



**HAL**  
open science

# Prototyper les ambiances de demain. Le prototype : expérience de pensée, expérience physique, expérience sensible

Amal Abu Daya

## ► To cite this version:

Amal Abu Daya. Prototyper les ambiances de demain. Le prototype : expérience de pensée, expérience physique, expérience sensible. Ambiances, tomorrow. Proceedings of 3rd International Congress on Ambiances. Septembre 2016, Volos, Greece, Sep 2016, Volos, Grèce. p. 39 - 44. hal-01404382

**HAL Id: hal-01404382**

**<https://hal.science/hal-01404382v1>**

Submitted on 12 Dec 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Prototyper les ambiances de demain

***Le prototype : expérience de pensée, expérience physique, expérience sensible***

Amal ABU DAYA

UMR CNRS AAU - Equipe CRESSON/ENSA Grenoble - Univ. Grenoble Alpes, France, amal.abudaya@grenoble.archi.fr

**Abstract.** *This paper attempts to demonstrate how, in an educational context based on the fabrication of architectural prototypes in digital design, ambiances play a crucial role in the creative design process. It will present the methodological framework of an educational exercise aimed at manufacturing ambient membranes. This educational experiment articulates design, analysis, simulation, manufacturing, evaluation and immersion in a luminous atmosphere and therefore enrolls in a continuous design process from Design to Fabrication to Experience and back to design. The purpose is to design a pattern through parametric modelling, to manufacture it digitally, and then be able to experience it on different scales and therefore show how we proceed from a pattern to a sensory experience.*

**Keywords:** *architectural prototype, experiential pedagogy, digital design*

### Cadrage

*Thèse de doctorat : le prototype architectural à l'ère numérique*

Cette communication s'appuie sur ma thèse de doctorat en cours dont l'objet est d'interroger le lien entre le prototype architectural à l'ère numérique et la maîtrise des ambiances. Dans le cadre d'un enseignement de la théorie et de la pratique de la conception architecturale mené sous ma responsabilité à Grenoble au sein de la filière de Master « Architecture Ambiance et Cultures Numériques » au Digital RDL, je me suis attachée à ce que les étudiants développent conjointement la construction de prototypes physiques et la définition d'ambiances lumineuses.

En effet, je fais l'hypothèse que l'émergence des outils de prototypage rapide et l'usage des machines à commande numérique dans le cours même de l'activité de conception, tout en transformant l'activité elle-même par l'introduction d'une matérialité, introduit de facto des caractéristiques sensibles et des qualités d'ambiances à percevoir. 'Material representation from digital files is a seminal development among the current applications of digital media in design processes' (Sass, 2006). L'activité de prototypage, tout en permettant une optimisation technique du projet, concourt à la maîtrise de la qualité des ambiances architecturales. Le prototype est à la fois un outil et l'objet central de conception d'une

architecture contemporaine expérimentale qui devient une opportunité de vivre une expérience sensible et spatiale. Le prototype architectural offre ainsi une ambiance à éprouver et à percevoir qui participe à la définition et la matérialisation de l'horizon de la conception. 'Only by using physical models can we test and verify complex geometric forms generated with virtual media, as well as control their use value'(Stavrić, Šidanin, & Tepavčević, 2013).

### *Pédagogie Expérientielle : concevoir, fabriquer, évaluer*

L'objet de ma communication est de montrer comment, dans le cadre de l'enseignement qui s'appuie sur la réalisation de prototypes architecturaux, les ambiances deviennent l'enjeu essentiel de l'activité de conception. Je prendrai appui, pour cela, sur un exercice pédagogique qui visait la fabrication d'enveloppes ambiantes dans le cadre d'un module optionnel transversal en cycle Master. Cette expérimentation pédagogique articule conception, analyse, simulation, fabrication, évaluation et immersion au sein d'une ambiance lumineuse et s'inscrit dès lors au sein d'un continuum Conception – Fabrication – Expérience. Il s'agit de concevoir une enveloppe, de la fabriquer puis de pouvoir en faire une expérience située à l'échelle du corps. Il s'agit de découvrir une modalité de conception architecturale qui mobilise les outils numériques contemporains et de montrer comment l'on passe du dessin à l'expérience sensible.

### *Théorie Architecturale: advanced building skin*

Le contexte théorique architectural dans lequel s'inscrit l'enseignement est celui de la question de l'enveloppe et de l'ornementation contemporaine numérique (conçues et fabriquées à l'aide de l'ordinateur), qui retrouve une actualité avec l'ouvrage de Antoine Picon sur l'ornementation (Picon, 2013), mais qui s'inscrit également dans la tradition des moucharabiehs (ornement de fenêtre sculpté en bois), des jalis (écran de pierre sculpté) et des résilles en architecture. Plus globalement il s'agit de comprendre le passage au cours des dernières décennies, d'une ornementation dans les années soixante-dix attachée à un enjeu d'information (Media Facade) puis dans les années quatre-vingt à une ornementation environnementale et symbolique (Institut du monde Arabe, Jean Nouvel, Paris, 1987) pour arriver aujourd'hui à des enveloppes « performatives » qui doivent traiter à la fois les questions liées à la perception, à l'environnement (l'ensoleillement, la thermique), à la structure, et aux usages. La question de l'ornement trouve aujourd'hui un regain d'intérêt selon trois perspectives qui incarnent l'ère de la troisième révolution industrielle :

- la préoccupation contemporaine pour le travail de l'enveloppe architecturale comme vecteur d'instrumentation des problématiques environnementales, et en particulier énergétiques,
- la révolution numérique et en particulier le continuum conception fabrication qui permet grâce aux machines à commande numérique de développer des architectures et éléments d'architecture non-standard,
- un renouvellement de la notion de tectonique et de conception du motif comme argument esthétique des productions et recherches architecturales avancées.

## Protocole expérimental

L'exercice s'appuie sur un protocole expérimental en 6 phases : la production d'un motif paramétrique par une production sérielle et une sélection, la simulation solaire, la production des maquettes et d'un prototype à l'échelle du corps, l'évaluation métrologique et l'expérience immersive.

### *Produire une surface perforée : modélisation paramétrique du motif*

La surface de l'enveloppe est dessinée avec un motif géométrique à partir d'un script de modélisation paramétrique conçu avec le logiciel Rhinoceros et le plug in Grasshopper. En s'appuyant sur la tessellation d'une surface à partir du diagramme de Voronoï ou de la triangulation de Delaunay, les étudiants manipulent les variations du pattern global en termes de quantité de cellules, de taille, de distance des motifs qui composent cette résille. Dans les 2 cas, il s'agit de distribuer des points sur une surface et ensuite générer des cellules associées à ces points. Dans le cadre du diagramme de Voronoï, chaque point est un centre de cellule. Dans le cadre de la triangulation de Delaunay, chaque point est un sommet de triangle.

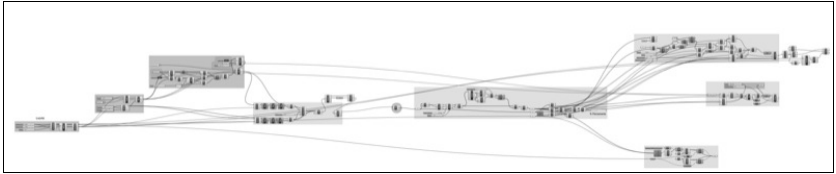


Figure 1 : script de modélisation paramétrique pour dessiner le motif

### *Trois thèmes de recherche proposés : une perspective phénoménologique*

Au niveau pédagogique, au-delà des manipulations géométriques, le script de modélisation paramétrique est également mobilisé dans une perspective phénoménologique afin de travailler 3 effets sensibles :

- 1— des densités variables et des points de focalisation visuelle
- 2— des effets de profondeur
- 3— des résilles filtrantes.

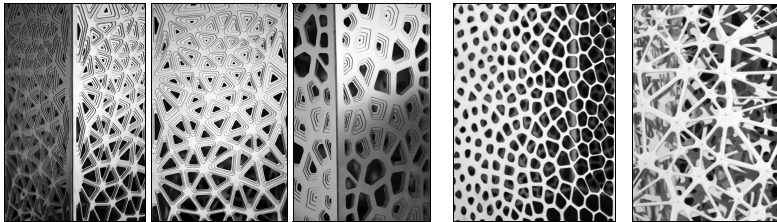


Figure 2 : enveloppes en carton fabriquées à partir du script

La manipulation du script consiste donc à faire varier le nombre de points (donc le nombre de cellules), à travailler les percements de ces cellules et, en insérant des

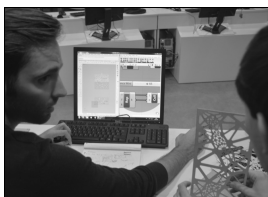
points attracteurs pour densifier certaines zones on peut par exemple, focaliser et orienter le regard. La densité de la résille cherche à maîtriser le rapport plein/vide pour générer une lumière filtrante homogène à l'échelle de la façade.

En travaillant l'épaisseur, on génère de la profondeur, du relief et on s'interroge sur la répartition de la matière pour concrétiser un dégradé de densité, un effet biseau ou des variations du chanfrein. Nous avons donc une succession de manipulations géométriques qui permettent de préfigurer des caractéristiques physiques ou sensibles d'un point de vue thermique, lumineux, visuel et haptique.

### *L'obligation d'une production sérielle : Virtuelle — Réelle — Actuelle*

Les étudiants ont tout d'abord engagé une production sérielle des dessins non standard. Le dessin paramétrique est un outil d'exploration. À travers la production des « variantes », les étudiants ont précisé et affiné une stratégie de conception. À travers la comparaison des dessins et la production de maquettes sérielles, des objets de recherche émergent. Cette démarche de recherche par le design permet ainsi de définir de nouveaux objets de conception. Je propose et fabrique une hypothèse de percement, puis 10... je compare, j'évalue et je sélectionne. C'est un processus de recherche et de manipulation, il n'y a pas de déterminisme du script. Ce qui est important c'est que le prototype ré-informe le modèle numérique. Nous sommes dans un processus en boucle : conception, fabrication, évaluation puis re-conception.

La production sérielle des maquettes que l'on manipule en faisant des prototypes physiques fait émerger des qualités qui peuvent être esthétiques : le rapport plein/vide, le scintillement de la paroi, ou au contraire le contraste. Le critère de sélection est d'abord qualitatif et subjectif. Les étudiants manipulent, se déplacent vers la lumière naturelle ou artificielle afin de faire apparaître et nommer les différents effets lumineux générés par les enveloppes fabriquées et manipulées. Le virtuel devient réel par la production d'artefacts (à une échelle facilement manipulable à la main) qui sont une représentation matérielle à partir de fichiers numériques. La production répétée, mais différenciée fait émerger un phénomène d'actualisation ; l'artefact devient l'actualisation d'un potentiel virtuel. Ce cycle de production peut être caractérisé par ces 3 phases : Virtuelle – Réelle – Actuelle.



### *Des outils de simulation pluralisés*

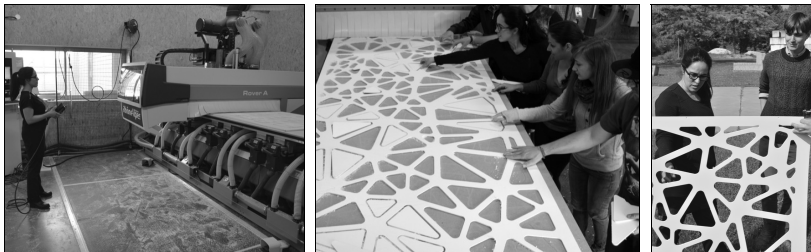
Afin de faire une analyse en termes de simulation solaire, le plug-in de Grasshopper LADYBUG a été utilisé. Le passage d'une surface à une modélisation en 3D a été nécessaire : la surface a été dotée d'une épaisseur et a été insérée dans un volume comportant 5 faces opaques afin de tester le degré de porosité de la paroi perforée. La Simulation numérique Solaire est située (longitude et latitude) et testée à différents moments de la journée, et de l'année. La simulation est faite sur plusieurs

solutions afin de pouvoir comprendre par la comparaison. L'enjeu de la simulation est de comparer et d'envisager des formes d'optimisation des propositions.

### *Fabrication de prototypes à plusieurs échelles : Représentation et immersion*

Les étudiants doivent réaliser leur prototype avec une machine de découpe laser dont la taille du plateau de découpe représente une contrainte dimensionnelle : ce qui dans l'ordinateur n'est qu'un dessin, sans échelle ni matérialité doit ainsi être questionné par rapport aux modalités possibles de fabrication. La machine permet la fabrication d'un panneau en carton, ou en bois de 30x60cm. Cette dimension nous a permis de fabriquer dans un premier temps 4 essais de parois (15x30cm), puis « une maquette tour » de base carrée (30x30cm) que j'ai proposée comme volume didactique analogue à une petite tour. J'ai également demandé la réalisation d'une enveloppe perforée à plus grande échelle (180x90cm) constituée de l'assemblage de plusieurs panneaux. Le passage à l'échelle du corps avec un matériau plus rigide que le carton se fait avec une machine CNC à trois axes.

Le passage d'une surface à une maquette « tour » a permis de questionner le sens du motif et les enjeux de l'ornementation en particulier en termes d'ambiances. Quelle est l'échelle pertinente, quel usage peut-être associé à telle densité de percement ou tel degré d'ouverture ? La « maquette tour » de base carrée, contextualisée au Moyen-Orient a permis la mise en place du processus de découverte « instrumentale », les outils de simulation numérique et d'évaluation métrologique.



### *Évaluation du prototype — mesure et expérience*

Dans l'évaluation métrologique des parois fabriquées : l'évaluation thermique a pu se faire à l'aide d'une caméra thermique, le facteur de lumière du jour a pu être mesuré au luxmètre au ciel artificiel, et la vérification de l'ensoleillement à l'aide de l'héliodrom.

L'évaluation qualitative s'est faite à travers la photographie, et par la prise de vue d'une photo de l'étudiant en situation « immersive », dans l'ombre projetée de leur prototype, et par une appréciation esthétique. L'usage d'un prototype permet une expérimentation, celle de faire une expérience sensible.

## **Le prototype hybride représentation, conception, perception**

Le prototype hybride représentation, conception et perception d'une nouvelle manière puisque le prototype n'est pas une représentation et une visualisation figée, mais un moment de développement de la forme en cours d'élaboration. Le

processus de morphogenèse architecturale passe par des états concrets dont le sens est d'appartenir à une série d'événements et d'expériences. La production sérielle qui caractérise la conception et la matérialisation architecturale contemporaine fait du prototype un événement architectural car il concrétise un moment d'une pensée. Le dessin numérique permet de faire une analyse en termes de simulation, puis de fabriquer avec une découpe laser une maquette, et enfin de faire une évaluation avec des outils de mesure et une évaluation qualitative. La réalisation de claustra à l'échelle 1 permet enfin de faire une expérience immersive des effets visuels et lumineux projetés. C'est la mise en perspective de ces moments d'expériences que sont : la fabrication des maquettes successives, des représentations et du prototype final à l'échelle 1 qui construit l'ambiance lumineuse recherchée.



La question qui se pose est : quand est-ce qu'on s'arrête ? Le cadre de travail définit 3 temporalités : penser, fabriquer et évaluer par l'expérience et la mesure. L'emploi du temps rythme les différentes phases. Ce processus doit pouvoir s'effectuer d'une manière récurrente afin que l'actualisation de l'artefact produit puisse avoir lieu. La phase d'évaluation doit pouvoir se faire en dehors du cadre de l'expérimentation et dans un contexte spatial qui n'est pas celui de sa conception et de sa fabrication. L'expérimentateur du prototype n'est alors pas uniquement son concepteur. Le concepteur qui à l'origine fait l'expérience de l'artefact produit dans le but de l'optimiser, peut alors aussi devenir spectateur et évaluer le prototype « à distance », tel qu'il pourrait être éprouvé par d'autres usagers.

## Références

- Picon, A. (2013). *Ornament, The Politics of Architecture and Subjectivity*. West Sussex: Wiley
- Stavrić, M., Šiđanin, P., & Tepavčević, B. (2013). *Architectural scale models in the digital age: design, representation and manufacturing*. Wien: Springer
- Sass, L. (2006). « Materializing design: the implications of rapid prototyping in digital design ». *Design Studies* Vol 27 pp 325-355

**Crédits photographiques :** Digital RDL, Master AACN, ENSAG

## Auteur

Amal ABU DAYA est architecte dplg, maître-assistante associée à l'ENSA de Grenoble dans la filière de Master « Architecture Ambiance et Cultures Numériques » au *Digital Research by Design Laboratory*. Amal est doctorante au laboratoire CRESSON — UMR AAU, UGA, France.