



# L'écologie de la conception

Le concepteur  
et la machine

EduBIM 2023

Pr Philippe Marin,  
UGA/ENSAG/MHA

**mha**



# Sommaire

- Encodage des connaissances
- De l'approche notationnelle à l'agentivité des matériaux
- IA pour l'architecture
- 3 Modèles de conception numérique

# Encodage des connaissances

Construction de connaissance à travers les activités de la pensée

- > pensée par la conception **vs** pensée computationnelle
- > les instruments et les techniques de conception
- > les instruments = encodage de la connaissance

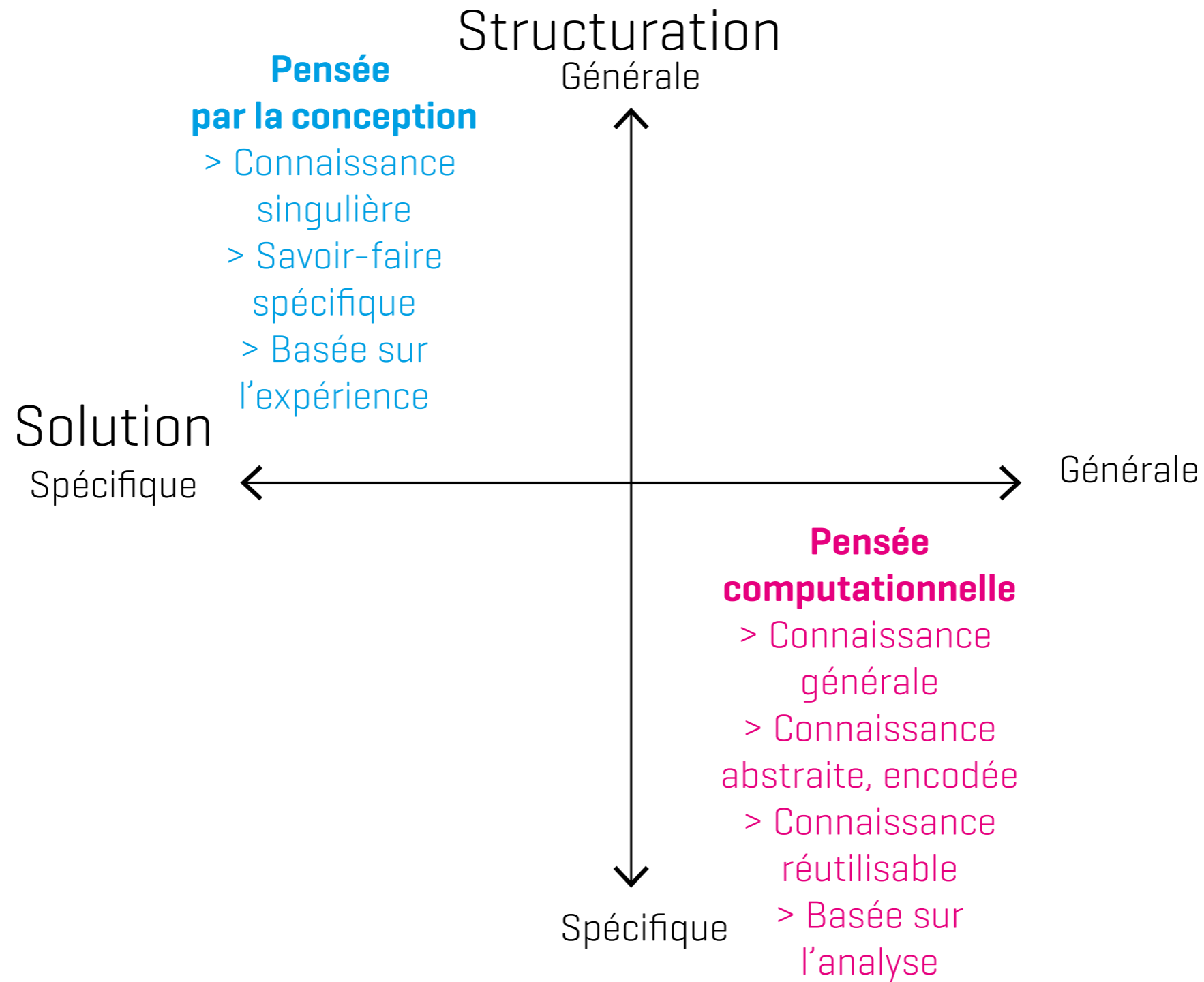
# Pensée par la conception (design thinking)

- Caractéristiques :
  - Importance du **faire et de l'agir** dans la production de connaissance
  - Importance de la **contextualisation**
  - Le problème est **mal défini, il est redéfini** en permanence
  - La **structuration du problème est subjective**, dépendante de la perception du concepteur
  - La **solution est spécifique**

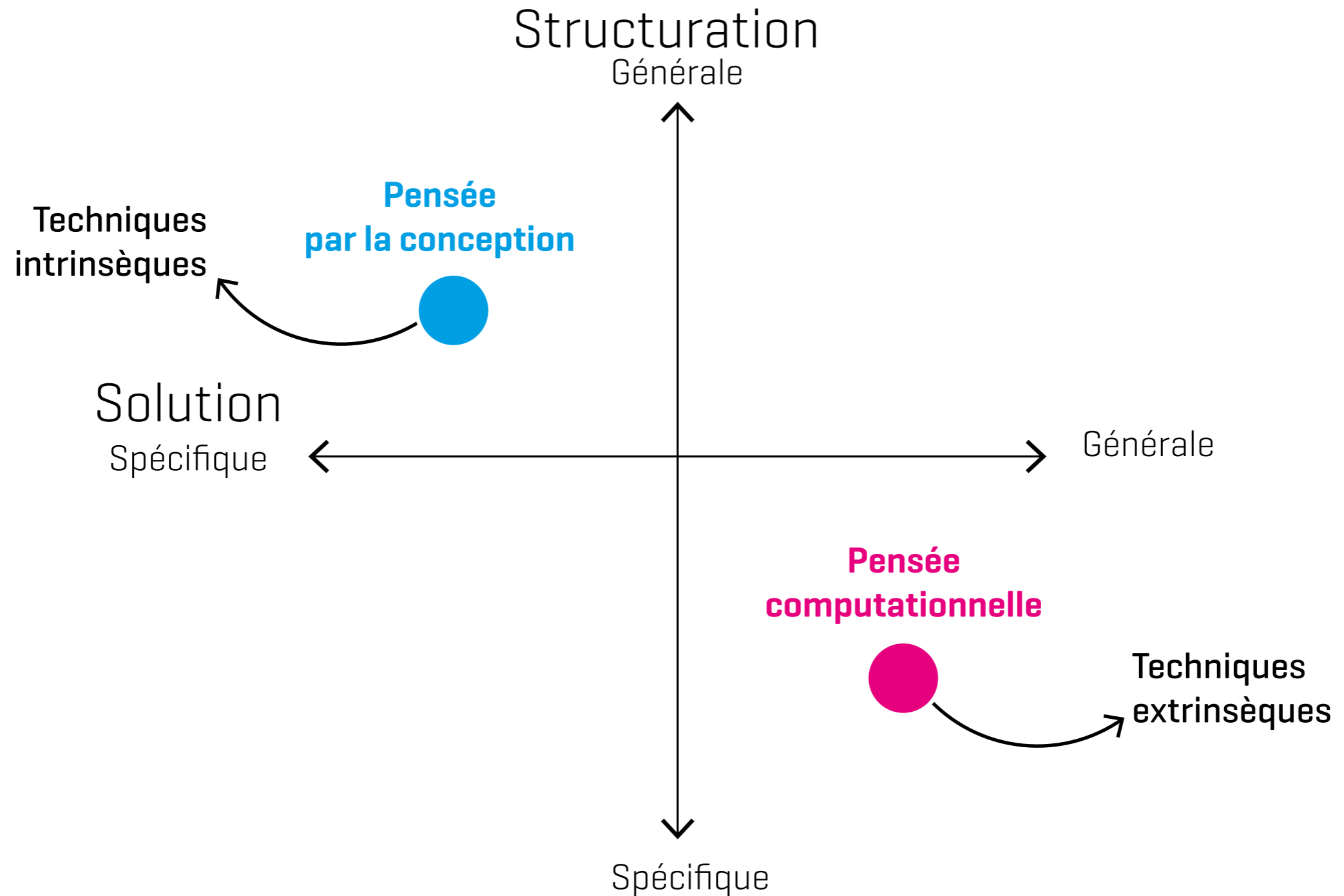
# Pensée computationnelle

- Renforcée par les techniques informatiques.
- Caractéristiques :
  - Activités **d'abstraction** et de **généralisation**
  - **Nommer les objets** en explicitant leur type, catégorie, propriétés,
  - Maîtriser la complexité en **décomposant et en hiérarchisant**
  - Spécifier un procédé pour qu'il puisse s'exécuter **sans ambiguïté**
  - Le problème est **clairement structuré**
  - La solution peut être **réutilisée**

# Pensée par la conception vs pensée computationnelle

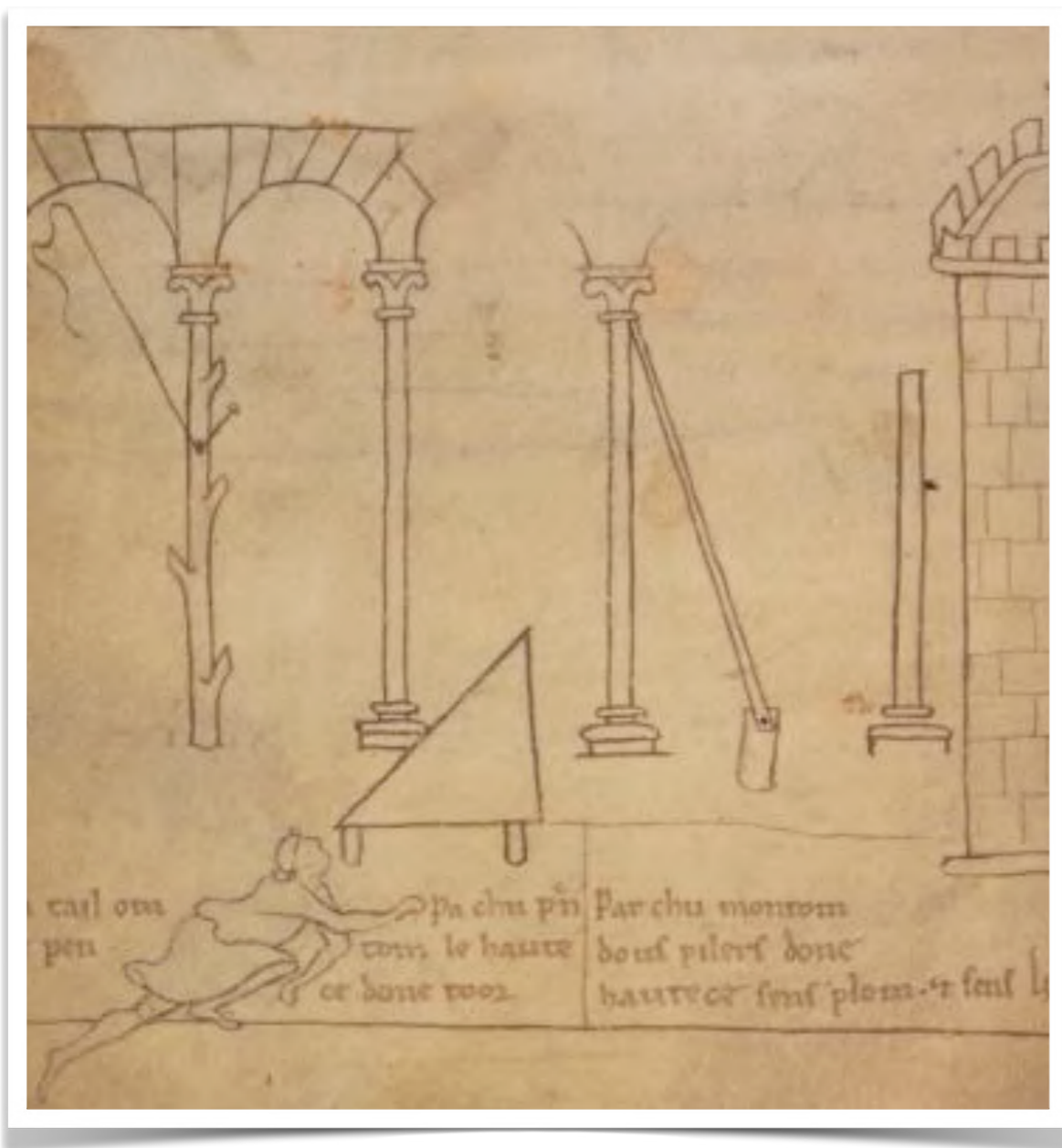


# Pensée par la conception vs pensée computationnelle



La distance entre ces techniques entraîne des formes de rejet





Le triangle de Villard de Honnecourt (XIII siècle)

Triangle rectangle isocèle et application de la relation de proportionnalité de Thalès :  $H = D$

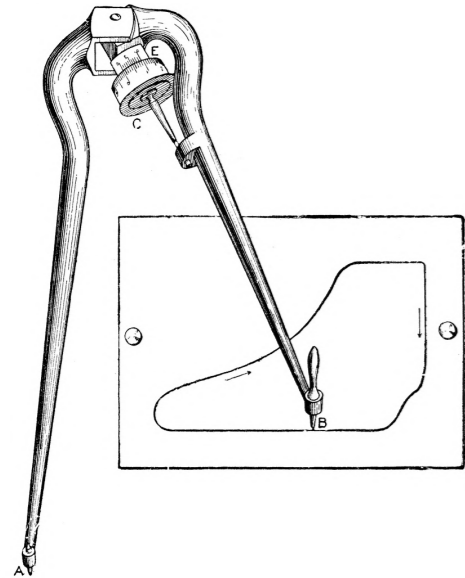
## Techniques intrinsèques :

- L'ensemble des méthodes, des savoir-faire, des procédés [sans technologie particulière]

## Techniques extrinsèques :

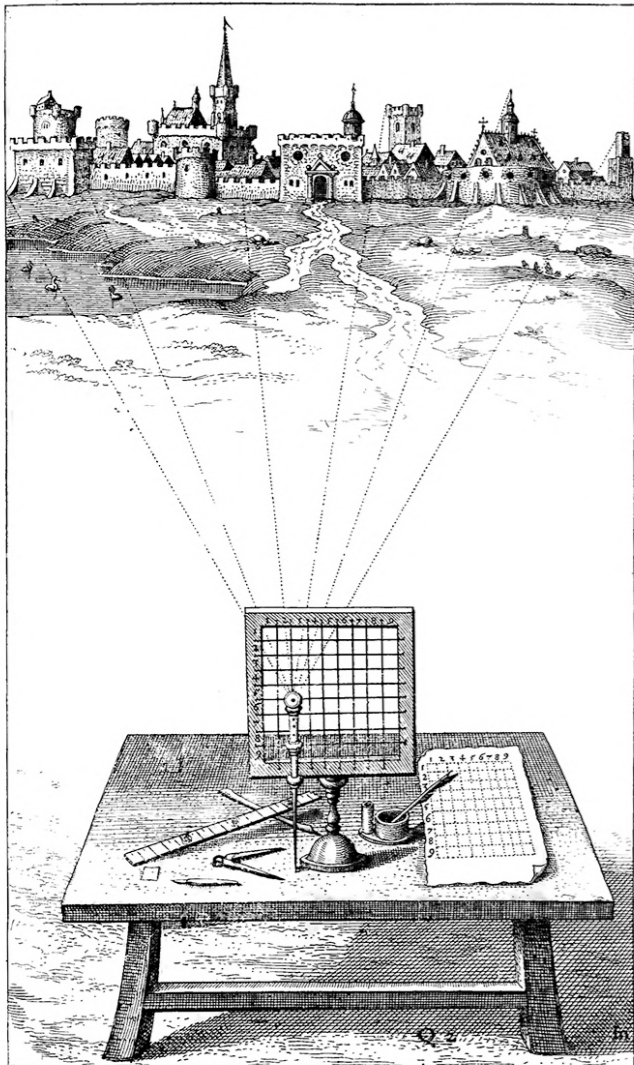
- Outils, instruments, machines
- Ce n'est pas seulement une méthode mais aussi un moyen
- Elles sont le fruit de connaissances et de techniques intrinsèques

# Encodage des connaissances



Polar Planimeter, 1856  
[Jakob Amsler-Laffon]  
Calcule l'aire d'une  
surface définie par un  
contour irrégulier.

Encodage des principes  
de calcul intégral



Grille de repérage,  
Robert Fludd, 1617

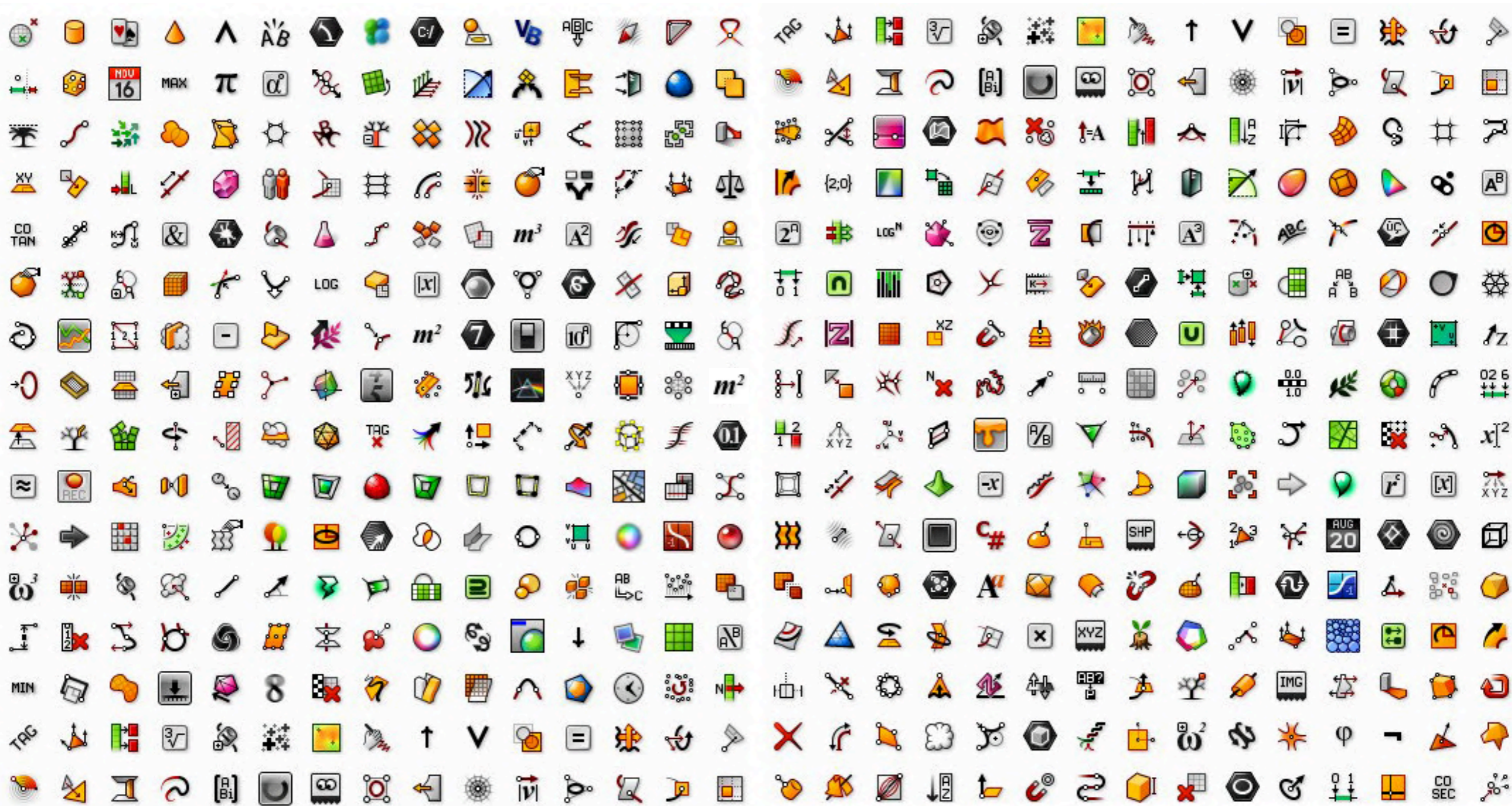
- mathématique, outils, instruments et machines  
= Encodent et encapsulent les connaissances
- Outils, instruments, machines  
= matérialisations de la connaissance
- Ils ouvrent des perspectives cognitives  
(penser à des choses impensables sinon)
- Ils ouvrent des perspectives pratiques  
(réaliser des actions infaisables sinon)
- La technique n'est pas neutre :  
L'objet technique prescrit des actions  
L'objet technique est un pharmakon

# La connaissance encapsulée dans des fonctions, des objets, informatiques



Cluster Area Grasshopper

# La connaissance encapsulée dans des fonctions, des objets, informatiques



# API : Encodage et accès aux connaissances

```
// PHP
<?php
$curl = curl_init();

curl_setopt_array($curl, array(
  CURLOPT_URL => 'YOUR_API_BASE_UR/imagine',
  CURLOPT_RETURNTRANSFER => true,
  CURLOPT_ENCODING => '',
  CURLOPT_MAXREDIRS => 10,
  CURLOPT_TIMEOUT => 0,
  CURLOPT_FOLLOWLOCATION => true,
  CURLOPT_HTTP_VERSION => CURL_HTTP_VERSION_1_1,
  CURLOPT_CUSTOMREQUEST => 'POST',
  CURLOPT_POSTFIELDS => '{
    "callbackURL": "https://....", // Optional
    "prompt": "a red knight riding a blue horse, 8k, --ar 3:2"
  }',
  CURLOPT_HTTPHEADER => array(
    'Authorization: YOUR_API_KEY',
    'Content-Type: application/json'
  ),
));

$response = curl_exec($curl);

curl_close($curl);
echo $response;
```

```
{
  "jobId": "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx",
  "messageId": "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx",
  "content": "a red knight riding a blue horse",
  "imageUrl": "https://.....png"
}
```

## API : interface de programmation d'application.

- Ensemble de fonctions et de procédures qui permettent de créer des applications.
- Elles accèdent aux données et aux fonctionnalités d'autres applications et services.

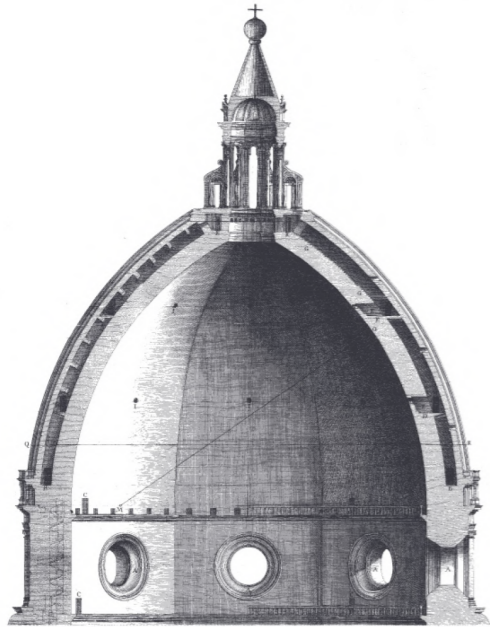
> Constitution d'une « numérisphère »

> Activité de conception est au centre de ces interrelations.

de l'approche notationnelle

à l'agentivité

# Approche notationnelle et représentationnelle de l'architecture

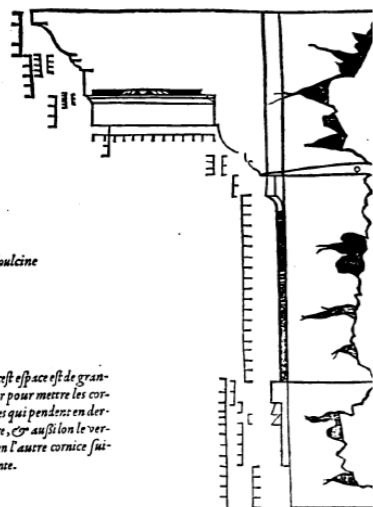


Dôme de la cathédrale  
Santa Maria de  
Florence, Filippo  
Brunelleschi  
[1377-1446]

- Filippo Brunelleschi et Leonardo Battista Alberti [XV siècle]
- Naissance à la **notion de projet d'architecture**, il est soutenu par la réalisation de dessins « ... il appartient au dessin de fixer les positions et les mesures... »
- Formalisation des étapes de construction en tant que **problème de représentation géométrique**
- Conception notationnelle (échelle, mesure, quantification)
- **Projeter mentalement les formes** indépendamment de la matière

LEON BAPTISTE ALBERTI.

157

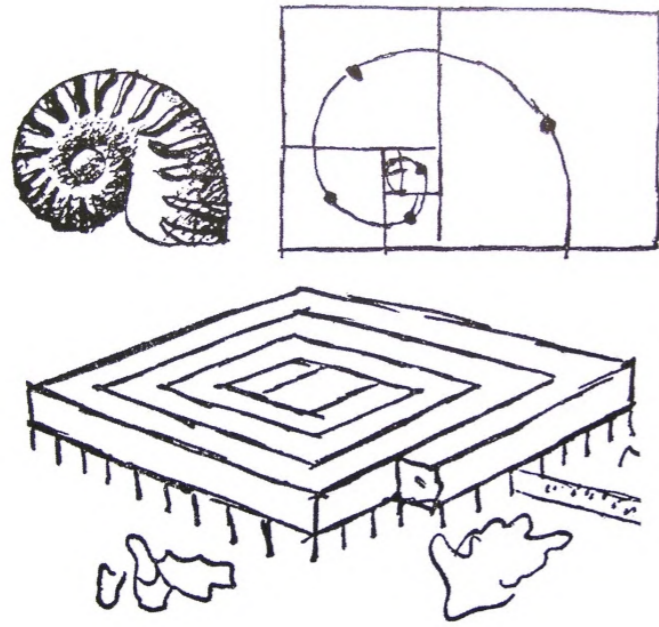


A gonle droite, canal, ou doucine  
B linteau ou plâtre bande  
C frontispice  
D modillons  
E vase, ou ovale  
F linteau ou plâtre bande  
G bande ou lizière  
H solives  
I ringes  
K fiches  
L bande ou lizière  
M tables.

O est espace est de grandeur pour mettre les cornices qui pendons en derrière, & aussi on le verra en l'autre cornice suivante.

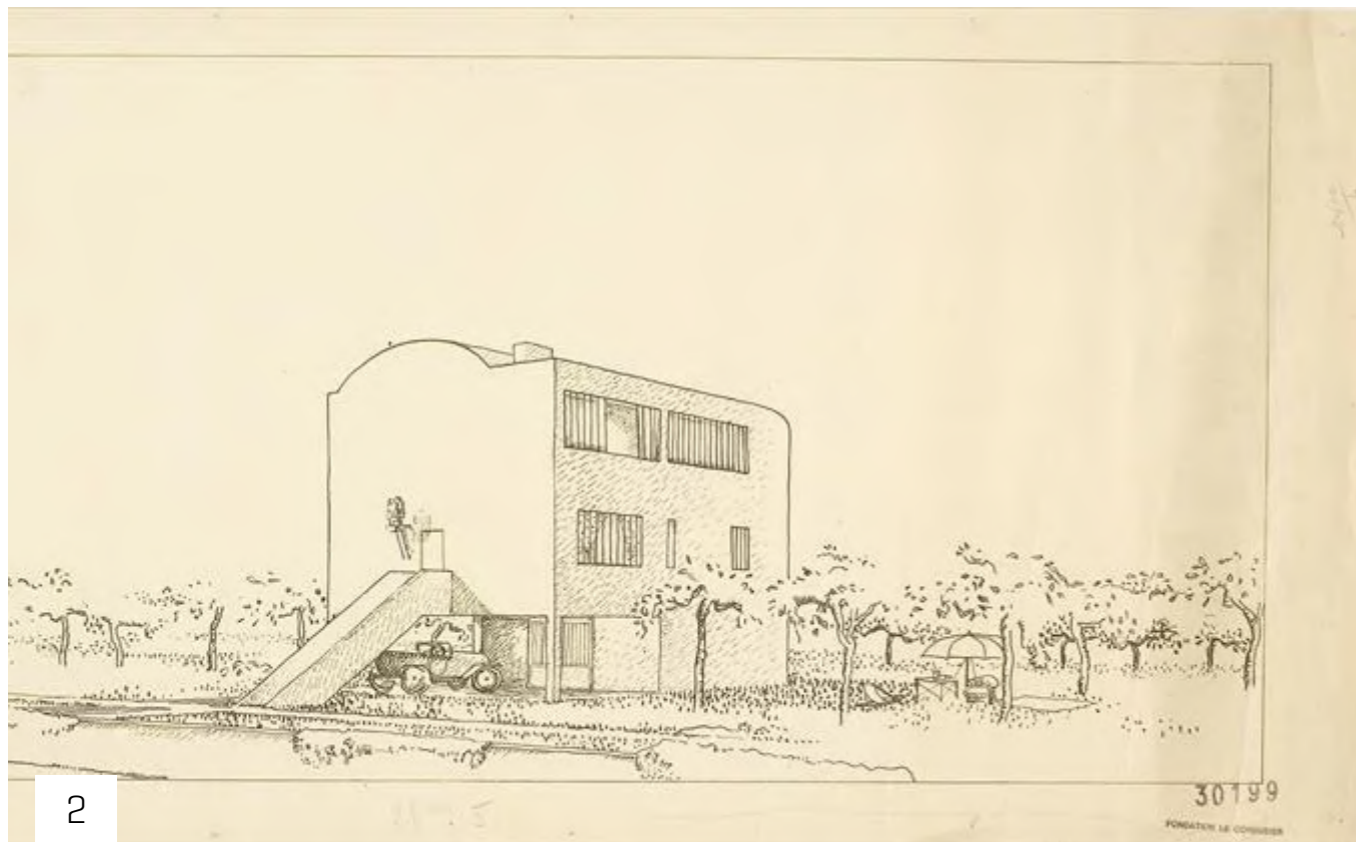
Architecture et art  
de bien bastir, Léon  
Batista Alberti  
[1404-1472], édition  
1553

# Les fonctions de la figuration

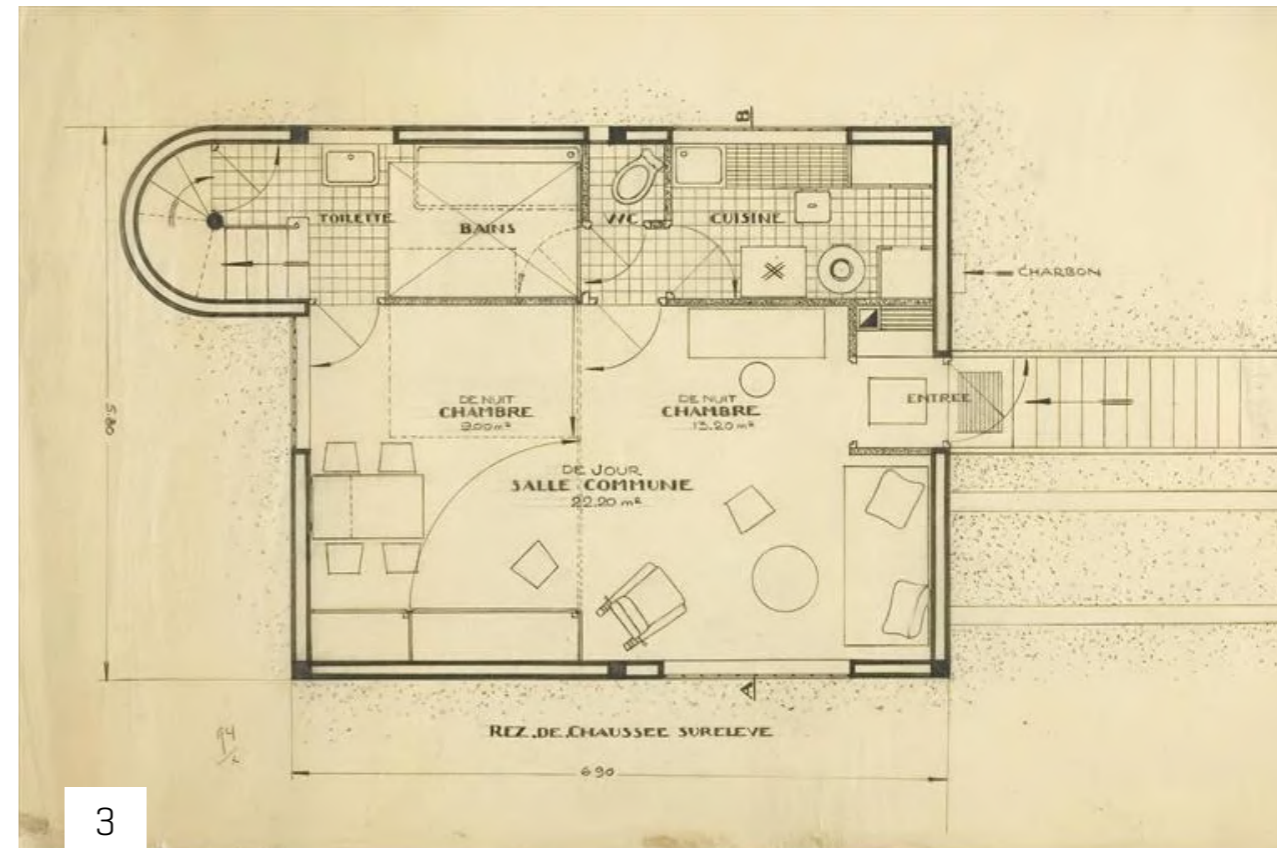


1

1. **Fonction speculative** : Expression des idées et des concepts
2. **Fonction descriptive** : Rendre visible
3. **Fonction prescriptive** : Rendre constructible



2

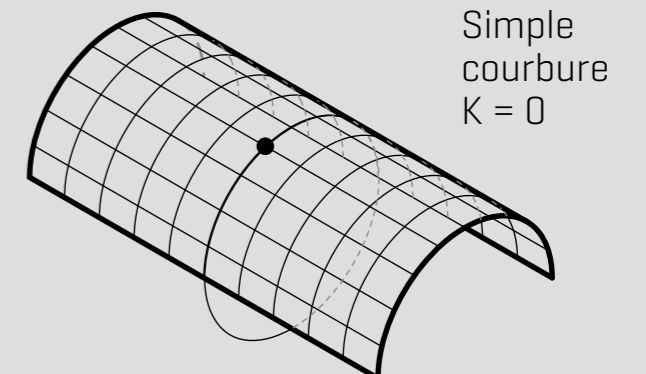
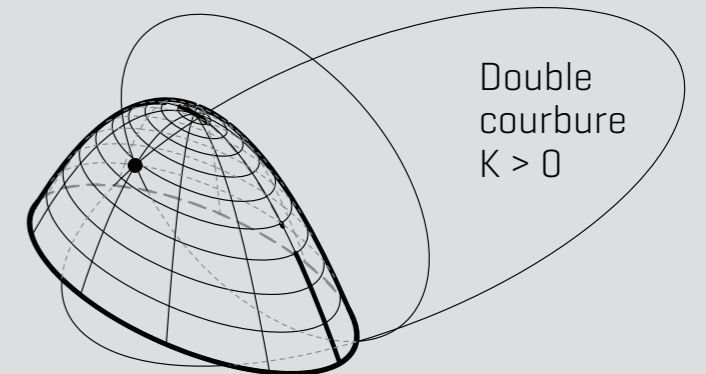
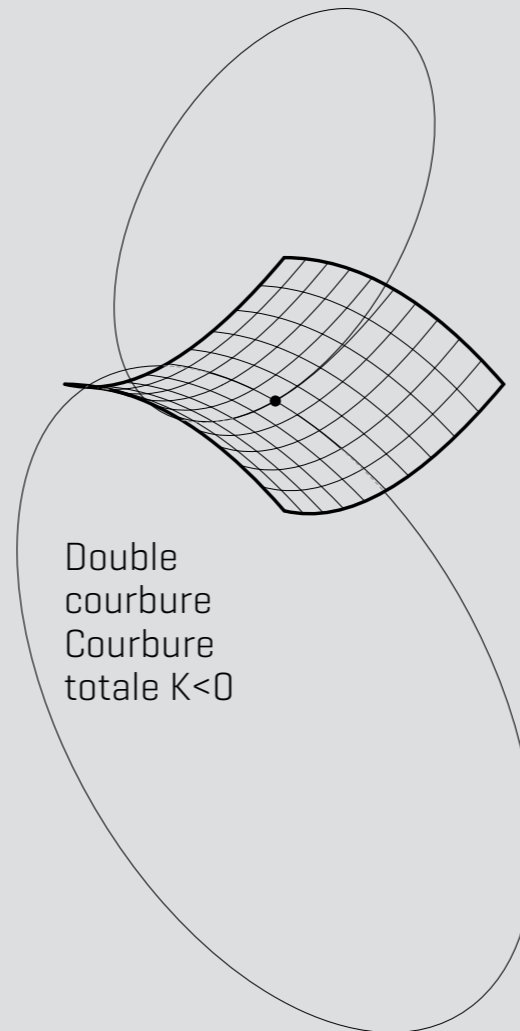
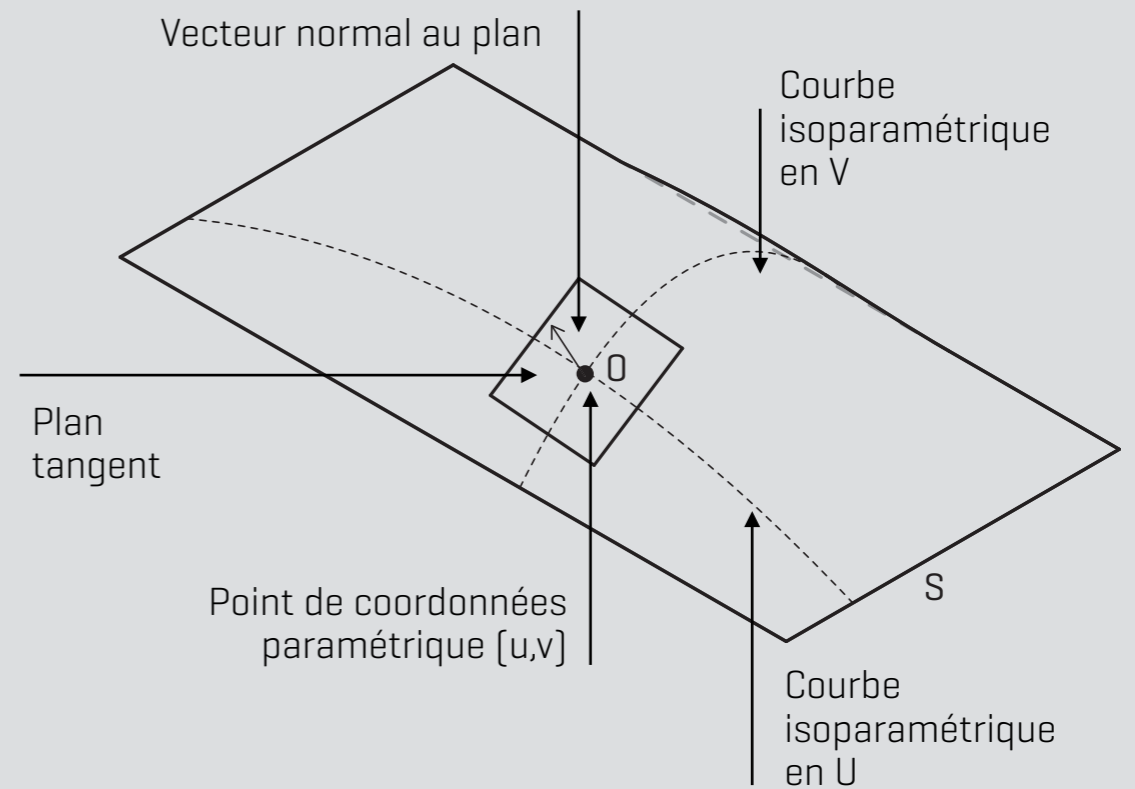


3



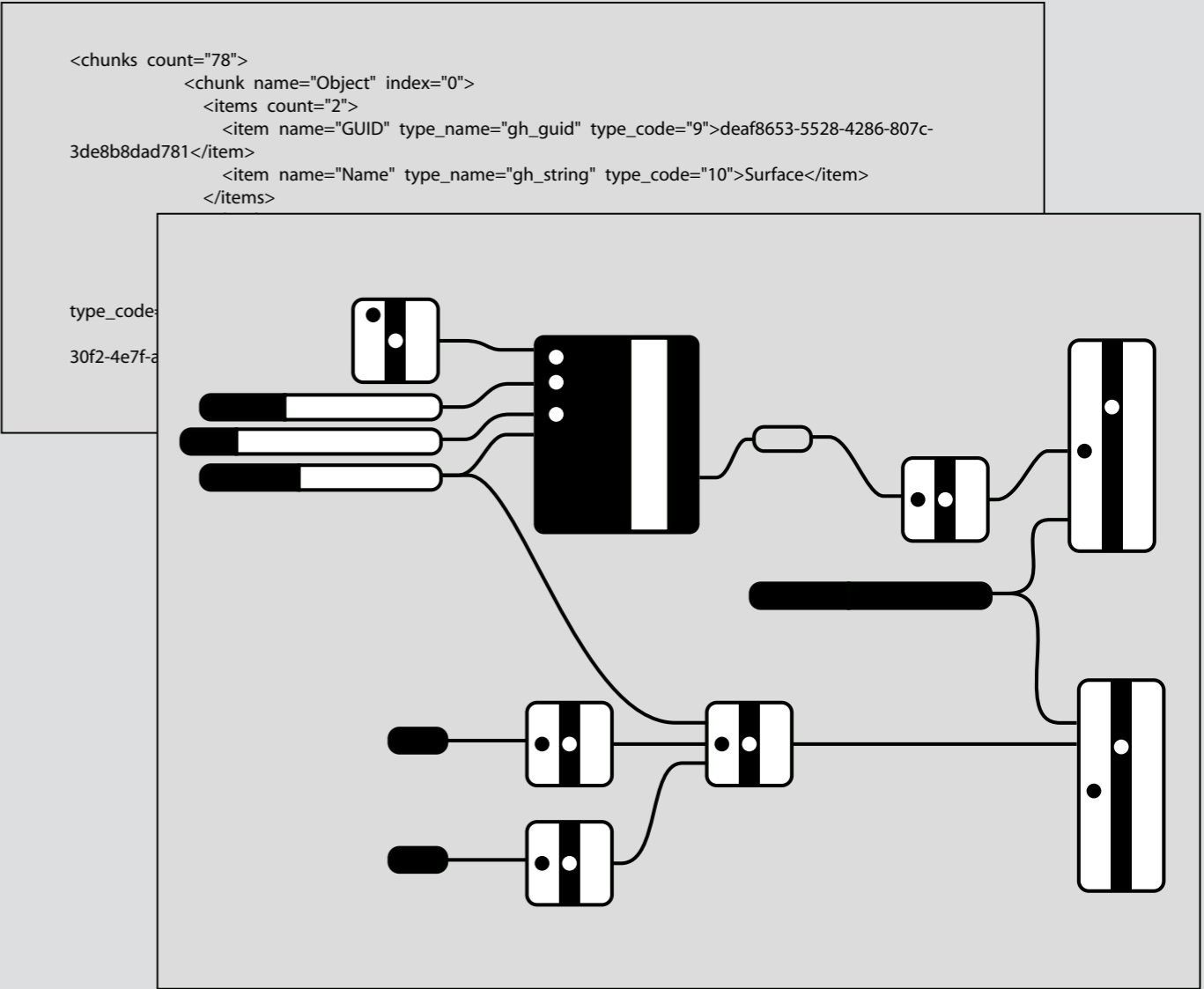
# Géométrie avancée

- ➔ Géométrie : langage de l'architecte
- ➔ Géométrie avancée croise science informatique et mathématique :
  - ➔ Nurbs
  - ➔ Delaunay tessellation, voronoi division
  - ➔ Isometric curves
  - ➔ ...
- ➔ une objectivation du réel à travers une description exacte et explicite



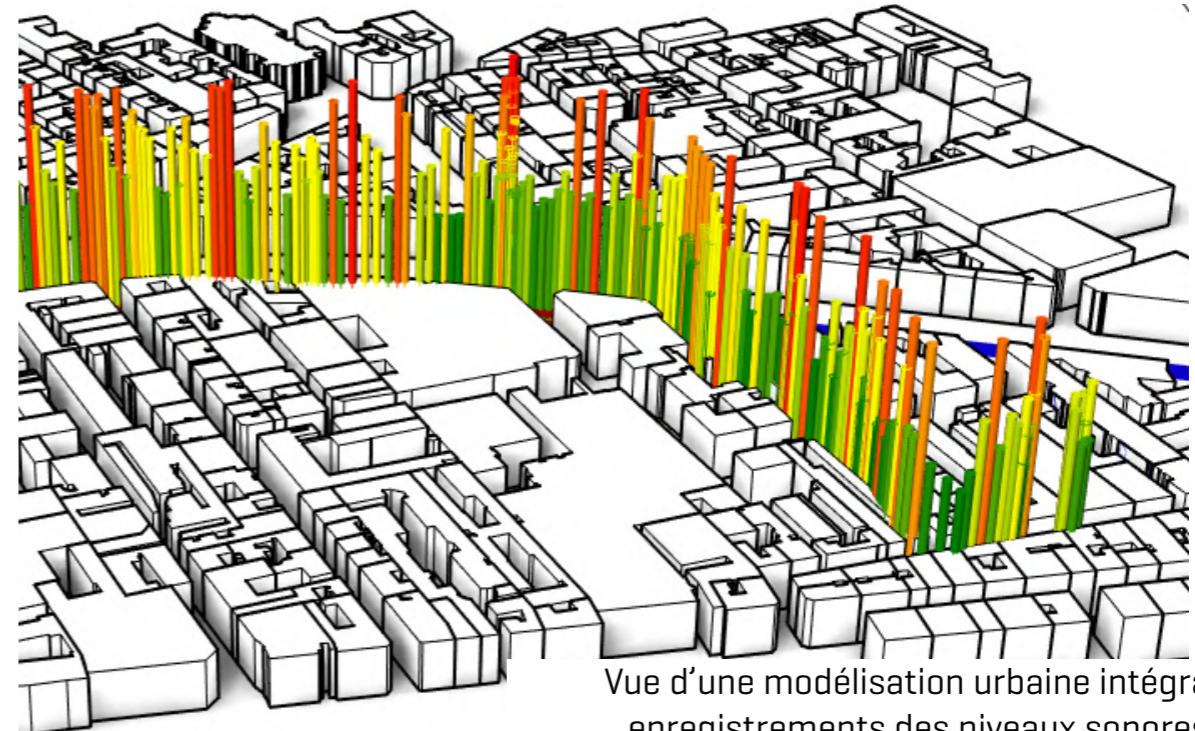
# Modélisation paramétrique

- ➔ Modèle associatif
- ➔ Programmation visuelle
- ➔ Notion d'invariants par variation

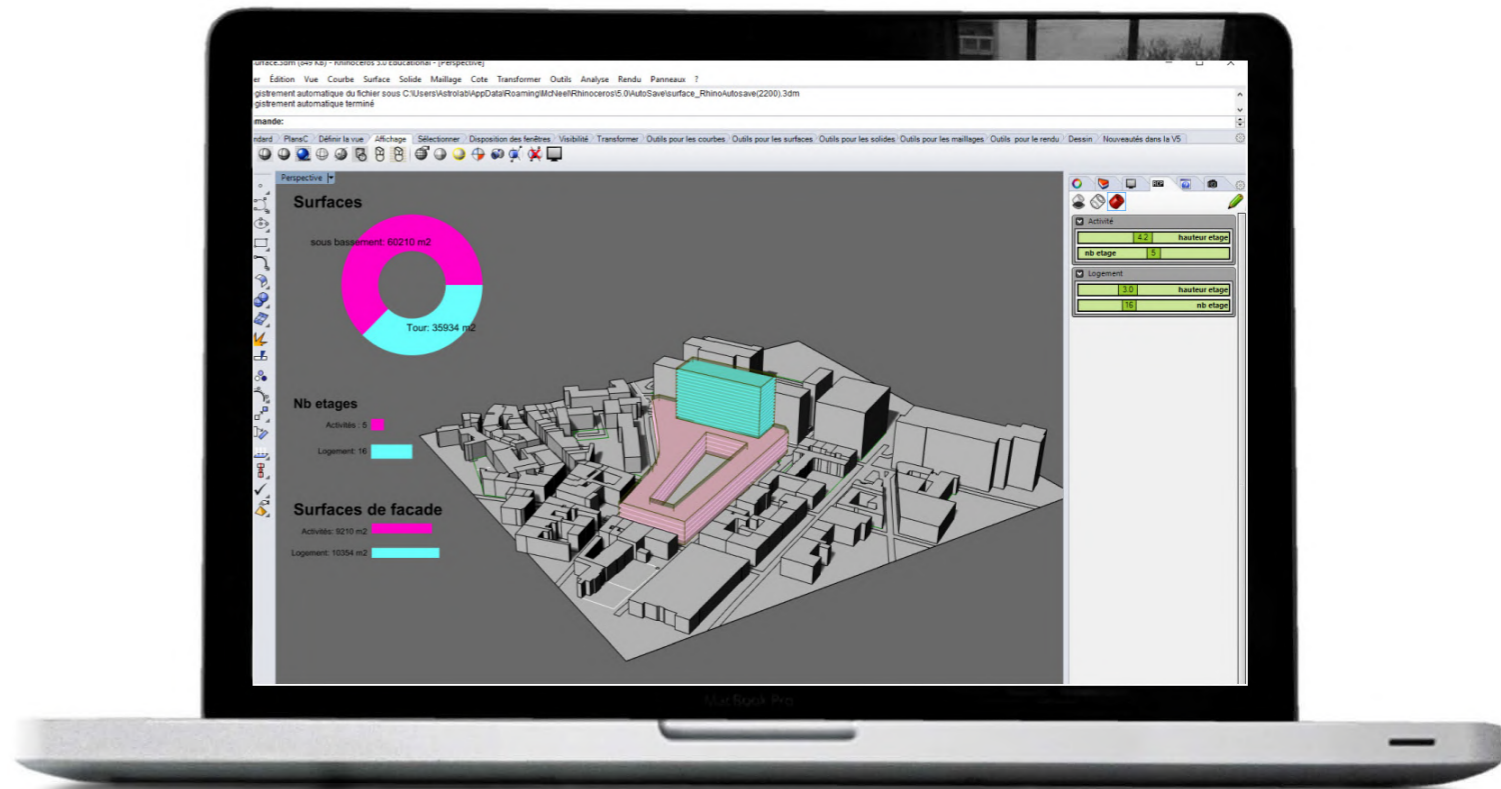


# Modélisation à partir de données

- ➔ Contexte des méga données
- ➔ Informer le modèle à l'aide de données
- ➔ Interactivité et retour visuelle ou quantifié
- ➔ Donnée/Information/connaissance



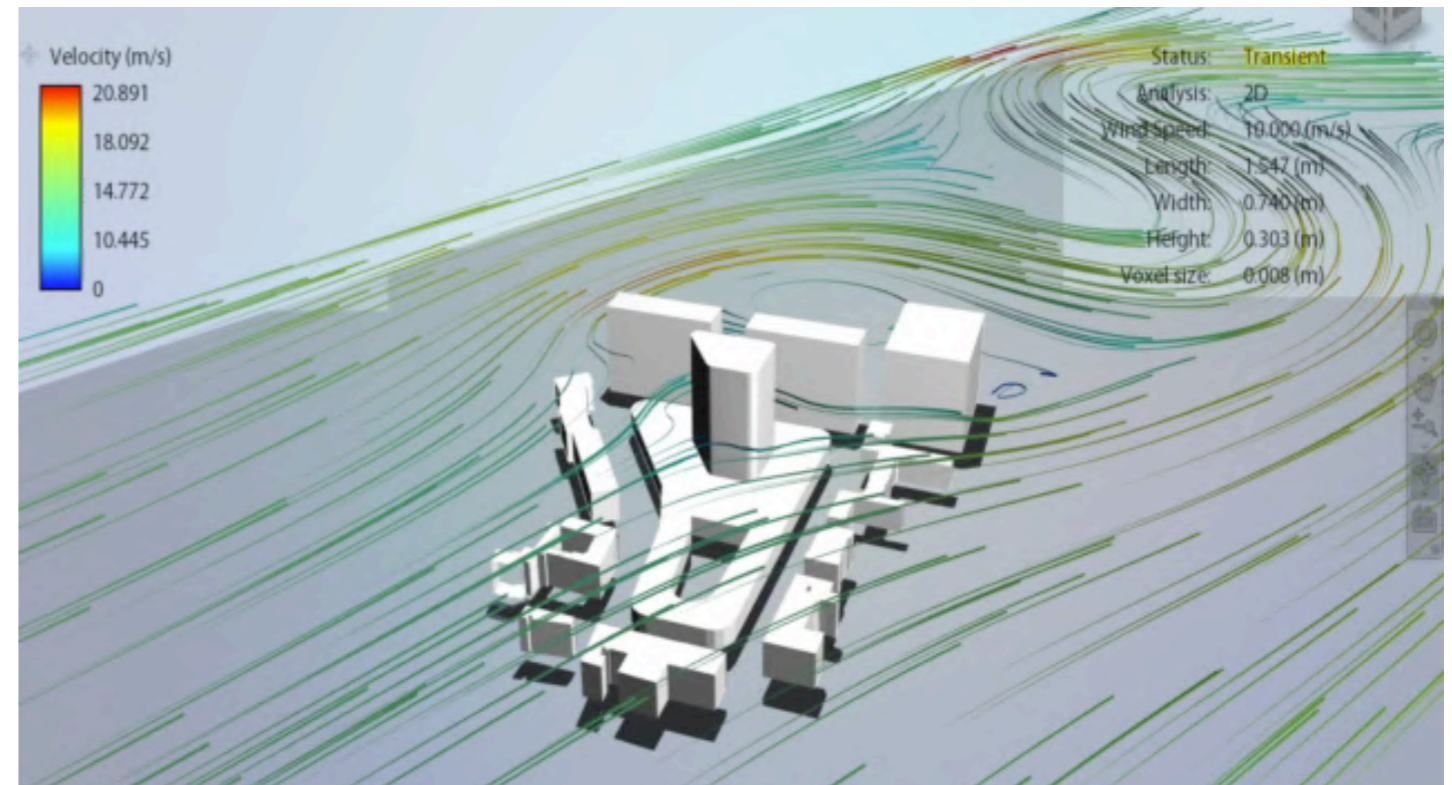
Vue d'une modélisation urbaine intégrant les enregistrements des niveaux sonores, MHA



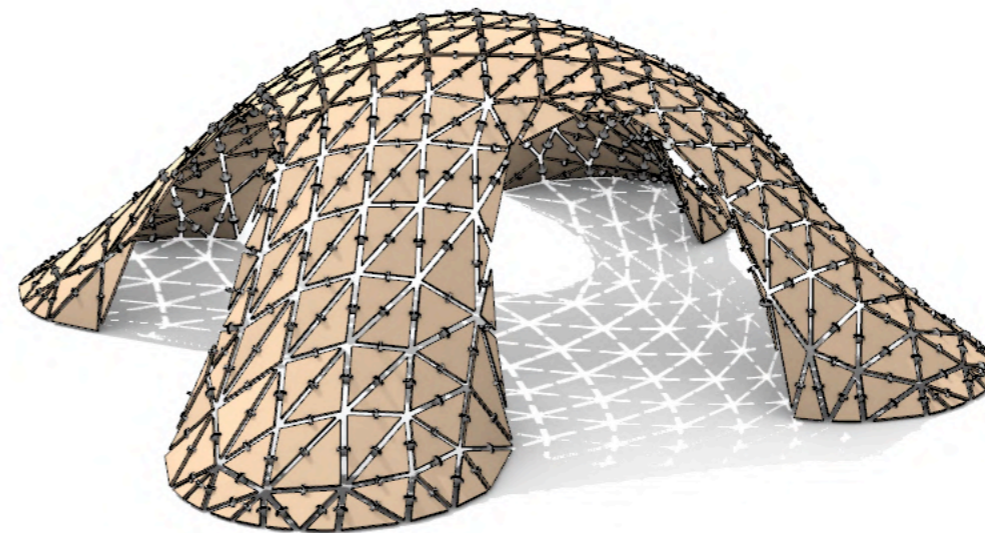
Feedback visuel interactif, MHA

# De la représentation à la simulation

➔ structure, CFD, thermique, économique, AVC



CFD Simulation - MHA

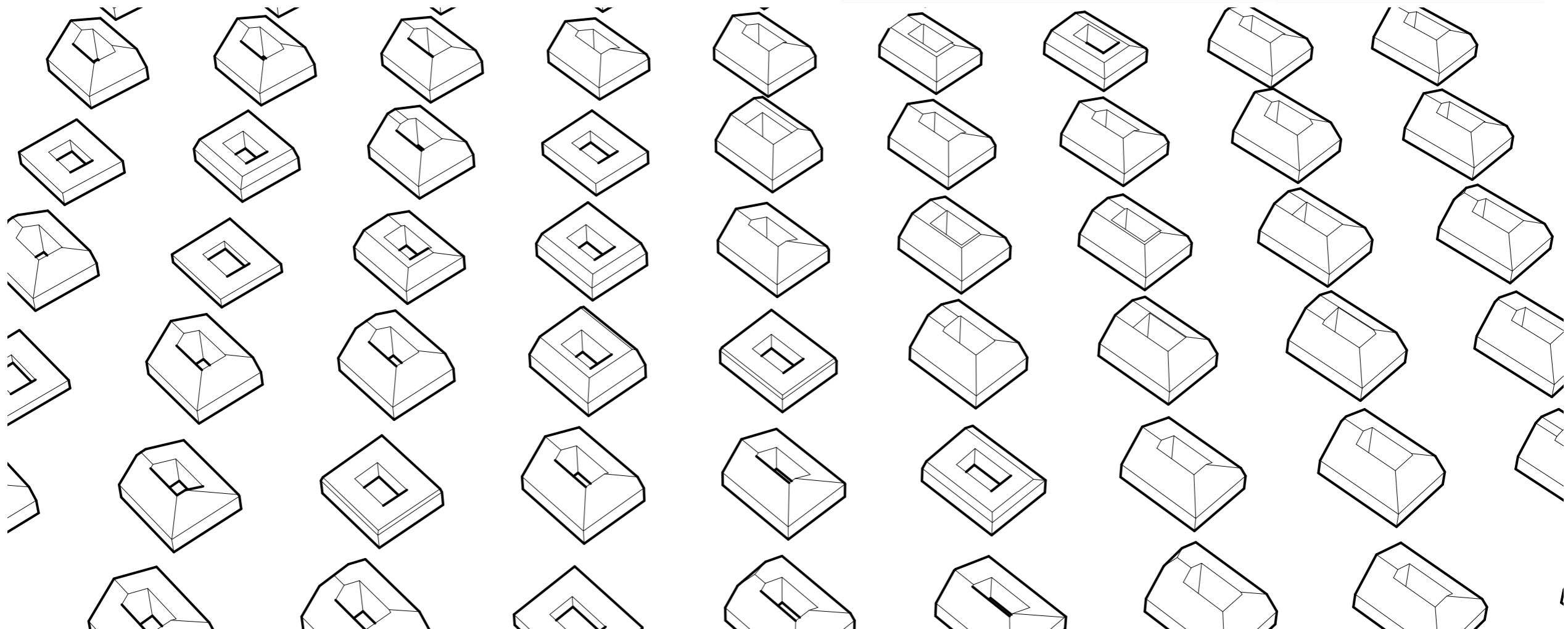
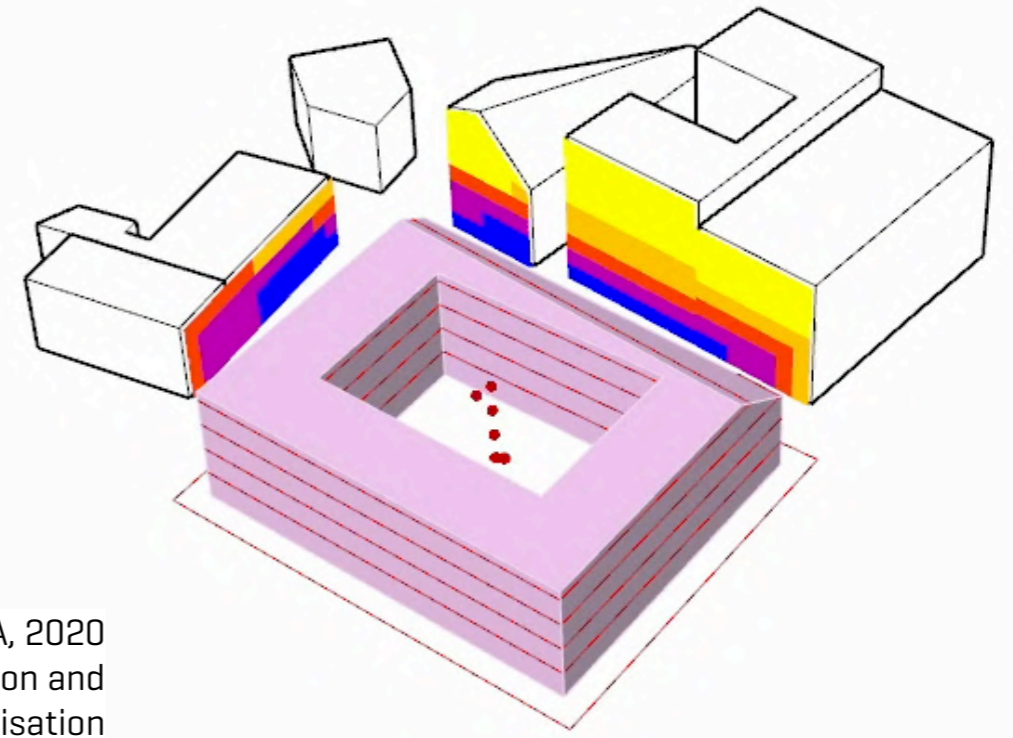


Shelter - MHA

# Modélisation générative

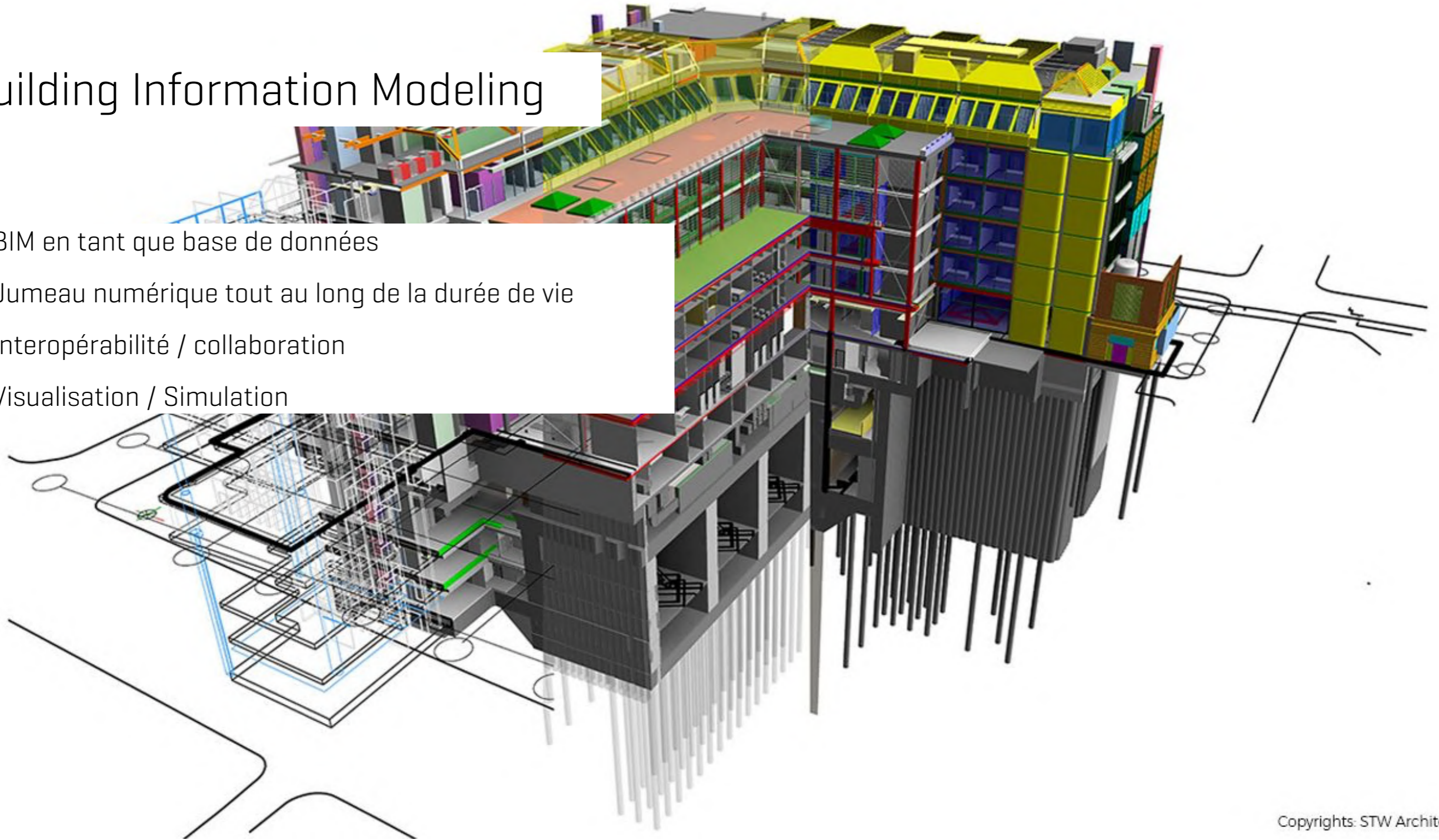
- ➔ Domaine de l'intelligence artificielle
- ➔ Usage d'algorithmes génétiques, d'algorithmes à base d'agents, de réseaux de neurones ...
- ➔ Part d'autonomie de la machine
- ➔ Position de méta-conception

GA - MHA, 2020  
Environmental evaluation and optimisation



# Building Information Modeling

- ➔ BIM en tant que base de données
- ➔ Jumeau numérique tout au long de la durée de vie
- ➔ Interopérabilité / collaboration
- ➔ Visualisation / Simulation



# Scan 3D laser et photogramétrie

- ➔ Nuage de point et maillage texturé
- ➔ Haut niveau de résolution de la réalité



# Fabrication numérique et Construction robotisée

- ➔ Prototype
- ➔ Fabrication additive / fabrication soustractive
- ➔ Encodage des propriétés du matériaux et des contraintes de fabrication
- ➔ Automatisation de la construction
- ➔ Robotique de chantier et préfabrication



Maquette en impression 3D, Philippe Marin, MHA

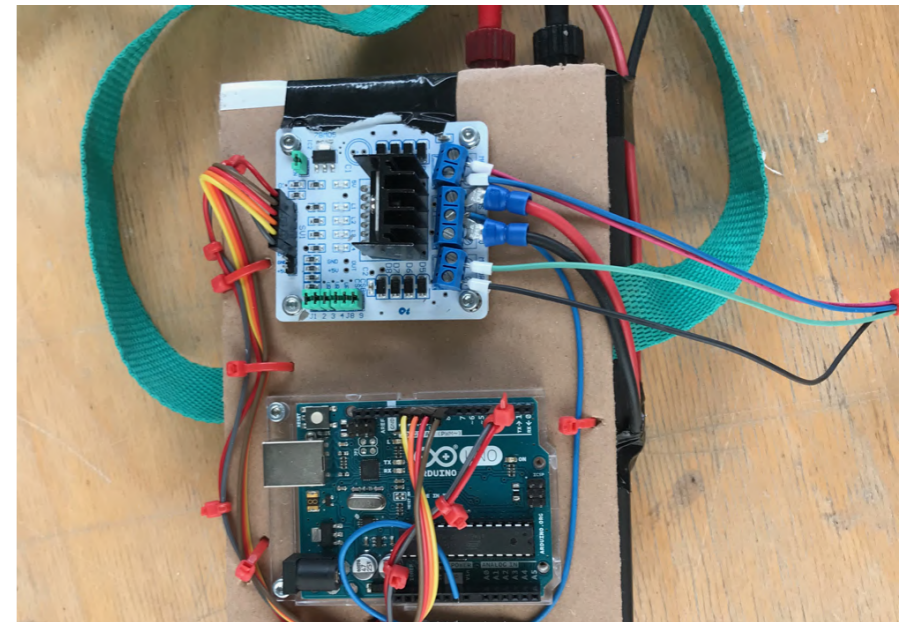
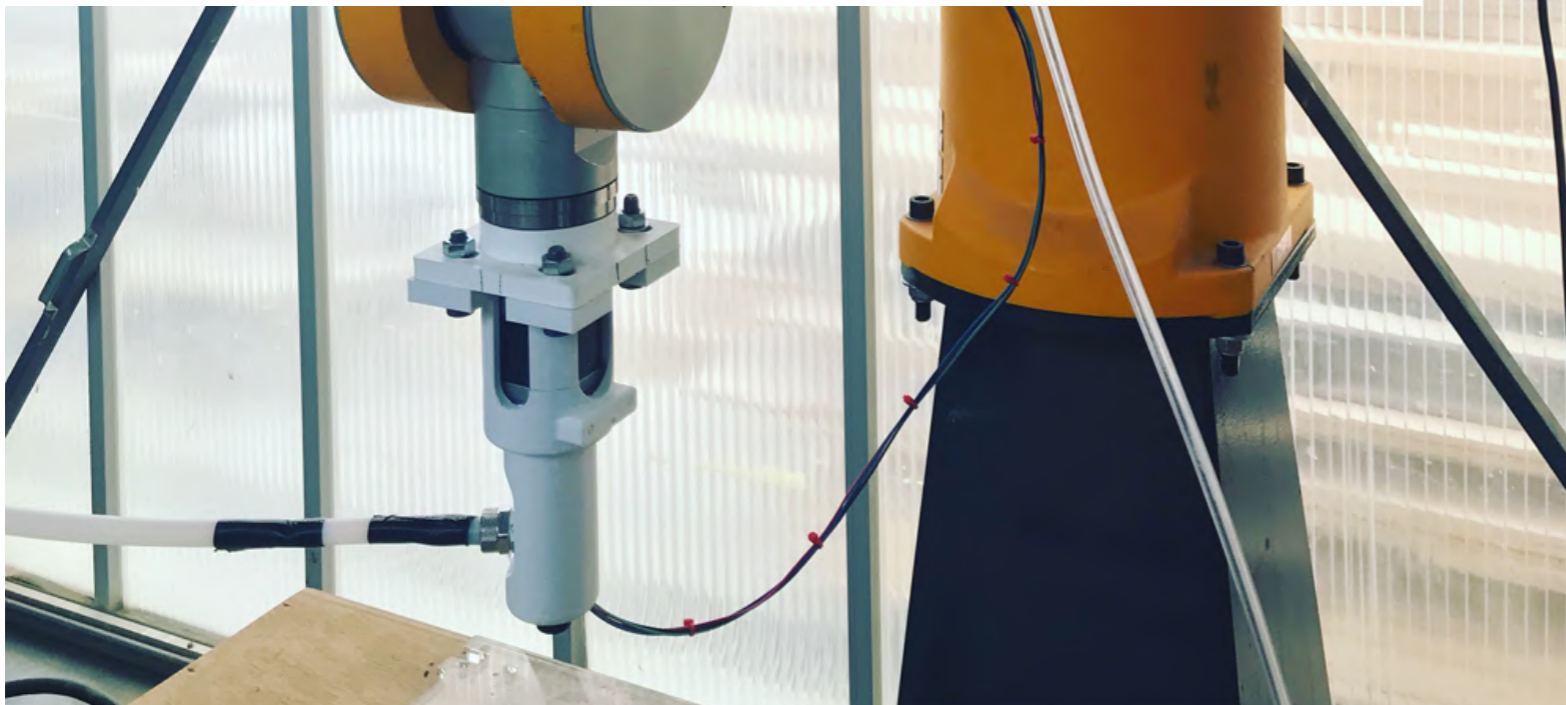


Workshop Robotique Créative, Les Grands Ateliers, Philippe Marin, Jason Sachs, Simon Hulin, 2018 et 2019



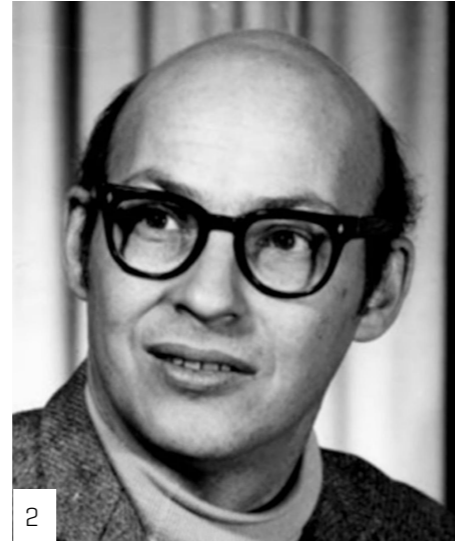
# Matière performative : vers l'agentivité des matériaux

- ➔ Agentivité : Agent autonome qui agit
- ➔ Prise en compte des phénomènes physico-chimiques
- ➔ Prise en compte du comportement dynamique de la matière
- ➔ La forme est émergent
- ➔ Bascule de la question de la forme à la question du processus
- ➔ Bricologie : high-tech vs low tech



# Intelligence artificielle

# Naissance de l'intelligence artificielle

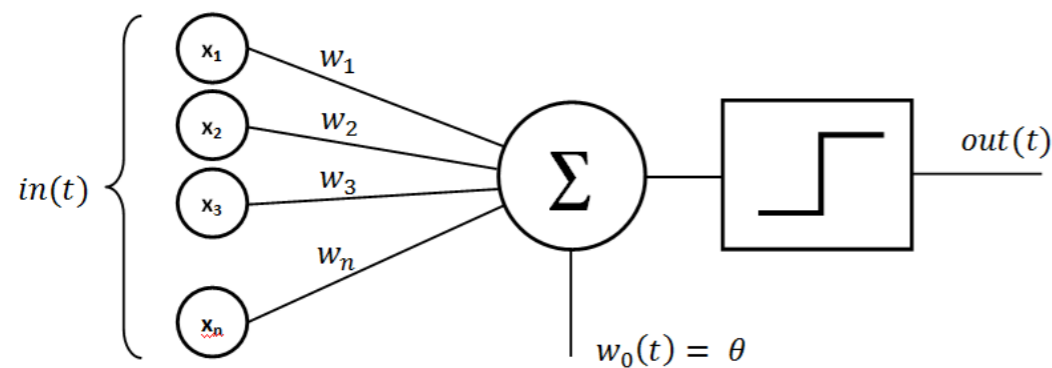


1. John MacCarthy

2. Marvin Minsky

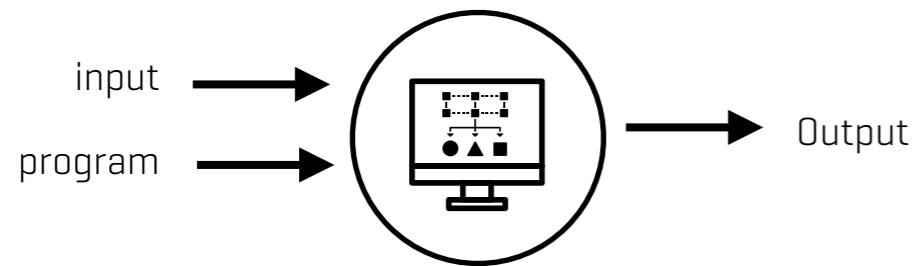
3. Frank Rosenblatt

- La cybernétique
- Conférence de Dartmouth en 1954
- Naissance des sciences cognitives
- Compréhension de l'intelligence humaine et des systèmes naturels
- Volonté de développer des techniques adaptables et en relation avec leurs environnements
- Perceptron : première description d'un neurone artificiel



Artificial Neuron: Perceptron

# Intelligence artificielle

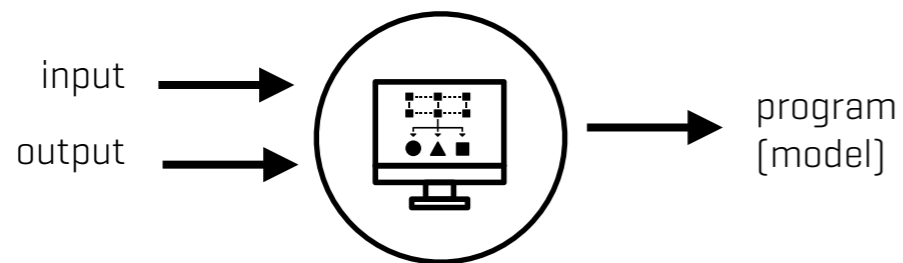


## **IA symbolique** [Système expert]

Simule le raisonnement humain à l'aide de règles prédéfinies.

## **IA connexionniste** : [Réseau de neurones]

Apprentissage à partir de représentations et de données.



## **Intelligence Augmentée :**

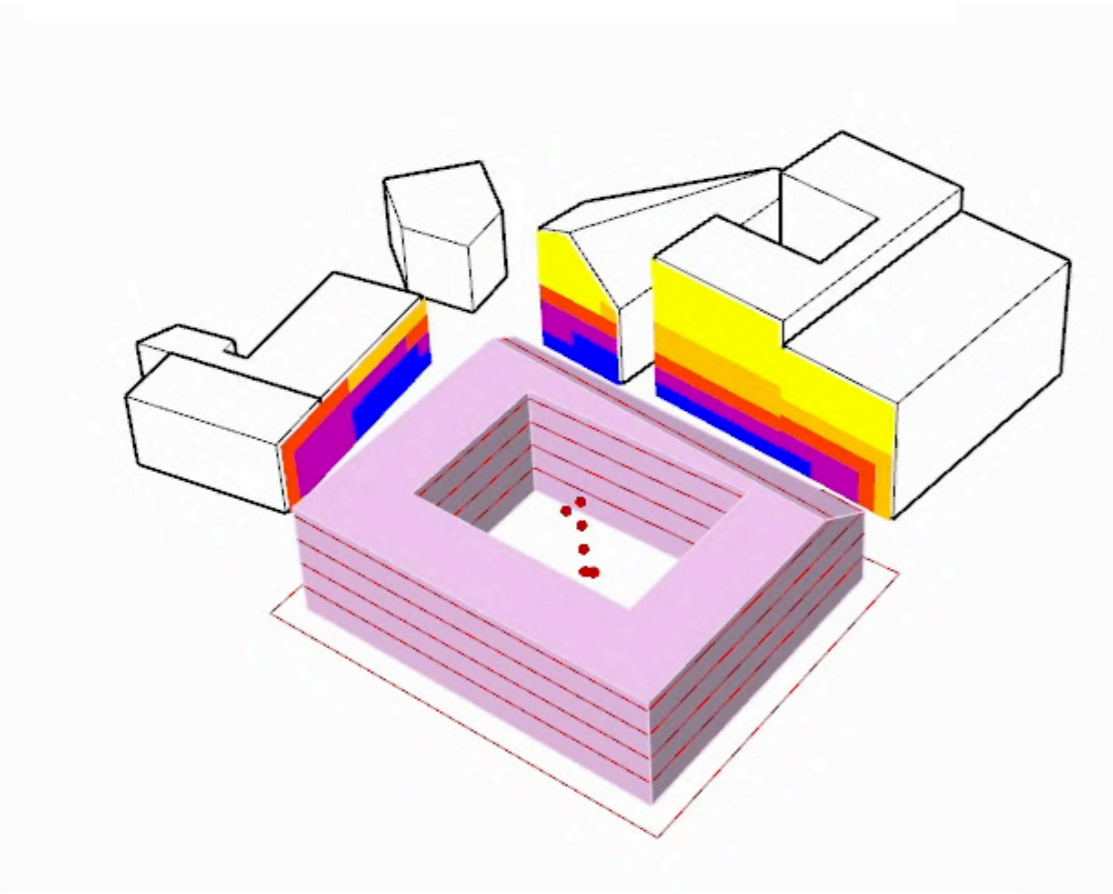
Aider l'humain à réaliser des tâches

Envisager les effets de l'intégration de la technique dans son milieu

# 3 exemples d'IA pour l'architecture



1. Text2Image - MHA



2. Performance2Model - MHA

1. **Text2Image** : sémiologie / pensée linéaire / personnalisation des dataset

2. **Performance2Model** : Constitution d'un jeu de données / Modélisation 3D et performance

3. **Data2Cat** : Analyse et Catégorisation

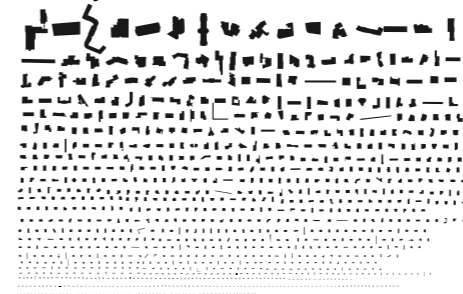
Collecter



Apprendre



Analyser



Catégoriser



3. Data2Cat - MHA

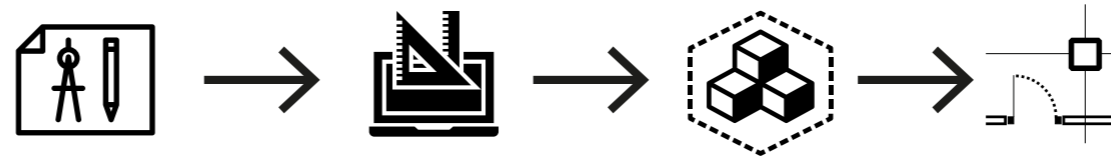
# Quelques enjeux

- Bulles de filtre
- **Risque de standardisation des productions**
- **Eugénisme culturelle**
- Codage généré
- Risque de fracture numérique
- Définition des modalités de personnalisation des modèles fondamentaux
- **Poids énergétique de l'entraînement des modèles fondamentaux**
- Enjeux de souveraineté numérique
- Envisager une IA de confiance
- Organiser la gouvernance des données [PI, droits d'auteur]
- **vers un dataverse de la construction ?**

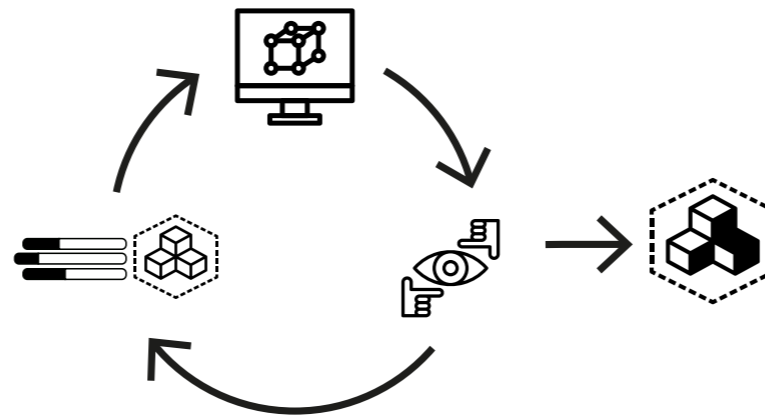
# 3 modèles d'instrumentation

# Modèles d'instrumentation numérique

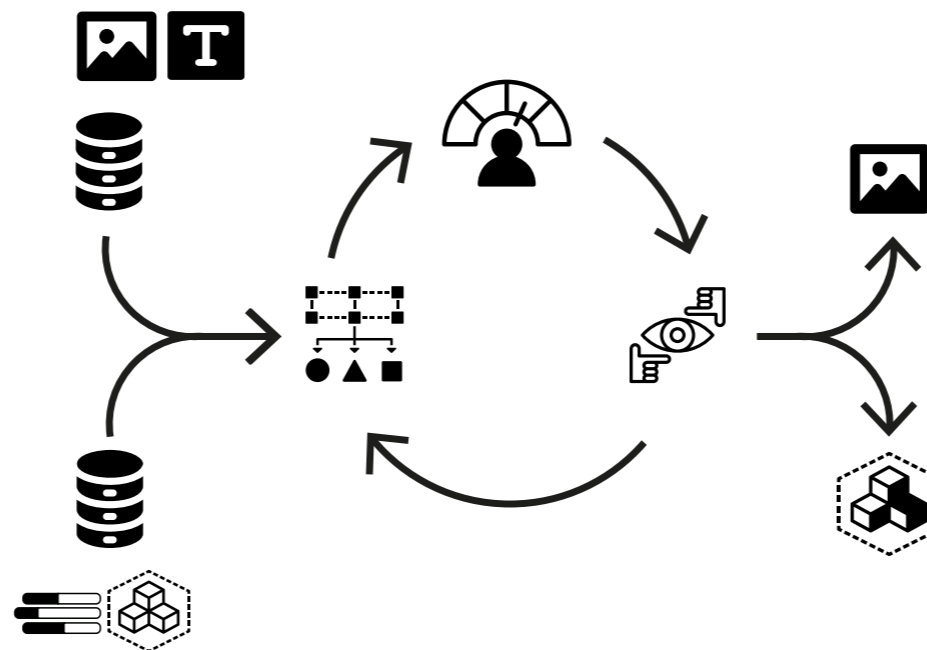
**Modèle  
transformationnel**



**Modèle  
paramétrique**



**Modèle  
génératif**





# Conclusion

- **Ecologie de la conception :**

- Une numérisphère : une écologie composée d'humains, d'ordinateurs, d'algorithmes, de base de données, d'objets connectée.
- Une agentivité : Prise en compte de l'ensemble des relations et interactions, des phénomènes émergents.
- Limiter les écarts entre tech. intrinsèques et tech. extrinsèques

- **Accompagner la capacitation des concepteurs**

- Eviter les risques de rejet des techniques
- Assurer un usage conscient et inventif des techniques
- Faire des concepteurs acteurs de leur milieu technique

