyen pour préparer les étudiant-es de bac 1 à l'atelier Paysage et édifice avec le professeur David Vanderburgh (LICAR 1601) qui, dans leur parcours, est le premier atelier *complet* rencontré. L'énoncé varie d'année en année mais a pour constantes un site étendu (un paysage), un programme réduit (un lieu public pour lire, un pavillon pour une œuvre d'art...) et le bois comme matériau de construction. L'atelier se déroule en huit semaines et la première est consacrée à un exercice à échelle 1/1.

L'exercice proposé consiste en la conception et la construction d'un objet de mobilier (en général un banc) en bois, avec un nombre limité d'éléments de sections définies, à l'aide d'assemblages sans connecteurs métalliques (ni vis ni de clous). Certaines années le banc est à implanter dans un site. L'exercice se fait sur la période très courte d'une semaine, avec deux séances encadrées de 4 h. Il se clôture par une présentation et une expérimentation du résultat, suivies d'une discussion et d'un retour des enseignant-es. L'exercice n'est pas coté. L'objectif est celui d'un engagement concret dans un projet simple qui permet l'amorce d'une réflexion architecturale. L'échauffement permet d'aborder de manière très rapide et concentrée les questions qui seront cruciales pour la suite de l'atelier. ■

Les réflexions se concentrent sur trois thématiques :

- le matériau bois : les sections, les portées, les appuis, les assemblages, les rapports au sol...
- un programme : s'asseoir, se rencontrer, dialoguer...
- une implantation : où se mettre, circuler et se poser, voir et être vu, modifier l'espace...

L'exercice se fait en groupes de 2 à 4 étudiant-es. Il y a peu d'enjeux, il s'agit d'expérimenter, de se rencontrer autour des questions de projet, et d'y prendre plaisir, ensemble.

Lors de cet exercice, on construit donc quelques bancs, mais aussi des enthousiasmes et un esprit d'atelier. ■



① Atelier 2019-2020. Le groupe de bac 1 sur leurs réalisations (photo D. Stiernon).



②



③



④



- ② Atelier 2021-2022. Réalisation de T. Beroudiaux, L. Descamps, M. Jacques de Dixmude Slavic, G. Vryghem.
- ③ Atelier 2021-2022. Réalisation de T. Dachelet, O. Cordonnier, A. Fortunati, A. Mévisse.
- ④ Atelier 2021-2022. Réalisation de G. Chabot, L. De Condé, J.-A. Garcia-Moreau, J. Michaux.

LOCI-Tournai

Bac 3, Architecte

Cours à option

Participant-es au cours de
2021-2022

Enseignants

D. Fache, E. Pauporté

Étudiant-es

A. Ait-Ali, M. Allen,
É. Anne, C. Arschoot,
M. Barraud, Q. Bruyère,
É. Camus, M. Chedel,
L. Cocquempot, L. Crépin,
L. Delannoy, P. Delomez,
L. Ducrocq, A. Favella,
R. Jacquier, M. Joyeux,
É. Lefebvre, A. Magne,
T. Neve, C. Pierre,
E. Vuylsteker

Constructions Simples

Optant pour une formule intense et expérimentale/expérientielle, Constructions Simples est un cours à option bac 3 de 3 ECTS (LTARC1365). Il propose à un groupe de 20 étudiant-es de concevoir et réaliser un élément d'architecture avec des matériaux pas ou peu transformés, résiduels et/ou laissés à l'écart par les réglementations et les progrès technologiques. En parallèle du processus de conception-réalisation réalisé en groupes, il est demandé à chaque étudiant-e de mener une analyse critique du processus et des thèmes du cours. Chaque année, le cours est consacré à la conception et la réalisation d'éléments destinés à constituer un pavillon empirique. En 2021-22, il s'agissait de modules de façade constitués d'une ossature en bois, d'une allège pour chauffage solaire à air, d'une baie avec châssis de réemploi et d'une imposte en chute de vitrerie.

Le cours s'est déroulé en 7 séances de 4 heures. Chaque séance était consacrée à un thème précis et un dispositif clair était mis en place pour aider les étudiant-es à atteindre les objectifs ambitieux que nous nous étions fixé.

La première séance (S1), introductive, a consisté en une visite de Rotor DC.

Lors de la 2^e séance, chaque groupe de quatre étudiant-es a apporté un châssis de réemploi, en a fait le relevé et a effectué les travaux de réparation ou d'adaptation nécessaires.

À la séance 3, chaque groupe a conçu et entamé la réalisation de l'ossature du module de façade à partir de panneaux CDX 12 mm, de longerons SLS

38 x 140 mm et de tasseaux 22 x 45 mm. Ce module devait être porteur, assemblable aux modules des autres groupes, transportable par deux personnes et nécessairement comprendre une allège, une baie et une imposte.

Lors de la 4^e séance, chaque groupe a adapté les consignes d'un tutoriel (tutoriel du Low-Tech Lab https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Chauffage_solaire_version_ardoise), et a réalisé un panneau solaire à air formant l'allège du module de façade.

Lors de la 5^e séance, chaque groupe a conçu et réalisé l'imposte du module. L'imposte devait être composée d'au moins 3 pièces de verre. Initialement, ces morceaux devaient être des chutes de découpe, mais la vitrerie a finalement préféré découper les pièces dans un verre neuf sur base des bordereaux réalisés par les étudiant-es. La découpe a eu lieu lors de la visite de la vitrerie Landrieux et des ateliers DBI, entreprise spécialisée dans les techniques de décoration du verre.

La séance 6 a permis à chaque groupe de compléter, ajuster et finaliser le module.

La 7^e et dernière séance était consacrée à l'évaluation, chaque groupe présentant son module et un retour critique sur le processus de conception et de réalisation. En complément, chaque étudiant-e a remis un rapport reprenant son retour personnel sur le déroulement du cours (observations, apprentissages...) complété par des recherches sur les thèmes du cours (réemploi, low-tech...). ■

— CONSTRUCTIONS SIMPLES — LTARC 1365 — 2021-22 —

S1 20/09	VISITE ROTOR BKL. + PRÉSENTATION		(A) OSSATURE BOIS STRUCTURELLE - AUTOPORTANTE HAUTEUR DÉFINIE PAR LES BLOCS DE PAILLE.
S2 04/10	SOIN DU CHÂSSIS. QUELLE OSSATURE ?		(B) IMPOSTE FIXE. VERRES DE RÉEMPLOI COMPOSITION DE MINIMUM 3 VERRES DIFFÉRENTS.
S3 11/10	CONSTRUCTION OSSATURE.		(C) FENÊTRE. CHÂSSIS AVANT DE RÉEMPLOI. RÉCUPÉRER LE MEILLEUR CHOIX. DIMENSIONS MIN/MAX IMPOSÉS MÉCANISME FONCTIONNEL.
S4 25/10	CONSTRUCTION CHAUFFAGE SOLAIRE.		(D) ALLÈGE FIXE CHAUFFAGE SOLAIRE LOW-TECH.
S5 8/11	VISITE ATELIER VERRE. DÉCOUPES VERRE FIXE.		
S6 15/11	FINALISER LE MODULE.		
S7 29/11	ÉVALUATION.		

ENSEIGNANTS : DIMITRI FACHE & ÉLIE PAUपोर्टÉ.

① Consignes du cours (photo D. Fache).



②



③

④

⑤



⑥



⑦

- ② Séance 1 : visite de Rotor DC (photo D. Fache).
- ③ Séance 2 : soin des châssis de récupération (photo D. Fache).
- ④ Séance 3 : construction des ossatures (photo D. Fache).
- ⑤ Séance 4 : construction des panneaux solaires à air selon le tutoriel de Low-Tech Lab (photo D. Fache).
- ⑥ Séance 6 : finalisation des modules (photo D. Fache).
- ⑦ Séance 7 : évaluation et présentation (photo D. Fache).