



efficacity



xMUSE : Un outil d'exploration
des morphologies urbaines pour
la sobriété énergétique

L'institut pour la transition énergétique de la ville

Constats et contexte :

- Phase amont des projets : étape cruciale pour la performance énergétique
- La morphologie urbaine : un levier de la performance énergétique
- Un décalage opérationnel entre processus créatif et évaluations techniques

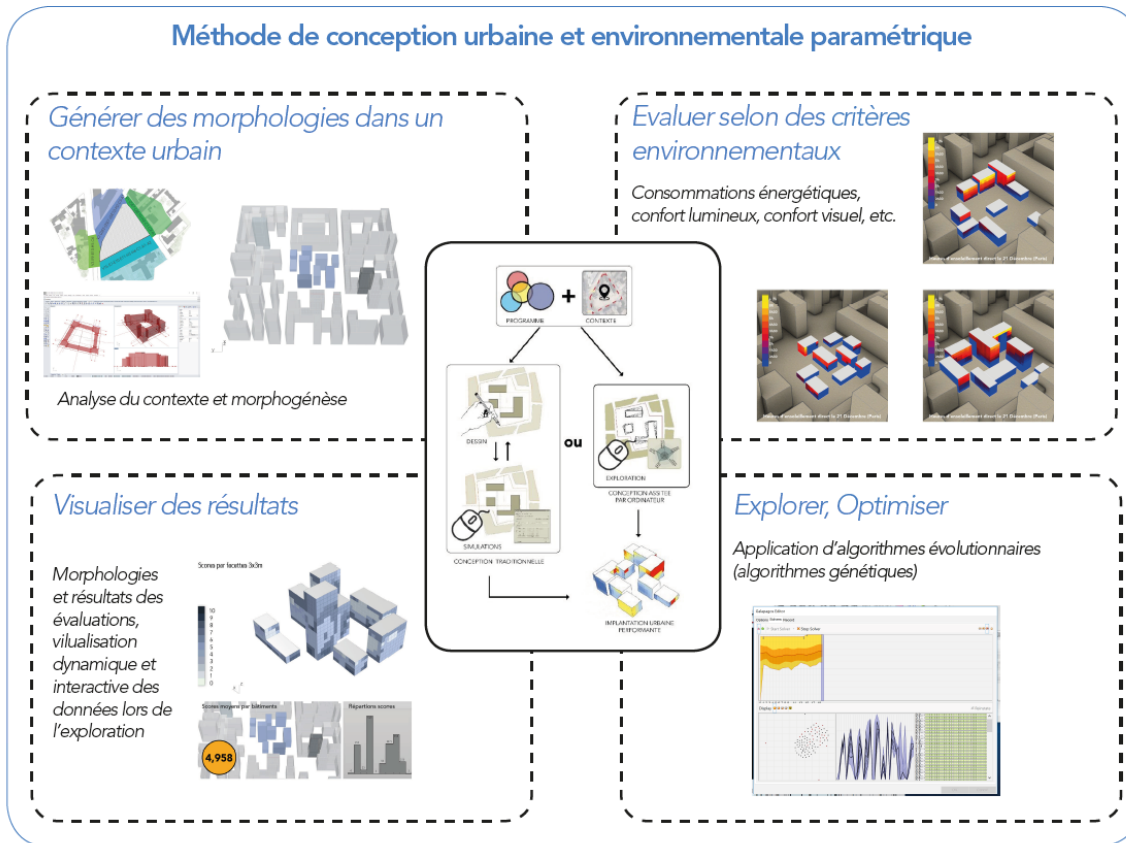
Champ scientifique :

- **Computational and environmental urban design**

Objectifs du projet de recherche :

- Développer des outils intégrant des indicateurs pertinents avec les pratiques des concepteurs et adaptés aux phases amont des projet urbains
- Intégrer la culture de la mesure et de l'évaluation de critères environnementaux (performance énergétique et confort) dans le processus créatif du concepteur
- Identifier les corrélations entre morphologies, usages et performances énergétiques
- Démocratiser la modélisation paramétrique en France

Développer des outils pour l'élaboration d'aide à l'éco-conception, adaptés aux phases amont des projets urbains.



- *Quelles méthodes de morphogénèse (niveau de précision, niveau de lecture de contexte) pour une exploration rapide et un résultat exploitable?*
- *Quelles méthodes d'évaluation environnementale à la fois fiables et réactives peuvent être utilisées avec des algorithmes d'optimisation ?*
- *Comment représenter les performances énergétiques, faciliter l'interprétation des résultats pour faciliter la prise de décision ?*

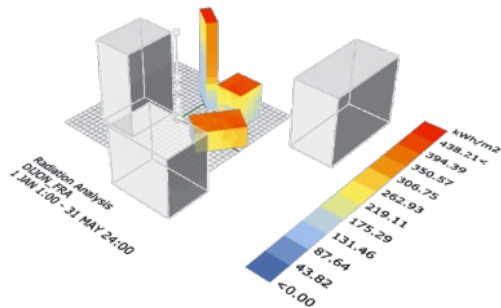
Environnement Rhino et Grasshopper



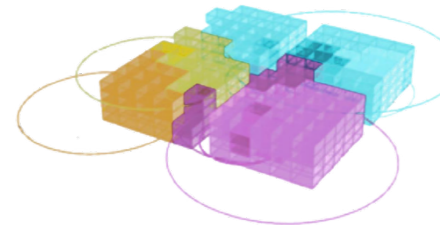
OUTIL
D'OPTIMISATION
MORPHOLOGIQUE



MOTEUR
D'ALLOCATION
SPATIAL SOUS
CONTRAINTES



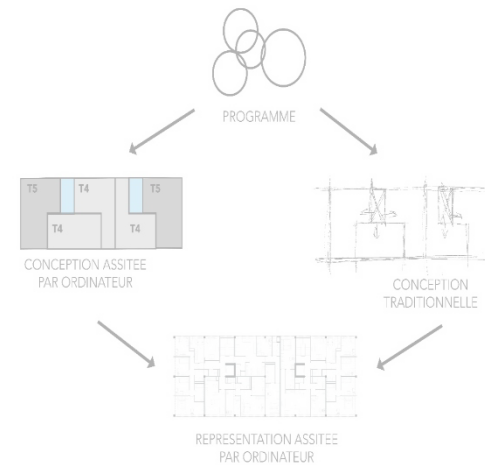
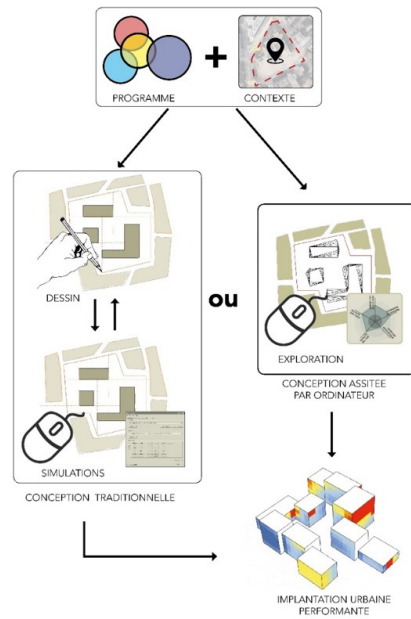
EXPLORER DES SCÉNARIOS DE
FORMES URBAINES



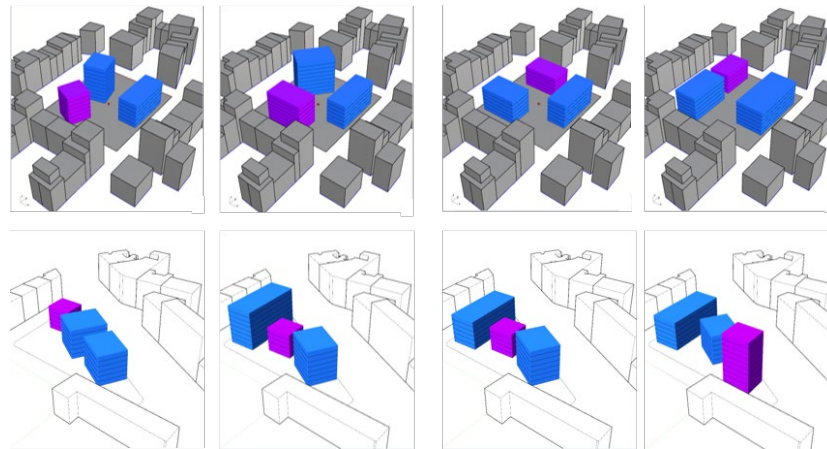
EXPLORER DES SCÉNARIOS
D'AGENCEMENTS DES ESPACES
INTÉRIEURS



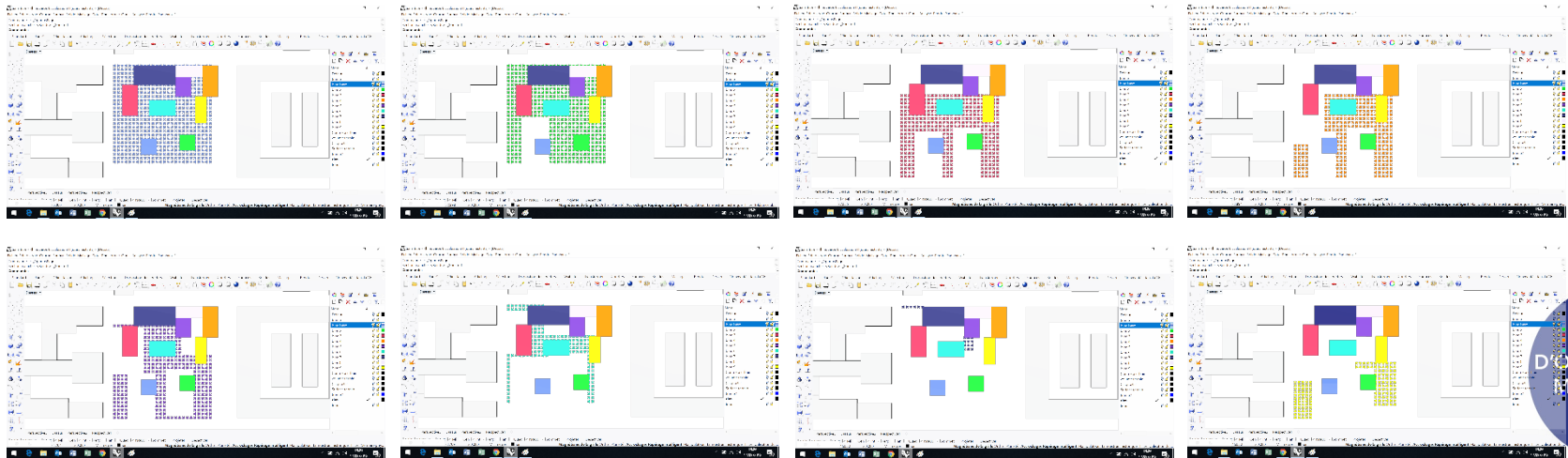
xMUSE



Morphogénèse par pénalité (test rapide d'exploration, difficile à contraindre, peu opérationnelle)

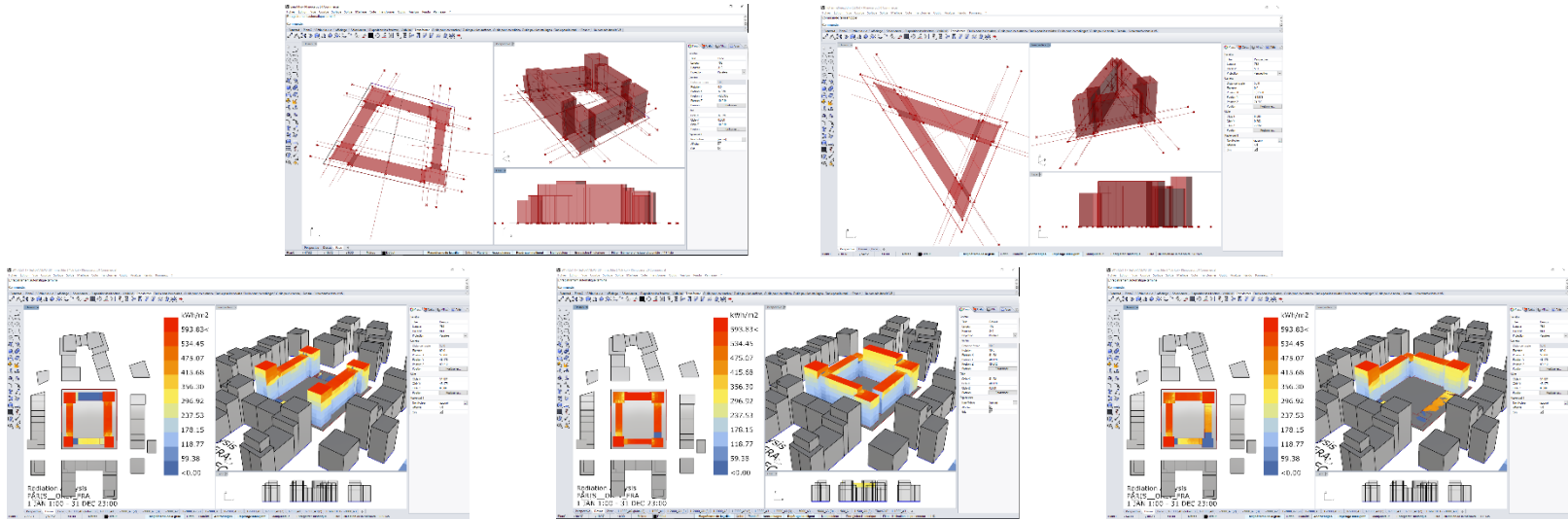


Morphogénèse par réduction d'espace de solutions (optique échelle quartier, limite du « rectiligne »)

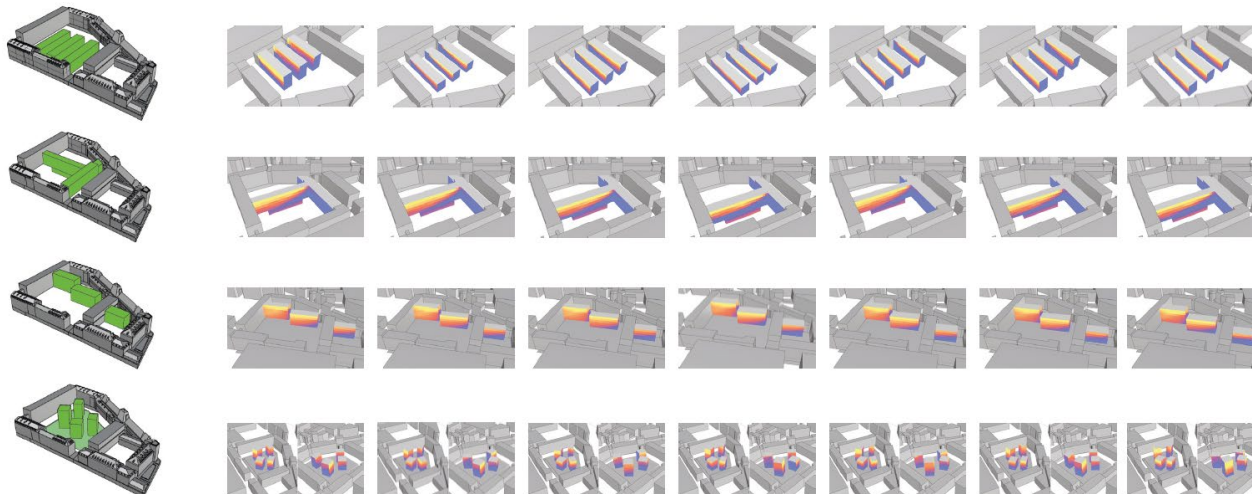


OUTIL D'OPTIMISATION MORPHOLOGIQUE

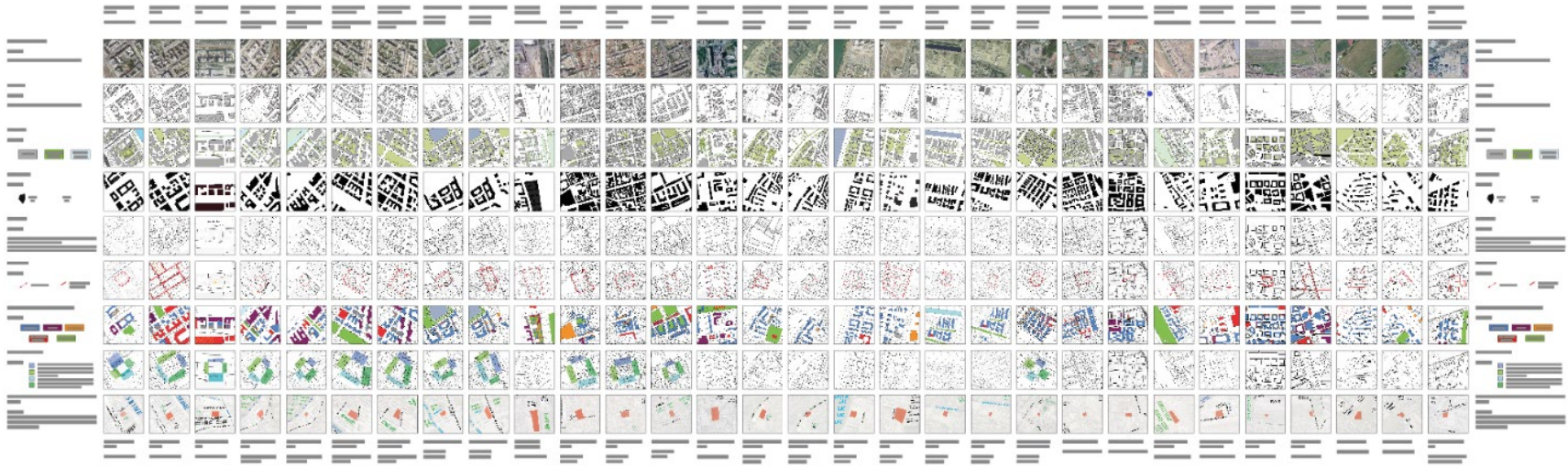
Morphogénèse par typologie (adaptée à l'îlot, bibliothèque de typologies et une matrice de critères)



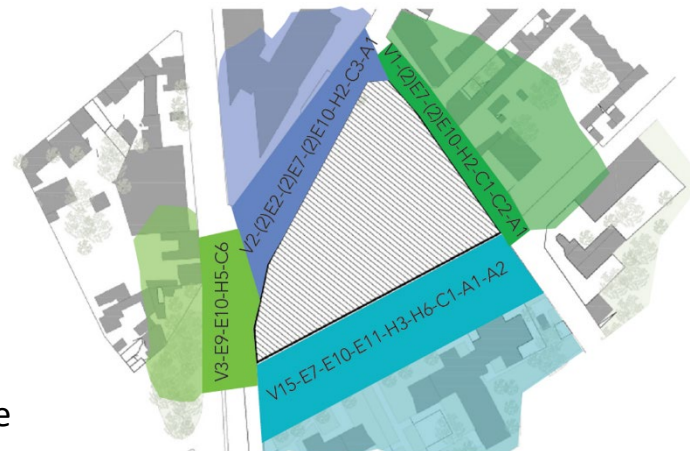
Morphogénèse par paramétrisation d'esquisses (très opérationnelle, exploration précontrainte)



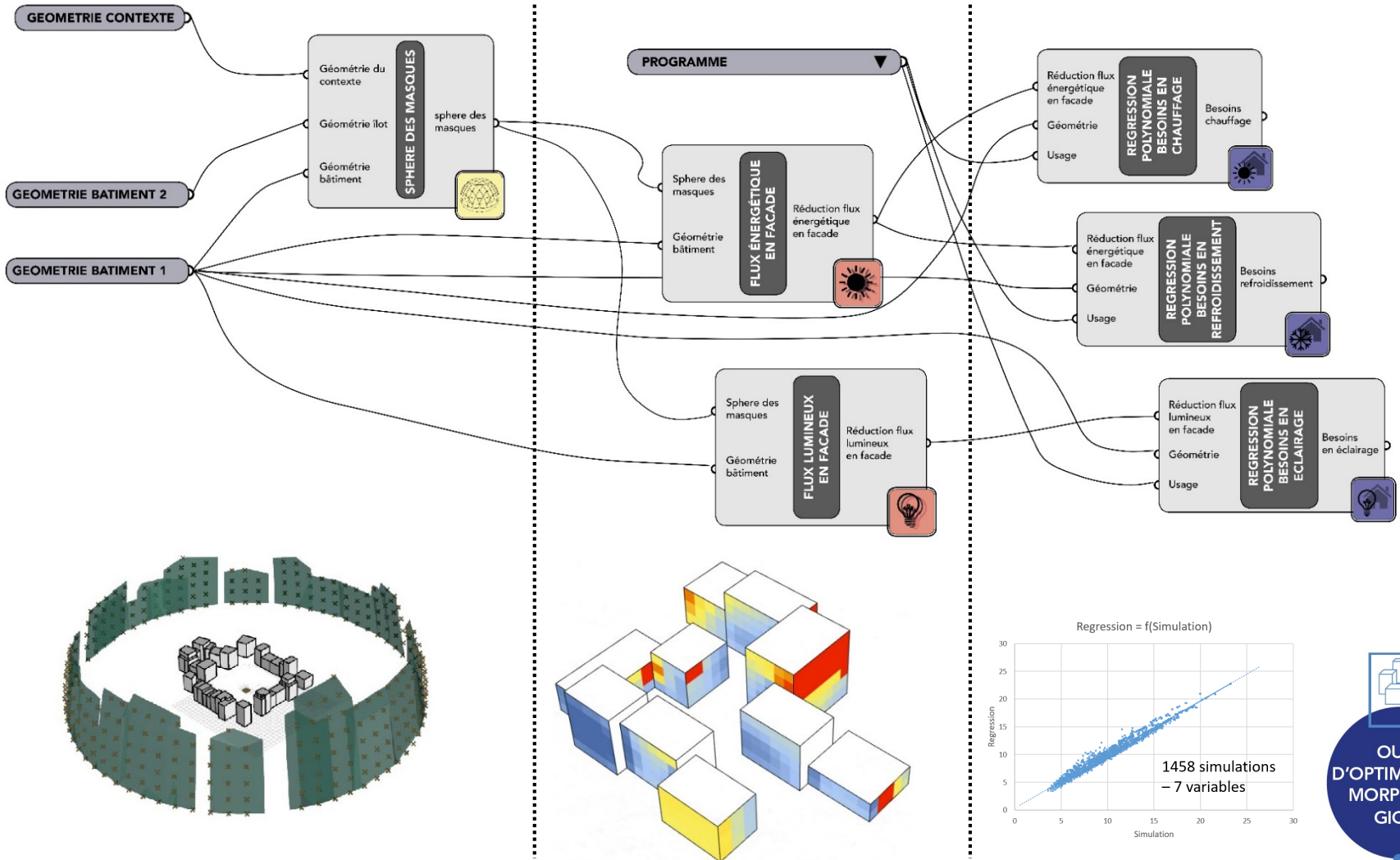
Elaboration d'un atlas de références d'îlots urbains



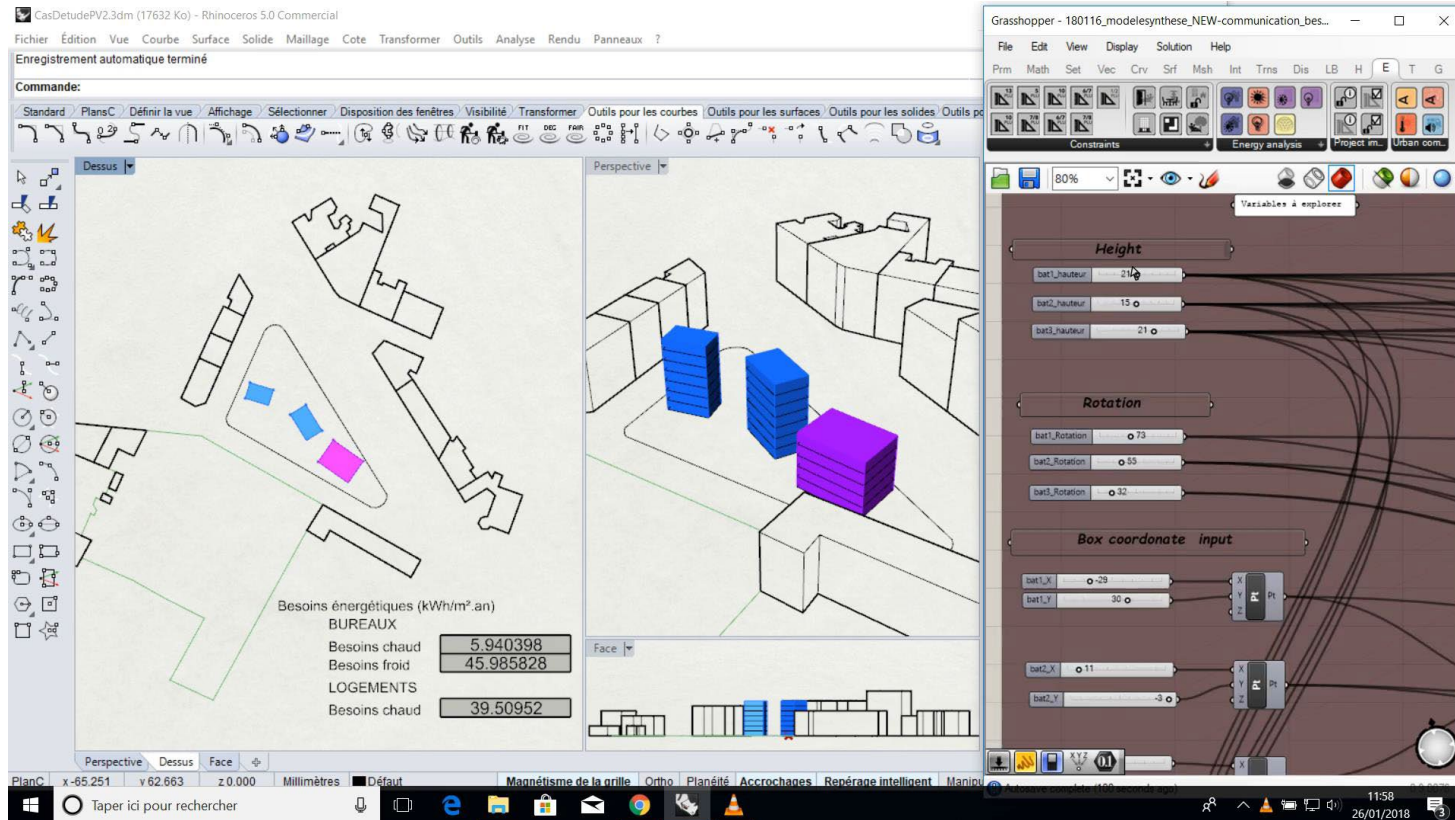
- Identification scientifiques de logiques de conception et règles expertes
- Alimenter les travaux de morphogénèse (typologies)
- Détermination des critères environnementaux déterminant dans les choix morphologiques et programmatiques
- Construire un protocole pertinent de lecture du contexte



Prédiction des besoins à partir d'un méta-modèle



Implémentation du module sur des formes simples



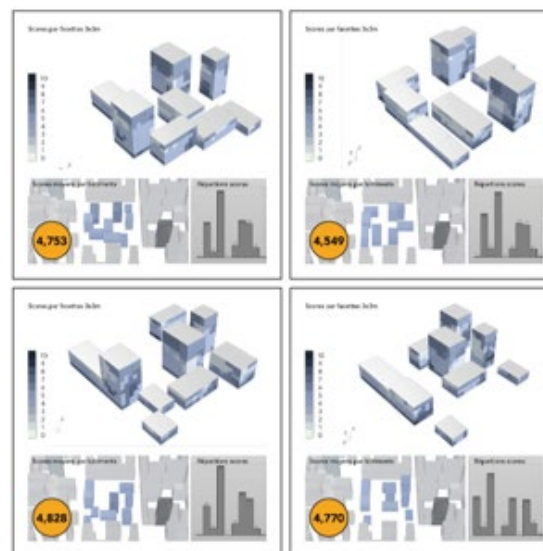
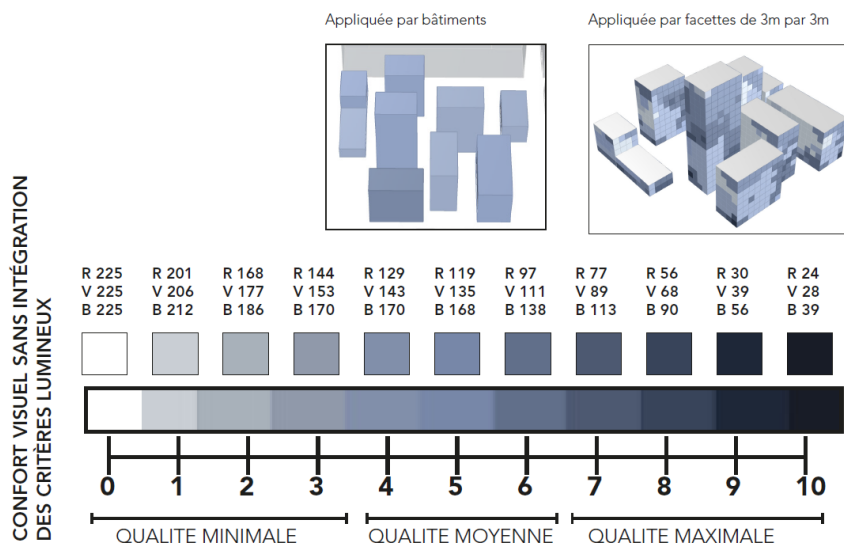
OUTIL
D'OPTIMISATION
MORPHOLOGIQUE

Évaluer le confort des espaces intérieurs

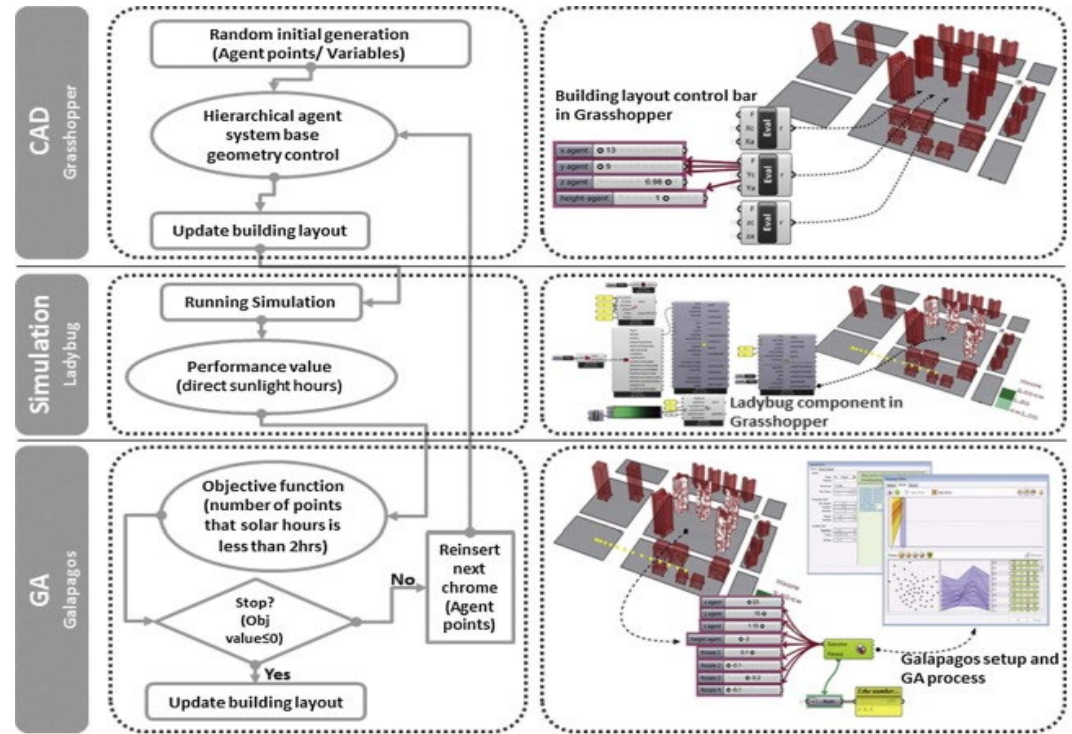
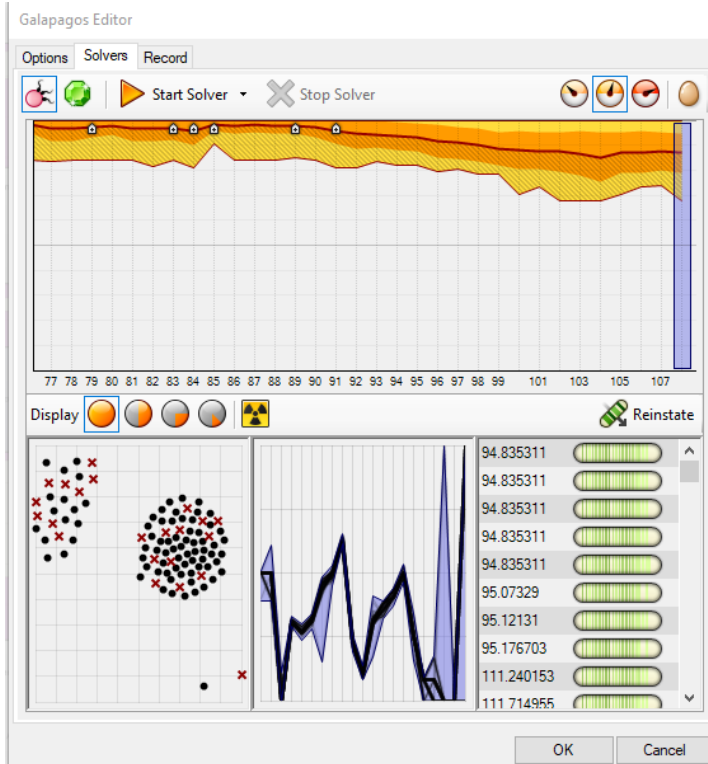
Prise en compte des critères de confort **lumineux, visuels, et acoustiques.**

Intégration d'évaluation de critères parfois contradictoires, essentielle pour la prise de décision dans un processus de conception

Développement de nos propres modules d'évaluation



Utilisation d'algorithmes évolutionnaires : algorithmes génétiques

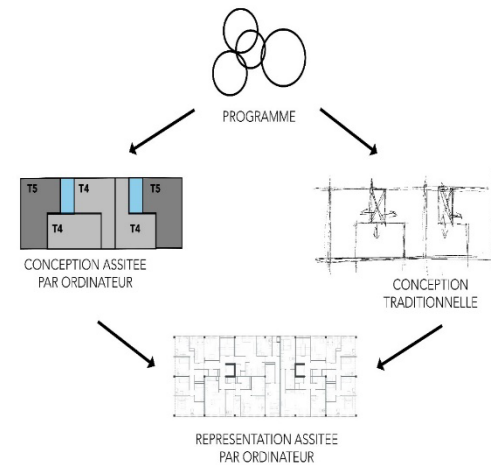
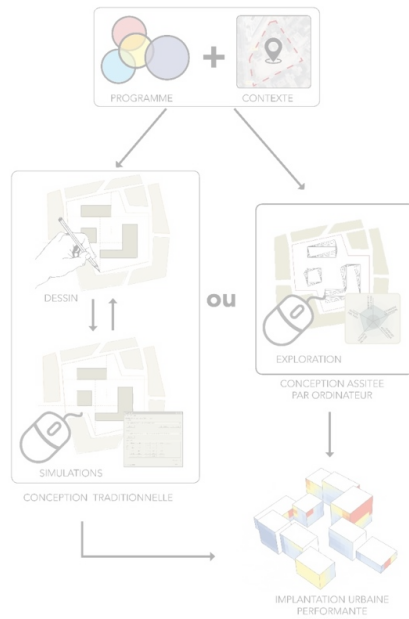


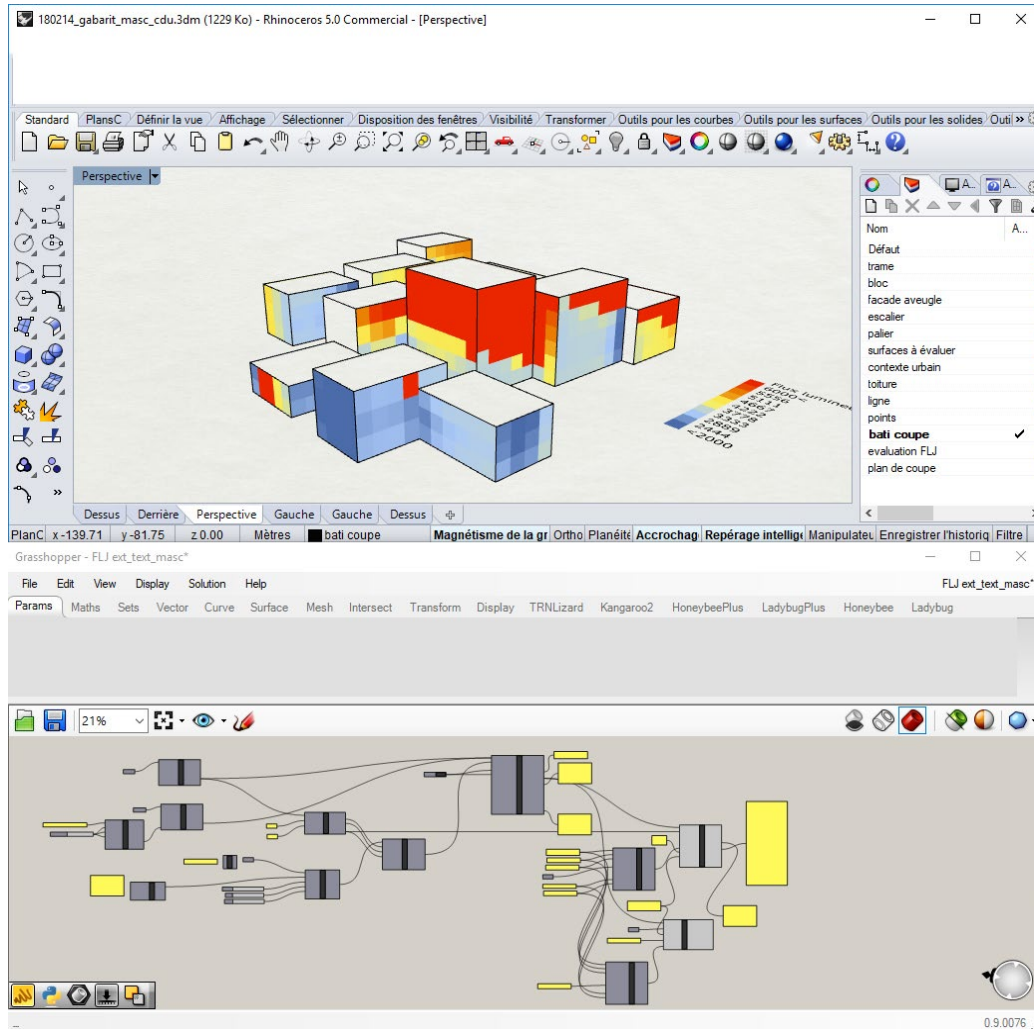
Utilisation d'outils existants dans l'environnement Rhino Grasshopper





xMUSE





Intégration des données du contexte

Contexte urbain : géométrie

Esquisse en 3D : géométrie générée ou importée

Résultats d'évaluation de critères de confort (vue, lumière, acoustique) en façade



MOTEUR
D'ALLOCATION
SPATIAL SOUS
CONTRAINTES




Trouver l'agencement répondant au mieux au programme demandé




1) EDITEUR DE PROGRAMME IMMOBILIER						
nom du programme	paris (renvoie au nom donnée dans l'éditeur d'espace du programme 1)					
Typologie d'appartements	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Pourcentage	30	20	15	15	10	10
Proportion de duplex	/	/	/	20	20	/
Proportion de loggia	/	/	50	50	50	50

6) EDITEUR D'ESPACES								
Typologie d'appartements	T1	T2	T3	T4	T5	T3''	T4''	T5''
Nombre de cubes "entrée"	1	1	1	1	1	1	1	1
Nombre de cubes "salon"	2	2	2	2	2	2	2	2
Nombre de cubes "chambre"	0	1	2	3	4	2	3	4
Nombre de cubes "salle de bain"	0	0	1	1	2	1	1	2
Nombre de cubes "cuisines"	1	1	1	1	1	1	1	1
Nombre de cubes "articulation"	0	0	1	1	2	1	1	2
Nombre de cubes "loggia"	0	0	0	0	0	1	1	1
TOTAL	4	5	8	9	12	9	10	13




Paramétrage du programme et typologies

CUBES INTERNES
Les cubes «espaces extérieurs internes» ne sont pas différenciés dans le programme 1.

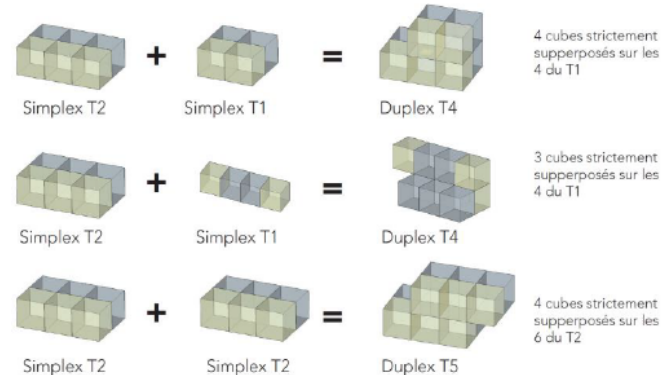
L CUBE «LOGGIA»
Plan:  Coupe:  

T CUBE «TERRASSE»
Plan:  Coupe:  

CUBES EXTERNES
Le cube «espace extérieur externe» n'existe pas dans le programme 1.

B CUBE «BALCON»
Plan:  Coupe:  

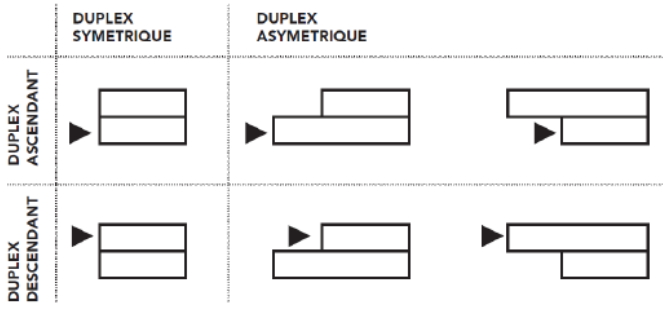
Agencement d'espaces extérieurs privatifs



DUPLEX SYMETRIQUE | **DUPLEX ASYMETRIQUE**

DUPLEX ASCENDANT

DUPLEX DESCENDANT



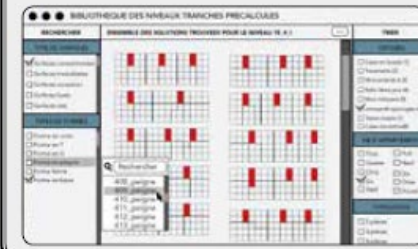
Agencement de duplex



MOTEUR D'ALLOCATION SPATIAL SOUS CONTRAINTES

PROGRAMME 1 : GÉNÉRATEUR DE SOLUTIONS 2D

ALGO 1: génération de plans d'agencement d'appartements rectiligne dans une forme rectangulaire



MOTEUR D'ALLOCATION SPATIAL SOUS CONTRAINTES

The top window shows a File Explorer view of the directory '1_waiting' containing files like '3_done', '180206_sorties', and '180219_test_masc'. The bottom window is a Command Prompt showing the execution of a model named 'BOUCLE 4' with various parameters such as 'Longueur 10', 'Largeur 5', and 'nb acces 1'.

The main window is an Excel spreadsheet titled 'GENEREATEUR D'UNE BIBLIOTHEQUE D'ESQUISSES FONCTIONNELLES 2D'. It contains several sections:

- 2) EDITEUR DE PLANS DE BASE:** A grid-based editor for floor plans with a legend for circulation (vertical/horizontal), facades with/without openings, and a drawing zone.
- 3) NOMBRE D'APPARTEMENTS PAR ETAGE:** A table for defining the number of apartments per floor.

Intervalle de	a
Longueur	6
Largeur	4
Nombre de cubes circulation	4
Nombre de cubes dans l'étage	20
Nombre de cubes plus petit appartement	0
Nombre de cubes plus grand appartement	12
- 4) PARAMETRES DES TEMPS DE CALCULS:** A table for calculation time limits.

Temps passé sans trouver de solutions mettant fin au calcul (secondes)	100
Limite temps de calcul par nombre d'appartements (secondes)	100

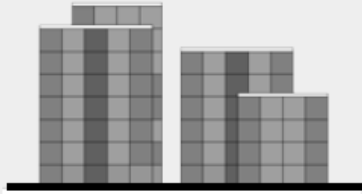
On the right side, there are six small diagrams labeled 'solution n 1' through 'solution n 6', each showing a different 2D floor plan layout. A 'Lancer les calculs pour ce plan de base' button is visible at the bottom of the editor.



MOTEUR D'ALLOCATION SPATIALE SOUS CONTRAINTES

PROGRAMME 2 : GENERATEUR DE SOLUTIONS 3D

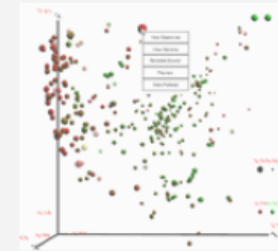
ALGO 2: optimisation de l'assemblage verticale de plans dans plusieurs formes rectangulaires



ALGO 3: optimisation de l'agencement de cellules fonctionnelles dans chaque appartements

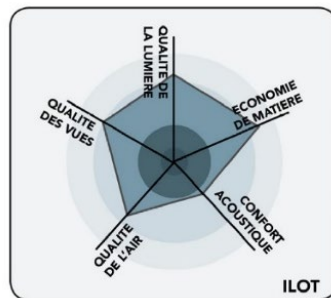
T1=1	A	+1	B	+2	C				
T2=1	A	+1	B	+2	C	+1			
T3=1	A	+1	B	+2	C	+2	D	+1	E
T4=1	A	+1	B	+2	C	+3	D	+1	E
T5=1	A	+1	B	+2	C	+4	D	+2	E
T3=1	A	+1	B	+2	C	+2	D	+1	E
T4=1	A	+1	B	+2	C	+3	D	+1	E
T5=1	A	+1	B	+2	C	+4	D	+2	E

ALGO 4: recherche d'esquisses fonctionnelles 3D d'îlots rectilignes significativement différents



1. Optimiser le programme immobilier en cherchant à placer un nombre d'appartements par typologie le plus proche des attentes de l'utilisateur

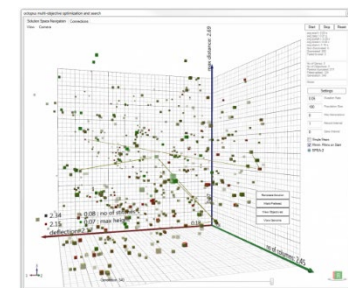
2. Optimiser l'agencement des appartements entre eux pour maximiser le confort intérieur



3. Optimiser l'agencement des pièces avec une matrice d'adjacence

	H	F	A	B	S	C	L	T	B
H									
F	3	0	3	0	-2	2	-3	-3	-3
A	0	2	0	0	2	-1	-1	-1	
B	-2	0	0	2	0	-2	-2	-2	
S				3	-3	2	1	1	1
C					3	0	-3	3	3
L						-1	3	2	2
T							3	0	0
B									0

4. Optimisation multicritère: qualité des agencements vs quantité programmatique



TEUR
OCATION
AL SOUS
RAINTES

The screenshot displays the software's interface, which is divided into several key sections:

- Spreadsheet (Left):** Contains program parameters and optimization criteria.

nom du programme	paris (renvoie au nom donnée dans l'éditeur d'espace du programme 1)					
Typeologie d'appartements	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Pourcentage	30	20	15	15	20	10
Proportion de duplex	/	/	/	20	10	/
Proportion de loggia	/	/	50	50	50	50

2) EDITEUR DE FONCTION D'OPTIMISATION	
Liste des fonctions disponible	Hierarchiser les critères (deux au choix)
nombre de murs extérieurs aux appartements	0
nombre d'appartements traversants (à maximiser)	1
nombre d'appartements mono-orientés (à minimiser)	0
nombre de pièces 3ème jour excédentaires (à minimiser)	2
nombre de cubes en façade supplémentaires (à maximiser)	0
nombre de murs séparant appartements (sans les façades) (à minimiser)	0
nombre d'axes séparateurs (à minimiser)	0
le critère de confort lumineux (à maximiser)	0
- 3D Visualizations (Right):** Shows multiple floor plan views of the apartment complex, color-coded to represent different apartment types and orientations. The views include a top-down perspective and a side elevation view.
- Parameters and Results (Bottom):** Displays various parameters like 'typeLogements', 'cube0', and 'traversant', along with a list of generated apartment units (e.g., S_arion_8_5_1_E_4_P_11_12_13_N_4) and their corresponding optimization results.



MOTEUR D'ALLOCATION SPATIALE SOUS CONTRAINTES

Des questions de recherches propres au développement de chaque outil

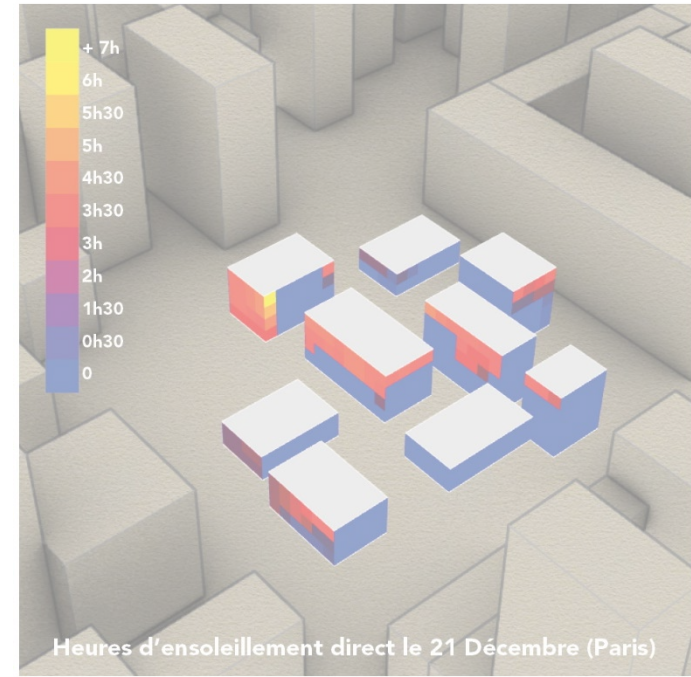
- *Echelle d'application, types d'espaces générés*
- *Méthodes d'évaluation, morphologie complexe et phase amont ?*
- *Prise en compte de programmes multifonctionnels*

Des questions générales sur l'application et la démocratisation de ce type d'outils

- *Interactions et évolutions des pratiques de conception ?*
- *La complexité des phases amonts*

Des perspectives de déploiement des outils

- *Des briques d'outils implémentées et applicables sur des projets réels*
- *Développement de nouvelles briques et chaînage des modules implémentés*
- *Alimentation de la recherche autour du développement des outils en lien avec les professionnels de la conception*




efficacity
www.efficacity.com

