



Intelligences artificielles génératives et conception architecturale

Prof. Aurélie de Boissieu, Université de Liège

1



Intelligences artificielles génératives et conception architecturale

Objectif de la presentation:

Appréhender les enjeux de la **conception computationnelle** en général et **des IA génératives pour la conception architecturale** aujourd'hui. Plutôt que d'en questionner les aspects techniques, nous en verrons **les enjeux du point de vue des évolutions des modes de pensées et des pratiques professionnelles.**

2

Plan de la présentation



1. Introduction: Contexte historique du numérique en architecture
2. L'architecte et les algorithmes de conception aujourd'hui
3. IA générative en architectures: génération d'images, générations de plans
4. En conclusion : Architecte augmenté, architecte transformé?

3



Contexte historique du numérique en architecture

4

Le numérique en architecture

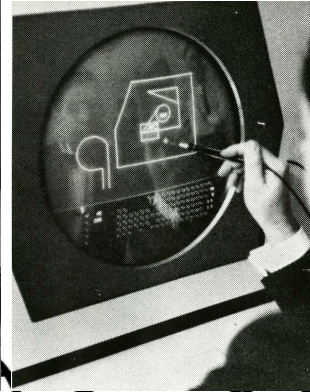
Repères historiques



Premières expérimentations 60'-70'



"Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System" (1963, Ivan Sutherland, MIT PhD Thesis)



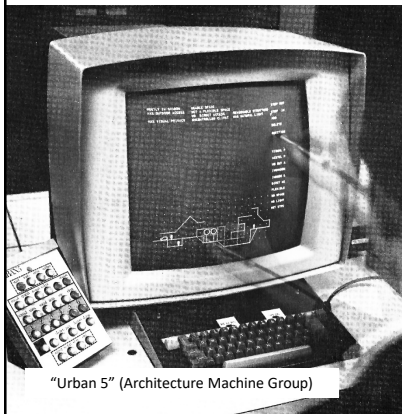
5

Le numérique en architecture

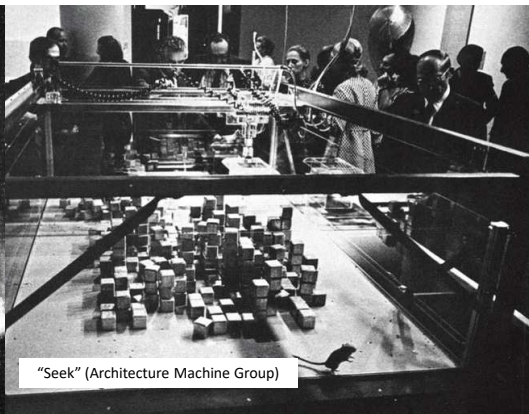
Repères historiques



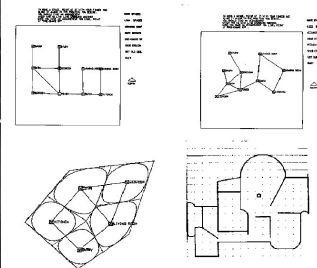
- > La "computation" (anglicisme) = le calcul numérique
- > Des **expérimentations foisonnantes** sur l'architecture numérique dès les années 60-70' (Cedric Price, Yona Friedman, Nicholas Negroponte etc)



"Urban 5" (Architecture Machine Group)



"Seek" (Architecture Machine Group)



"Architecture by Yourself" (Architecture Machine Group)

6

La transition numérique en architecture

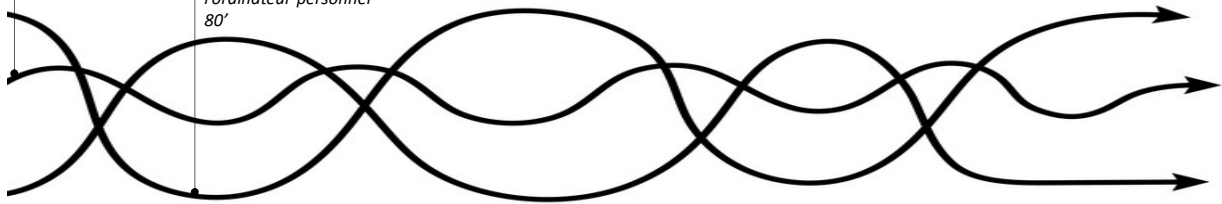
Repères historiques



Premières
expérimentations
70'



Démocratisation de
l'ordinateur personnel
80'



7

Le numérique en architecture

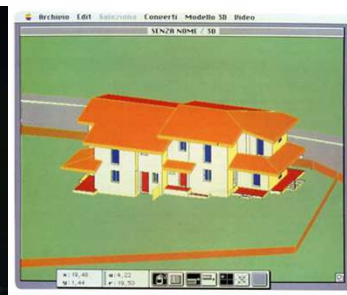
Repères historiques



Lors de la démocratisation des ordinateurs personnels (80'), les outils développés se sont orientés sur un paradigme de la représentation et de l'assistance à des processus existant



Autocad, 1982



Archicad 1987

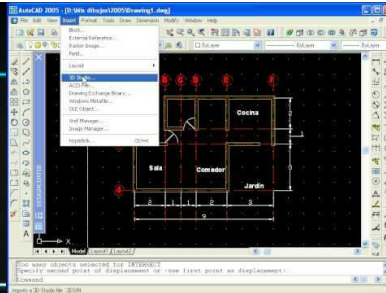
8

Le numérique en architecture

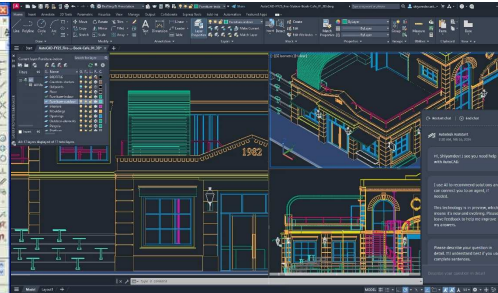
Repères historiques



Autocad, 1982



Autocad, 2005



Autocad, 2025

9

Le numérique en architecture

Repères historiques



"Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System"
(1963, Ivan Sutherland, MIT PhD Thesis)



Cabinet d'architecture, 1936

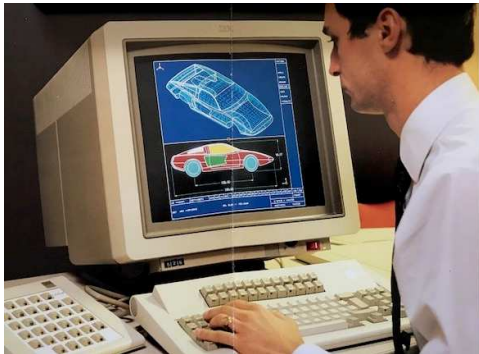
10

Le numérique en architecture

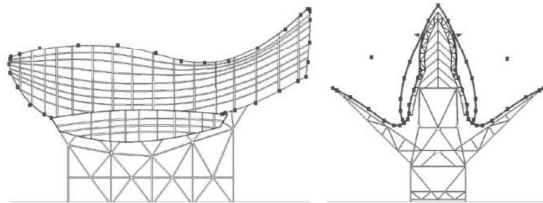
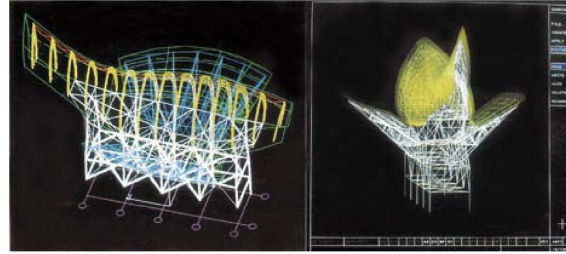
90' : Détournements d'outils existants



Catia (Aéronautique, Design Industriel)



CATIA, 1987



Frank Gehry, Fish, Barcelone 1992

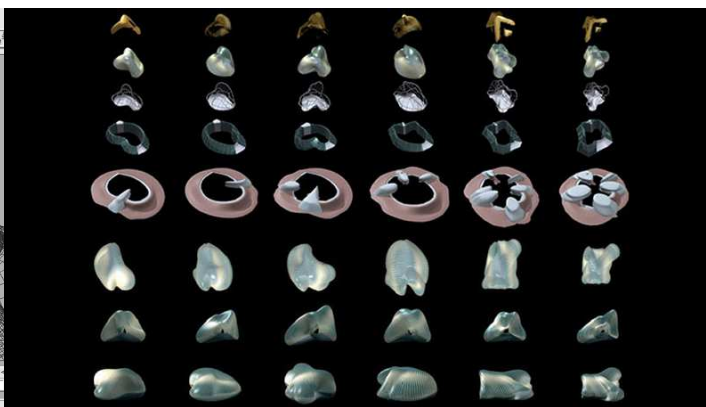
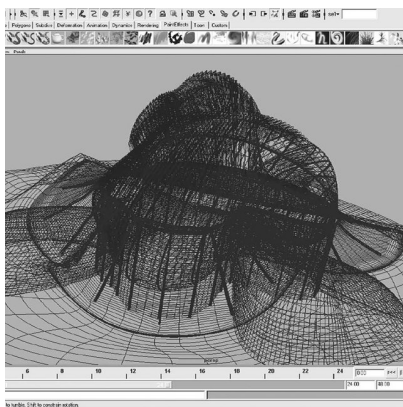
11

Le numérique en architecture

90' : Détournements d'outils existants



MicroStation (Design industriel), Maya (Dessin d'animation)



Greg Lynn, Embryological House 1997–2002

12

Le numérique en architecture

90' : Détournements d'outils existants – un imaginaire de la blobitecture



Selfridges Department Store, Birmingham, 2003. Future Systems



Kunsthaus Graz Austria, 2003. Peter Cook, Colin Fournier

13

Le numérique en architecture

2000' : développement d'outils dédiés



90' et 2000' : Nouvelles expérimentations numériques

> Jusqu'à la fin des années 1990, l'expérimentation est encore beaucoup le fait d'experts puisque des savoir en programmation sont nécessaires

> Puis d'autres outils sont intégrés, dont des outils rendant la programmation relativement facile d'accès sont développés

14

La transition numérique en architecture

Éléments de contexte



Premières expérimentations
70'



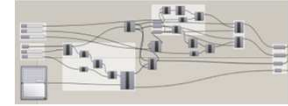
Démocratisation de
l'ordinateur personnel
80'



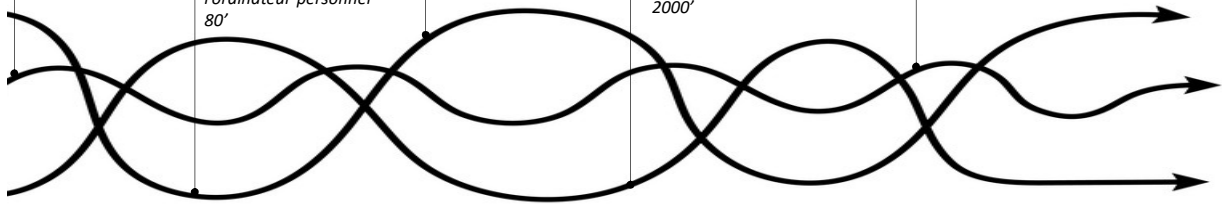
Dessin "assisté par
ordinateur"
80'-90'



Méthodologies BIM
2000'



Démocratisation de la programmation
pour les architectes
2000'

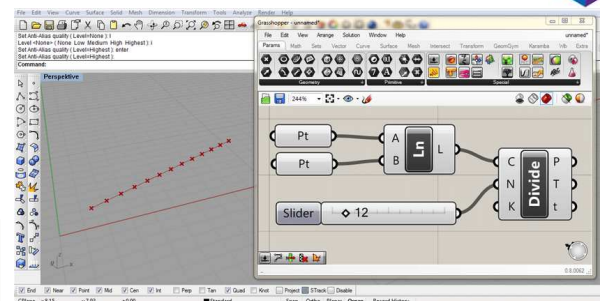
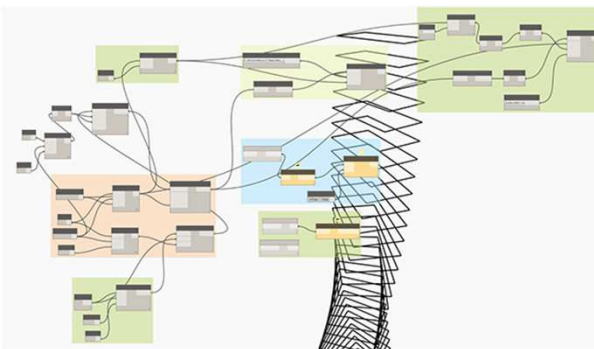


15

Le numérique en architecture

2000': développement d'outils dédiés

Des outils de **programmation visuelle** dédiés
pour l'architecture



Grasshopper
(Développé par David Rutten pour Mc Neel,
première version en 2005)

Dynamo
(Développé par Autodesk,
première version 2013)

16

Le numérique en architecture

2022': développement d'IA génératives grand public



ChatGPT

Log in

Sign up for free



What can I help with?

Ask anything

Attach

Search

Study

Voice



ChatGPT

(Développé par Open AI, première version 3.5 2022)

MidJourney

(Développé par Midjourney Inc, première version en 2022)

17

Le numérique en architecture

Quel rapport à la technique ?



“Assisté par ordinateur”

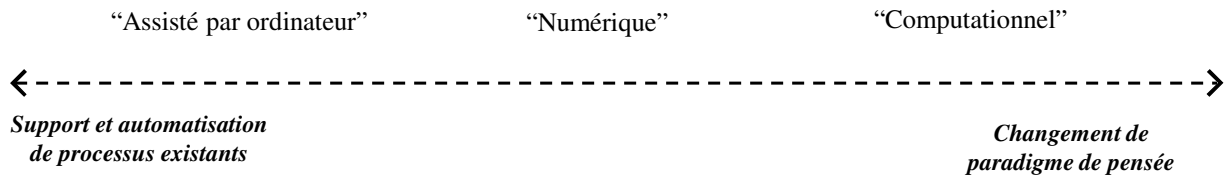


“Computationnel”

18

Le numérique en architecture

Quel rapport à la technique ?



de Boissieu, 2022. *Introduction to Computational Design: Subsets, Challenges in Practice and Emerging Roles*. Springer.

19



L'architecte et les algorithmes de conception

Paramétrique, génératif, algorithmique

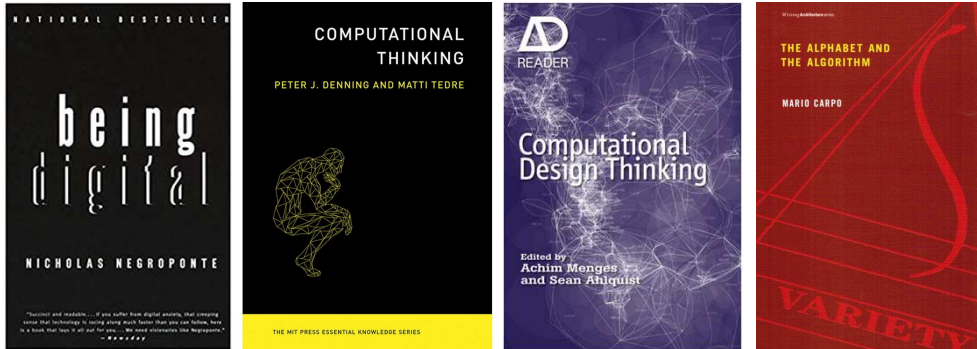
20

L'architecte et les algorithmes de conception

Le design computationnel



*Le design computationnel : les **pratiques de conception** indissociables de la computation numérique, de ses **technologies** et de sa **culture***



21

L'architecte et les algorithmes de conception

Le design computationnel



*Le design computationnel : les **pratiques de conception** indissociables de la computation numérique, de ses **technologies** et de sa **culture***

Comprend trois courants principaux :

- **Paramétrique,**
- **Génératif,**
- **Algorithmique**

22



Paramétrique

23

L'architecte et les algorithmes de conception

Le paramétrique

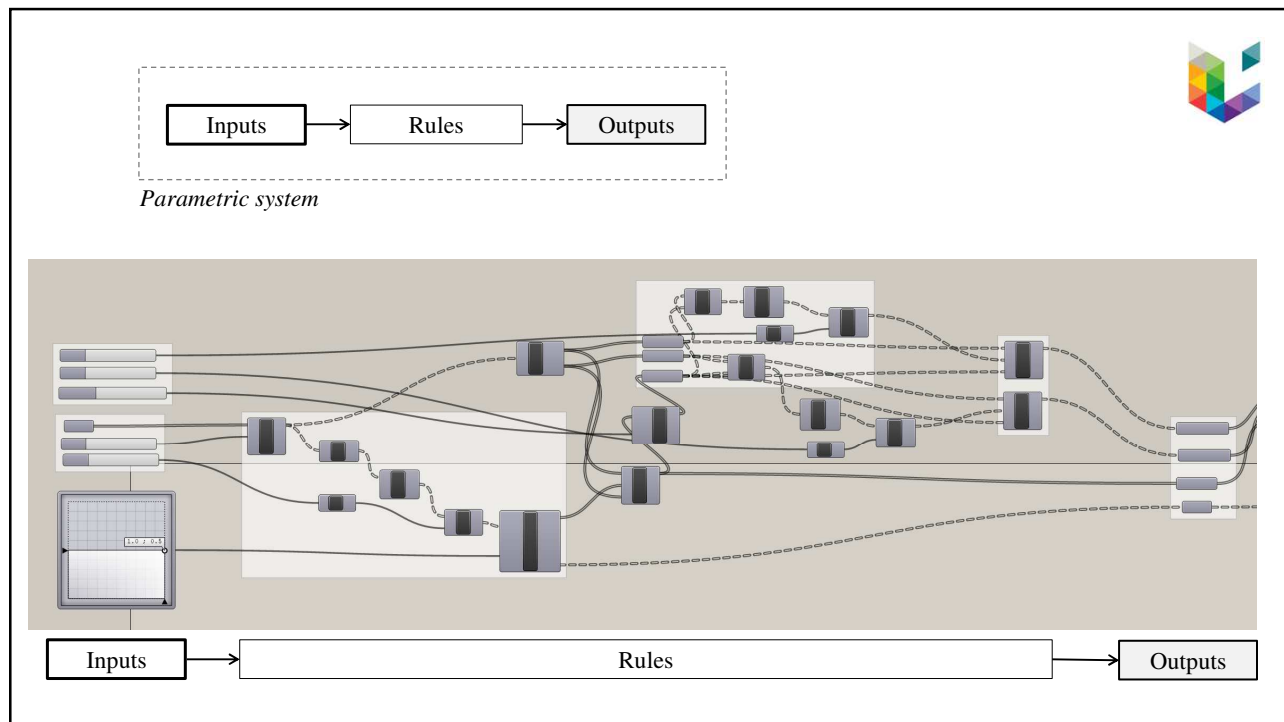


La conception paramétrique:

Qui est basée sur la **definition d'un ensemble de paramètres et de règles**, qui permettent de **se concentrer sur le système plutôt que sur la forme finie**.

On conçoit un système paramétrique, dans lequel on peut explorer toute une famille de formes/solutions

24



25

L'architecte et les algorithmes de conception

Parametric Design

Exemple de conception paramétrique

La gare de Waterloo (Londres 1993), Grimshaw

- > Un site irrégulier (le nombre de voies augmente à l'arrivée à la gare)
- > Un besoin d'une large portée, sans reprise intermédiaire



26

L'architecte et les algorithmes de conception

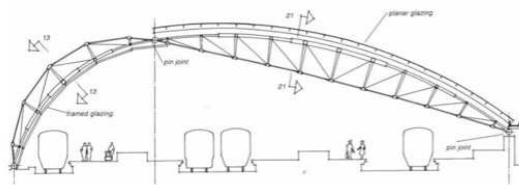
Parametric Design



Exemple de conception paramétrique

La gare de Waterloo (Londres 1993), Grimshaw

> Mise en place d'un système de façade organisé par des règles géométriques, où le paramètre "largeur de l'emprise" définit les dimensions et la géométrie



27

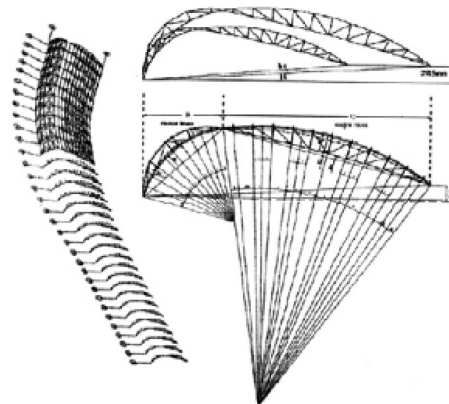
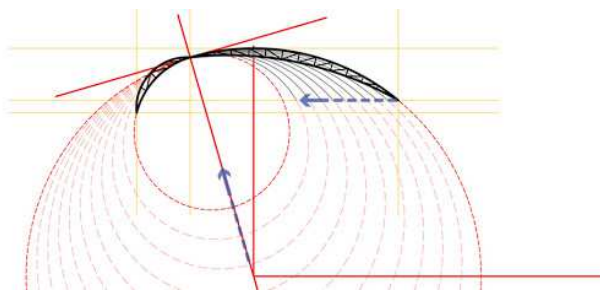
L'architecte et les algorithmes de conception

Parametric Design



Exemple de conception paramétrique

La gare de Waterloo (Londres 1993), Grimshaw

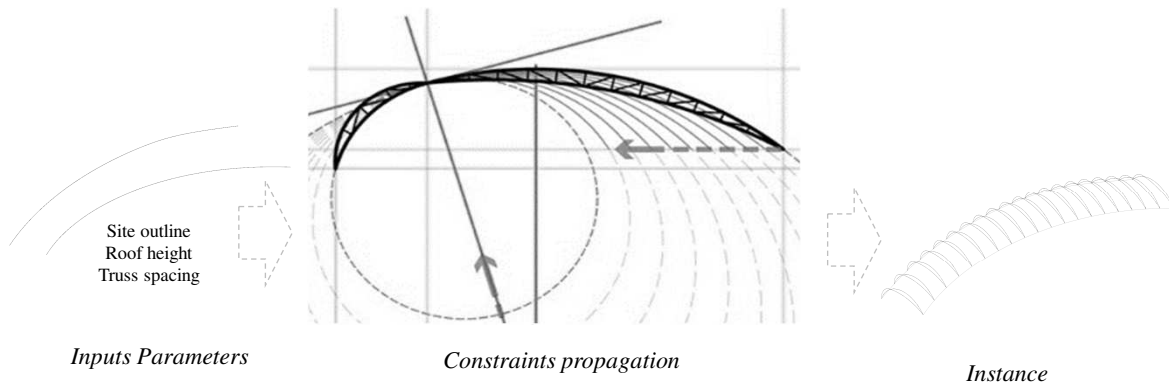


> Formalisation d'une procédure géométrique basée sur des règles et des paramètres

28

L'architecte et les algorithmes de conception

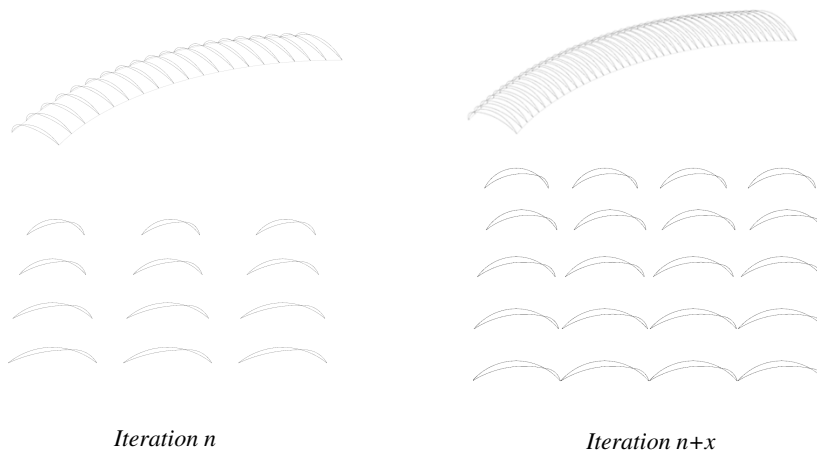
Parametric Design



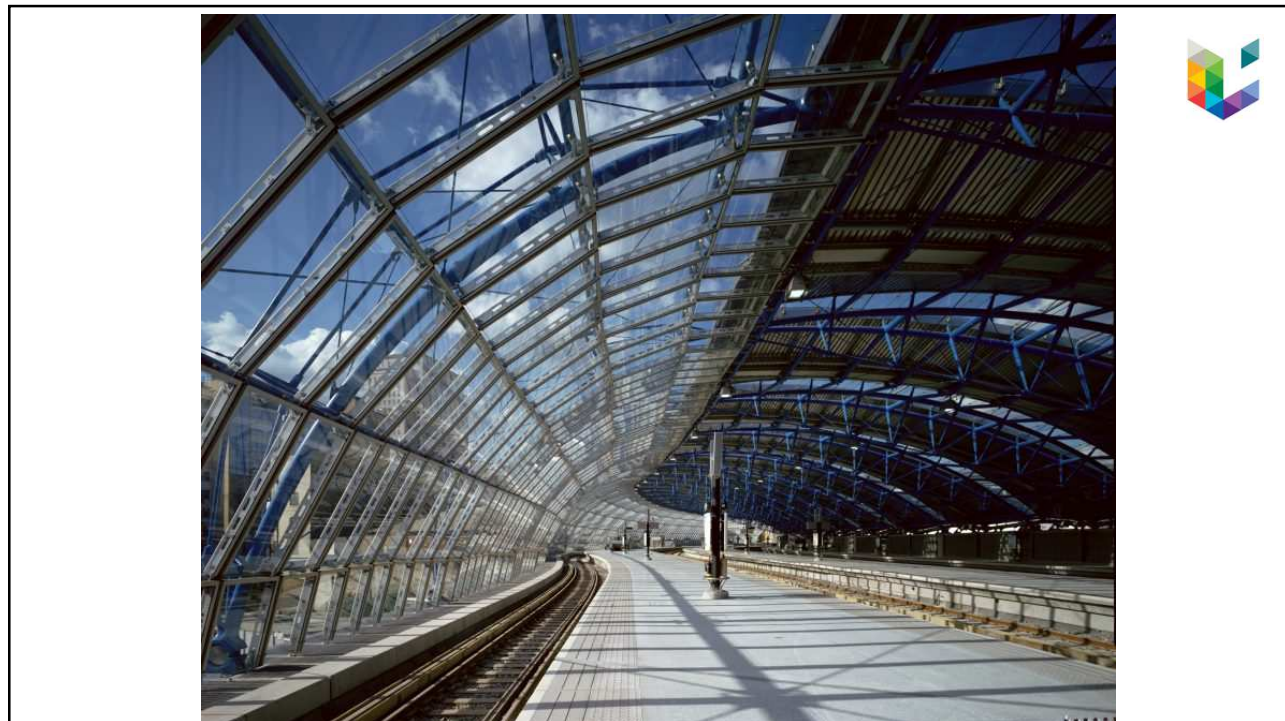
29

L'architecte et les algorithmes de conception

Parametric Design



30



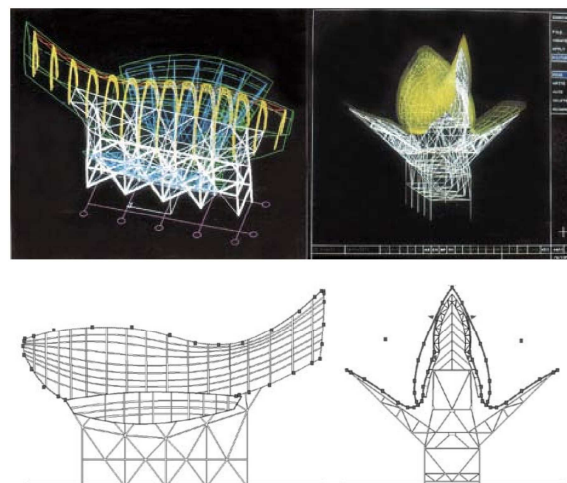
31

L'architecte et les algorithmes de conception

Parametric Design



Frank Gehry, Fish, Barcelone 1992



> Formes libres, construction basée sur des panneaux et des structures paramétriques

32



Génératif

33

L'architecte et les algorithmes de conception

Le génératif



Le design génératif :

Qui est basée sur la mise en place d'un **système** (de règles et de paramètres) dans lequel les familles de solutions vont être **explorés automatiquement**, en vue d'atteindre une certaine **optimisation** voulue

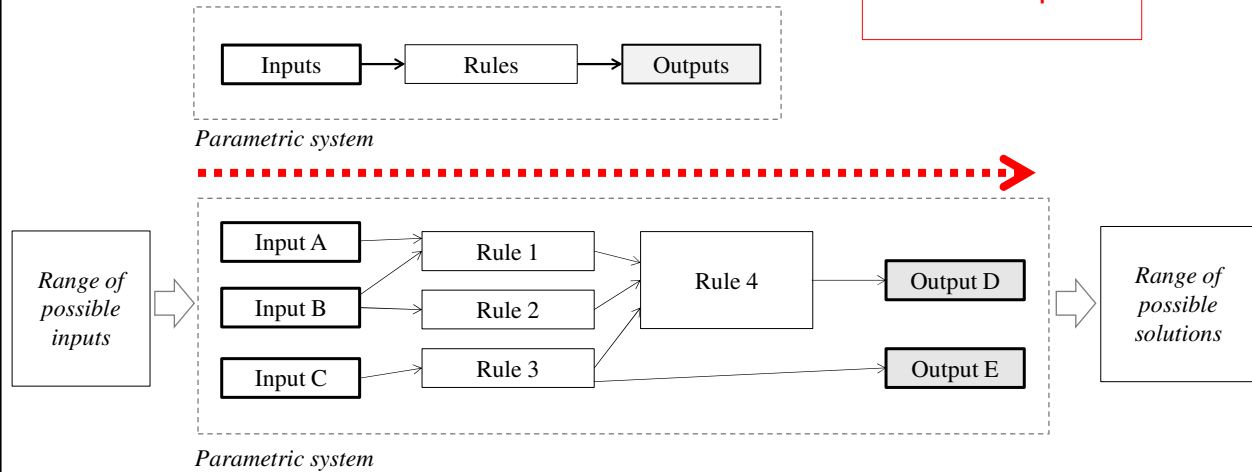
34

L'architecte et les algorithmes de conception

Le génératif



Paramétrique



de Boissieu, 2022. *Introduction to Computational Design: Subsets, Challenges in Practice and Emerging Roles*. Springer.

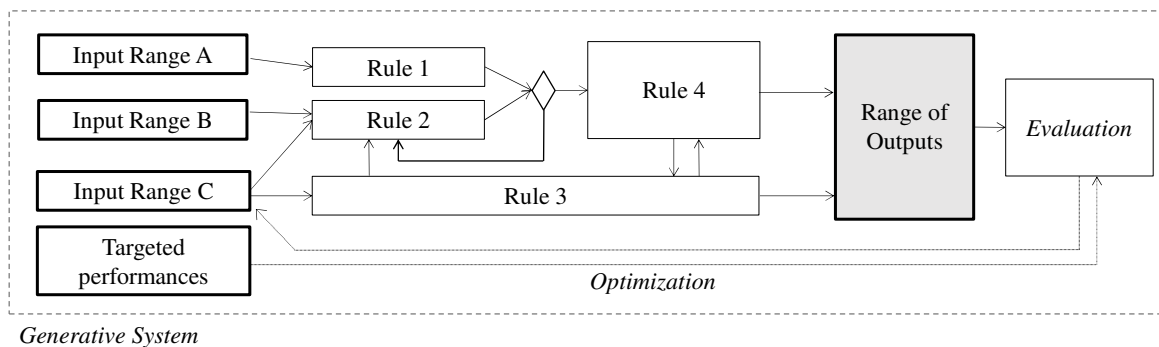
35

L'architecte et les algorithmes de conception

Le génératif



Génératif



Generative System

de Boissieu, 2022. *Introduction to Computational Design: Subsets, Challenges in Practice and Emerging Roles*. Springer.

36

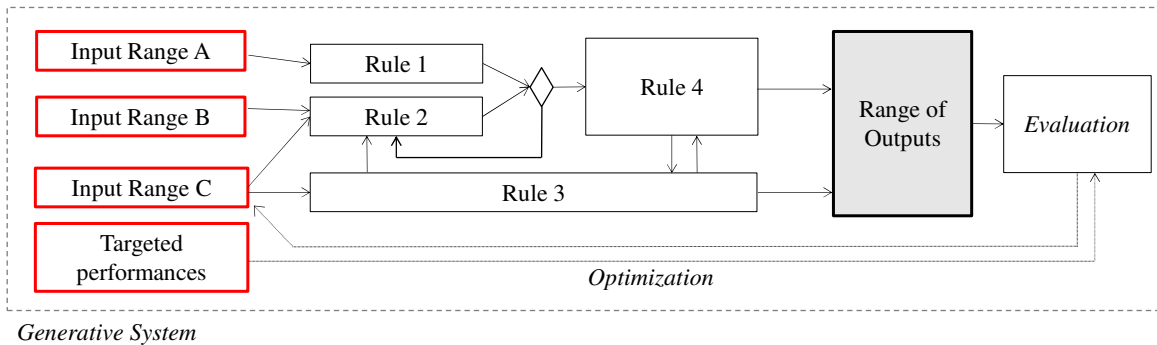
L'architecte et les algorithmes de conception

Le génératif



Inputs définis comme des "domaines"

Génératif



de Boissieu, 2022. *Introduction to Computational Design: Subsets, Challenges in Practice and Emerging Roles*. Springer.

37

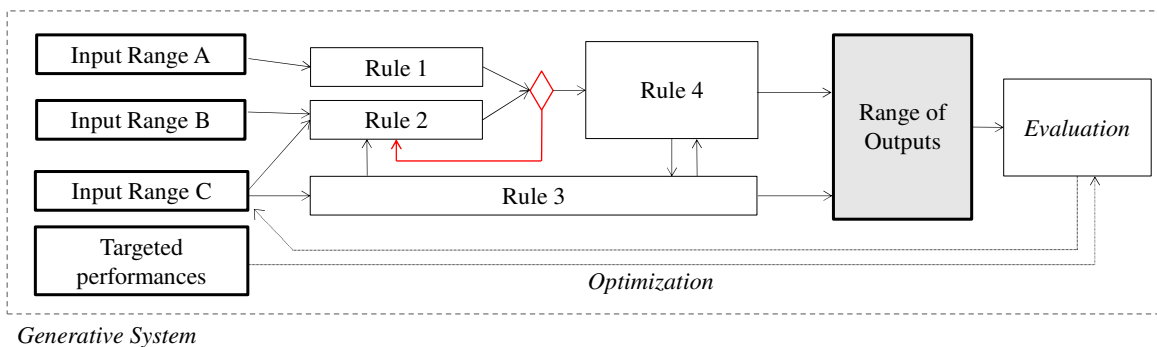
L'architecte et les algorithmes de conception

Le génératif



Les boucles de rétroaction sont possibles

Génératif



de Boissieu, 2022. *Introduction to Computational Design: Subsets, Challenges in Practice and Emerging Roles*. Springer.

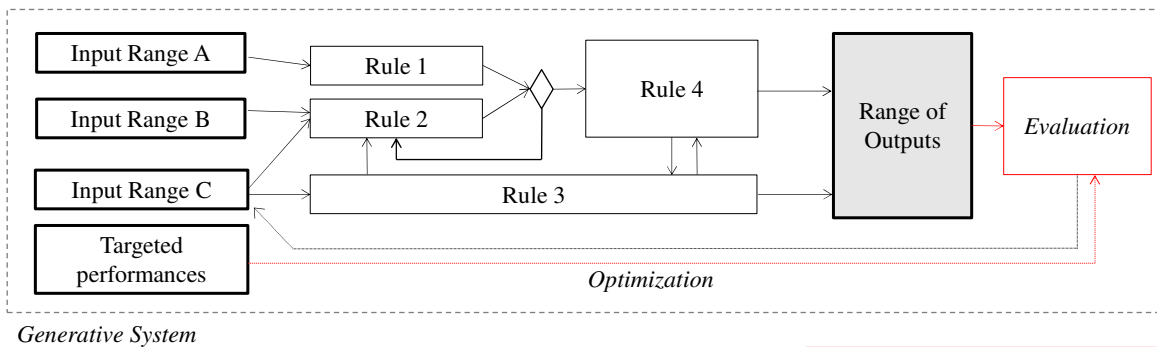
38

L'architecte et les algorithmes de conception

Le génératif



Génératif



Evaluation des options explorées

de Boissieu, 2022. *Introduction to Computational Design: Subsets, Challenges in Practice and Emerging Roles*. Springer.

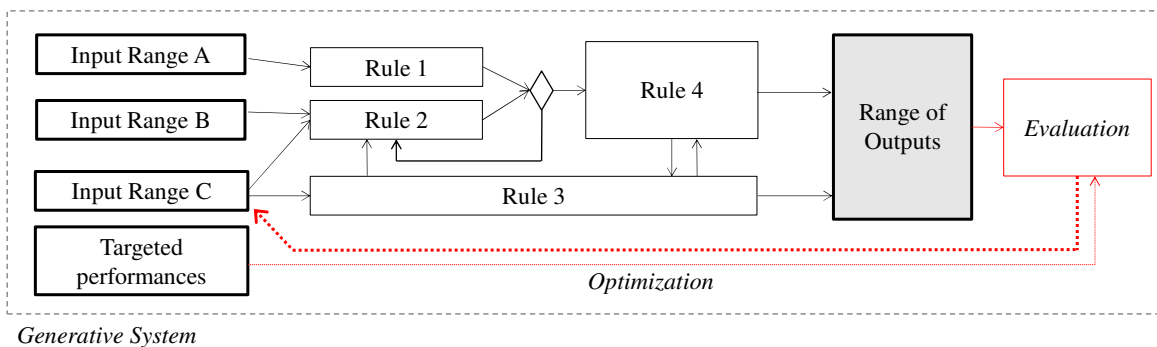
39

L'architecte et les algorithmes de conception

Le génératif



Génératif



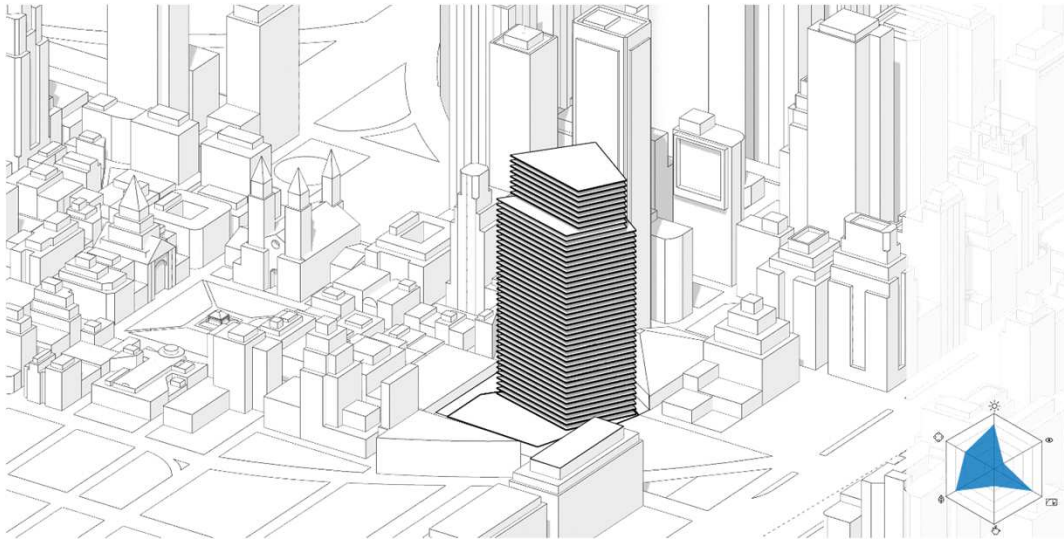
Evaluation des options explorées

Optimisation en fonction des performances visées

40

L'architecte et les algorithmes de conception

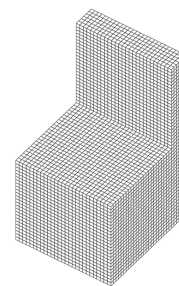
Le génératif



41

L'architecte et les algorithmes de conception

Le génératif



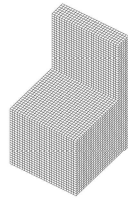
Definition domain (generation 0)

EZCT, Computational chairs, 2011

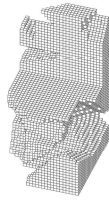
42

L'architecte et les algorithmes de conception

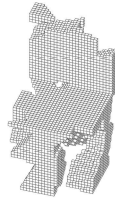
Le génératif



Definition domain (generation 0)



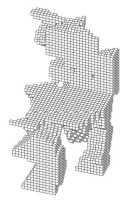
Generation 1



Generation 20



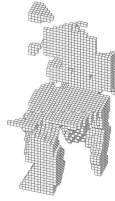
Generation 40



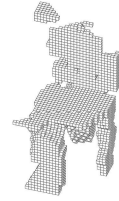
Generation 100



Generation 120



Generation 140



Generation 160

43

L'architecte et les algorithmes de conception

Le génératif



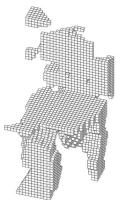
Available chairs



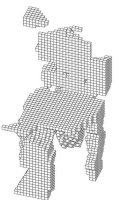
Generation 100



Generation 120



Generation 140



Generation 160

CHAIR	VOLUME	DIMENSIONS (PxLxH)	VOLUME	WEIGHT 1 *	WEIGHT 2 *	STABILITY
Chair1-080	4714	52 cm x 54 cm x 100 cm	0.0377 m ³	19.85 kg	22.62 kg	FINE
Chair2-070	4420	54 cm x 50 cm x 96 cm	0.0353 m ³	17.85 kg	21.18 kg	FINE
Chair3-040	4288	52 cm x 48 cm x 100 cm	0.0383 m ³	19.15 kg	22.98 kg	LOW
Chair4-030	4456	60 cm x 46 cm x 98 cm	0.0396 m ³	17.8 kg	21.36 kg	FINE
Chair5-020	2953	54 cm x 44 cm x 94 cm	0.0236 m ³	11.8 kg	14.16 kg	LOW
Chair6-010	4472	50 cm x 60 cm x 96 cm	0.0331 m ³	19.55 kg	19.86 kg	FINE
Chair7-000	4156	56 cm x 54 cm x 92 cm	0.0332 m ³	16.6 kg	19.92 kg	LOW
Chair8-700	2695	60 cm x 46 cm x 92 cm	0.0230 m ³	11.5 kg	13.8 kg	LOW
Chair9-720	2334	50 cm x 36 cm x 92 cm	0.0196 m ³	9.3 kg	11.16 kg	LOW
Chair10-760	2620	50 cm x 44 cm x 92 cm	0.0196 m ³	15.65 kg	18.78 kg	LOW
Chair11-840	4845	52 cm x 46 cm x 92 cm	0.0395 m ³	19.75 kg	23.7 kg	LOW
Chair12-720	3873	52 cm x 44 cm x 94 cm	0.0309 m ³	15.45 kg	16.54 kg	LOW
Chair13-0100	5163	54 cm x 56 cm x 90 cm	0.0413 m ³	20.85 kg	26.845 kg	FINE
Chair14-0200	5054	46 cm x 60 cm x 92 cm	0.0404 m ³	20.2 kg	26.26 kg	FINE
Chair15-0300	5401	50 cm x 44 cm x 90 cm	0.0432 m ³	21.6 kg	25.92 kg	LOW
Chair16-0400	5006	54 cm x 54 cm x 100 cm	0.0407 m ³	20.35 kg	26.455 kg	FINE
Chair17-0500	4821	54 cm x 50 cm x 100 cm	0.0369 m ³	18.45 kg	22.14 kg	FINE
Chair18-0600	3353	52 cm x 48 cm x 100 cm	0.0426 m ³	21.4 kg	25.68 kg	FINE
Chair19-0700	4683	60 cm x 50 cm x 100 cm	0.0374 m ³	19.7 kg	22.44 kg	FINE
Chair20-0800	3657	52 cm x 48 cm x 96 cm	0.0290 m ³	14.6 kg	17.52 kg	FINE
Chair21-0900	4880	60 cm x 54 cm x 98 cm	0.0390 m ³	19.5 kg	23.4 kg	FINE
Chair22-1000	4571	46 cm x 52 cm x 92 cm	0.0365 m ³	18.25 kg	23.25 kg	FINE
Chair23-1100	6314	52 cm x 54 cm x 92 cm	0.0505 m ³	25.25 kg	30.3 kg	FINE
Chair24-1200	4965	52 cm x 46 cm x 100 cm	0.0373 m ³	19.85 kg	22.38 kg	FINE
Chair25-1300	5995	60 cm x 50 cm x 100 cm	0.0478 m ³	23.95 kg	28.74 kg	FINE

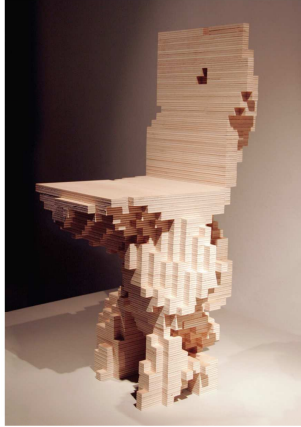
* Volume (Average density: 150 kg/m³)

** Weight, Height, Depth, Width, Footrest, Backrest (Average density: 600 kg/m³)

44

L'architecte et les algorithmes de conception

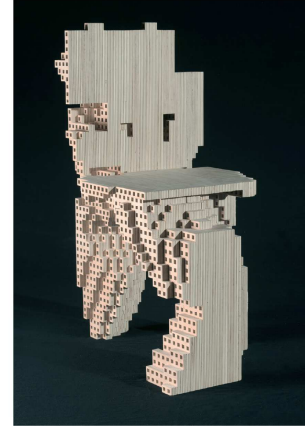
Le génératif



Model BestTest11-380
"The Future Is Stupid - Songs For A Future Generation"
Showroom Mama, Rotterdam, The Netherlands
Photo: Rogier Chang, ©EZOT Architecture & Design Research



Model Test1-860.M
"Dat zit zo"
Exhibition, Design Academy, Eindhoven, The Netherlands
©EZOT Architecture & Design, Research



Model TestBolívar-320
Centre Pompidou, Permanent Collection
Photo: Georges Meguerditchian
©Centre Pompidou

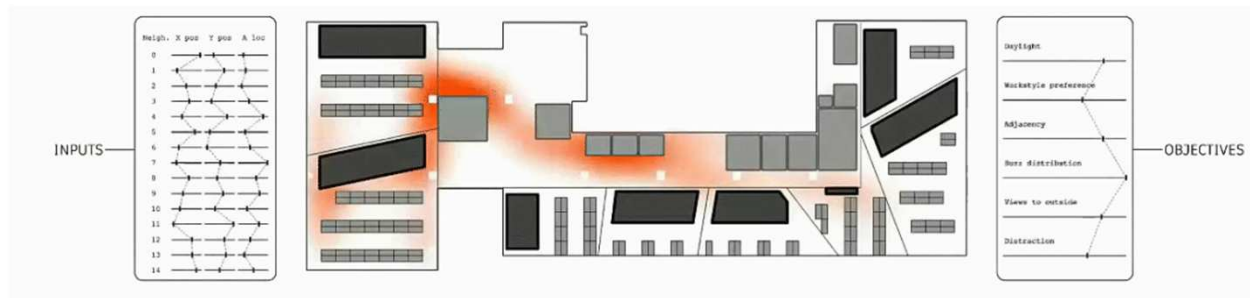
45

L'architecte et les algorithmes de conception

Le génératif



MaRs Innovation District of Toronto



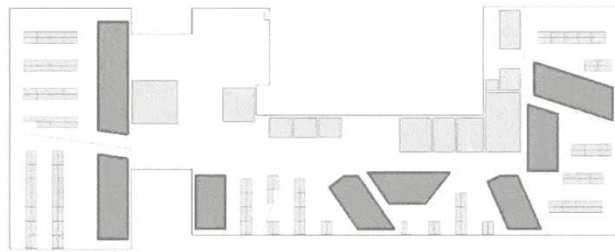
46

L'architecte et les algorithmes de conception

Le génératif



MaRs Innovation District of Toronto



47



Algorithmique

48

L'architecte et les algorithmes de conception

Algorithmic Design



Emergence :

« le tout est plus que la somme de ses parties »

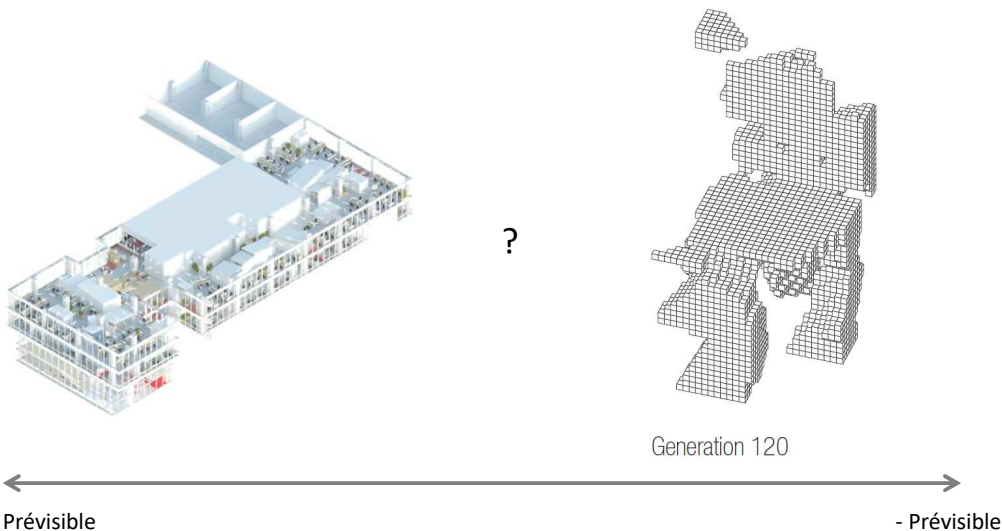
En philosophie, théorie des systèmes, et en arts, il y a émergence quand **une entité observée possède des caractéristiques que ses parties n'ont pas**, ces caractéristiques ou comportements n'émergent que si les parties interagissent dans un tout plus large.



49

L'architecte et les algorithmes de conception

Algorithmic Design



50

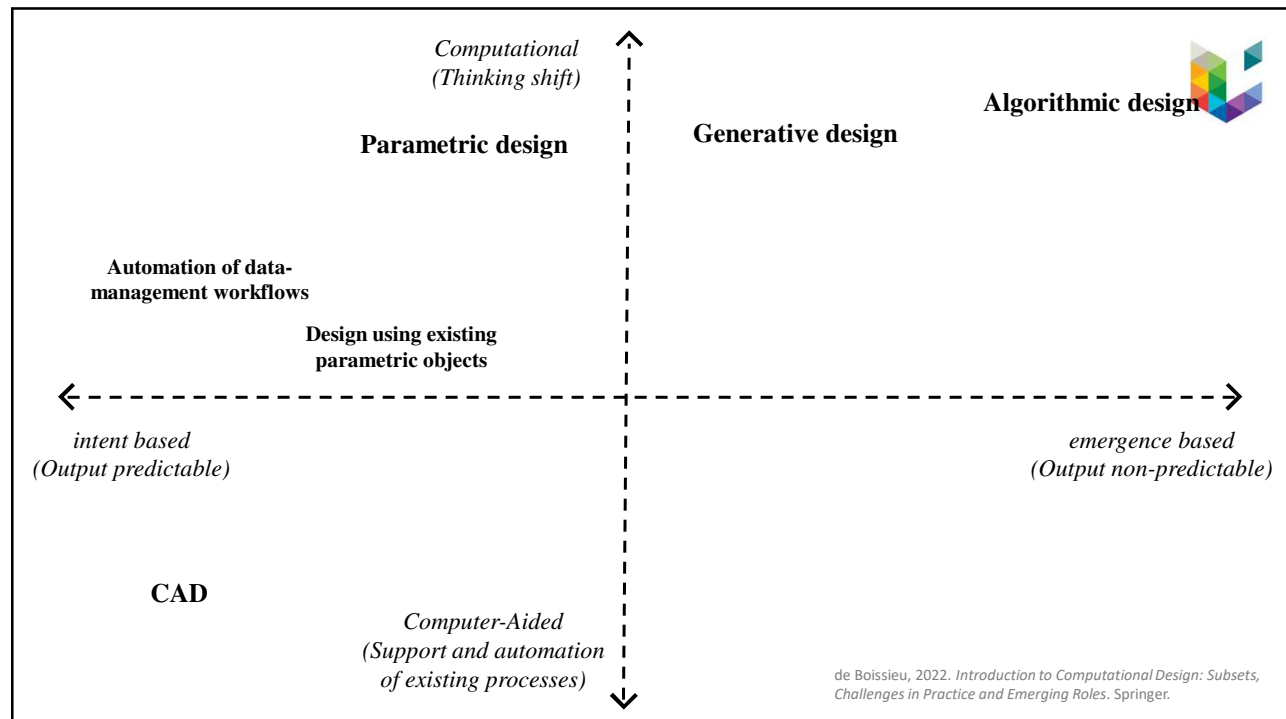
L'architecte et les algorithmes de conception

Le génératif



> Rôle grandissant des développements liés à l'**intelligence artificielle** en général, et au machine learning en particulier

51



52



PAUSE !

53



IA generative en architectures: Le cas de la génération d'images

Support à la production, support à l'exploration

54

IA génératives en architecture



Gizem Yüksek

Doctorante à l'Uliège
Lab. LNA



Simon Baudru

Assistant à l'Uliège, Lab. LNA
Architecte chez A2M

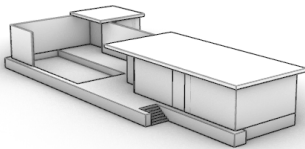
55

IA génératives en architecture

La génération d'image comme support à l'idéation

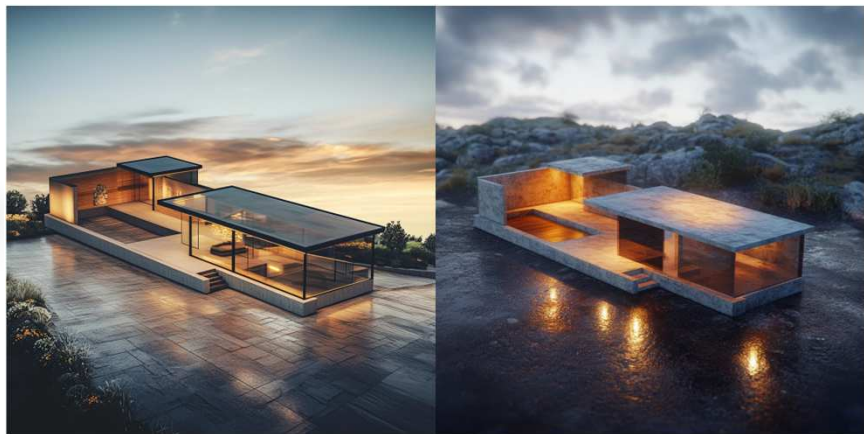


Génération automatique de rendu



A cinematic archviz 3D rendering of the entrance to a modern architectural building, with dramatic lighting and realistic textures. The scene captures the entryway at dusk, showcasing warm, inviting interior lights spilling out onto the surrounding landscape. Subtle lens flares, soft depth of field, and rich shadows create a captivating effect, emphasizing details like glass, concrete, and wood finishes. The composition feels polished and immersive, with high contrast and dynamic lighting for a powerful visual impact.

Outil: Midjourney v6



Simon Baudru, 2025. ULiège

56

IA génératives en architecture

La génération d'image comme support à l'idéation



Génération automatique de rendu



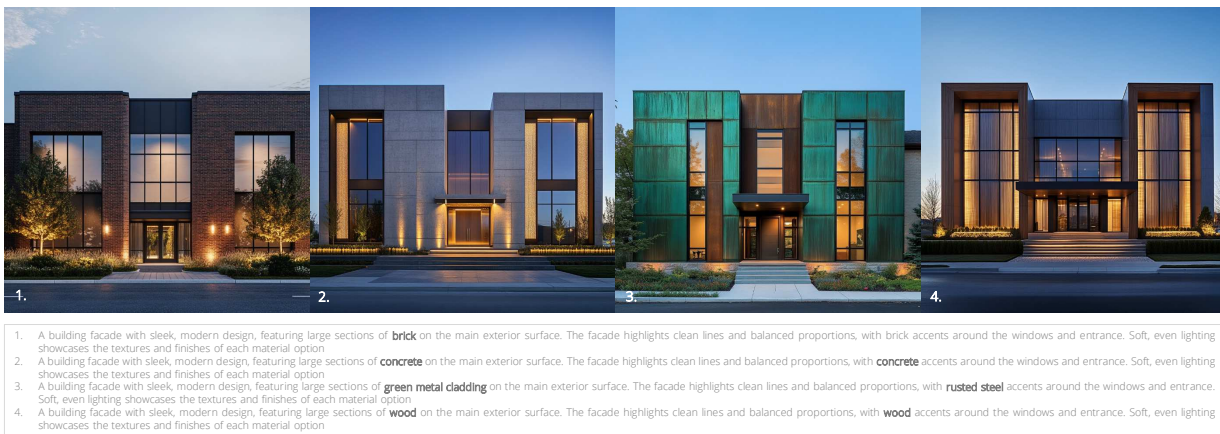
57

IA génératives en architecture

La génération d'image comme support à l'idéation



Génération automatique de rendu ou exploration de matériaux



58

IA génératives en architecture

La génération d'image comme support à l'idéation



Du contrôle au lâcher prise : Hasard heureux, alignement et hallucination



A brutalist concrete building with bold geometric shapes, exposed structural elements, and a raw facade. The design emphasizes strong, angular forms, deep-set windows, and minimal ornamentation, creating a powerful, monolithic presence in the forest landscape. The building is like a huge cube with small openings.



Outil: Stable Diffusion + ControlNet (Canny)



Simon Baudru, 2025. ULiège

59

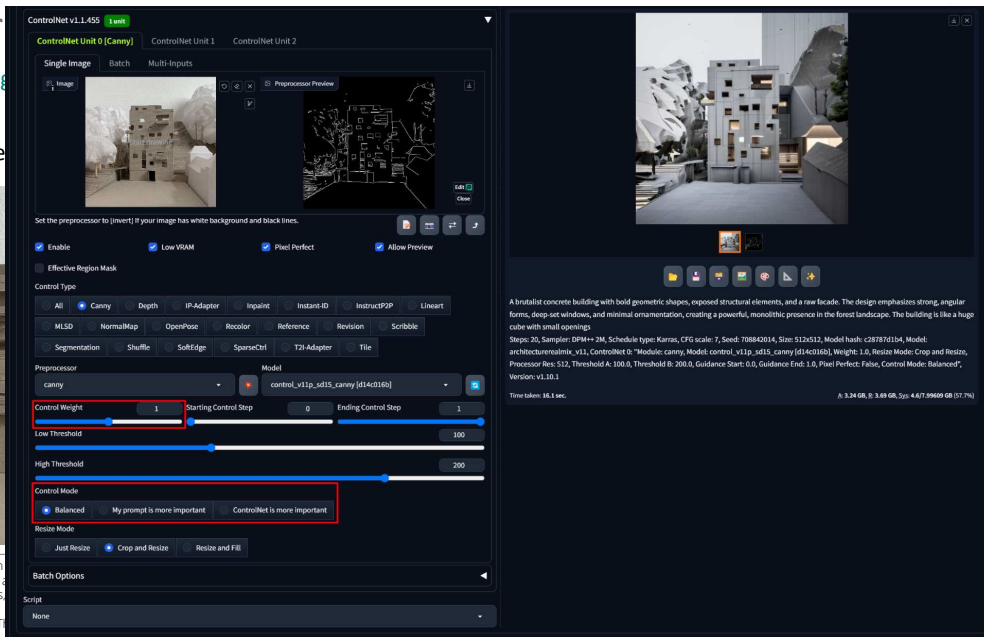
IA générative

La génération d'image

Du contrôle au lâcher



A brutalist concrete building with exposed structural elements, and emphasizes strong, angular forms, minimal ornamentation, creating presence in the forest landscape. The building is like a huge cube with small openings.



Outil: Stable Diffusion + ControlNet (Canny)

Simon Baudru, 2025. ULiège

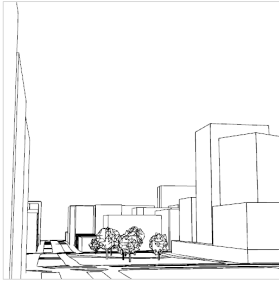
60

IA génératives en architecture

La génération d'image comme support à l'idéation



Génération automatique de rendu ou exploration d'ambiance ?



1. a futuristic urban atmosphere to the image. Include buildings illuminated by neon lights, holographic advertisements, and a slightly foggy night sky. Replace trees with glowing, high-tech sculptures, and add illuminated panels and glass structures on the ground. Emphasize a sleek, advanced, and vibrant feel to the city
2. a nature-inspired, tranquil urban setting. Cover buildings with green facades, rooftop gardens, and abundant vegetation. Add wooden pathways and community garden spaces in the park area. Ensure a bright, clear sky and a peaceful, serene atmosphere with soft, natural lighting
3. a post-apocalyptic atmosphere for the image. Show damaged buildings with broken windows, overgrown vegetation covering structures, and deserted streets. Add rust and decay to the roads and surfaces, with a cloudy, dark sky. Emphasize a mysterious, abandoned, and eerie mood throughout the scene

Outil: Stable Diffusion + ControlNet (Canny)

Simon Baudru, 2025. ULiège

61

IA génératives en architecture

La génération d'image : comme support à la production



**Du contrôle au lâcher prise :
Hasard heureux, alignement
algorithmique/intention et
hallucination**

A brutalist concrete building with bold geometric shapes, exposed structural elements, and a raw facade. The design emphasizes strong, angular forms, deep-set windows, and minimal ornamentation, creating a powerful, monolithic presence in the forest landscape. The building is like a huge cube with small openings

Outil: Stable Diffusion + ControlNet (Canny)



Simon Baudru, 2025. ULiège

62

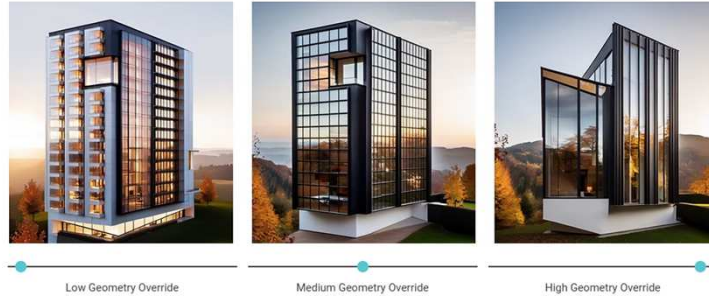
IA génératives en architecture

La génération d'image : comme support à la production

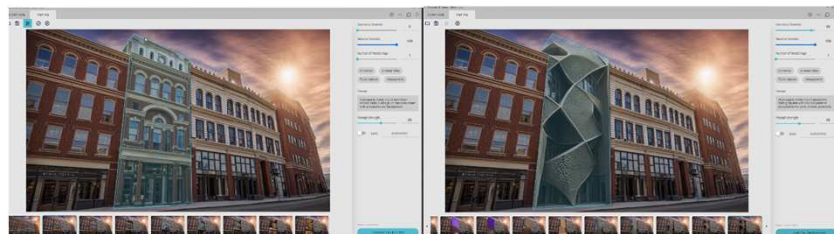


Evolvelab.io : VERAS

Niveau de prise en compte de la géométrie d'origine



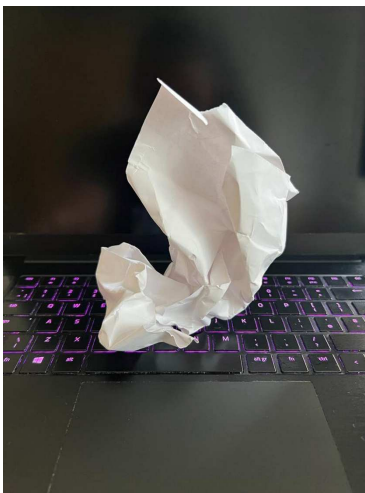
Sélection des zones de rendus



63

IA génératives en architecture

La génération d'image comme support à l'idéation



Studio Tim Fu, 2024

64

IA génératives en architecture

La génération d'image comme support à l'idéation



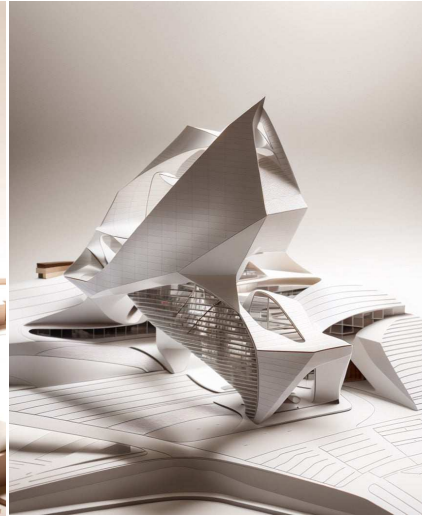
Outil: LookX



Dans le style de Zaha Hadid



Dans le style d'OMA



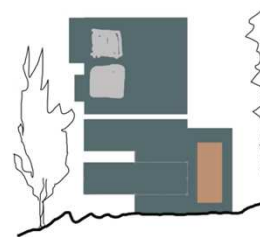
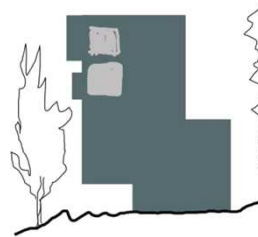
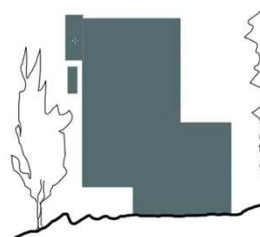
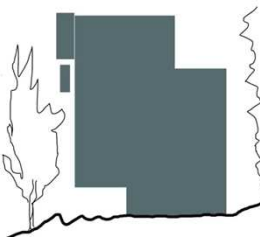
Dans le style de Calatrava

Studio Tim Fu, 2023

65

IA génératives en architecture

La génération d'image comme support à l'idéation



Arturo Tedeschi, 2025

66



IA generative en architectures: Le cas de la génération de plans

Support à la production, support à l'exploration

69

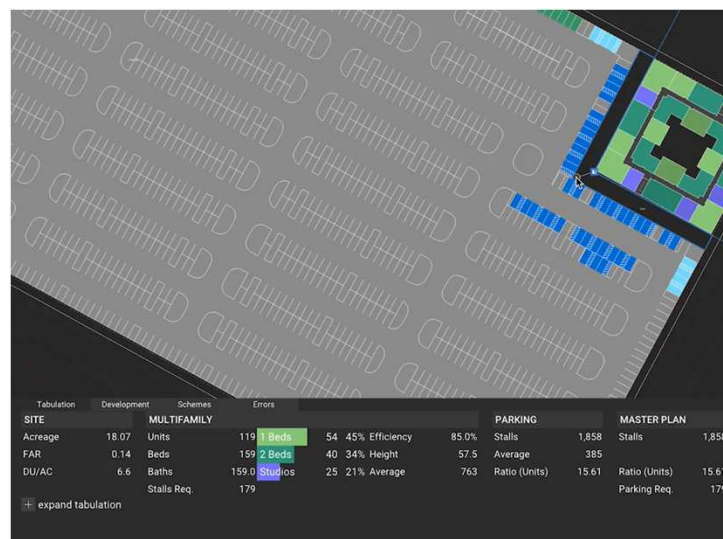
IA génératives en architecture

La génération de plans et d'enveloppe



Testfit.io

"Let TestFit do the parking
math for you"



70

IA génératives en architecture

La génération de plans et d'enveloppe



Testfit.io

"Filter Out the Bad Deals"



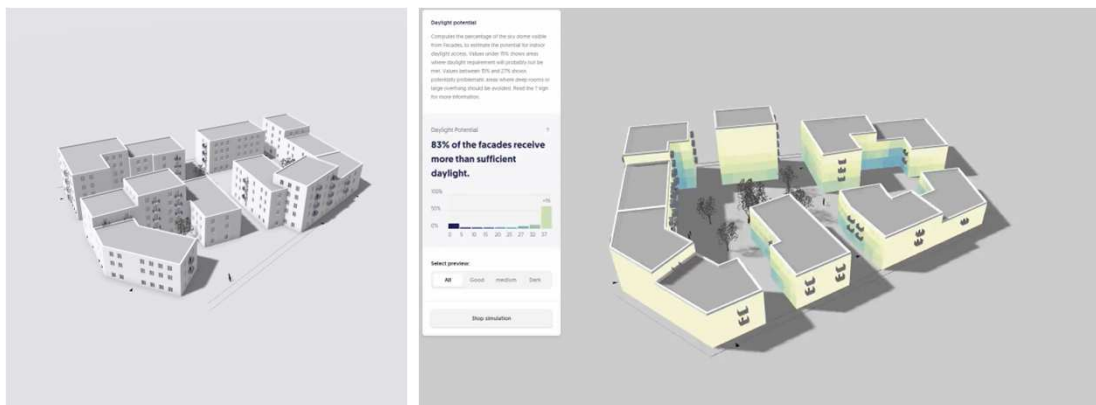
71

IA génératives en architecture

La génération de plans et d'enveloppe



spacio.ai



72

IA génératives en architecture

La génération de plans et d'enveloppe



SpaceMaker.AI



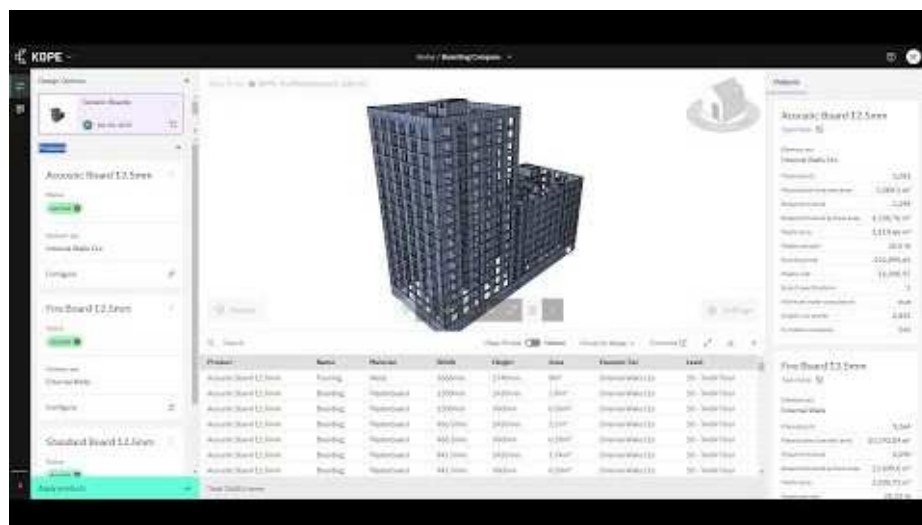
73

IA génératives en architecture

La génération de plans et d'enveloppe



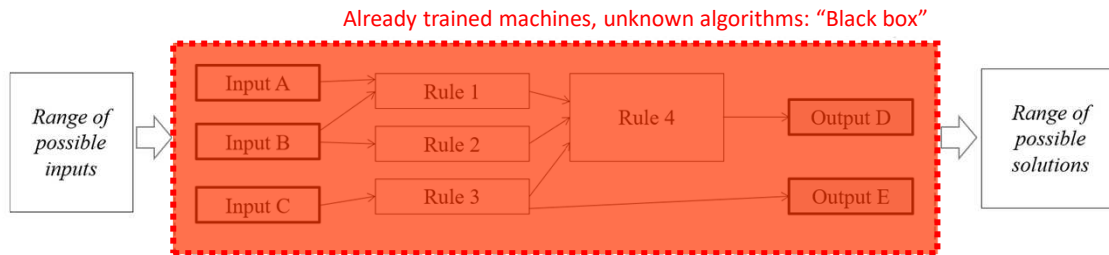
kope.ai



74

IA génératives en architecture

La génération de plans



75

IA génératives en architecture

La génération de plans



Stanislas Chaillou, 2019. *IA & architecture*, thèse de doctorat, Harvard Graduate School of Design



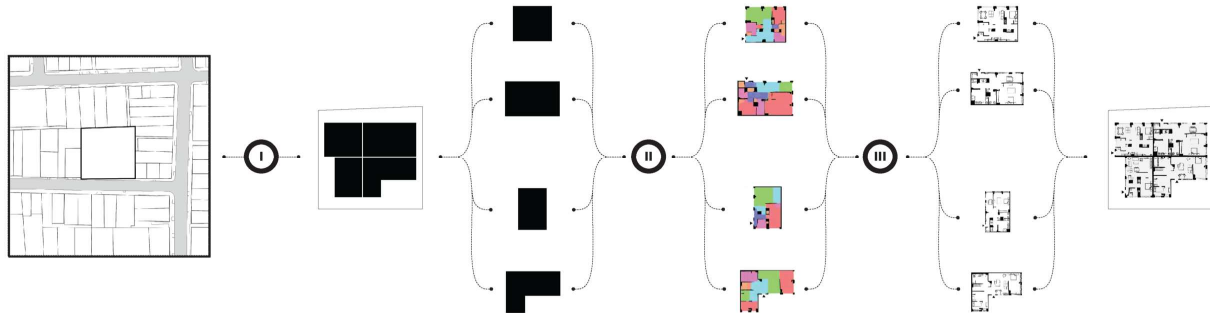
76

IA génératives en architecture

La génération de plans



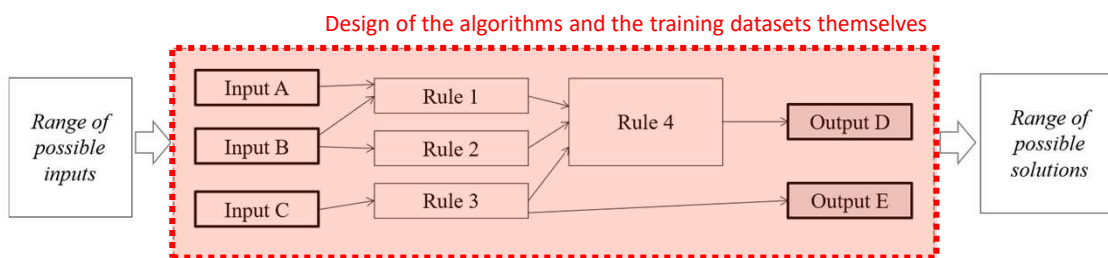
Stanislas Chaillou, 2019. *IA & architecture*, thèse de doctorat, Harvard Graduate School of Design



77

IA génératives en architecture

La génération de plans



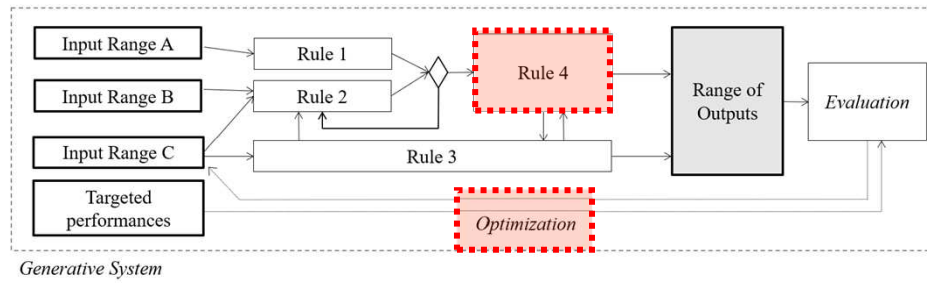
78

IA génératives en architecture

La génération de plans



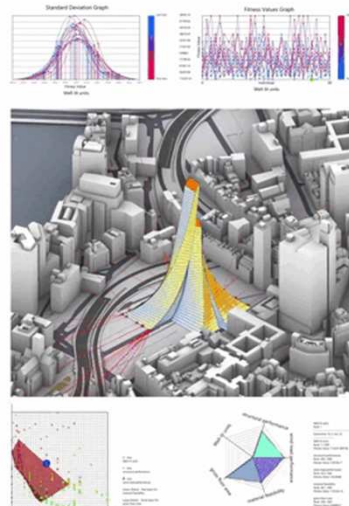
Hybrid algorithms, including AI in generative systems



79

IA génératives en architecture

La génération de plans et d'enveloppe



Studio Tim Fu



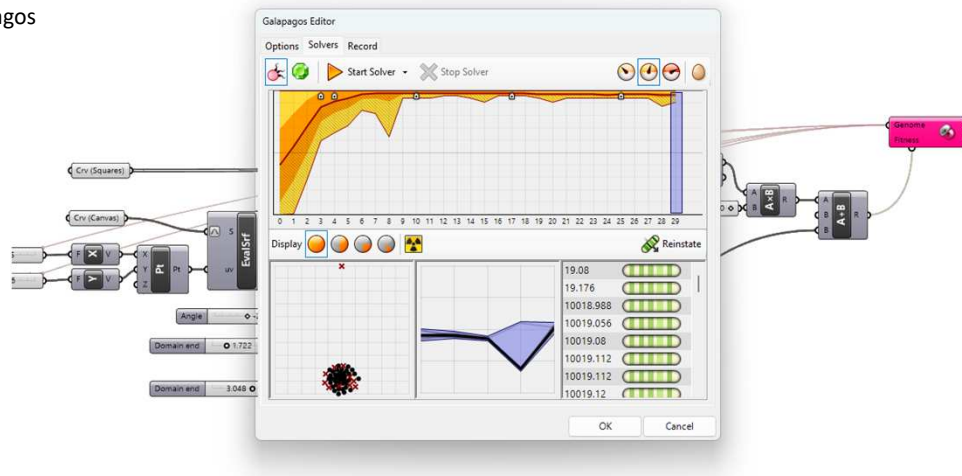
80

IA génératives en architecture

Optimisation par algorithmes génétiques



Grasshopper - Galapagos

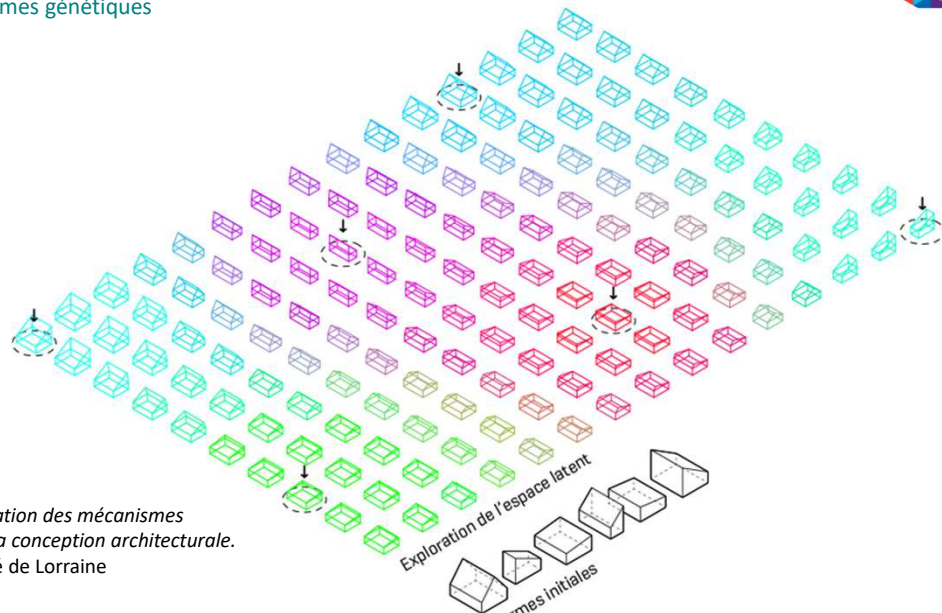


> IA symbolique avec un apprentissage réduit à l'exploration d'un espace de solution

81

IA génératives en architecture

Optimisation par algorithmes génétiques



Philippe Marin, 2010. *Exploration des mécanismes évolutifs appliqués à la conception architecturale*.
Thèse de doctorat. Université de Lorraine

82

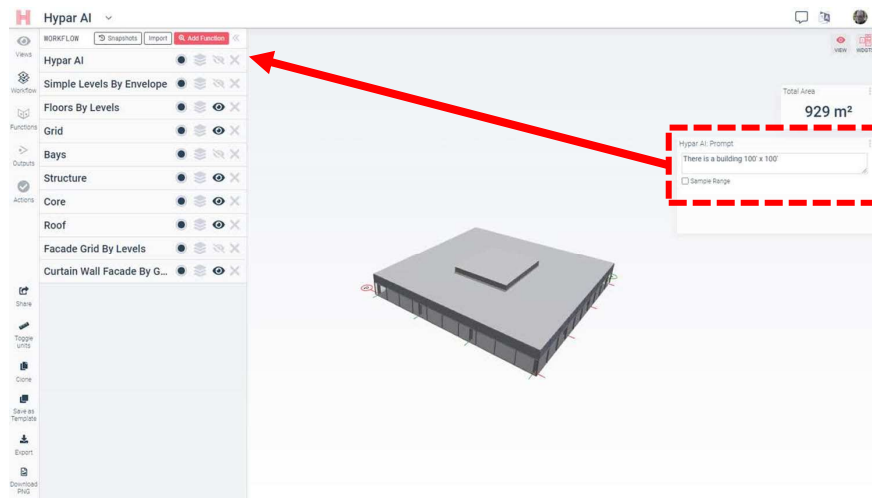
IA génératives en architecture

Optimisation par algorithmes génétiques



Hypar AI

“text to BIM”



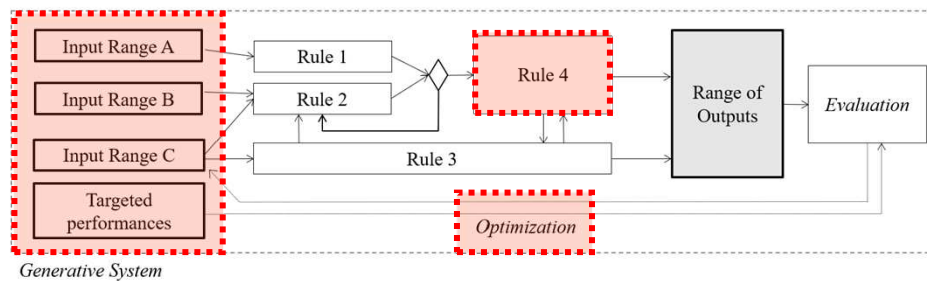
83

IA génératives en architecture

Pour des algorithmes hybrides, incluant des IA sans effets de “boîtes noires”



Hybrid algorithms, including AI in generative systems



84



En conclusion :
Architectes augmentés, architectes transformés?

85

Conclusions : Architectes augmentés, architectes transformés?



- **Nouvelles sensibilités numériques**
 - Pensée computationnelle Versus créativité de l'“Autotune”
 - Un déplacement de la conception vers des systèmes génératifs (“pensée explicite” (Marin 2010))
 - La place du hasard : rôle de l'*indétermination signifiante* (Marin 2010) et du *lâcher prise* (Bourbonnais 2014)
 - Importance du feedback (rétroaction) (de Boissieu 2022, Bourbonnais 2023)
- **Le métier d'architecte et l'automatisation**
 - Un contexte de transition numérique difficile pour le métier en general
 - De nouvelles compétences sont nécessaires (prompt ingeneering, culture computationnelle etc)
 - De nouveaux métiers experts apparaissent
- **Enjeux politiques et éthiques pour l'architecte et l'architecture**
 - Propriété intellectuelle, biais des datasets, enjeux d'alignement des algorithmes
 - IT for Green Versus Green IT

86



Aurelie.deboissieu@uliege.be