

N-sWArM. Outil d'aide à la conception de parois non-standards en bois

Oscar Gámez
MAP CRAI,
École d'Architecture de Nancy
Nancy, France



1. L'automatisation et l'architecte

1.1. Sur le chemin du numérique

Depuis les années 1960, architectes et ingénieurs en calcul tentent d'intégrer l'automatisation dans les tâches de conception et de production. Il ne s'agit cependant pas d'automatisation dans le sens où elle remplacerait la créativité ou l'artisanat, mais serait un support pour aider les architectes à résoudre des problèmes architecturaux complexes et faciliter l'intégration de solutions formelles complexes qui caractérisent l'architecture et le design contemporains.

Les travaux dans ce domaine sont nombreux, mais citons en particulier ceux de Nicholas Negroponte [1] ou Paul Quinrand [2], qui ont fait figure de précurseurs et ont en partie ouvert la voie à notre vision contemporaine de l'architecture. Celle-ci s'est affirmée au fil des années, mais est loin d'être universelle.

Dans les années 1980 et 1990, des architectes tenaces tels que Frazer lui-même, Lars Spuybroek, Norman Foster, Daniel Libeskind, Frank Gehry ou Greg Lynn ont exploré la conception architecturale avec des solutions logicielles utilisées dans l'industrie automobile et aéronautique [3,4]. Leur travail a abouti à de nouvelles tendances et productions architecturales telles que le déconstructivisme, l'architecture blob, l'architecture non-standard et le paramétrisme de Schumacher [5].

1.2. Construire l'archi digitale

Depuis que nous, architectes et ingénieurs, explorons des solutions architecturales et formelles complexes, la conception intègre de nouvelles problématiques comme la gestion de données et d'informations numériques pour la visualisation et la fabrication. Aucun projet architectural contemporain ne peut se soustraire à cette réalité, quelle que soit l'approche plastique et spatiale dont il a fait l'objet.

Dans ce contexte, la matérialisation de murs et enveloppes basés sur des formes libres est devenue possible grâce à la généralisation de la customisation de masse, et donc à la possibilité de produire des ensembles sur-mesure [6] [7]. Les formes libres et la customisation de masse sont les concepts de base de ce que l'on appelle « architecture non-standard ».

2. Le bois et l'architecture « Non-Standard »

2.1. Recherche et pratique : Le numérique comme moyen de réalisation

La filière de la construction bois est devenue un champ d'expérimentation privilégié de ces architectures dites « non-standards ». En effet, le bois est un matériau qui allie propriétés mécaniques et esthétiques intéressantes, qui lui confèrent à la fois charme et performance structurelle. Il est également l'un des premiers matériaux travaillés et sculptés par l'homme. En d'autres termes, la fabrication soustractive est inhérente au travail du bois.

Sa valeur esthétique, ses propriétés mécaniques et sa maniabilité sont probablement ce qui fait du bois un élément essentiel dans la construction, qu'elle soit traditionnelle ou contemporaine. En outre, dans de nombreux pays industrialisés, les filières du bois d'œuvre et de la construction intègrent les aspects de durabilité, d'économies d'énergie et la prise en compte du cycle de vie des produits pour limiter leurs émissions de CO₂.

Les outils numériques permettent donc aujourd'hui de travailler une architecture contemporaine en bois qui use de parois et d'enveloppes fonctionnelles qui se détache des paradigmes de l'orthogonalité et du parallélisme. C'est dans ce contexte que s'inscrit le travail porté sur cet outil appelé N-sWArM.

Les parois et enveloppes non standard (en particulier celles qui ont une morphologie cellulaire) sont généralement utilisées pour des architectures d'exposition ou des structures éphémères (Figure 1). Et si les qualités de l'approche non-standard et les avantages de la production dé-sérialisée étaient exploitées pour l'architecture « de tous les jours » ?

Ceci est donc l'objectif du développement d'un ACPT (Aided-Conception Parametric Tool, outil paramétrique d'aide à la conception) qui fournit une aide à la décision destinée aux concepteurs qui ont déjà entamé la conception et qui ont besoin dont le travail nécessite une optimisation du langage architectural, des détails et de l'espace.



Figure 1 : Gauche à droite. 130008252010 pavilion, Liotta 2010. Landesgartenschau Exhibition Hall, A. Mengues 2014. Prototype experimental, les Grands Ateliers. Lyon-France 2012. Serpentine pavilion, Londres, A. Siza 2005.

2.2. A quoi ça sert ?

Cet ACPT est constitué d'un ensemble de fonctions qui permettent de travailler différentes variantes de projet et accompagne le concepteur jusqu'aux phases de fabrication : il s'agit d'un outil de CAO et de FAO. À partir d'un design existant représenté par des surfaces, il permet dans un premier temps de générer des variantes de projet en utilisant des processus de calcul itératifs basés sur des variables d'entrée. Ensuite, il permet de générer des données de fabrication qui sont lisibles par des machines à Commande Numérique (Figure 2). Alors, de quelle manière cet ACPT peut-il aider les concepteurs dans leur démarche ?

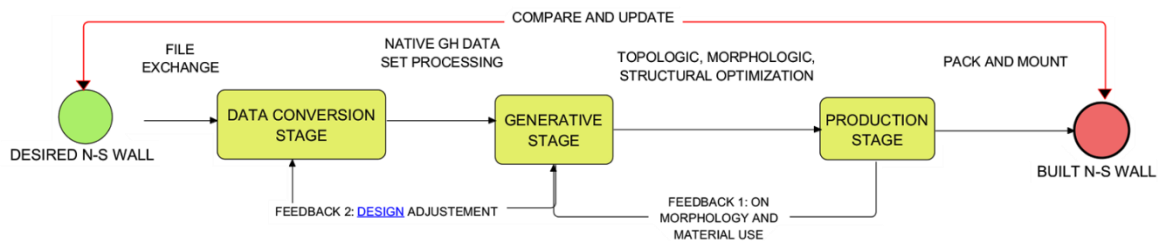


Figure 2 : Modèle de données de l'outil N-sWArM summarized data model. Phases = noyaux de l'outil

En phase de conception, les architectes commencent généralement par définir des espaces qui répondent à des usages, puis les hiérarchisent en utilisant des cloisons et des murs. Pour caractériser un espace, il faut également travailler les aspects structurels et esthétiques des parois qui le définissent (murs et enveloppes).

N-sWArM, intègre les problématiques évoquées précédemment et permet de : **a)** Générer des parois composées de cellules construites sur des motifs géométriques (le concepteur peut explorer différentes solutions morphologiques grâce à l'aspect paramétrique de l'outil) -Figure 3-. **b)** Appliquer des transformations directement à des surfaces issues de l'esquisse initiale du concepteur. **c)** Visualiser ces transformations dans une interface et d'interagir avec les composants de l'outil qui sont interconnectés. **d)** Traduire les entités (parois) retravaillées et détaillées en informations de construction pour des machines à commande numérique (CNC).

Pour cela, l'ACPT offre une interface de calepinage qui permet d'exporter les éléments usinables réorganisés et numérotés pour la fabrication numérique. Durant une étape supplémentaire, N-sWArM intègre sa propre interface de FAO qui permet de générer des informations exploitables par les machines CNC. Actuellement, N-sWArM est capable de simuler les routines de fabrication et de produire les données de fabrication pour les robots KUKA. Cette partie est basée sur les capacités offertes par le plugin de RGH Kuka|PRC (Figure 4) [8].

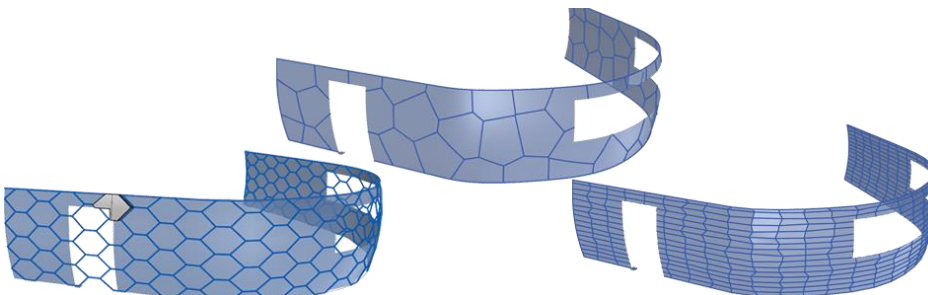


Figure 3 : Quelques alternatives morphologiques pour redéfinition d'enveloppes de façade à l'aide de N-sWArM

3. Pour conclure

L'ensemble des possibilités qu'offre N-sWArM permet aux concepteurs de travailler des projets en neuf et en rénovation. Dans les projets neufs, l'outil peut intervenir dans les premières phases de conception, notamment pour la recherche de forme et pour valider ou invalider des options de projet.

Pour les projets de rénovation, l'ACPT permet de travailler des cloisons non porteuses et des enveloppes de façade pour lesquelles la couche extérieure serait peu sollicitée structurellement. Cette approche peut être particulièrement utile dans le cadre de rénovations énergétiques ou de constructions passives pour lesquelles la diminution des déperditions thermiques et l'optimisation de la consommation d'énergie sont indispensables.

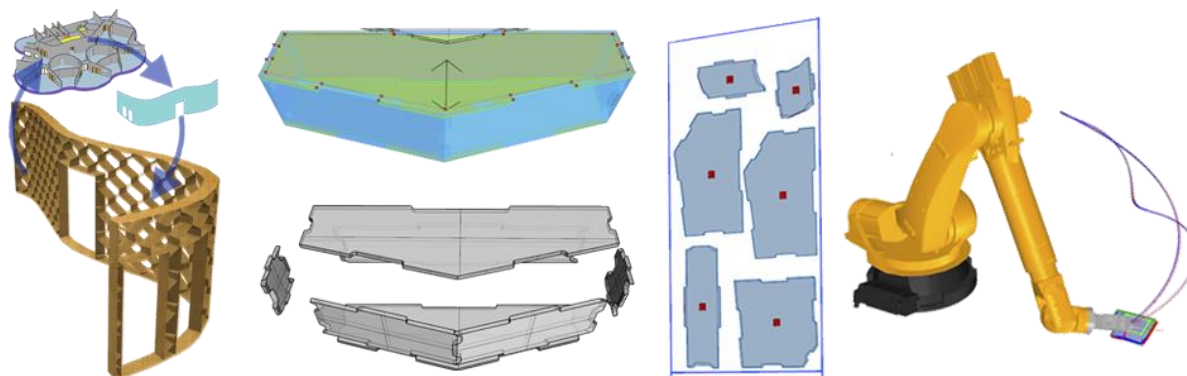


Figure 4 : Gauche à droite. Entité « Mur » récupérée en tant que surface NURBS et convertie dans un ensemble cellulaire. Cellules (composants) avec assemblages autobloquants. Pièces à usiner calepinées. Simulaton d'usinage.

4. Références

- [1] NEGROPONTE N. *The Architecture Machine: Toward a More Human Environment*. [s.l.] : The MIT Press, 1970. 164 p. ISBN : 0-262-64010-4.
- [2] QUINTRAND P., AUTRAN J., FLORENZANO M., ZOLLER J. *La conception assistée par ordinateur en architecture*. Hermes.Paris : Hermes, 1985. 257 p. ISBN : 2-86601-041-8.
- [3] CELEDÓN A. « Greg Lynn: Beyond the Blob ». *Mater. Arquít.* 2014. n°09, . 18-25.
- [4] LYNN G. *Folds, bodies and blobs. collected essays*. Michele Lachowsky and Joel Benzakin. [s.l.] : La lettre volée, 1998. 235 p.(Books-By-Architects). ISBN : 2-87317-068-9.
- [5] SCHUMACHER P. « Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design ». *Archit. Des.* [En ligne]. 1 juillet 2009. Vol. 79, n°4, p. 14-23. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1002/ad.912> >
- [6] ANZALONE P., VIDICH J., DRAPER J. « Non-Uniform Assemblage: Mass Customization in Digital Fabrication - Non-Uniform_Assemblage_Mass_Customization_in_Digital_Fabrication.pdf ». In : *Acadia.org/papers* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 2009. Disponible sur : < https://acadia.s3.amazonaws.com/paper/file/PD26RH/Non-Uniform_Assemblage_Mass_Customization_in_Digital_Fabrication.pdf > (consulté le 20 octobre 2014)
- [7] CARPO M. « The demise of the identical. Architectural standardization in the age of digital reproductibility ». In : *First International Conference on the Histories of Media, Art, Science and Technology*. Banff : Banff Media Institute, 2005. Disponible sur : < http://www.banffcentre.ca/bnmi/programs/archives/2005/refresh/docs/conferences/Mario_Carpo.pdf >
- [8] BRAUMANN J., BRELL-COKCAN S. « Real-Time Robot Simulation and Control for Architectural Design ». In : *Proc. 30th ECAADe Conf.* [En ligne]. *Digital Physicality*. Prague : [s.n.], 2012. p. 479-486. Disponible sur : < http://www.robotsinarchitecture.org/wp-content/uploads/2011/09/realtimerobot_ecaade2012_100.content.pdf > (consulté le 9 novembre 2016) ISBN : 978-94-91207-03-7.