



MORPHOLOGY



ENVIRONMENT



SUSTAINABILITY



HUMAN COMFORT



ACCÈS AU CIEL

*Design paramétrique au service du projet urbain*

Franck Boutté Consultants  
Aymeric de La Bachelerie – Rémi Babut – Camille de Gaulmyn

17/12/2018



# Franck Boutt<sup>é</sup> Consultants

Conception & Ingénierie environnementale

Life Cycle  
Analysis

Carbon  
footprint

Water resource  
management

Passive  
buildings

Solar shading  
systems

Air quality

Daylight

Energy  
management

HVAC systems

Thermal  
comfort

Green  
assessments

Solar analysis

Aeraulic  
studies

Morphology  
optimization

Natural  
ventilation

# CONTEXTE

## **Modélisation et évaluation au service des acteurs des villes et territoires de demain**

Axe 1 : Impacts sanitaires et environnementaux et confort des formes urbaines

Axe 2 : Performance énergétique des formes urbaines

Axe 3 : Planification Facteur 4 et articulation entre planification et orientations stratégiques énergie-climat des territoires

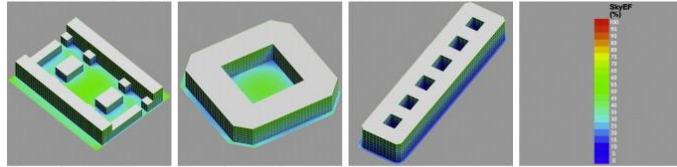
Axe 4 : Pratiques urbaines et numérique

Co-financement ADEME sur 3 ans : 2015 – 2018

# TERRAIN D'OPPORTUNITES



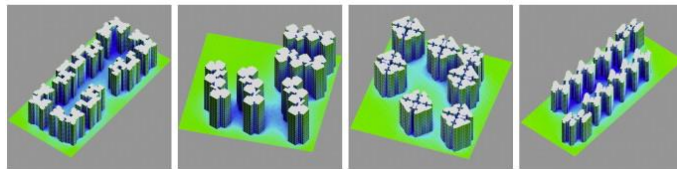
# QUELS INDICATEURS ?



Amsterdam 001

Barcelona 001

Paris 002

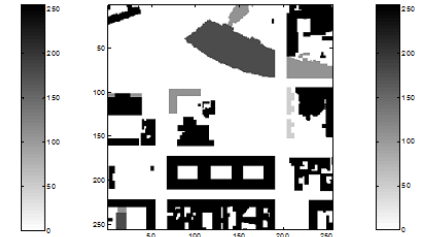
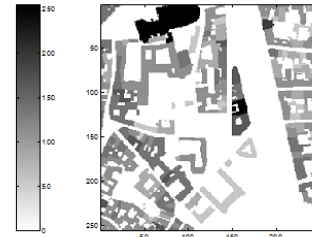
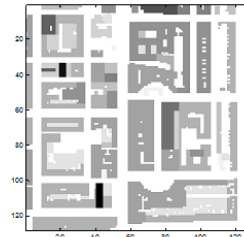
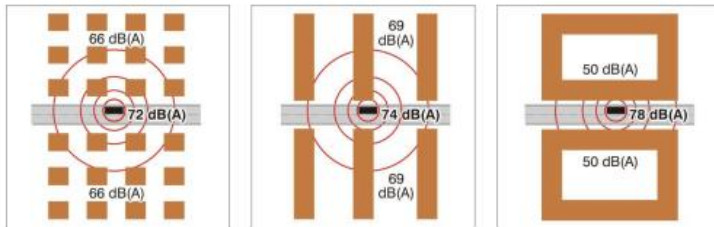
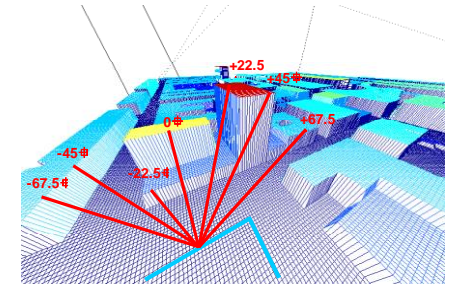
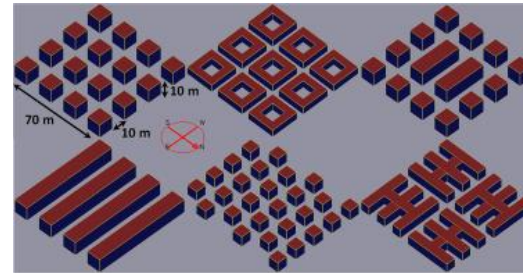
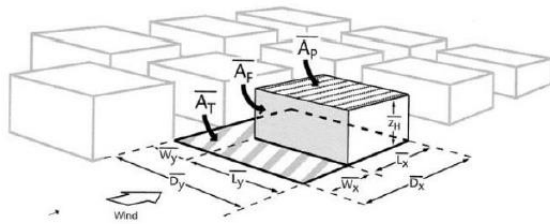
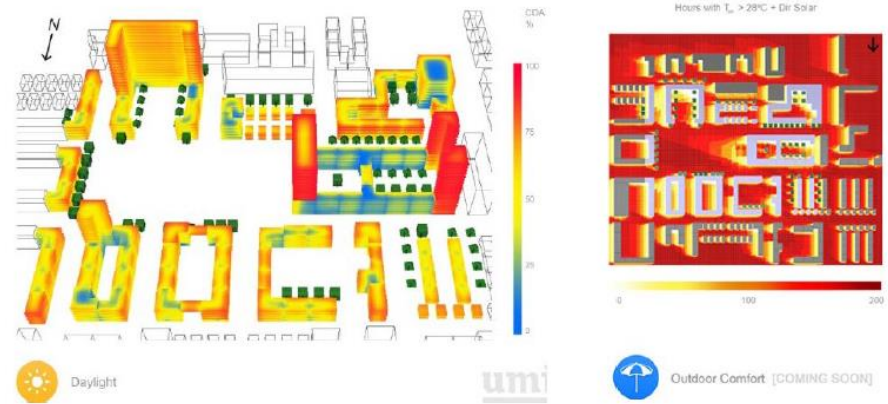


Precinct 002

Precinct 003

Precinct 004

Precinct 005

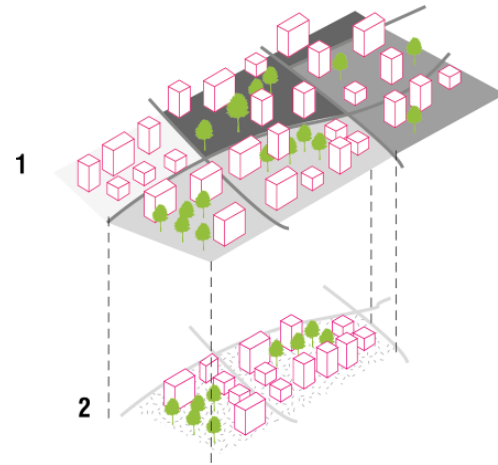
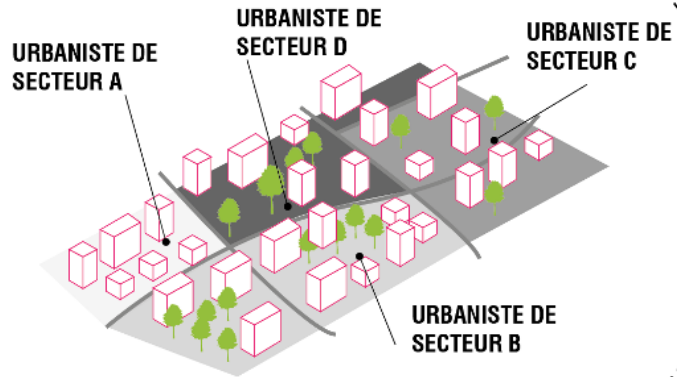


# QUEL PROCESSUS?



# QUEL PROCESSUS ?

## URBANISTE COORDONATEUR



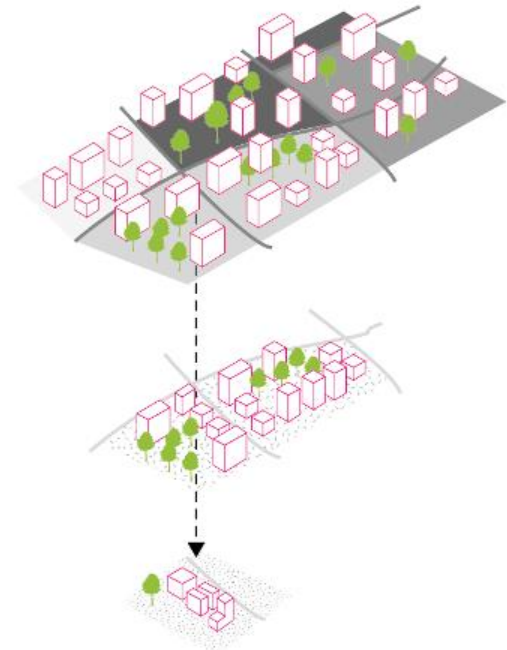
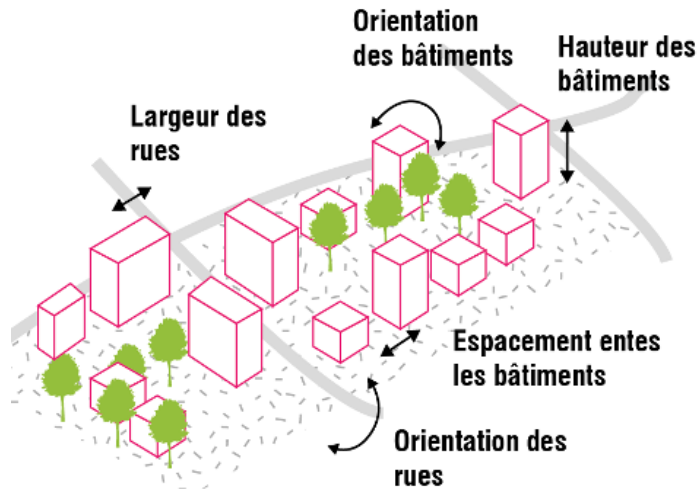
## Consommations



## Confort visuel



## Confort ...



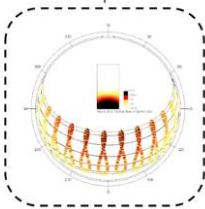


# QUELS OUTILS ?



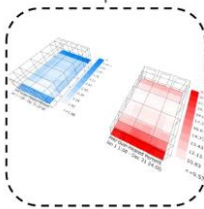
Ladybug

Climate Visualization + Analysis



Honeybee

Building Energy, Daylight + Comfort Modelling



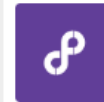
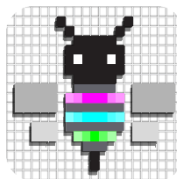
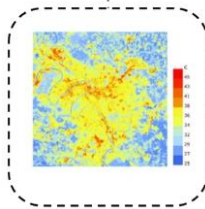
Butterfly

Airflow Modelling (CFD)



Dragonfly

Climate Modelling (heat island, climate change)



**Fologram**  
Build augmented reality apps in Rhino and Grasshopper



**Yellow**  
A set of tools for deforming , creating and subdividing meshes and also components for ease of working with voxels in Grasshopper .



**Mindesk AR/VR**  
Mindesk AR/VR component enables to use McNeel Grasshopper in Augmented and Virtual reality!



**Parakeet**  
Parakeet is a collection of tools to facilitate design process focusing in form finding and geometrical functions.



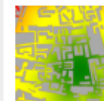
**NGon**  
Rhino Mesh NGon methods for Grasshopper



**JumpingFrogRobot**  
JumpingFrogRobot is a Grasshopper plugin which brings you interaction features between McNeel's Grasshopper and Autodesk Robot Structural Analysis.



**Kiwi3D**  
Isogeometric Analysis (IGA) - Meshfree FE for Grasshopper



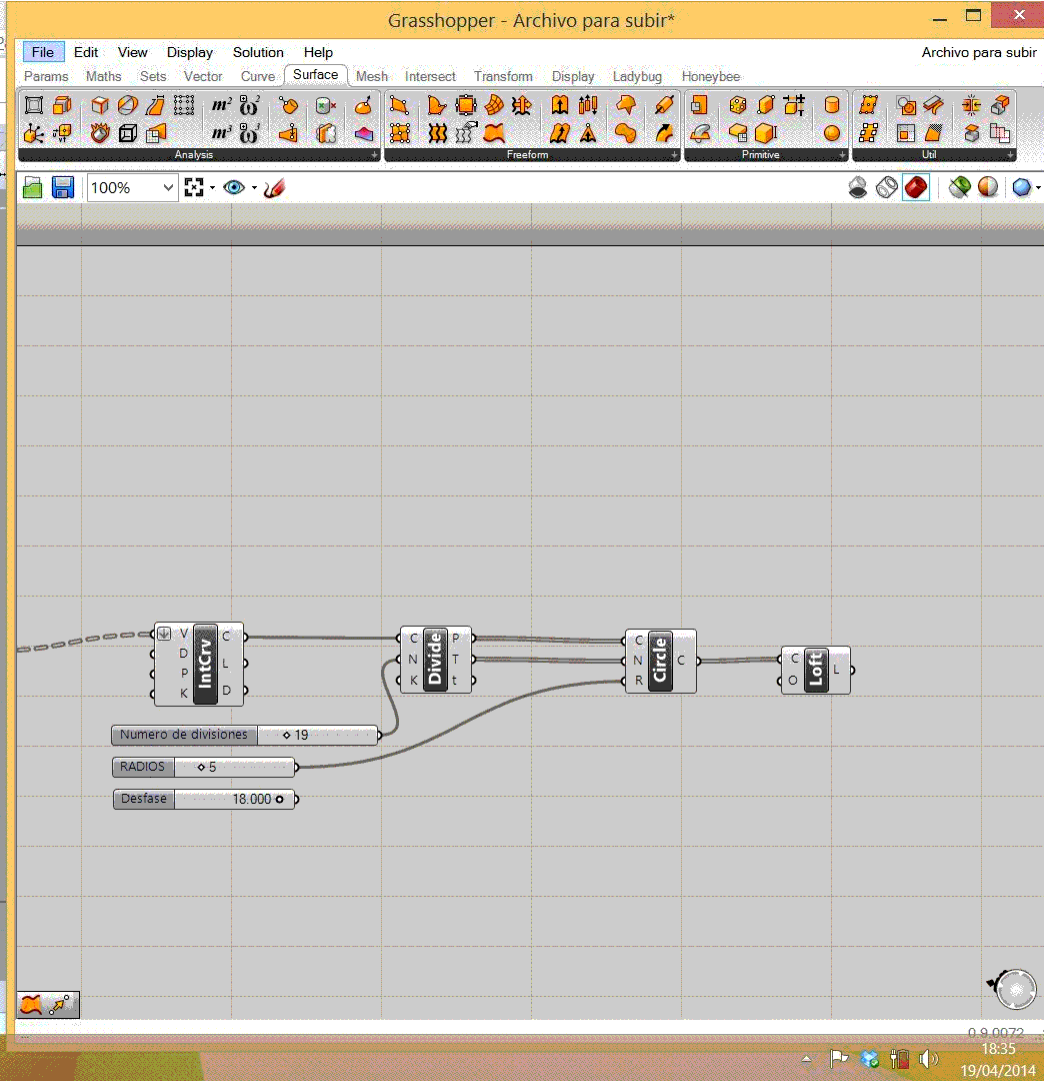
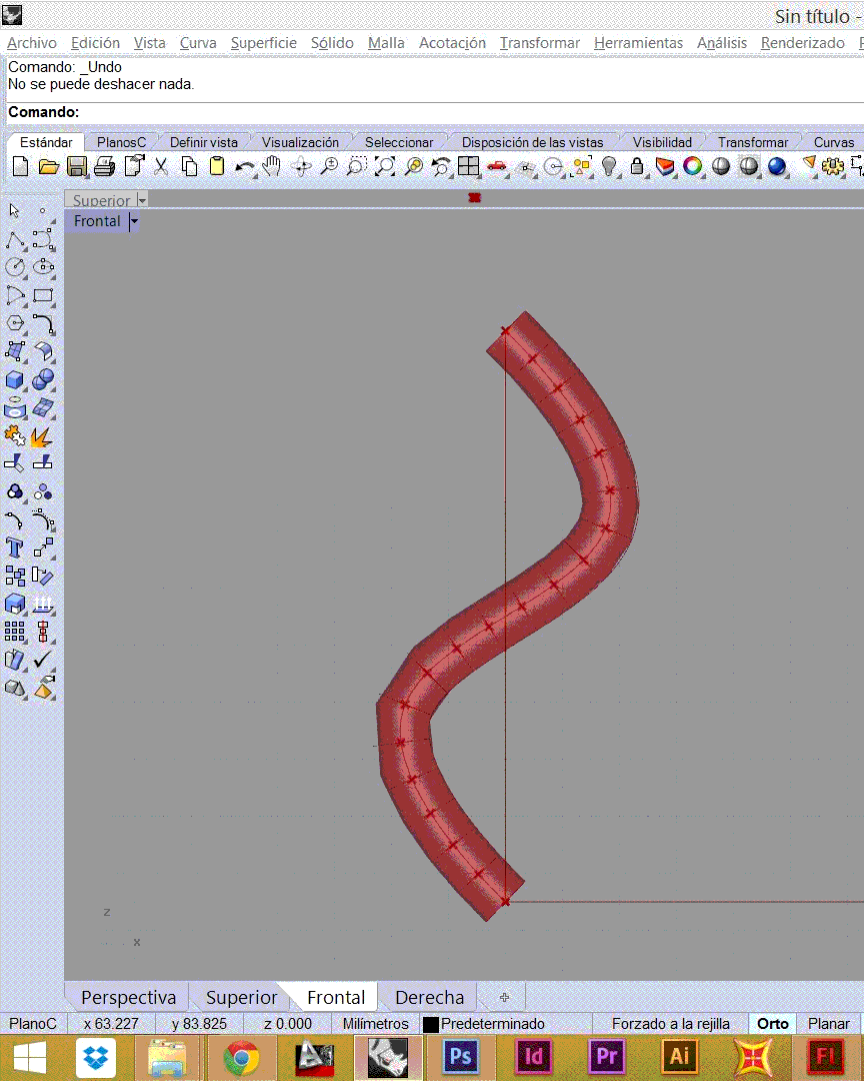
**SmartSpaceAnalyser**  
This is your place to download, learn and share everything about SmartSpaceAnalyser, our highly intuitive tool to perform spatial analysis.



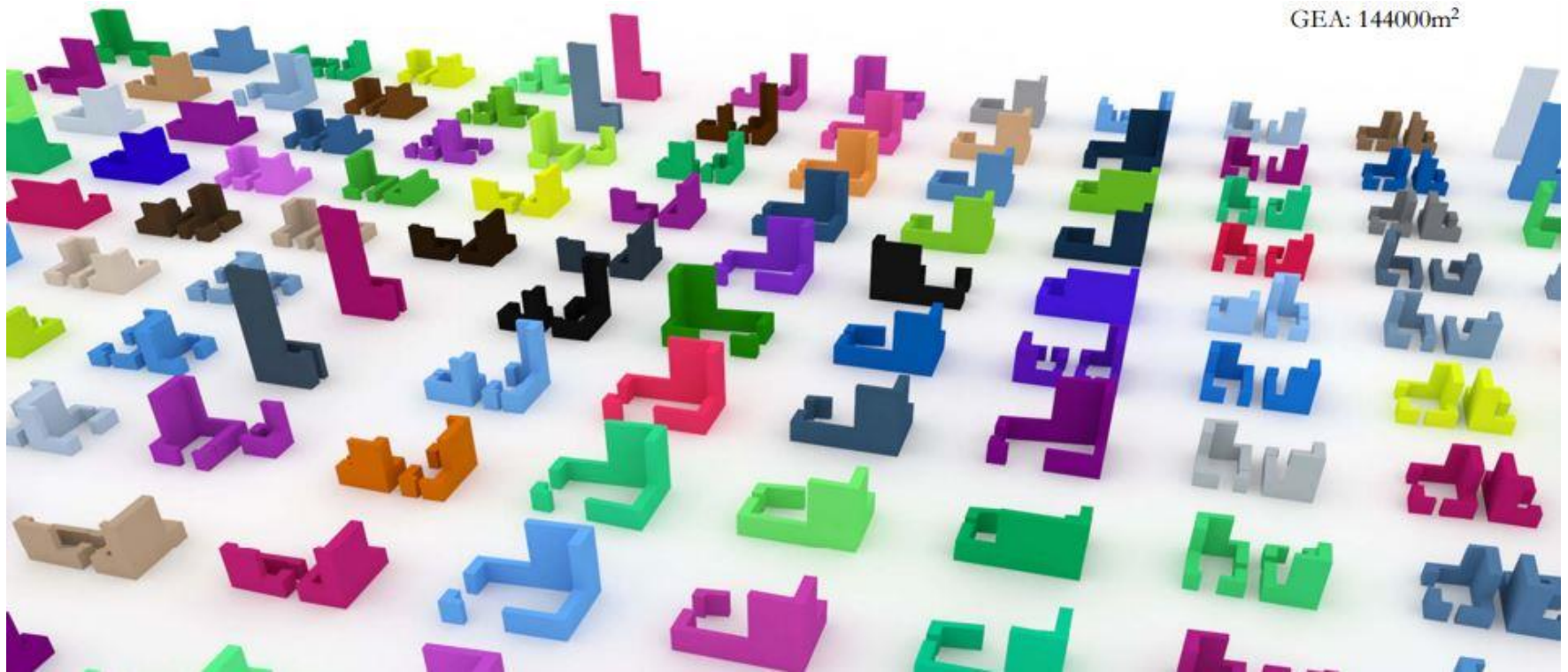
**Pufferfish**  
The Pufferfish is one of few animals which is capable of changing its shape. This plugin focuses on Tweens, Blends, Morphs, Averages & Interpolations.



# QUELS OUTILS ?

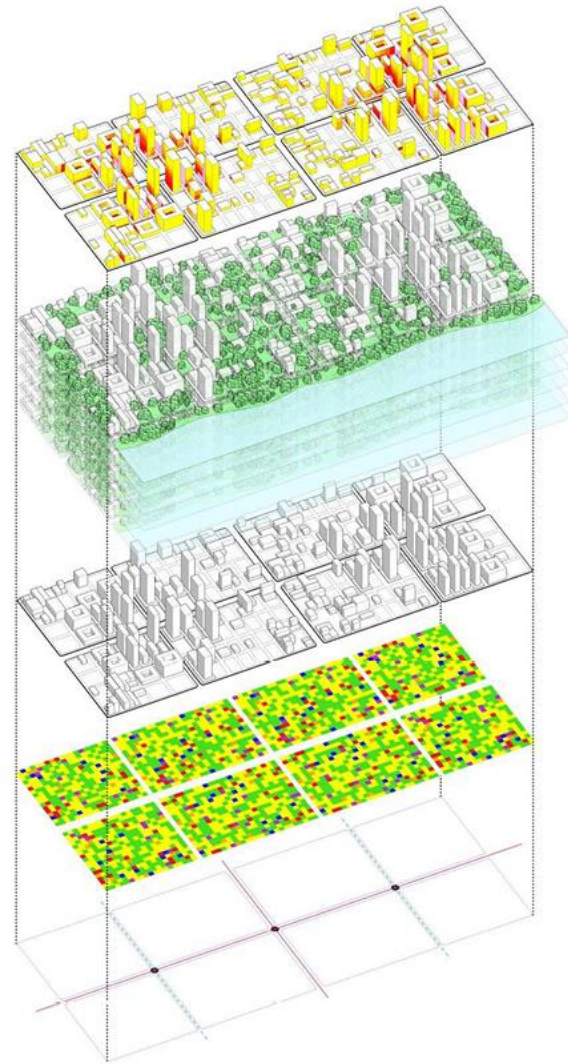
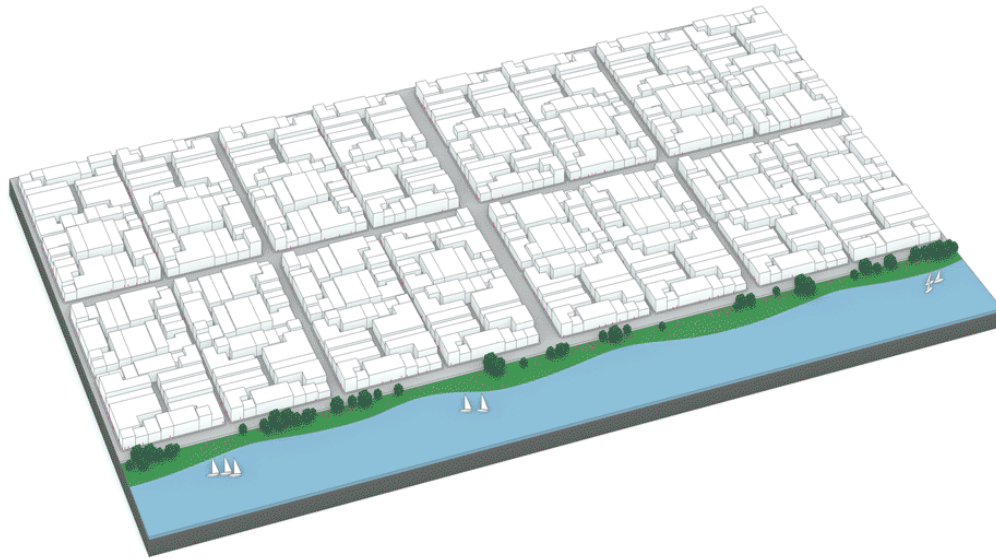
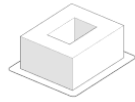
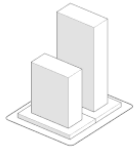


## QUELS OUTILS ?



*Classification des ilots générés automatiquement lors du processus de conception paramétrique, BlackWall, Ramboll, John Harding*

# QUELS OUTILS ?



Analysis

10,000+ Iterations

Geometry Generation

Input: Acitivities / Use

Input: Street Grid

*The Smart(er) City, KPF-UI*

# OBJECTIFS

**MESH - Morphology . Environment . Sustainability . Human confort**

Concevoir des outils **appropriables, réactifs et évolutifs**, d'aide à la décision à l'échelle de l'ilot

**Guider la conception** en vue d'une amélioration de la qualité environnementale

- **La morphologie urbaine comme porte d'entrée de la conception**

→ *Comment évaluer la qualité environnementale des formes urbaines par des indicateurs quantitatifs simples? Pour des formes urbaines peu définies et par des approches multicritère.*

- **Les processus opérationnels de l'aménagement**

→ *A quel moment du processus opérationnels ces indicateurs doivent ils être évalués?*

→ *Comment cette évaluation s'articule t elle avec une conception « sensible »?*

- **Conception paramétrique, processus de génération et d'évaluation**

→ *Comment la conception paramétrique peut-elle nous aider à prendre les bonnes orientations dès le début du projet?*

# ÉQUIPE

Aymeric  
DE LA BACHELERIE

Rémi  
BABUT

Camille  
DE GAULMYN

**Franck Boutté**  
Consultants  
Conception & Ingénierie Environnementale

Svetla HRISTOVA  
Antonin ROTH  
Nicolas SERGENT



Jean-Marie CARIOLET  
Katia LAFFRECHINE  
Denis MORAND  
Margot PELLEGRINO

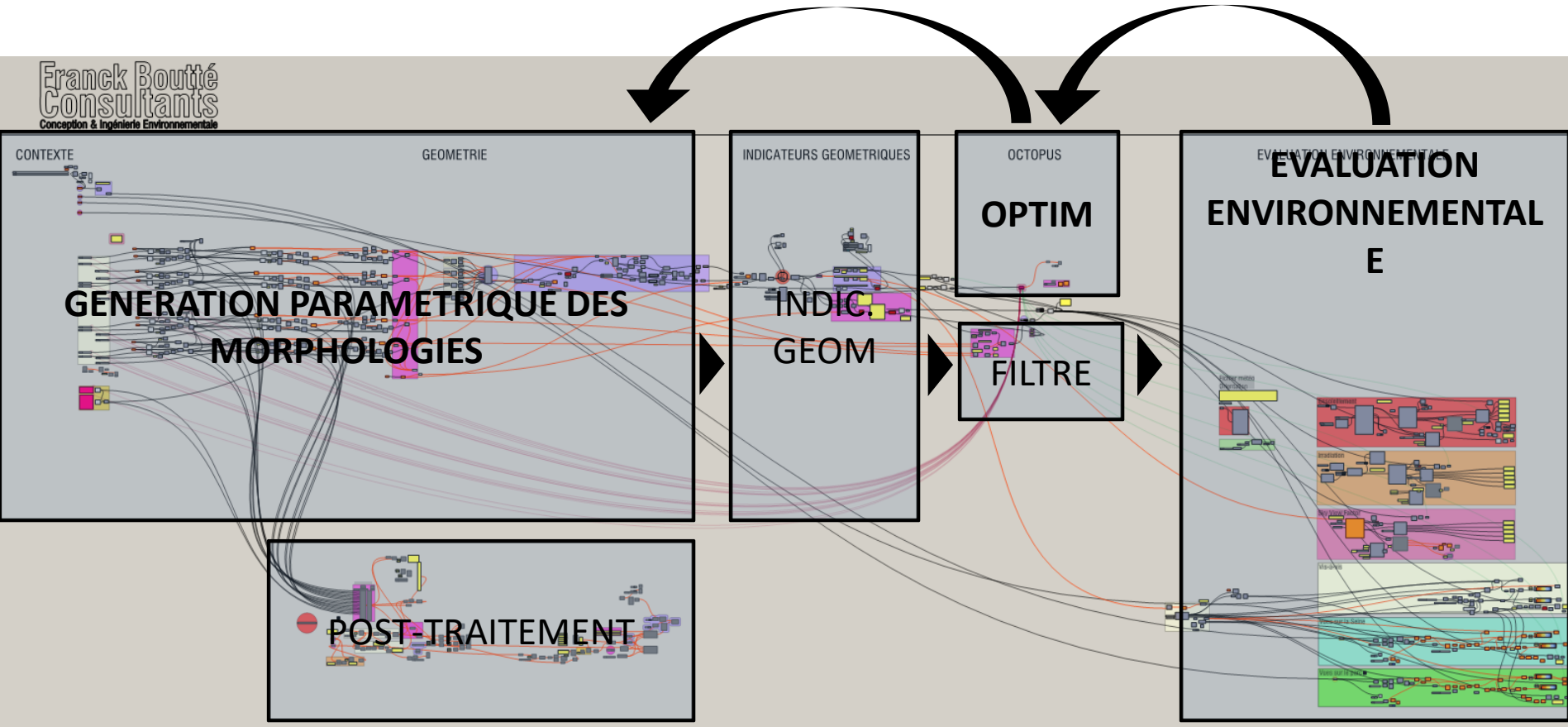
@immaginoteca

Francesco CINGOLANI

# **DÉVELOPPEMENT SCIENTIFIQUE**

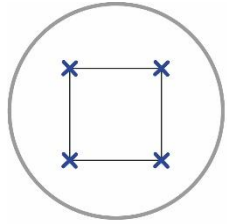
# AXES DE RECHERCHE

**Franck Boutté**  
Consultants  
Conception & Ingénierie Environnementale

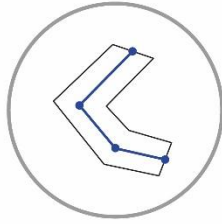




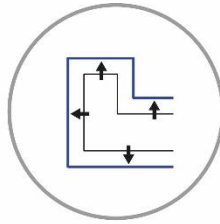
# 1 / GENERATION PARAMETRIQUE DES FORMES



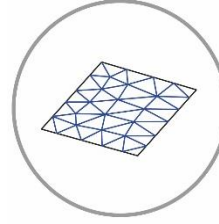
*Prédéfinie*



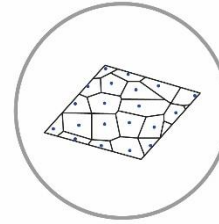
*Squelette 2D*



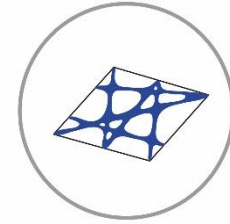
*Offset*



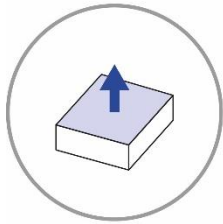
*Maillage*



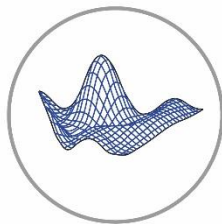
*Voronoi*



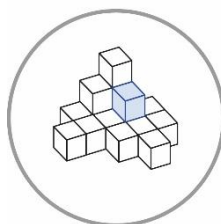
*Wool thread*



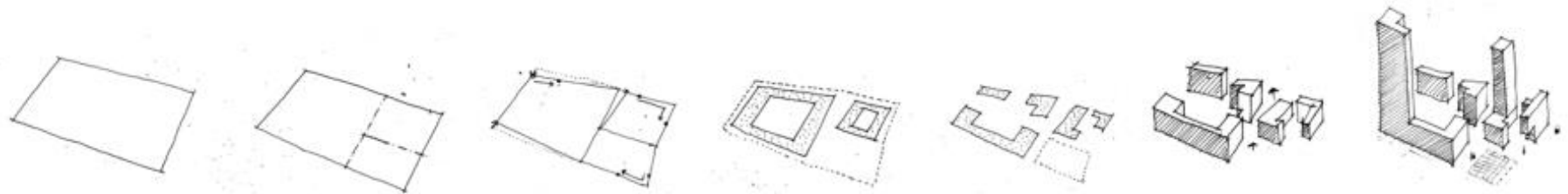
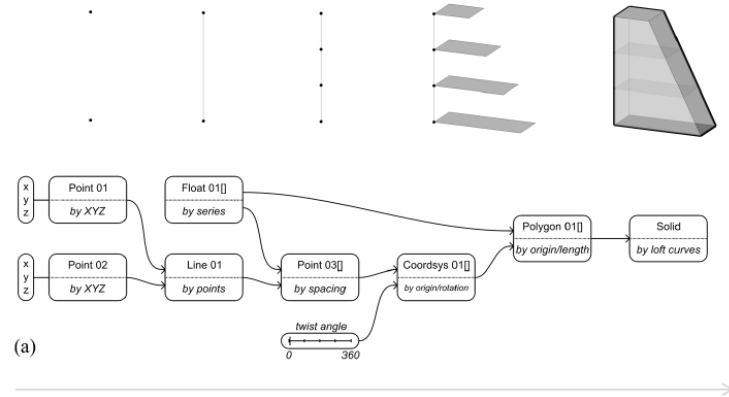
*Extrusion*



*Nappe*

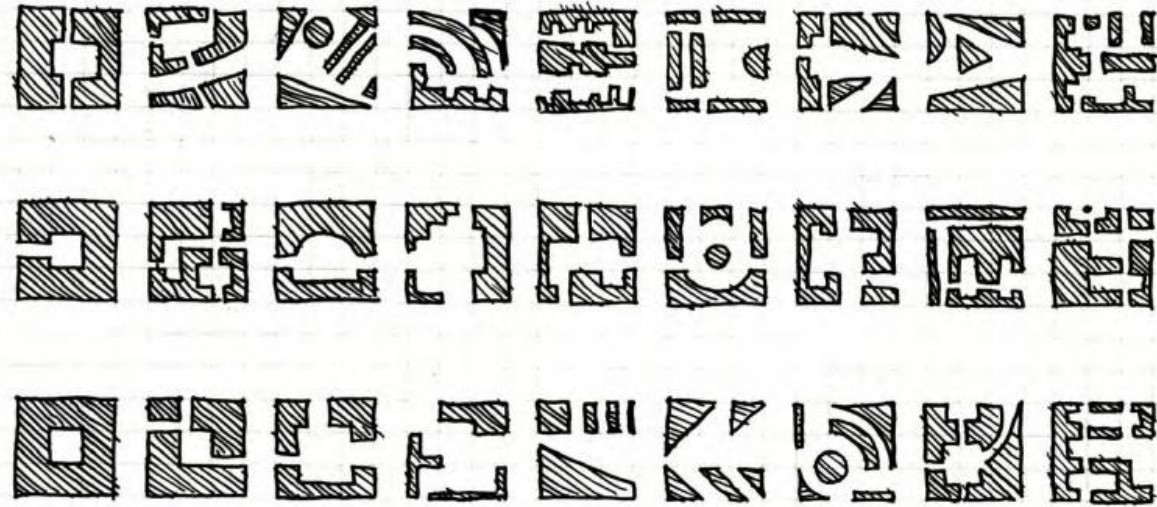


*Voxel*



# 1 / GENERATION PARAMETRIQUE DES FORMES

GENERIQUE



SPECIFIQUE

**LEVEL OF ANALYSIS**

**CRITERIA**

- TEMPERATURE
- HOT
- COLD
- AREA
- CIRCULATION
- SITE

TEMPERATURE	HOT	COLD
MIN	MIN	MAX
MIN	MIN	MIN

**DESIGN**

I. Floor plan 1-3

II. Floor plan 1-3

## 2/ EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

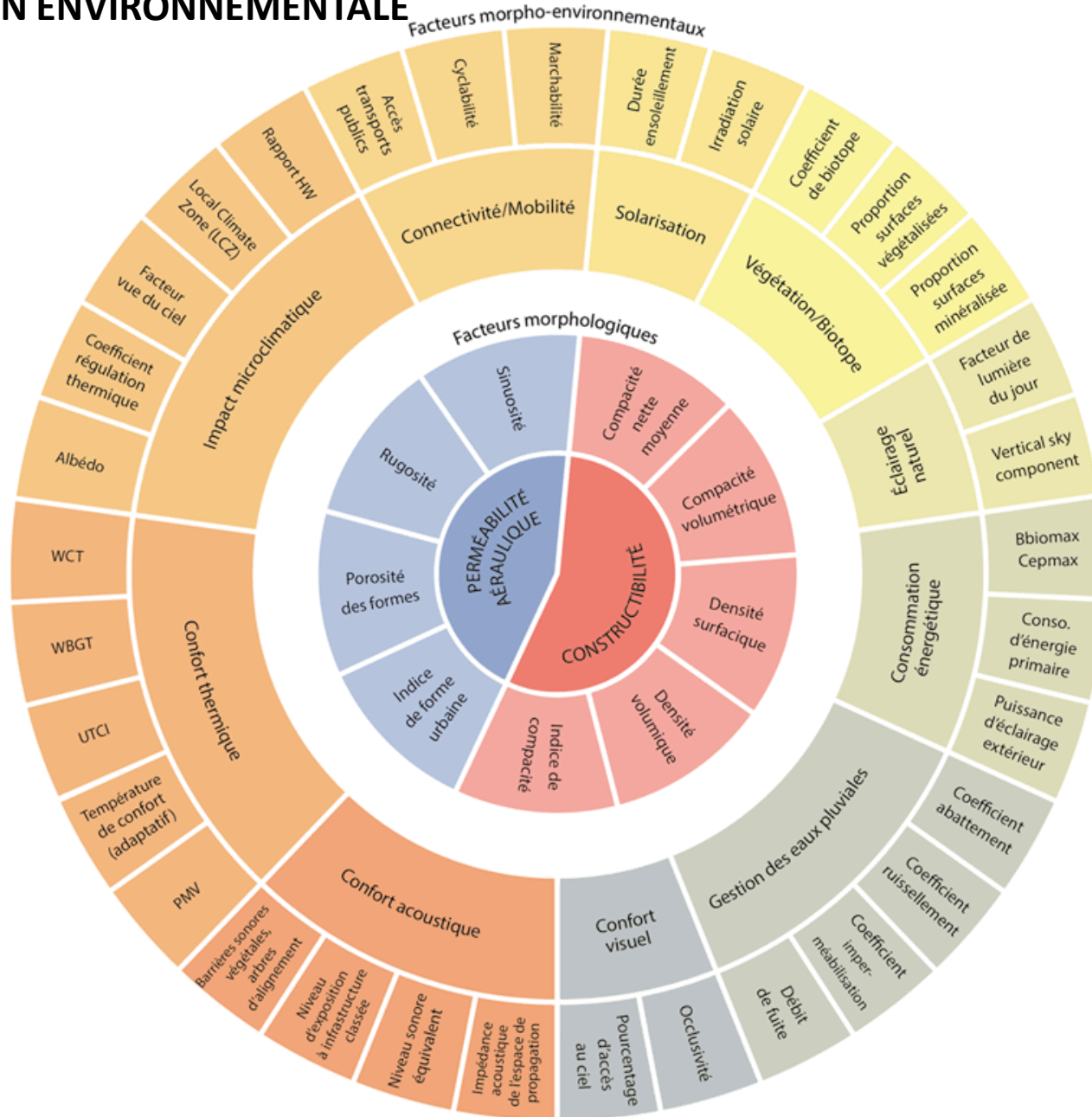
ALBEDO		B, S, EP
Unité	Sans unité [0, 1]	
Description	Indicateur correspondant au pouvoir de réflectivité des matériaux de surface vis-à-vis du rayonnement solaire.	
Finalité	Évaluer la contribution du pouvoir de réflectivité des matériaux de surface au microclimat et l'impact sur les ambiances urbaines (confort visuel, confort thermique, ...).	
Méthode évaluation / mode de calcul	$\alpha_{eq} = 1 - \frac{\Phi_{abs}}{\Phi_{gl\_in}}$ <p><math>\Phi_{abs}</math> : flux solaire absorbé après multi-réflexion  <math>\Phi_{gl\_in}</math> : flux global incident</p>	
Seuils / cible		
Indicateurs liés		
Remarque	<p>L'albédo peut être corrélé à la couleur des matériaux. Par exemple, les toitures peintes revêtements blancs ont une forte réflectivité, pouvant atteindre 72 %, contre 26 % pour les toitures noires (Athemena, 2012). Des études ont montré que des façades peintes blanches peuvent atteindre des températures supérieures de 7°C par rapport à celles peintes en noir. Une étude menée dans le désert d'Arizona a également démontré que les toitures blanches avec un albédo de 0.75 étaient jusqu'à 20°C plus froides que les toits gris (albédo de 0.30) et jusqu'à 30°C plus froides que les toits sombres.</p> <p>Par ailleurs, la température de l'air à l'intérieur des bâtiments, pendant une journée d'été, peut être abaissée de 4°C en changeant l'albédo des surfaces de 0.25 à 0.40 dans les climats chauds. Une augmentation de 1% d'albédo peut diminuer de 8.8% l'intensité d'îlot de chaleur urbaine (Tsoka, 2011). En effet, une étude a pu montrer que l'augmentation de l'albédo à 0,65 sur des bâtiments revêtus de béton permet de diminuer la température de l'air à l'intérieur des bâtiments de 1°C.</p>	
Références	<p>Athemena, K., 2012. Modélisation et simulation des microclimats urbains : étude de l'impact de la morphologie urbaine sur le confort dans les espaces extérieurs. Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes</p> <p>M. Santamouris, A. Synnefa &amp; T. Karlessi. Using advanced cooling materials in the urban built environment to mitigate heat islands and improve thermal comfort conditions. Solar Energy, vol. 85, 2011, pp. 101-110.</p> <p>Tsoka, S., 2011. Relations entre morphologie urbaine, microclimat et confort des piétons : analyse des écoquartiers. ENSA Nantes - École nationale supérieure d'architecture de Nantes.</p>	

i52 Energie blanche		B
Unité	kWh/an [0, ...]	

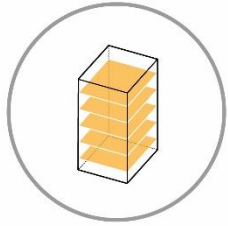
i1 ALBEDO		B, S, EP
Unité	Sans unité [0, 1]	

i3 FACTEUR DE VUE DU CIEL (SKY VIEW FACTOR)		Q, EP
Unité	% [0, 100]	
Description	Le facteur de vue du ciel (SVF) représente la part du ciel hémisphérique (en pourcentage) visible depuis une surface.	
Finalité	<p>Cet indicateur joue un rôle important dans la modification des phénomènes microclimatiques à l'échelle urbaine comme l'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU), (Hämmerle 2011). En effet, il caractérise le coefficient d'ouverture ou de porosité d'une forme urbaine au rayonnement infrarouge. En d'autres termes, une surface ayant un facteur de vue du ciel élevé sera plus à même de rayonner vers la voûte céleste et de se décharger pendant la nuit de la chaleur accumulée pendant le jour.</p> <p>Le SVF joue un rôle important en climatologie (Oke 1987, Holmer et al 2001) et en biométéorologie (VDI 1998, Matzakis 2001). C'est un des paramètres principaux dans la modélisation de l'ICU (Unger 2004) et peut être lié à l'aérodynamique urbaine (Liu, 2016).</p>	
Méthode évaluation / mode de calcul	<p>Le facteur de vue du ciel est calculé comme le facteur de forme entre la surface d'évaluation et les surfaces de l'hémisphère du ciel non masquées.</p> <p>Dans le cas d'une rue canyon, le facteur de vue des façades (WVF) vaut :</p> $WVF = 0.5(\sin^2 \theta + \cos \theta - 1)(\cos \theta)^{-1}$ <p>Avec <math>\theta = \tan^{-1}(\frac{H}{0.5W})</math>, H étant la hauteur des bâtiments de la rue canyon et W la largeur de la rue.</p> <p>On a alors :</p> $SVF = 1 - 2 * WVF$ <p>De nombreux modèles permettent de calculer le facteur de vue du ciel pour des morphologies urbaines plus complexes. Ils reposent sur des méthodes de calcul ou de mesures photographiques de type « Fish-eye » ou de lancer de rayon et la résolution dépend de la discrétisation plus ou moins fine du ciel. Compagnon, R. (2004) indique que le SVF peut être calculé par un simple calcul de radiation (ou d'illuminance) avec un ciel uniforme sans réflexion (par le logiciel Radiance par exemple).</p>	
Seuils / cible		
Indicateurs liés		
Remarque	<p>Ne pas confondre avec le facteur d'accès au ciel ou la part visible du ciel depuis un point, de la traduction « Sky Exposure Factor » (SEF) Voir fiche indicateur i4</p> <p>Des variations du SVF peuvent produire des amplitudes de variations de 7°C sur l'effet d'ICU. (Oke 1981 ; Oke et al. 1991 ; Chapman et al. 2001a). La corrélation entre l'ICU et le SVF en zone dense est forte (R²=0.78) d'après une campagne de mesure réalisée par Svensson (2004).</p>	
Références	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chapman, L., Thornes, J. E. &amp; Bradley, A. V. (2001a) Rapid determination of canyon geometry parameters for use in surface radiation budgets. Theor. Appl. Climatol. 69: 81-89.</li> <li>- Compagnon, R. (2004). Solar and daylight availability in the urban fabric. Energy and Buildings, 36(4), 321-328. Oke, T. (1981) Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. J. Climatol. 1: 237-254.</li> <li>- Svensson, M. K. (2004). Sky view factor analysis – implications for urban air temperature differences. Met. Apps. 11: 201-211. doi:10.1017/S1350482704001288</li> <li>- Hämmerle M., et al. (2011) Introducing a script for calculating the sky view factor used for urban climate investigations, Acta climatologica et chorologica, Universitatis Szegediensis, Tomus 44-45, 2011, 83-92</li> </ul>	

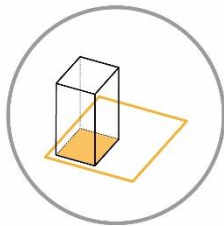
## 2/ EVALUATION ENVIRONNEMENTALE



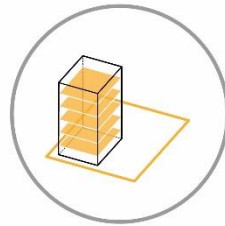
## 2/ EVALUATION ENVIRONNEMENTALE



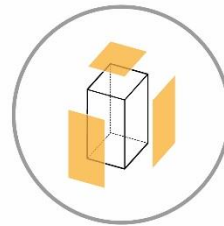
*Surface de  
plancher*



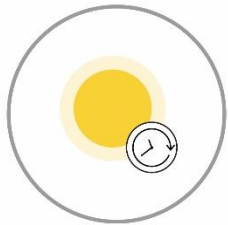
*Emprise  
au sol*



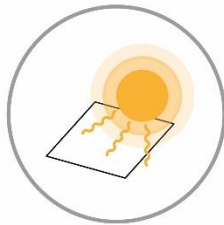
*COS*



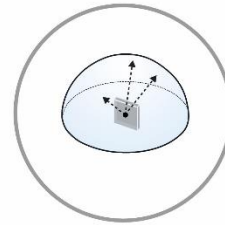
*Compacité*



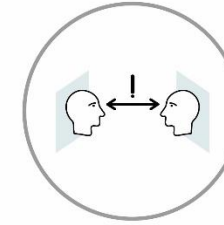
*Durée  
d'ensoleillement*



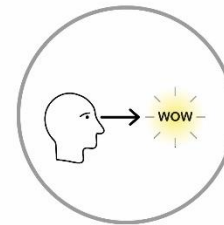
*Irradiation*



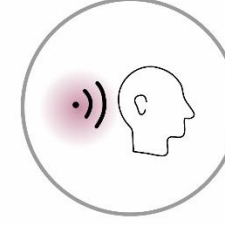
*Accès au ciel*



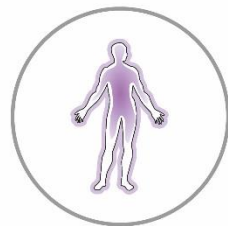
*Vis-à-vis*



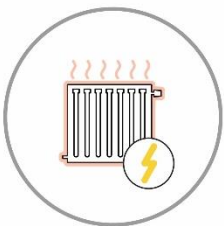
*Vues*



*Confort  
acoustique*



*Confort  
thermique*



*Besoins de  
chauffage*



*Marchabilité*

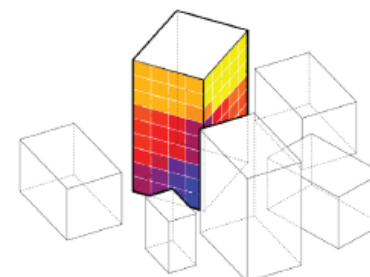
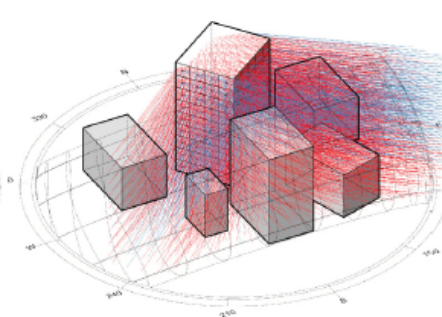
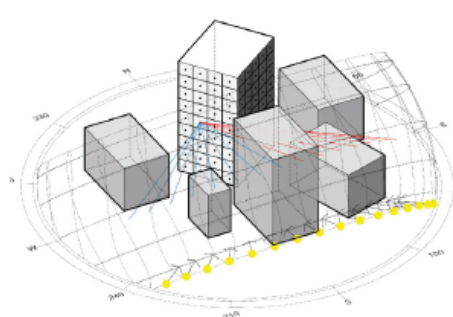
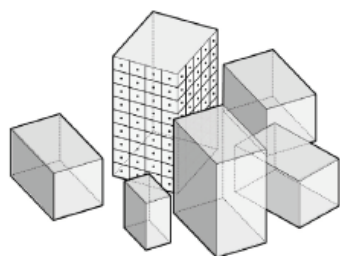
## Description

Cet outil permet de calculer le nombre d'heures d'ensoleillement reçu en un point pour une période donnée. Il peut être considéré comme un indicateur de confort pour des logements par exemple, gage du confort visuel et de la bonne solarisation des baies donnant sur les séjours, contribuant également à la réduction des consommations énergétiques pour le chauffage.

L'indicateur regardé est principalement la durée d'exposition des façades au rayonnement direct le 21 décembre, jour le moins lumineux de l'année avec l'enjeu de maximiser l'éclairage naturel direct. Toutefois, cet outil peut-être utilisé pour examiner l'impact d'un bâtiment sur la solarisation du voisinage. Lorsque la résolution de la grille d'analyse est très fine ainsi que le pas de temps, le résultat obtenu correspond à un calcul d'ombres portées.

## Données d'entrée

- Surfaces d'étude (façade ou toitures des bâtiments de la zone d'étude, espaces publics)
- Contexte : Tout masque solaire
- Finesse du maillage d'analyse: distance maximum en mètres entre deux points d'étude. Prise par défaut égale à 3 m.
- Pas de temps (pris par défaut égal à 1 h)
- Fichier météo du site au format .epw: seules les données de localisation (latitude et longitude) sont prises en compte. Elles permettent de tracer la course du soleil.
- Période d'analyse



## IRRADIATION

## VIS-À-VIS

### Description

Cet outil permet d'évaluer l'irradiation des espaces urbains. On peut utiliser le capteur pour rayonner l'énergie considérée à partir d'un point de vue urbain.

NB: Pour les plans de Radiancia

### Description

Cet outil permet d'évaluer l'exposition d'une façade ou d'un volume de bâtiment.

Il y a vis-à-vis d'une façade ou d'un volume de bâtiment.

En plus de la distance, l'outil permet d'évaluer la visibilité moyenne de vue.

## EXPOSITION À UNE VOIE BRUYANTE

### Description

Cet outil permet d'évaluer les nuisances sonores de l'environnement.

Les conditions de niveau sonore sont de 30 mai 1998.

Parallèlement à la cartographie de la pollution sonore.

Conformément à la réglementation, l'outil permet de prendre en compte les nuisances sonores de l'environnement.

## VUES SUR UN ESPACE QUALITATIF

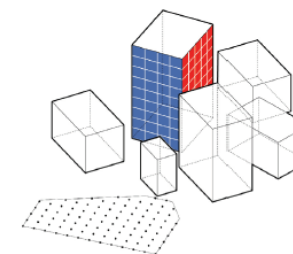
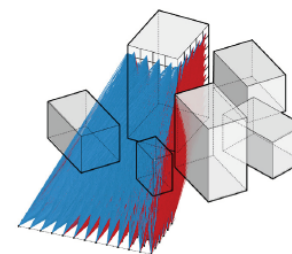
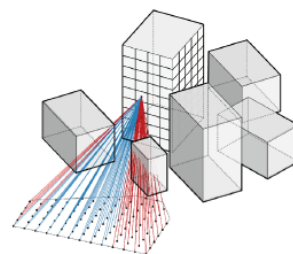
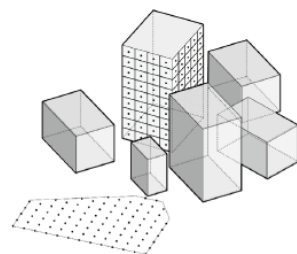
### Description

Cet outil permet d'évaluer le pourcentage de points d'une façade offrant une vue sur un ensemble de points d'intérêt qualitatifs, paysagers ou touristiques (parc, fleuve, monument, etc.). Lorsqu'un logement offre des vues vers un point d'intérêt, sa valorisation peut en être fortement accrue.

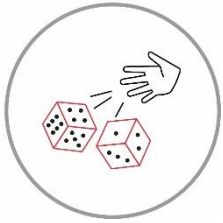
Cet outil peut également être utilisé dans l'autre sens pour caractériser l'exposition des façades du projet d'intérêt à une zone de passage et ainsi évaluer l'impact visuel du projet pour des riverains. Il s'agit alors de répondre à la question: depuis quelle rue ou depuis quel monument ai-je une vue sur le nouveau projet et qu'est ce que je donne à voir?

### Données d'entrée

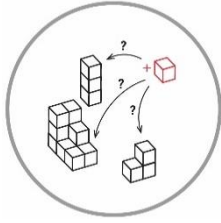
- Surfaces d'étude (façade des bâtiments de la zone d'étude)
- Contexte : Tout obstacle entre la façade et le point d'intérêt
- Finesse du maillage d'analyse: distance maximum en mètres entre deux points d'étude. Prise par défaut égale à 3 m.
- Points, surfaces ou volumes d'intérêts: maillage permettant d'obtenir dans tous les cas un nuage de points cibles. La précision du calcul dépendra de la densité du maillage.
- La distance au point d'intérêt peut être également ajoutée comme paramètre de cette évaluation.



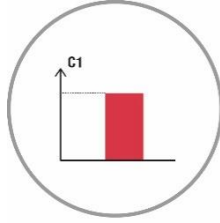
### 3/ OPTIMISATION - CHOIX



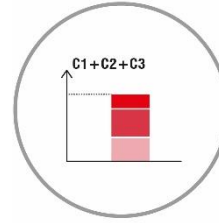
*Aléatoire*



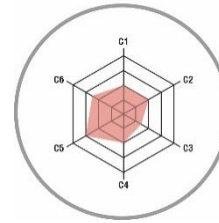
*Méthode  
additive*



*Monocritère*



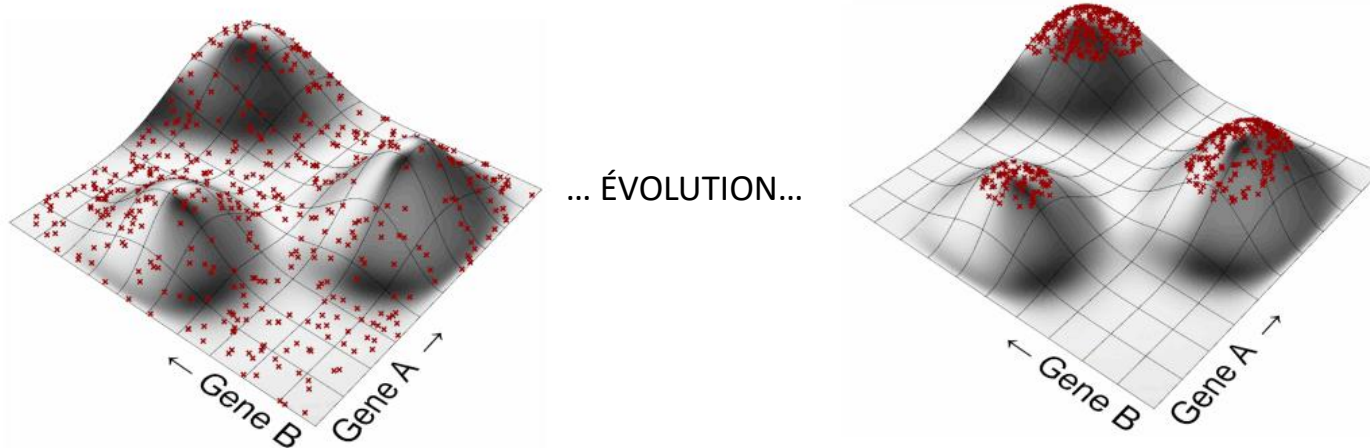
*Multicritère  
agrégé*



*Multicritère  
robuste*



*Interactif*



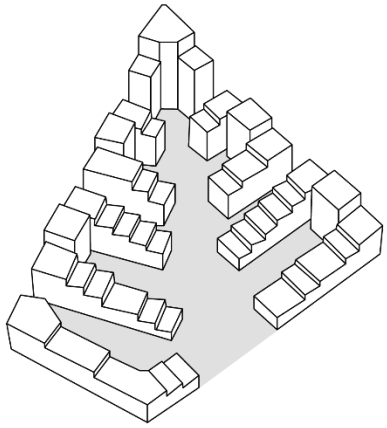
#### **Méthode de population:**

des individus sont déployés dans l'espace de recherche  
et y évoluent à chaque itération de l'algorithme

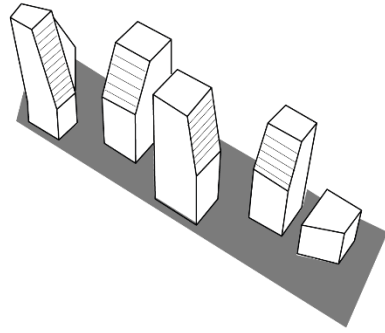
**Analogie avec la génétique et la sélection naturelle:**  
géniteurs, croisement entre parents, mutation, survie....



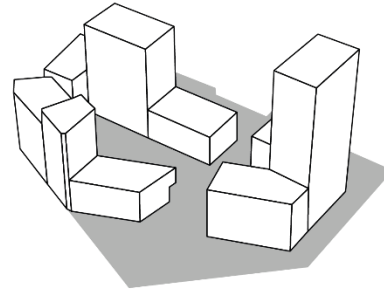
# **DÉVELOPPEMENTS OPERATIONNELS**



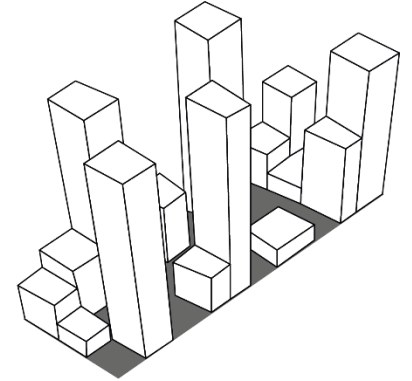
*Ivry Confluences*  
4G



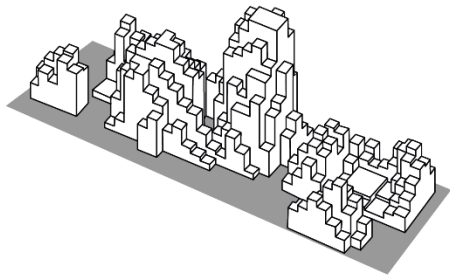
*Ivry Confluences*  
3I 3N



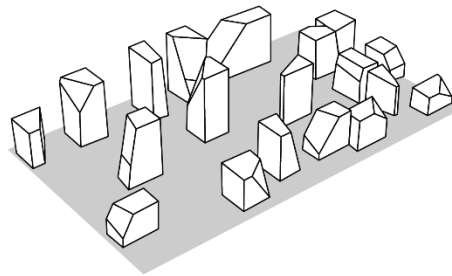
*Ivry Confluences*  
SG 3G 3I



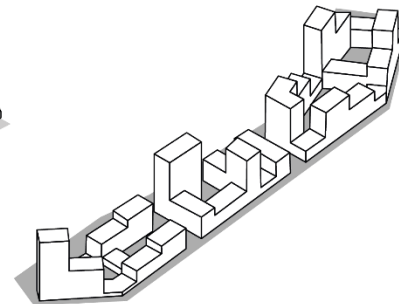
*Ivry Confluences*  
3N



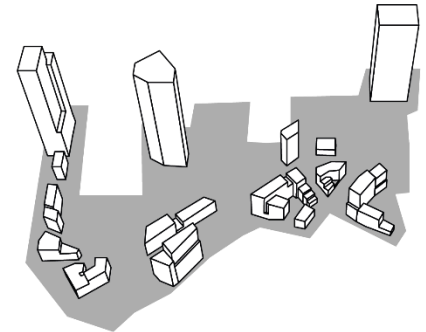
*Pleyel*



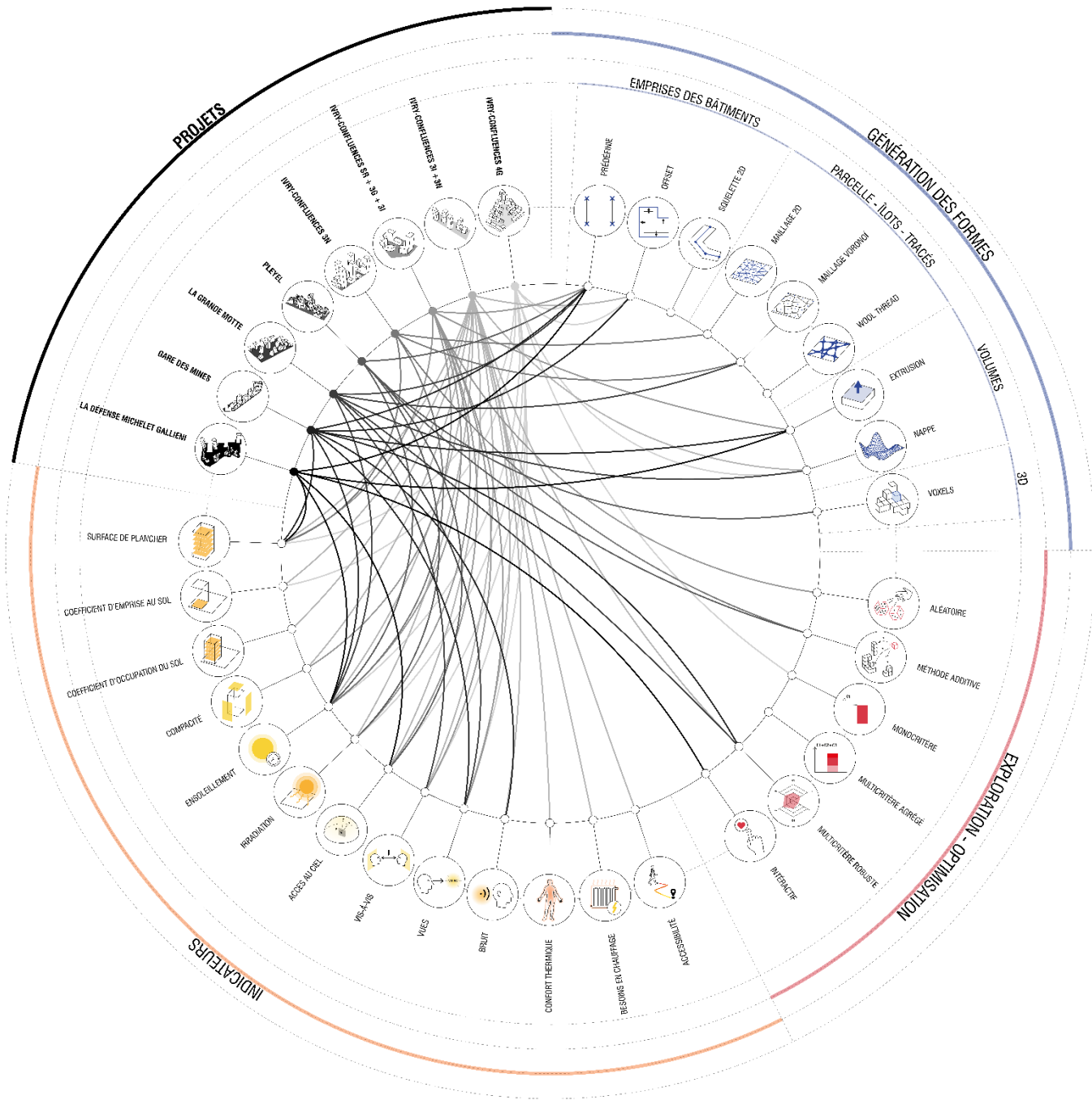
*La Grande Motte*



*Gare des Mines*



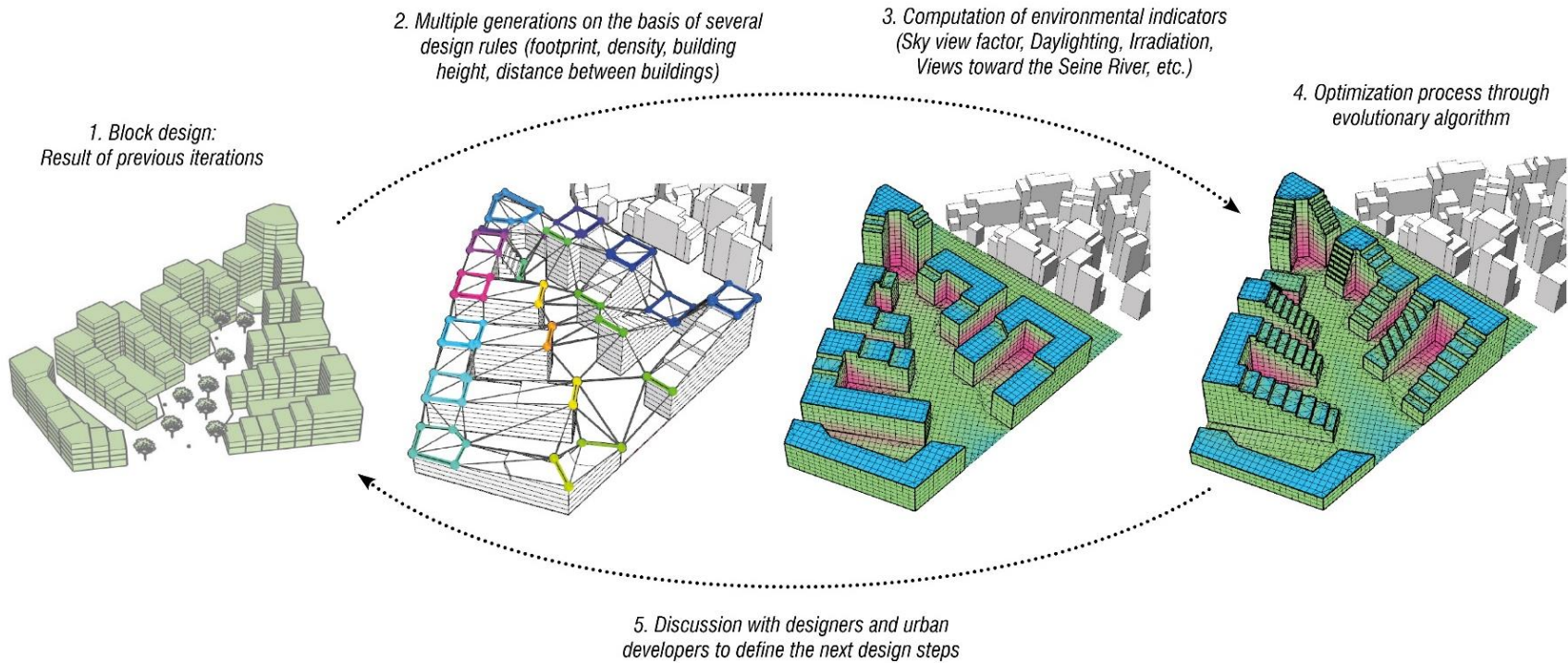
*La Défense  
Michelet  
Gallieni*



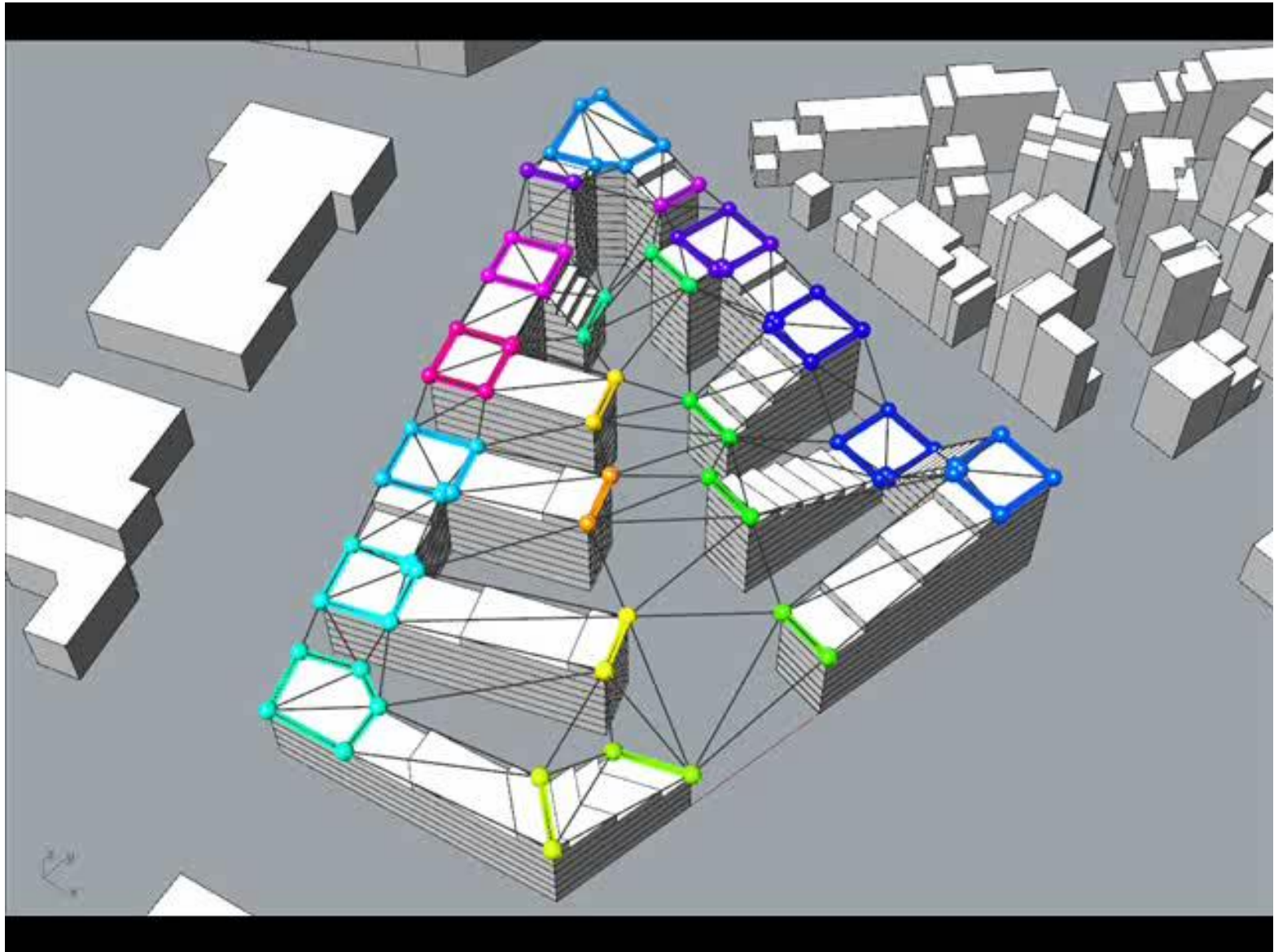
# IVRY CONFLUENCES - ILOT 4G

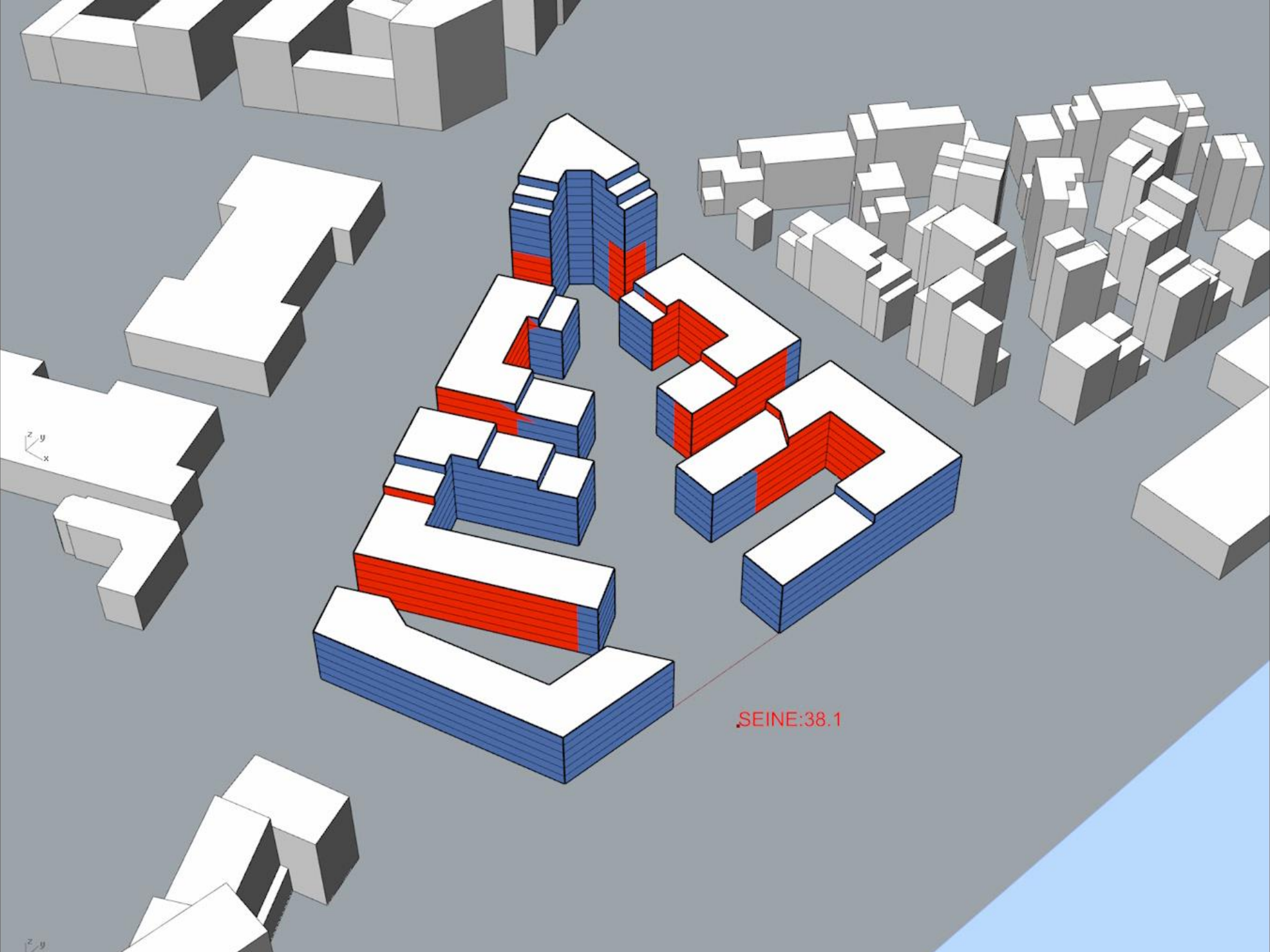


# IVRY CONFLUENCES - ILOT 4G



# IVRY CONFLUENCES - ILOT 4G : MORPHOGENESE





SEINE:38.1

1. Accès au ciel

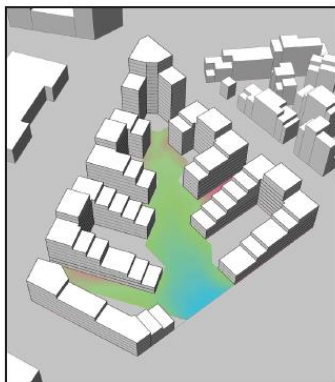
2. Irradiation annuelle moyenne des façades

3. Irradiation annuelle moyenne de l'allée verte

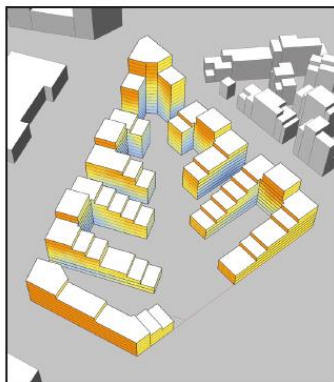
4. Vis-à-vis ≤ 15 m

5. Vues sur la Seine

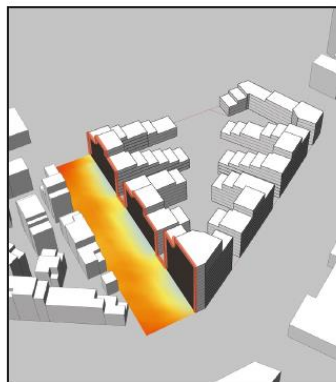
Version Gradins V2



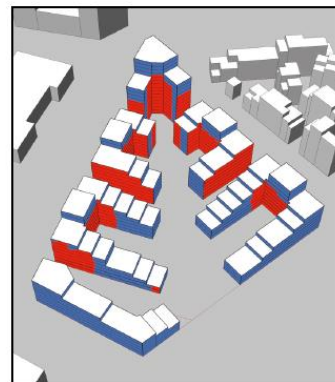
46,6 %



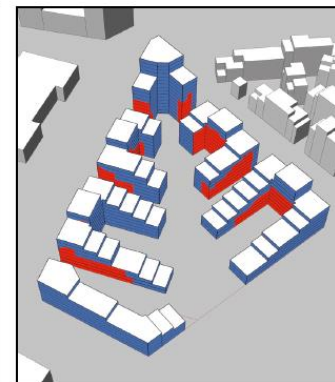
389,1 kWh/m<sup>2</sup>/an  
 Écart-type: 193,6 kWh/m<sup>2</sup>/an  
 Médiane: 353,6 kWh/m<sup>2</sup>/an



596,5 kWh/m<sup>2</sup>/an



35,2 %



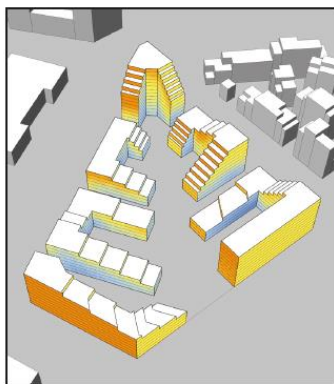
43,4 %



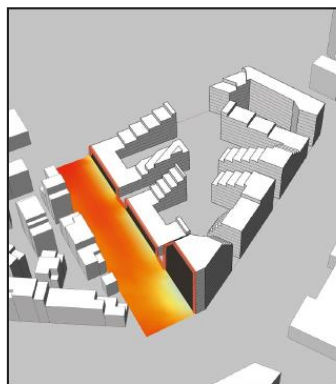
Version après optimisation



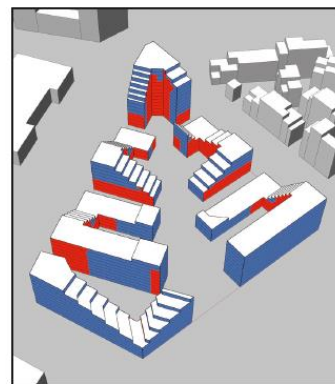
48,1 % (+3,2%)



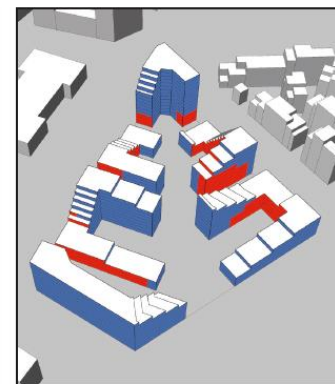
399,2 kWh/m<sup>2</sup>/an (+2,6%)  
 Écart-type: 185,0 (-4,4%)  
 Médiane: 366,3 kWh/m<sup>2</sup>/an (+3,6%)



749,9 kWh/m<sup>2</sup>/an (+25,7%)



25,7 % (-27,0%)



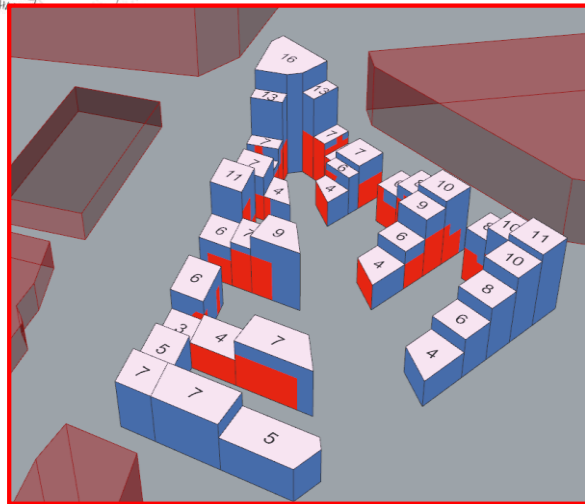
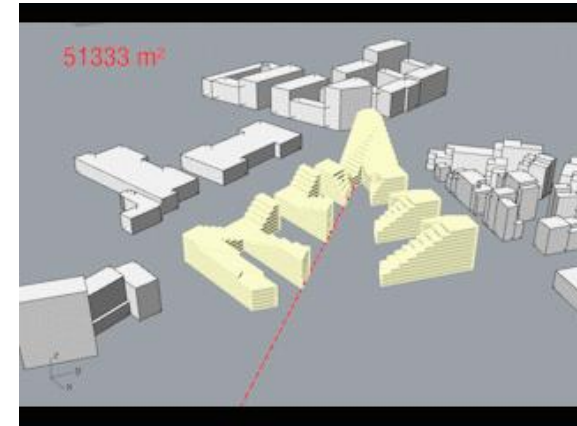
46,8 % (+7,8%)



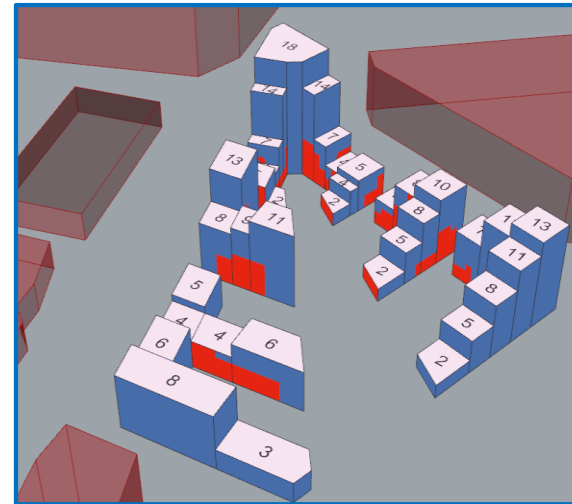


sol 2:  
 - seine et forêt  
 Cit 1 Cit 2  
 + jardin profond en 5  
 + jardin planter en 6

A/NM/A



Sketch A/NM/A

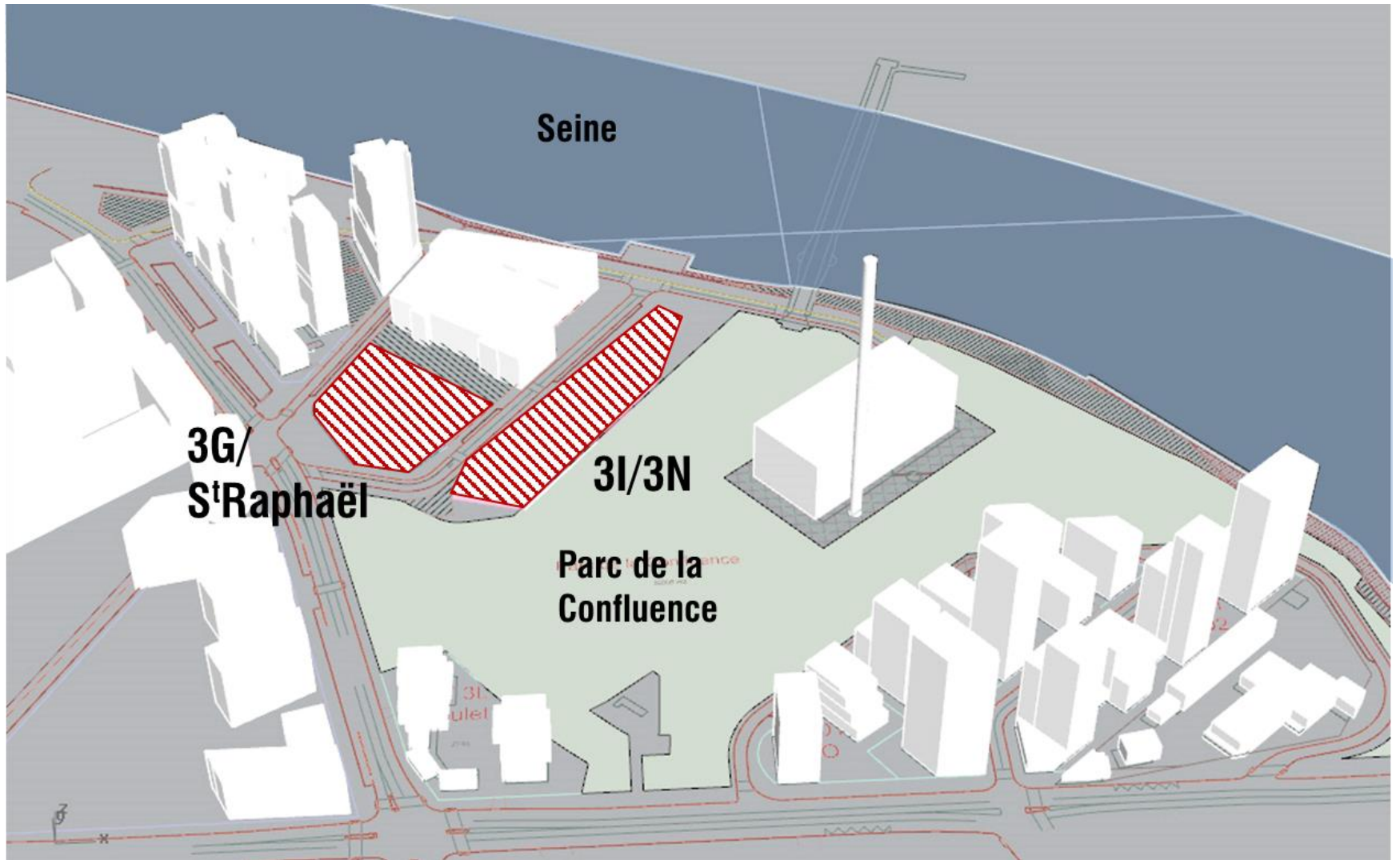


Galapagos –  
 Horizon view  
 optimisation

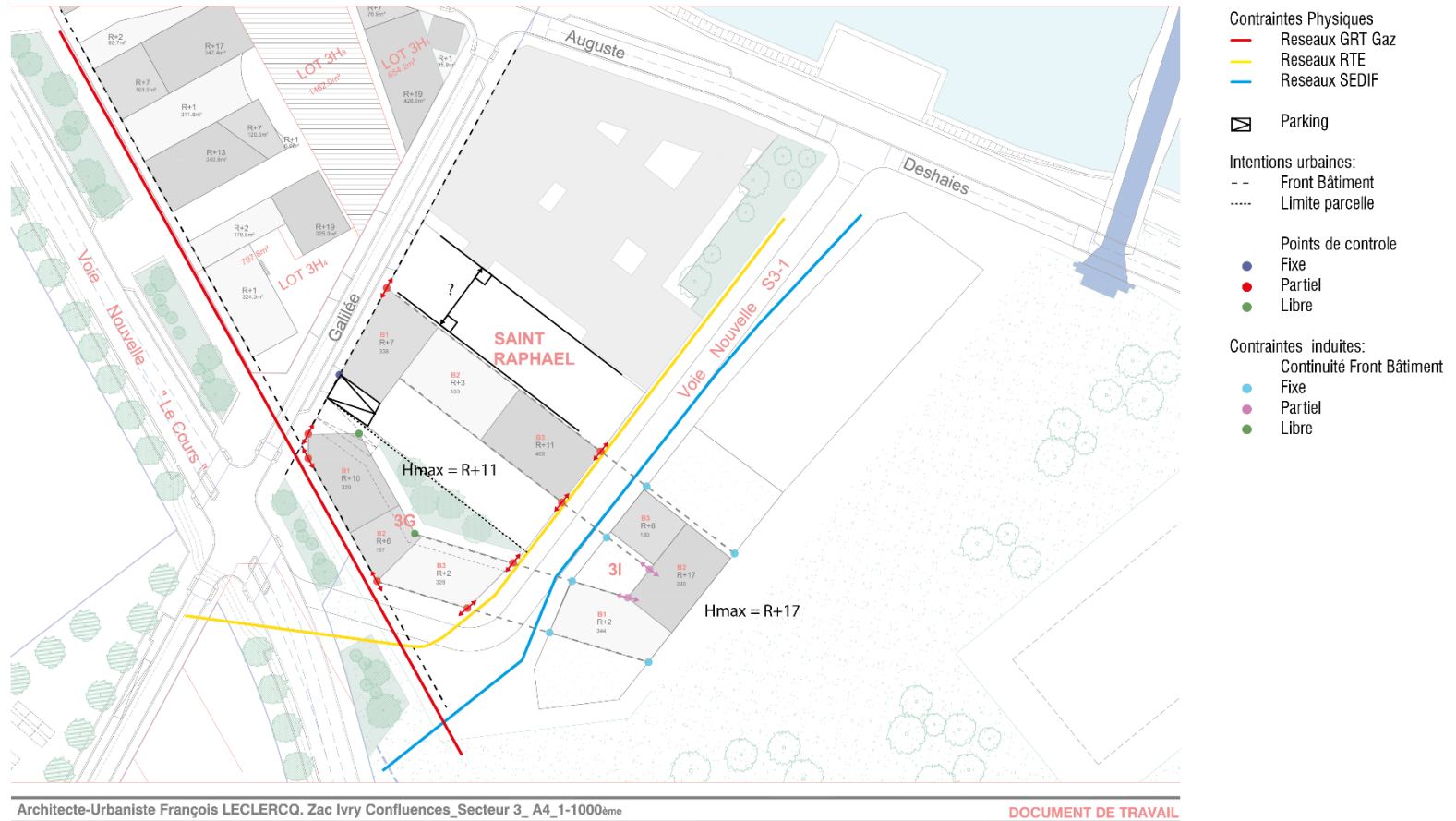
Configuration de l'îlot 4G	Indicateur						
	Densité	Accès au ciel du parc	Irradiation moyenne annuelle des façades	Irradiation moyenne hivernale des façades	Vis-à-vis (<15m)	Vues sur la Seine	Vues profondes (>200m)
	[m2]	[%]	[kWh/m2/an]	[kWh/m2]	[%]	[%]	[%]
Gradins v2	58546	46,6	389,1	55,1	35,2	43,4	
Meilleur score opt Gradinsv2		48,1	399,4	<b>57,5</b>	25,7	46,8	
<b>Proche croquis (Sketch)</b>	58075	50,7	407	55,2	25,8	51,3	59,7
Optimisation Vues Profondes	56558	<b>56,7</b>	<b>417,6</b>	57,2	<b>22,3</b>	<b>56,1</b>	<b>69,1</b>

# IVRY CONFLUENCES - ILOTS 3G, 3I & 3N





# ACTEURS / ILOTS / CONTRAINTES



## Acteurs

- SADEV
- Agence Leclercq

## Contraintes

- PPRI (CES<50%)
- PLU : VAV>8, h>R+11/17

- Seine, parc, contexte urbain
- Réseau, parkings souterrains

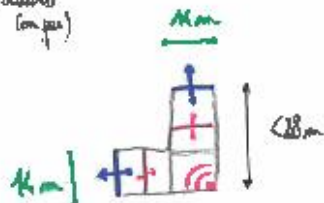
# PARAMETRISATION PARTICIPATIVE

Ref: - Tours de la Seine, Harmonie et Madan, Rive Gauche.  
 - Parc de la tour verte, Edouard Frémy, Rive Gauche.  
 ↳ projets.

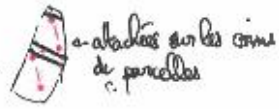
Projets: gagner sur les 50% constructibles.  
 Δ Pas trop → SVP.  
 → Ratio de surface au sol sur plots à définir.



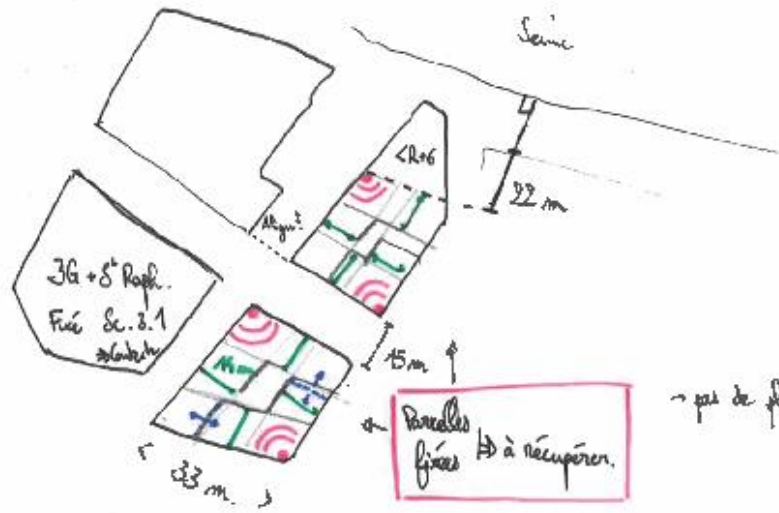
↳ plots ouverts (en face)



- Bâtiments en L
- Emergence en quinconce
- Epaisseur 14 m



Critères: OK pour les actuels.  
 • limiter le nouveau les axes PARC  
 • tenir compacté. x SVF PARC.  
 [critères d'impact (vue/ed...) sur 3G + 5G]  
 ↳ pas prioritaire.



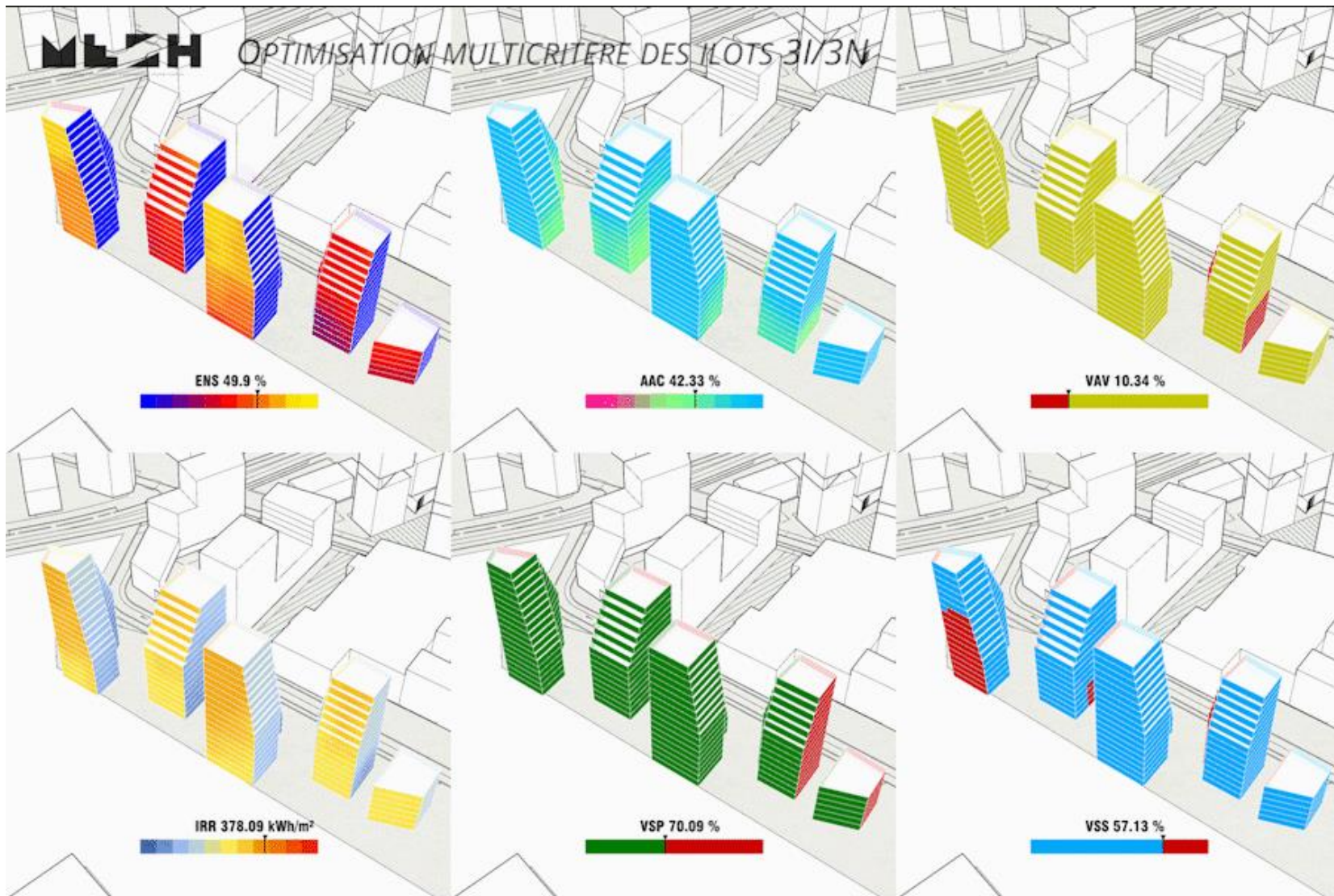
↳ pas de pt de réseau.

- Développement en front de rue / parc
- Longueur variable, < 28 m → pas de barres
- Gradins





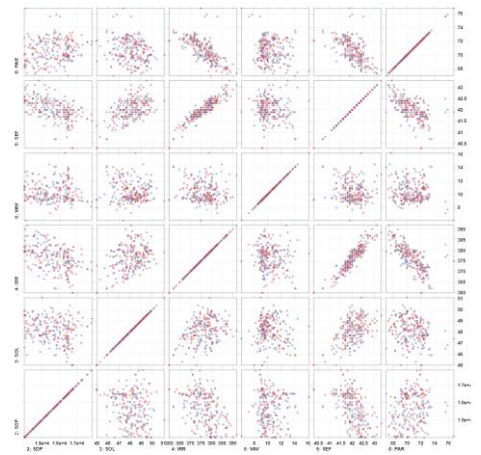
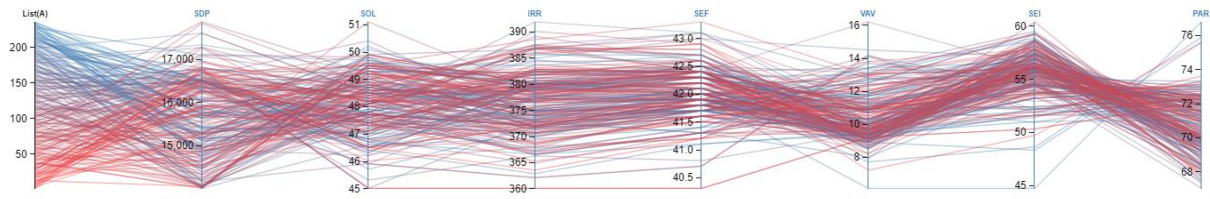
# OPTIMISATION MULTICRITERE DES ILOTS 31/3N



Get Data

Reset Selection | Exclude Selection | Zoom to Selection | Save Selection to File | My Static Link | Tutorial | Services | Info

Setting | L | M | S



Sort by: List(A)



# LA GRANDE COLLINE

## ÎLOT DE LOGEMENTS À LA GRANDE MOTTE

Historique des étapes représentées dans la frise :

- 21/11/2017 : Lancement
- 12/2017 : Dérivage
- 05/01/2018 : Tracés : dessiner les porosités urbaines avec le vent
- 15/01/2018 : Dôme : ajuster le barycentre de la densité
- 19/01/2018 : Optimisation : découpage des morphologies
- 05/02/2018 : Finalisation : derniers ajustements et rendu

- MOA : L'Or aménagement
- MOE : Leclercq Associés  
 - Pierre-Maria Affre  
 - Marion Emery  
 - Axel Chifflet  
 - François Leclercq

Ces étapes ont toutes été menées durant la phase concours du projet. Le concours a été remporté en juin 2018.

### TRACES : DESSINER LES POROSITÉS URBAINES AVEC LE VENT

Recherches morphologiques par P.L.A. : comment trouver sa place entre les grands gestes architecturaux

Rapidement émerge l'idée de compléter la skyline de la Grande Motte dans le vide laissé par la zone technique. Il s'agit de prolonger la forme architecturale bâtonnière. L'axe d'un grand geste architectural est cependant abandonné : pour éviter de recréer de grands objets, imprégnables pour le piéton, le plan sera fragmenté en tours. Les architectes réalisent plusieurs essais de répartition de la densité qui complètent la skyline, avec des morphologies assez complexes.

29 novembre 2017

La renaissance de la Grande Colline : test de la morphologie "sans groupes" qui sera retenue

### TRACES : DESSINER LES POROSITÉS URBAINES AVEC LE VENT

Les architectes qui cherchent déjà un traitement stratégique pour cette parcelle en bord de mer s'approprient bien nos éléments de réponse. Résultat : le plan proposé prolonge les considérations bioclimatiques du dessin original de la ville, tout en favorisant son accessibilité.

Ces éléments en lien avec le confort stratégique seront repris et intégrés au rendu final par les architectes.

6 janvier 2018

Une première paramétrisation permettant de contrôler la hauteur des extrusions à l'aide d'un dôme est mise en place, dans l'esprit des discussions engagées avec les architectes. Le plan est fragmenté par un diagramme de Voronoi.

Rapidement, le modèle est complété, afin de contrôler la répartition de la densité à l'aide de contours ponctifs dont la finalisation reste à déterminer. Cette logique est inspirée du contrôle par nappe ondulatoire type sin(x)/x mis en place dans le projet DUMO de Neumans.

6 décembre 2017

4 points, une modulation de la fonction ondulatoire et le dôme génèrent toute la morphologie. Les minima et maxima locaux de la nappe sont les centres des cellules de Voronoi. La malléité peut être subdivisée en générant un nouveau Voronoi à partir des centres et des minima des arêtes. Puis une extrusion est faite jusqu'à la nappe.

Le régime de vent particulier de la Grande Motte nous inspire une stratégie différenciée selon la direction des vents violents à bloquer ou des vents doux à capter.

Ces considérations couplées à celles sur la mobilité (accessibilité de la place depuis les parkings) nous poussent à proposer d'inverser la grande diagonale proposée par les architectes, ce qui nous conviendrait dans le projet.

Pour rendre les coeurs d'îlots végétalisés poreux et diffuser la fraîcheur, des tracés secondaires se déclinent pour éviter les entrées de vents violents.

Nous implémentons à cet occasion en plus de tout un algorithme "wood break" d'optimisation des tracés.

Les îlots s'arrondissent pour fluidifier la circulation du vent et éviter les effets de coin.

15 janvier 2018

Les traces résultant de Wind Explorer ne sont pas conservées mais nous ont inspiré, sur certains éléments (grande diagonale inversée, îlots arrondis).

inspiration : City Form Lab (workshop étudiant 2017)

### FRISSE DE PROJET - LA GRANDE COLLINE, ÎLOT DE LOGEMENTS À LA GRANDE MOTTE

#### DÔME : AJUSTER LE BARYCENTRE DE LA DENSITÉ

Ajustement du dôme

Le dôme est ajusté directement en réunion avec les architectes dans le but de limiter l'impact sur les vues de la Grande Pyramide, tout en intégrant des considérations esthétiques et le rapport au contexte (être bas sur le port, hauteur max à R+13, gradiner vers le Nord pour recevoir le soleil...). Un export des lignes de côte du dôme permet aux architectes de dessiner précisément les bâtiments.

16 janvier 2018

#### OPTIMISATION : DÉCOUPAGE DES MORPHOLOGIES

B : le façonnage bioclimatique d'une skyline

- Les bâtiments bas seront traversants. Les bâtiments hauts privilégieront les doubles orientations sans être traversants afin d'éviter les courants d'air.
- Afin de maximiser les vues, l'emboîtement et l'insertion des vis-à-vis, les volumes sont bisectés à hauteur de 25%.

Lecture des planchers en façade

Les architectes ont la volonté de créer des décalages, des formes fluides et de "desorthogoniser" les tours, tout en offrant des espaces extérieurs généreux. Contrainte par divers paramètres (découpage des îlots, l'édifice, superposition avec les socles, P.L.U.), la position des tours est fixée par les architectes. On rentre donc dans un travail d'optimisation plus fin.

19 janvier 2018

#### FINALISATION : DERNIERS AJUSTEMENTS ET RENDU

Couverture du rendu

16 janvier 2018

L'utilisation du dôme permet de fluidifier légèrement la skyline. Il sera repris que très légèrement à la main (front sur le qui maintient à R+3 max).

19 janvier 2018

Préserver les vues de l'air

Après quelques essais une logique de "pan coupé" est mise en place. L'orientation de ces pans et leur position précise peuvent varier pour chaque bâtiment.

Ces degrés de liberté doivent permettre de créer des interfaces laissant passer le soleil et les vues, et éliminant les parties de bâtiments trop déformées.

Les paramètres morphologiques sont optimisés en multipliant sur la base des indicateurs "vues sur la mer", "ensoleillement" et "vis-à-vis".

22 janvier 2018

Formes coupées après optimisation

Après optimisation avec l'outil Design Explorer, nous sélectionnons avec les architectes une forme performante selon les trois critères choisis (vues sur mer, ensoleillement, vis-à-vis). Cette forme est retravaillée par les architectes avant une dernière évaluation.

Après quelques ajustements, des simulations aérodynamiques sont lancées pour vérifier que la forme dessinée correspond aux intentions.

C'est un succès autant au niveau du confort piéton que sur les socles d'habitation et dans les coeurs d'îlots.

DES BÂTIMENTS SCULPTÉS PAR DES INDICATEURS BIO-QUALITATIFS

La performance de la morphologie ainsi que la méthode qui a permis de l'obtenir seront clairement mises en valeur dans le rendu du concours.

24 janvier 2018

Optimisation morphologique par les indicateurs bio-qualitatifs

45% des surfaces sont à une hauteur de 10m

62% des surfaces sont à une hauteur de 10 à 20m

de 7% des surfaces sont à une hauteur de 20 à 30m

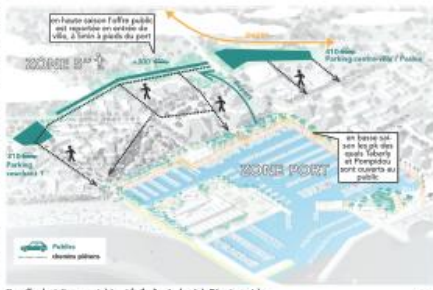
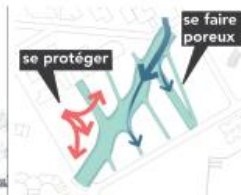


# TRACÉS : DESSINER LES POROSITÉS URBAINES AVEC LE VENT



Les architectes qui cherchaient déjà un traitement aéraulique pour cette parcelle en bord de mer s'approprient bien nos éléments de réponse. Résultat : le plan proposé prolonge les considérations bioclimatiques du dessin original de la ville, tout en favorisant son accessibilité.

Ces éléments en lien avec le confort aéraulique seront repris et intégrés au rendu final par les architectes.



Une offre de stationnement états et facile d'accès depuis le Départementale

51

janvier 2018

5 janvier 2018

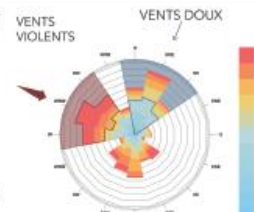
Le régime de vent particulier de la Grande Motte nous inspire une stratégie différenciée selon la direction des vents violents à bloquer ou des vents doux à capter.

Ces considérations couplées à celles sur la mobilité (accessibilité de la place depuis les parkings) nous pousse à proposer d'inverser la grande diagonale proposée par les architectes, ce qui sera conservé dans le projet.

Pour rendre les cœurs d'îlots végétalisés poreux et diffuser la fraîcheur, des tracés secondaires se décalent pour éviter les entrées de vents violents.

Nous implémentons à cet occasion en guise de test un algorithme "wool thread" d'optimisation des tracés.

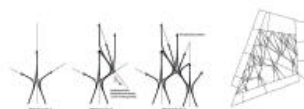
Les îlots s'arrondissent pour fluidifier la circulation du vent et éviter les effets de coin.



Rose des vents analysée (élément de rendu)

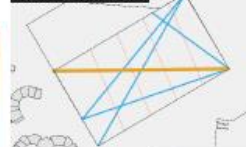


Les tracés résultant du Wool thread ne sont pas conservés tels quels mais inspirent, sur certains éléments (Grande diagonale inversée, îlots arrondis)



Inspiration : City Form Lab (Workshop étudiant MIT)

## 1. HIERARCHISATION DES TRACÉS



## 2. SCÉNARIO DES FILS DE LAINES



## 3. EPUISSISSEMENT HIERARCHISÉ

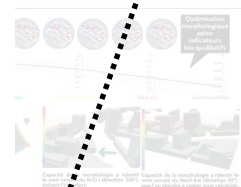


Wool thread, premiers tests : les tracés importants sont "plus rigides" que les tracés secondaires

## RENDU



Revue : 2 février 2018



JULIETS : DES INDICATEURS BIO-QUALITATIFS

# LA GRANDE COLLINE

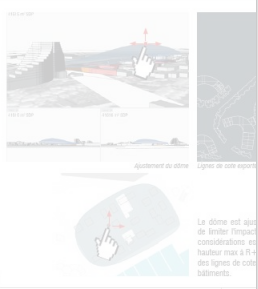
## ÎLOT DE LOGEMENTS À LA GRANDE MOTTE

Historique des étapes représentées dans la frise :

- 21/11/2017 - Lancement
- 12/2017 - Délivrance
- 05/01/2018 - Tracés : dessiner les porosités urbaines avec le vent
- 15/01/2018 - Dôme : ajuster le barycentre de la densité
- 19/01/2018 - Optimisation : découpage des morphologies
- 05/02/2018 - Finalisation : derniers ajustements et rendu

Ces étapes ont toutes été menées durant la phase concours du concours à été remporté en juin 2018.

## DÔME : AJUSTER LE BARYCENTRE DE LA DENSITÉ



La forme est ajustée de manière à ce que le barycentre de la densité soit aligné avec l'axe de la Grande Motte.

L'utilisation du dôme permet de fluidifier légèrement la densité. Il ne sera repris que très légèrement à la main (front sur le qui maintien à R+3 mais).

**Optimisation morphologique selon indicateurs bio-qualitatifs**

**Vue sur mer**      **Ensoleillement**      **Vis à vis**      **Constructibilité**

**Capacité de la morphologie a ralentir le vent venant du N-O ( direction 300°), évitant l'inconfort.**

**Capacité de la morphologie a ralentir le vent venant du Nord-Est (direction 30°) que l'on cherche à capter pour rafraîchir.**

**DES BÂTIMENTS SCULPTÉS PAR DES INDICATEURS BIO-QUALITATIFS**

**45%** des façades ont une vue directe sur la mer

**62%** des façades reçoivent + de 2h de soleil au solstice d'hiver !

**-de 7%** des façades avec vis-à-vis de 15m.

Historique des étapes représentées

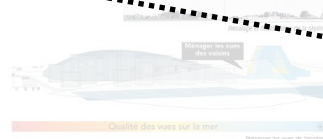
- 21/1/2017 - Lancement
- 12/2017 - Délivrance
- 05/01/2018 - Traces : dessiner les porosités
- 15/01/2018 - Dôme - ajuster le barycentre
- 19/01/2018 - Optimisation - découpage
- 05/02/2018 - Finalisation - derniers ajustements

Ces étapes ont toutes été menées durant le concours a été remporté en juin 2018

**DÔME : AJUSTER LE BARYCENTRE**



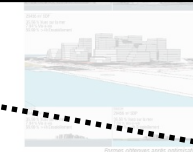
L'objectif final n'est pas de rendre le quartier plus agréable, mais de rendre le quartier plus agréable.



Les paramètres morphologiques sont optimisés en multipliant sur la base des indicateurs "vues sur la mer", "ensoleillement" et "vis-à-vis".

Après quelques essais une logique de "plan coupé" est mise en place. L'orientation de ces plans et leur position précise peuvent varier chaque bâtiment.

Les paramètres morphologiques sont optimisés en multipliant sur la base des indicateurs "vues sur la mer", "ensoleillement" et "vis-à-vis".



Après quelques essais une logique de "plan coupé" est mise en place. L'orientation de ces plans et leur position précise peuvent varier chaque bâtiment.

Après quelques essais une logique de "plan coupé" est mise en place. L'orientation de ces plans et leur position précise peuvent varier chaque bâtiment.

Après quelques essais une logique de "plan coupé" est mise en place. L'orientation de ces plans et leur position précise peuvent varier chaque bâtiment.

Après quelques essais une logique de "plan coupé" est mise en place. L'orientation de ces plans et leur position précise peuvent varier chaque bâtiment.



# **PERSPECTIVES DEVELOPPEMENT FUTURS**

# RELATIONS ENTRE INDICATEURS ?

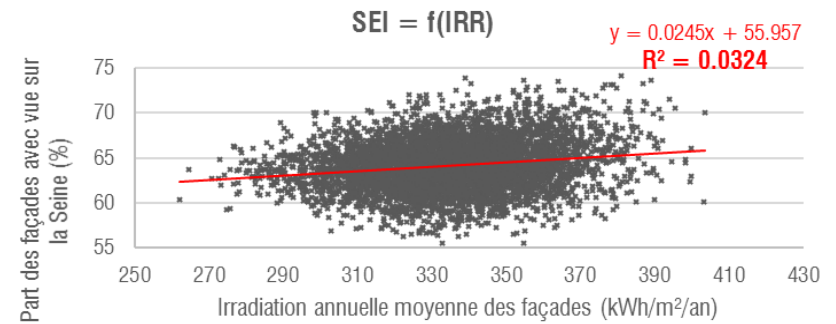
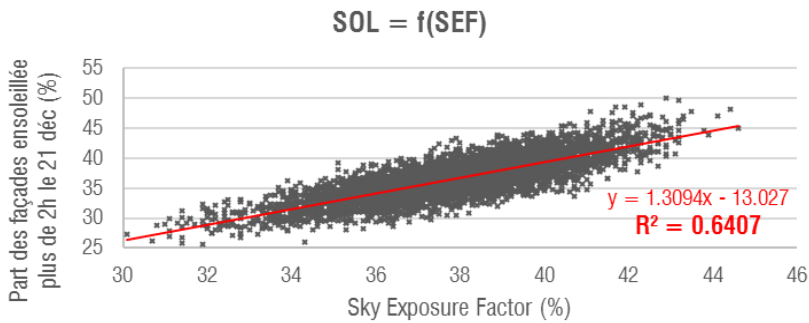
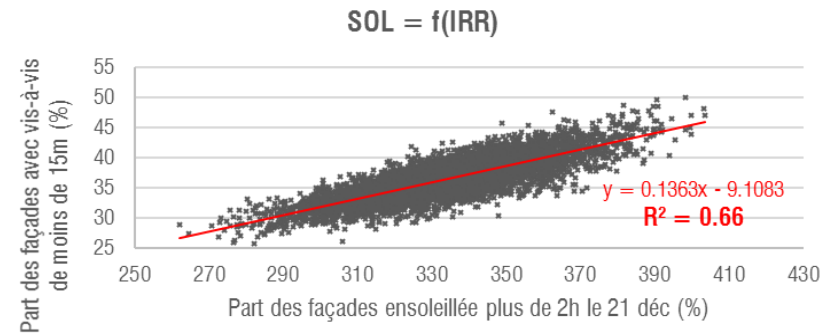
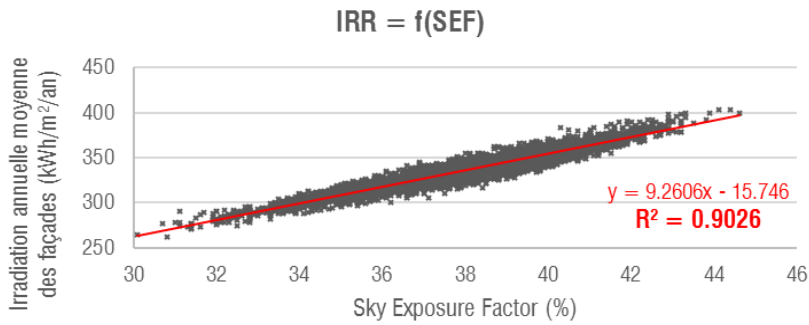
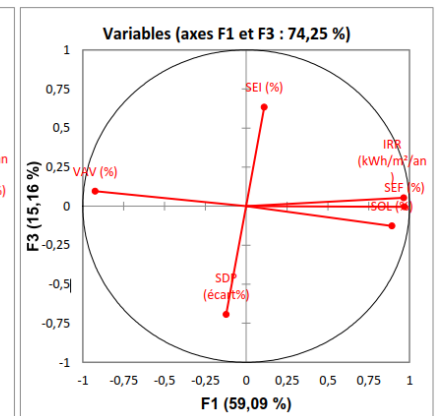
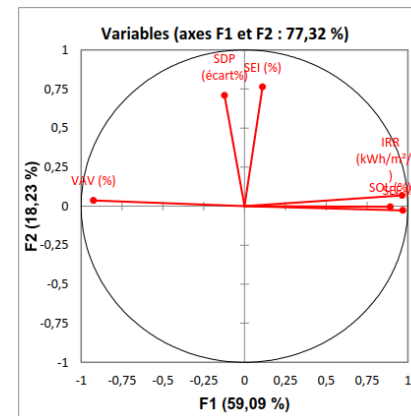
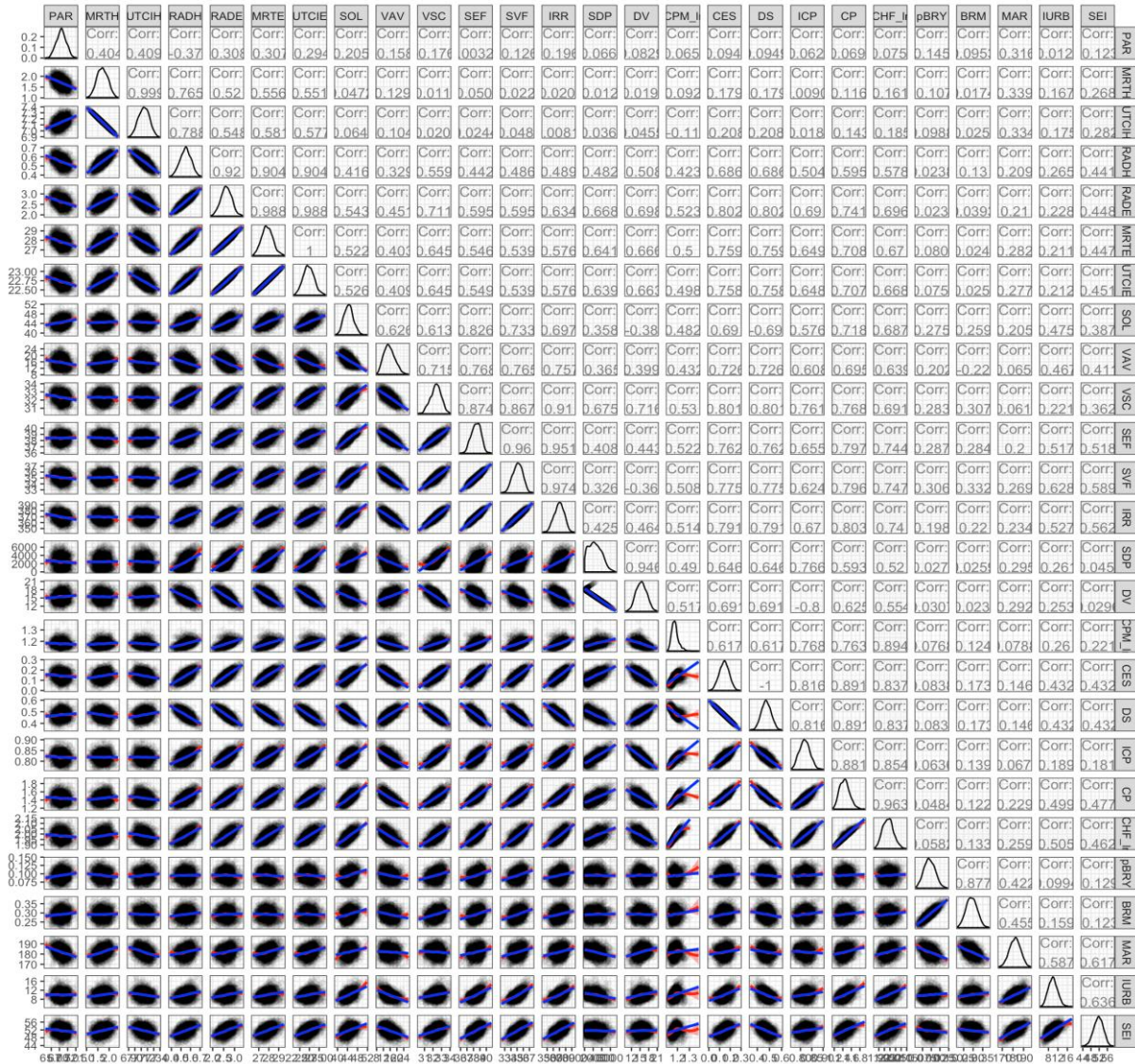


Tableau des coefficients de détermination ( $R^2$ ) des régressions linéaires

	SOL	IRR	VAV	SEF	SEI
SOL		0.66	0.5783	0.6407	0.0008
IRR			0.7103	0.9026	0.0324
VAV				0.7707	0.0005
SEF					0.0056
SEI					

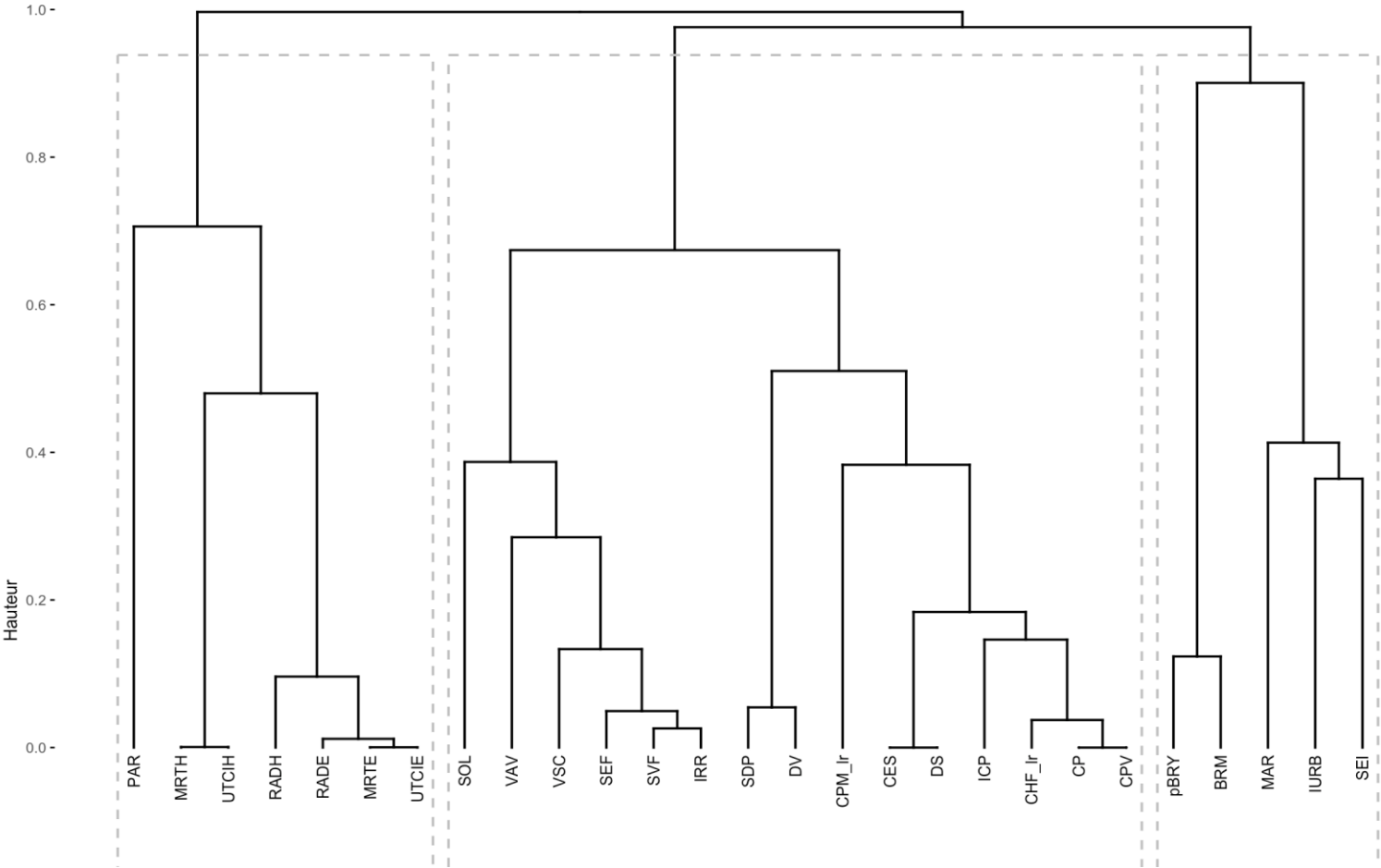


# RELATIONS ENTRE INDICATEURS ?

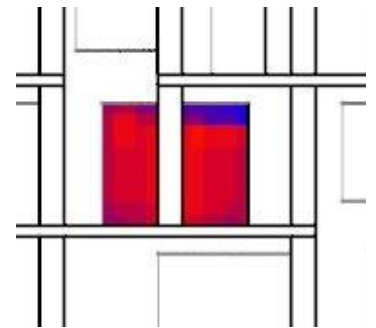
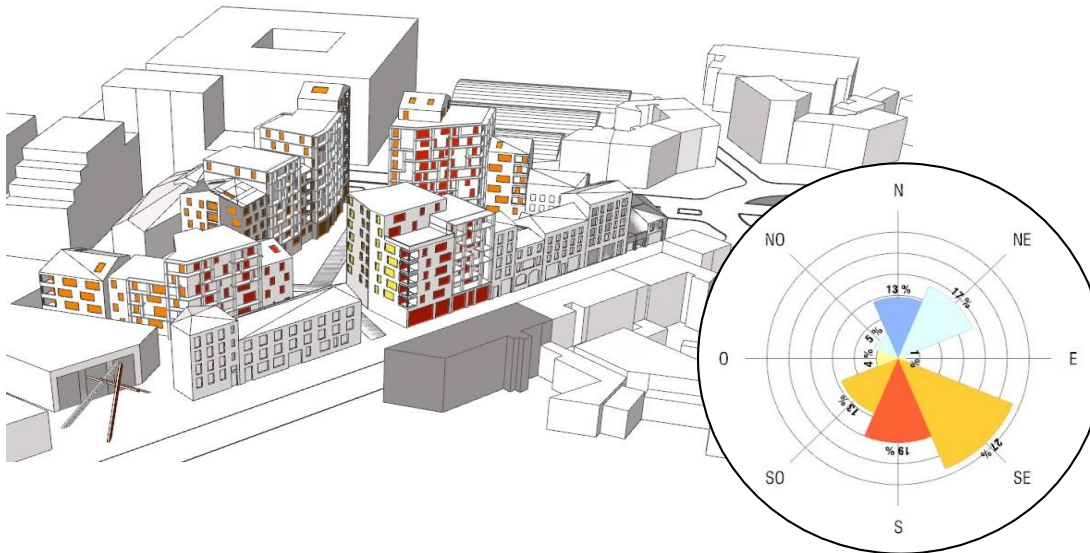
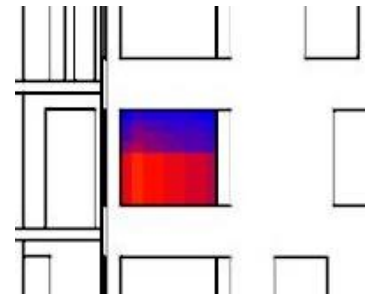
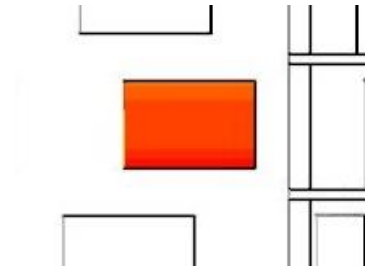
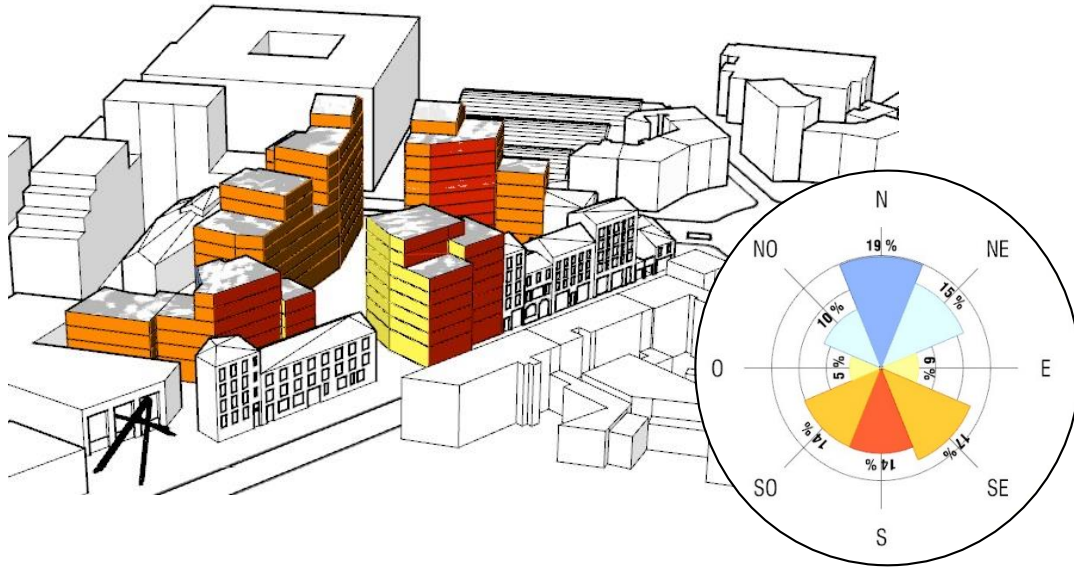


# RELATIONS ENTRE INDICATEURS ?

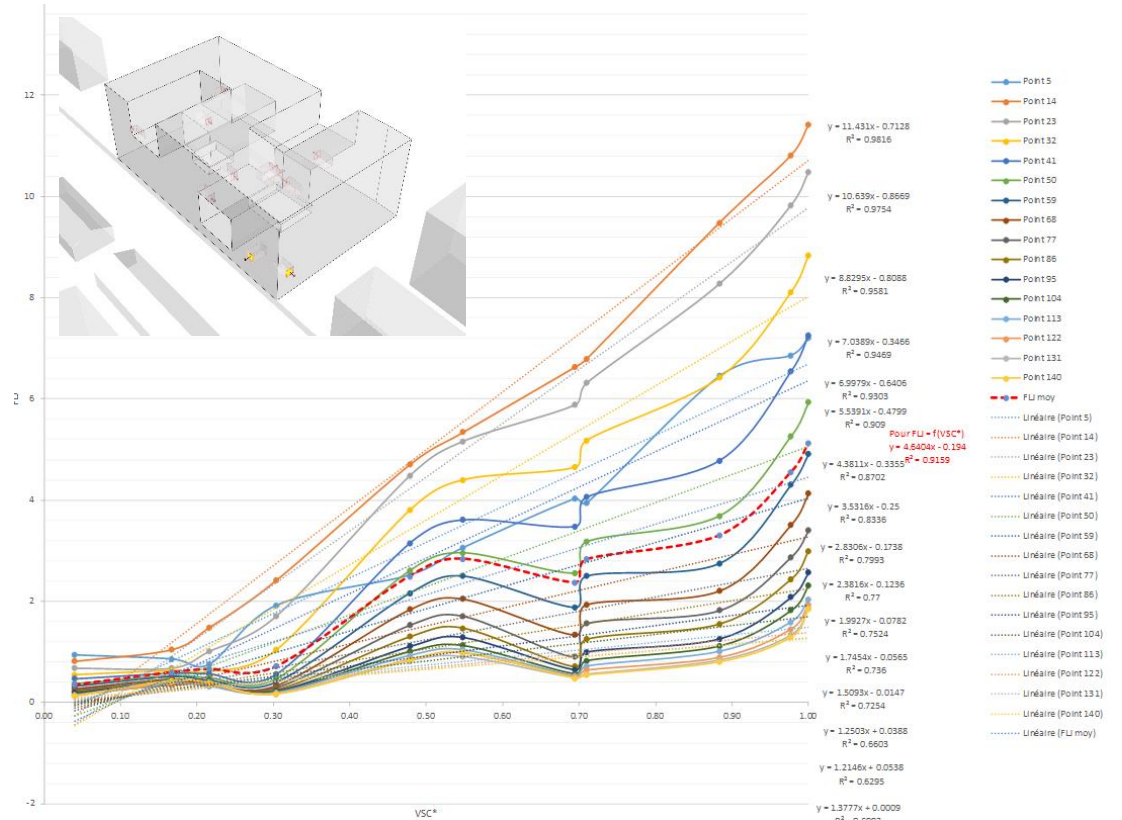
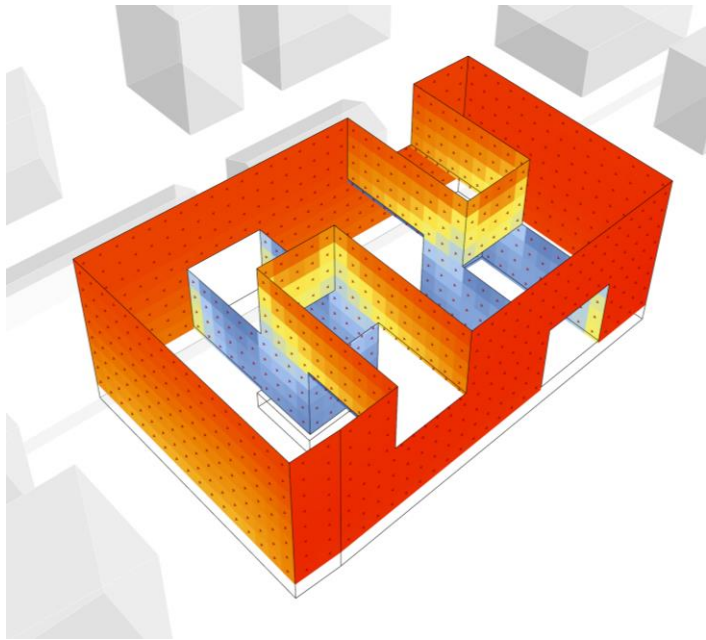
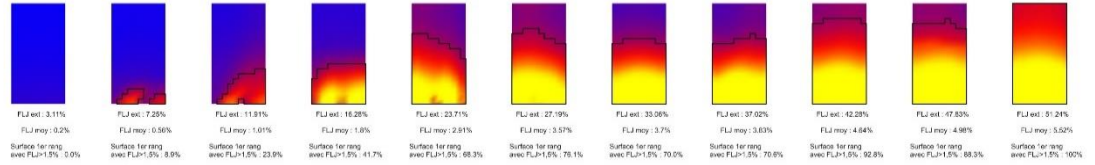
Cluster Dendrogram



# DEVELOPPEMENTS EN COURS : DE L'ILOT AU BATIMENT

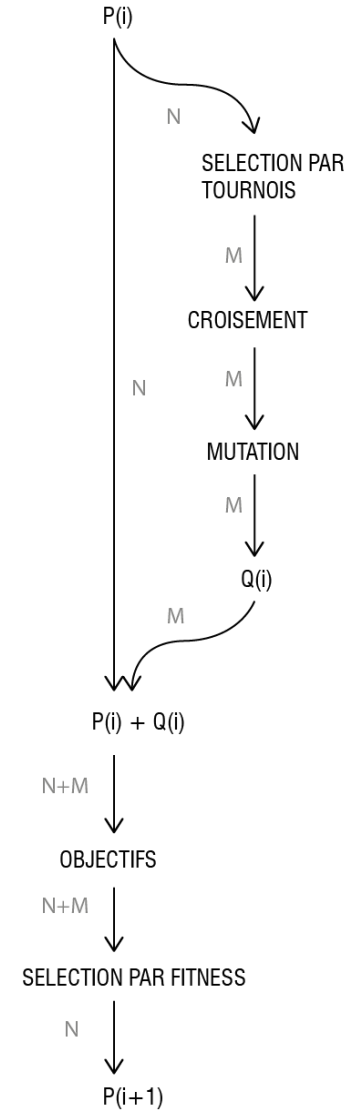
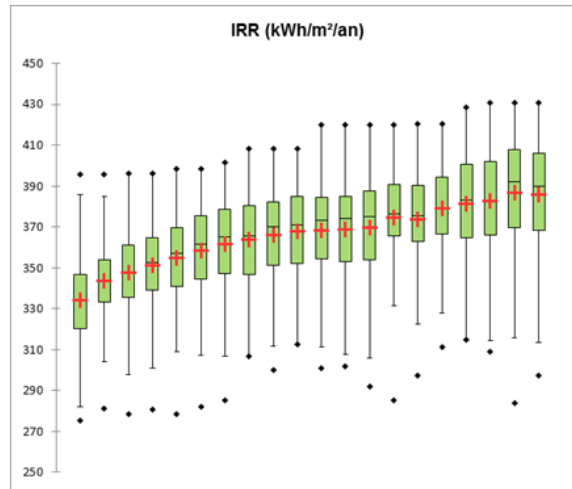
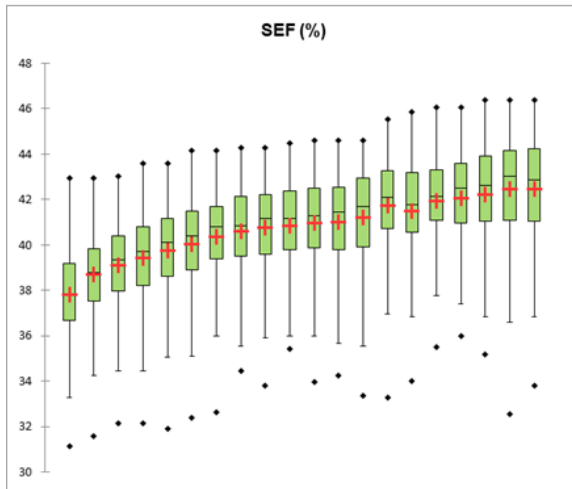
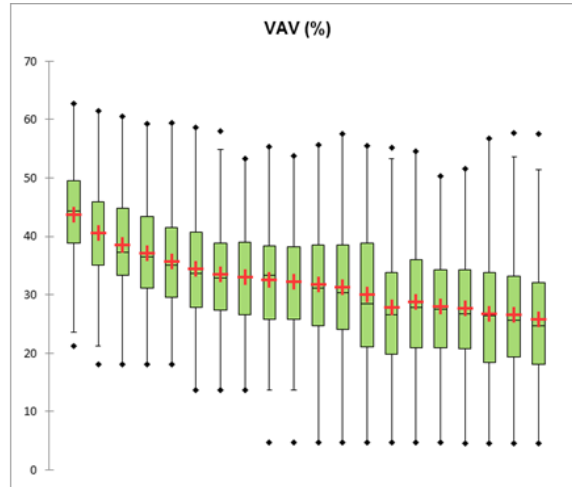
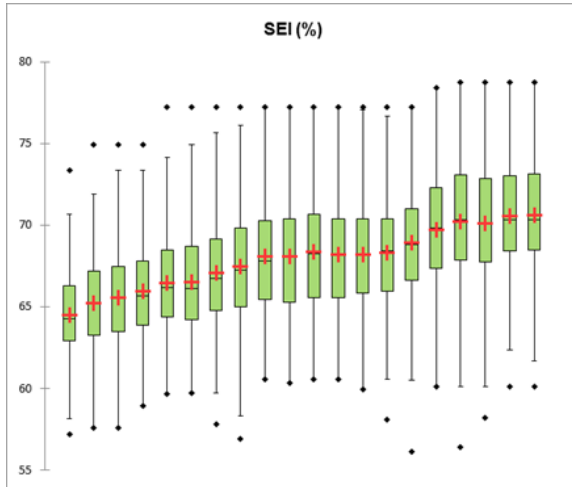


# VERTICAL SKY COMPONENT → DAYLIGHT FACTANCE





# DEVELOPPEMENTS EN COURS : OPTIMISER L'OPTIMISATION



# DEVELOPPEMENTS EN COURS : CLUSTERING

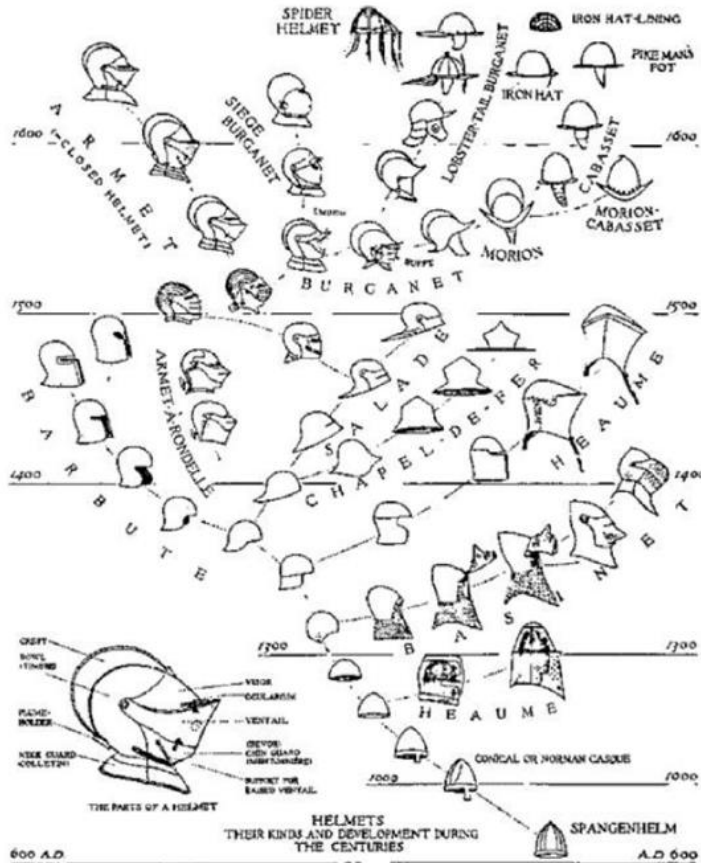


Fig. 8. Helmets and their developmental sequence

BIOMORPHER

Population Designs History About

Generation 1

Select parents whose genes will be used to create the next design generation via the checkboxes

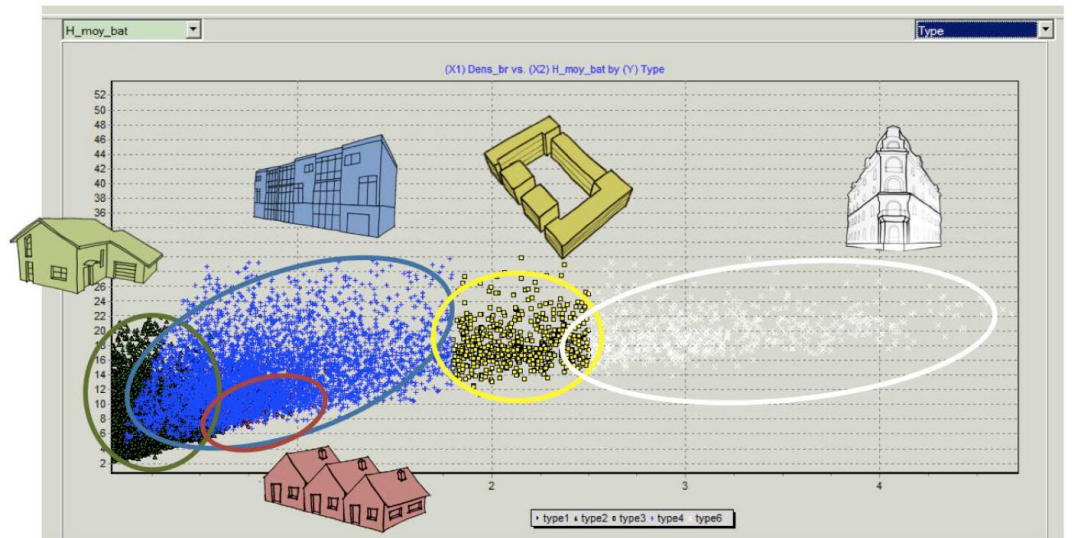
EVOLVE EXIT

Design Properties

Double click a design to display its Rhino/Grasshopper instance and review performance data

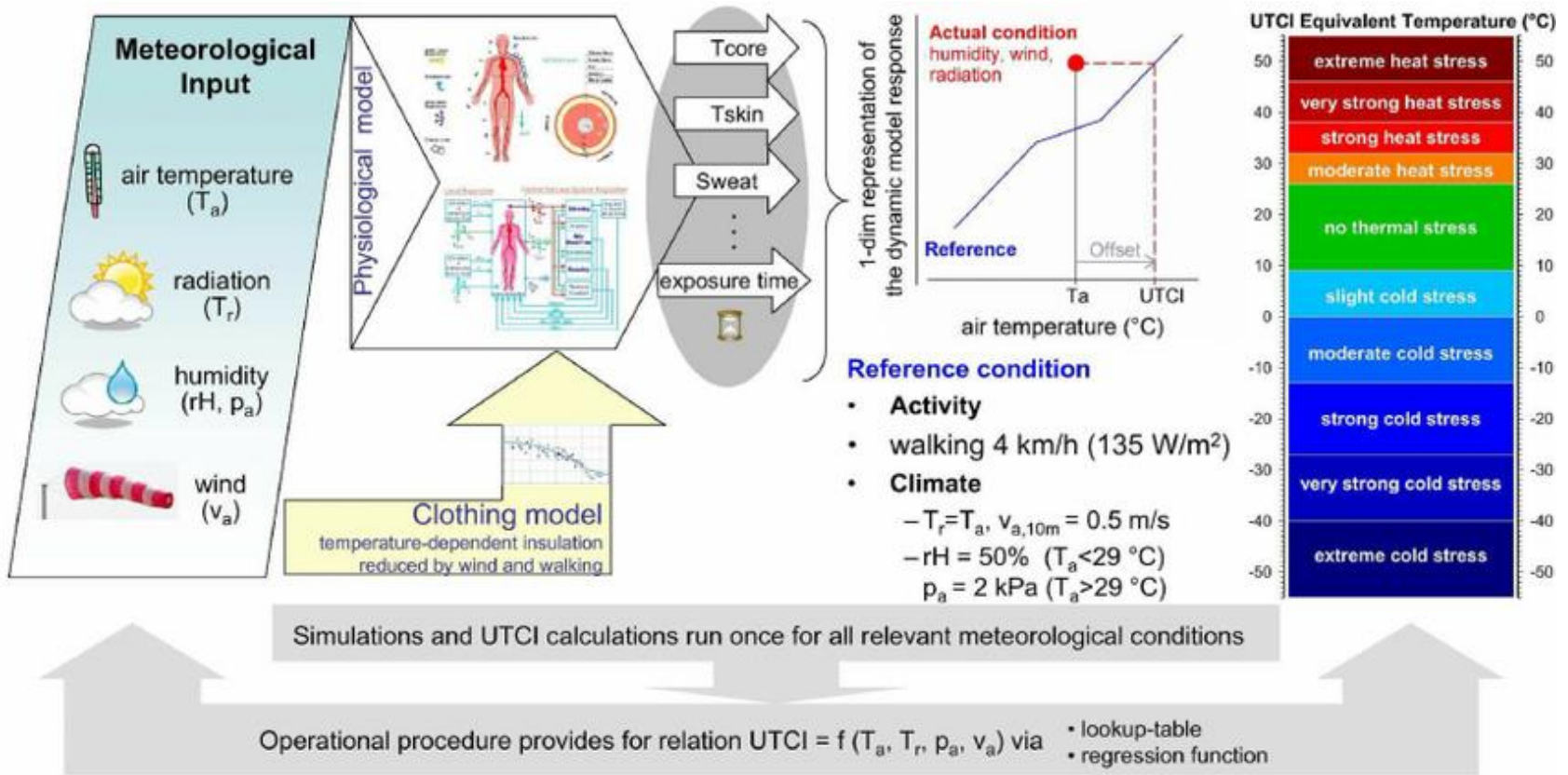
Design 4:

- NodeCount = 1180
- FaceCount = 1334
- Area = 4590.311



# D'AUTRES INDICATEURS?

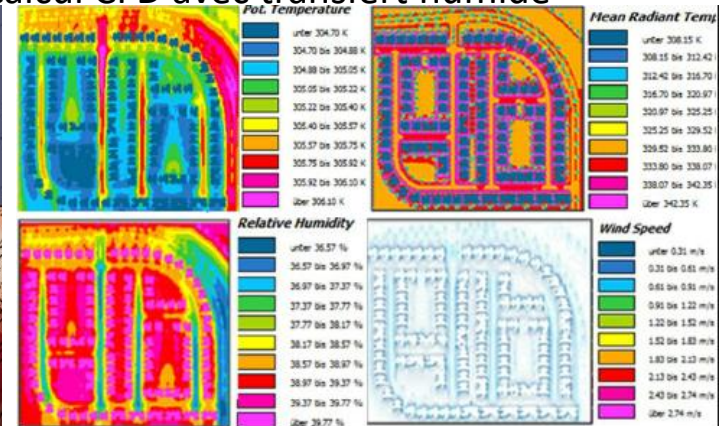
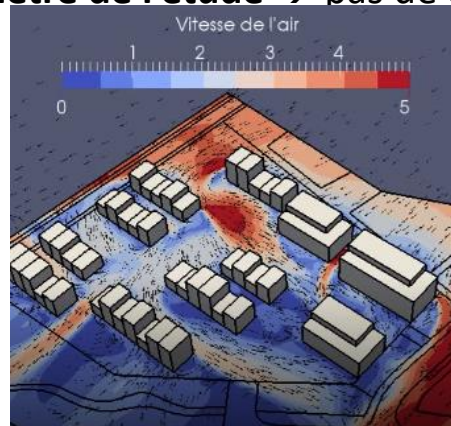
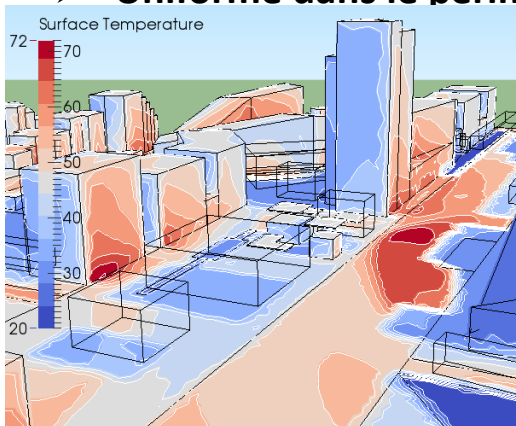
## UTCI (Universal Thermal Comfort Index)



# UTCI (Universal Thermal Comfort Index)

## Hypothèses pour le calcul dans MESH:

- La température de bulbe sec
  - **Uniforme dans le périmètre de l'étude**
  - pas de calcul thermique multizonal
- La température moyenne radiante:
  - Prise en compte de l'influence du **rayonnement direct et diffus provenant du ciel et du soleil**
  - Température des parois = Température de l'air
  - Pas de réflexion
  - pas de calcul de radiosité
- La vitesse moyenne du vent
  - **Uniforme dans le périmètre de l'étude** → pas de calcul CFD
- L'humidité relative
  - **Uniforme dans le périmètre de l'étude** → pas de calcul CFD avec transfert humide





MORPHOLOGY - ENVIRONMENT - SUSTAINABILITY - HUMAN COMFORT

[mesh-research.com](http://mesh-research.com)

# **PROJETS CONNEXES**

DESSINER  
DRAW

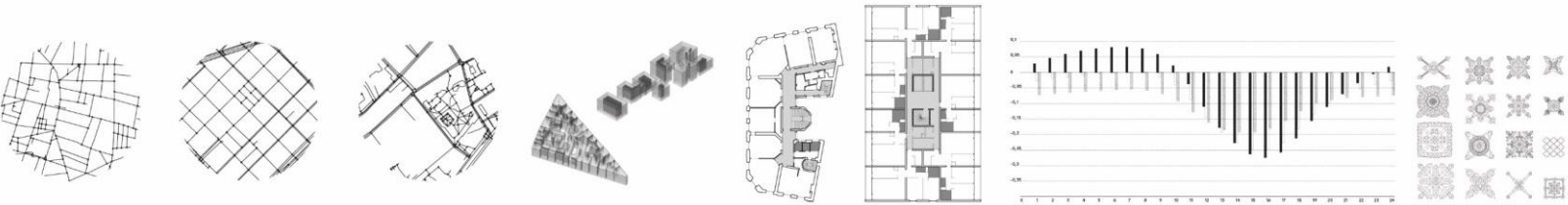


CLASSER  
CLASSIFY



MESURER  
MEASURE

COMPARER  
COMPARE



CONNECTIVITE

DENSITE

RESILIENCE

IDENTITE

CONNECTIVITY

DENSITY

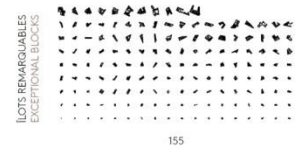
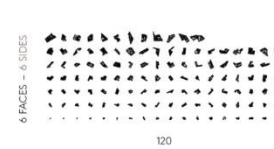
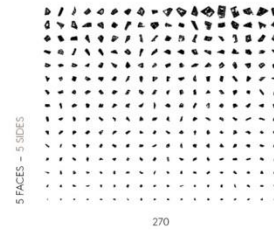
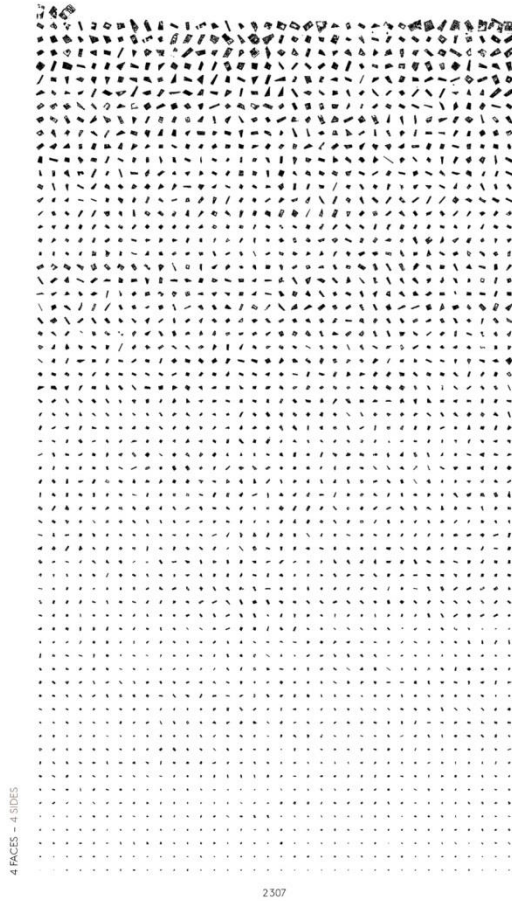
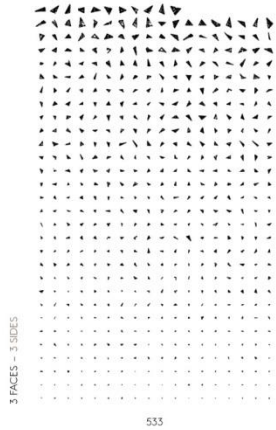
RESILIENCE

IDENTITY

CONCLURE  
LE MODELE  
CONCLUDE  
THE MODEL

# Classification générale













































































































## General classification



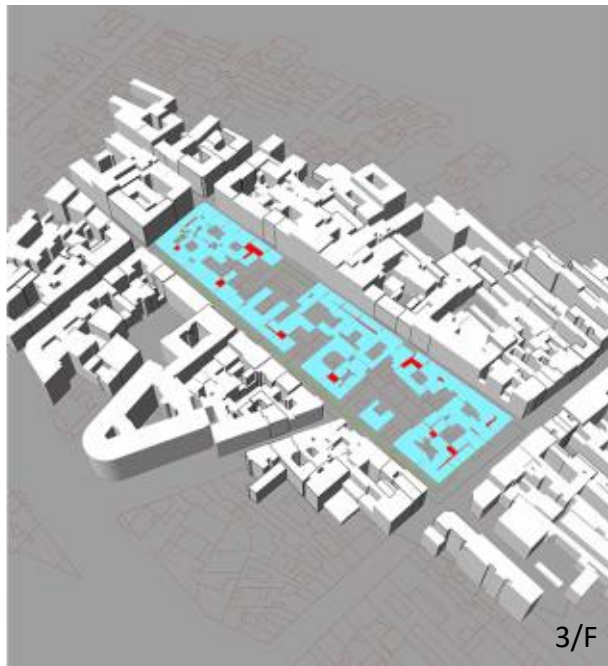
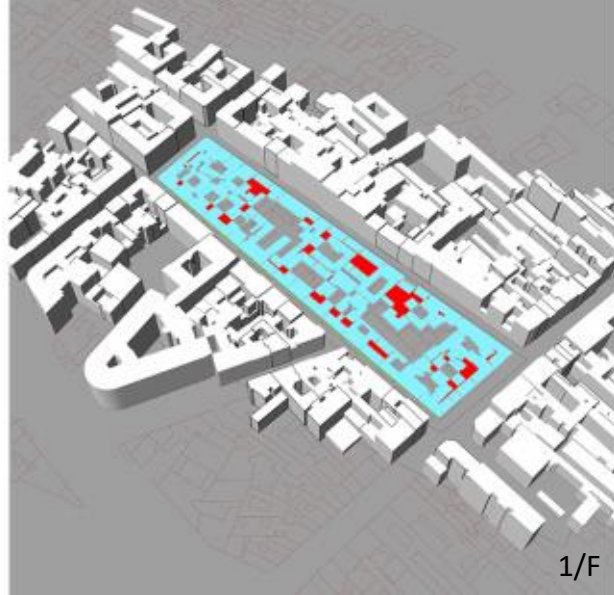
ÎLOTS ANALYSÉS ..... **3 385**  
 PÉRIMÈTRE MOYEN ..... **410 M**  
 SURFACE MOYENNE ..... **10 826 M<sup>2</sup>**

..... BLOCKS STUDIED  
 ..... AVERAGE PERIMETER  
 ..... AVERAGE SURFACE AREA



P 343.3	P 341.9	P 341.7	P 341.7	P 340.9	P 340.3	P 339.5	P 339.2	P 338.7	P 336.4	P 333.9	P 332.9												
																							
E 77.0	S 4945	E 83.4	S 5089	E 73.9	S 5166	E 65.8	S 6280	E 87.2	S 4830	E 72.4	S 5170	E 74.5	S 5935	E 76.1	S 4791	E 76.4	S 5076	E 82.7	S 5169.3	E 80.0	S 5237.6	E 91.0	S 4051
P 331.7	P 332.3	P 331.9	P 331.6	P 330.3	P 330.3	P 329.7	P 329.6	P 328.6	P 328.6	P 328.1	P 327.2												
																							
E 73.9	S 5308	E 74.2	S 5147	E 85.4	S 4841	E 86.1	S 5022	E 85.8	S 5084	E 78.0	S 4844	E 79.9	S 5126	E 78.6	S 5388	E 86.6	S 4777	E 83.9	S 4537	E 85.3	S 5294	E 61.1	S 5584
P 327.1	P 327.0	P 327.0	P 325.8	P 325.6	P 325.1	P 324.5	P 323.7	P 323.7	P 322.8	P 321.0	P 320.0												
																							
E 63.5	S 4743	E 89.6	S 4714	E 76.6	S 4768	E 84.3	S 4593	E 62.5	S 4298	E 90.9	S 3645	E 80.7	S 5170	E 87.3	S 5459	E 87.3	S 5459.4	E 75.9	S 4655	E 93.3	S 3142	E 79.0	S 4514
P 319.2	P 319.1	P 319.1	P 319.0	P 317.5	P 316.3	P 314.7	P 314.5	P 312.8	P 312.7	P 312.7	P 312.2												
																							
E 80.9	S 4362	E 87.8	S 3861	E 82.6	S 4637	E 64.6	S 4510	E 72.8	S 5284	E 82.9	S 5055	E 78.0	S 4257	E 71.9	S 4926	E 87.0	S 4154	E 66.9	S 4791	E 57.1	S 4637	E 89.2	S 4257
P 311.6	P 308.0	P 307.2	P 306.7	P 304.3	P 303.5	P 303.5	P 303.6	P 303.4	P 302.5	P 302.5	P 302.1												
																							
E 77.0	S 3450	E 82.9	S 3635	E 71.3	S 4345	E 87.8	S 4279	E 81.8	S 4479	E 89.8	S 3674	E 85.2	S 4549	E 68.4	S 3816	E 85.5	S 4375	E 76.7	S 4382	E 72.1	S 3916	E 80.2	S 3774
P 301.5	P 298.6	P 297.9	P 297.4	P 297.4	P 297.3	P 296.6	P 295.6	P 295.3	P 294.3	P 293.6	P 291.1												
																							
E 90.5	S 3704	E 82.8	S 4495	E 53.3	S 4051	E 90.7	S 3822	E 76.9	S 4378	E 75.4	S 3871	E 56.9	S 3484	E 84.9	S 3850	E 80.0	S 4189	E 84.9	S 4401	E 71.4	S 4186	E 88.9	S 3562
P 290.0	P 299.0	P 287.5	P 287.0	P 286.8	P 285.4	P 284.4	P 283.8	P 280.7	P 280.0	P 267.3	P 272.1												
																							
E 84.1	S 3541	E 80.4	S 3760	E 82.7	S 2568	E 64.6	S 3574	E 95.0	S 1601	E 72.0	S 4070	E 79.5	S 4265	E 84.6	S 3845	E 81.4	S 4114	E 82.7	S 3282	E 87.0	S 2615	E 85.9	S 3444
P 278.8	P 278.8	P 278.7	P 278.2	P 277.0	P 269.7	P 269.5	P 269.4	P 269.4	P 268.7	P 268.0	P 264.1												
																							
E 90.3	S 3872	E 90.3	S 3872	E 85.2	S 3168	E 77.3	S 3986	E 69.6	S 2377	E 92.0	S 3282	E 93.9	S 3488	E 88.4	S 2883	E 82.3	S 3517	E 83.8	S 2681	E 75.0	S 3715	E 77.9	S 3247
P 263.4	P 263.3	P 263.1	P 262.7	P 262.2	P 260.7	P 260.0	P 259.2	P 257.8	P 256.7	P 256.6	P 256.0												
																							
E 90.9	S 3070	E 85.1	S 3143	E 85.4	S 3243	E 84.9	S 3526	E 75.3	S 3677	E 83.0	S 3110	E 82.9	S 2635	E 75.7	S 3057	E 80.3	S 2937	E 84.6	S 3366	E 85.1	S 3051	E 81.6	S 2408

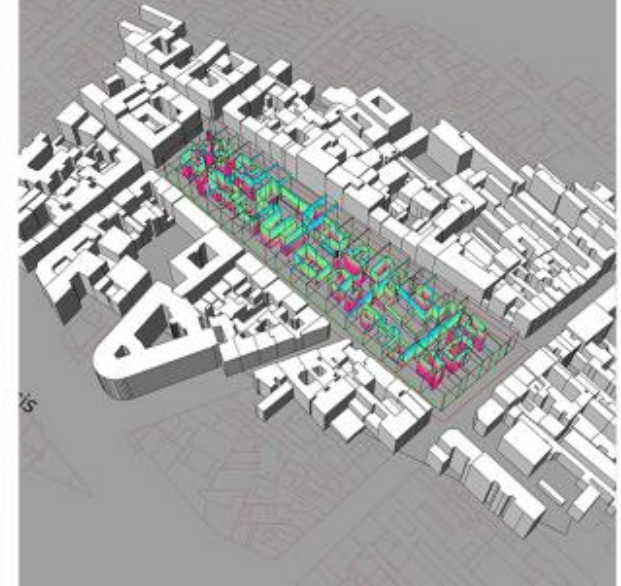
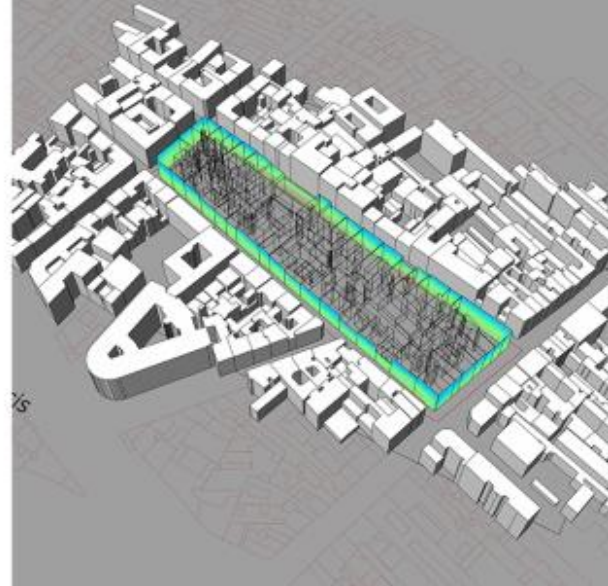
Exposed volume



Shared walls














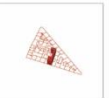






























Sky exposure



# Formes urbaines comparées: synthèse

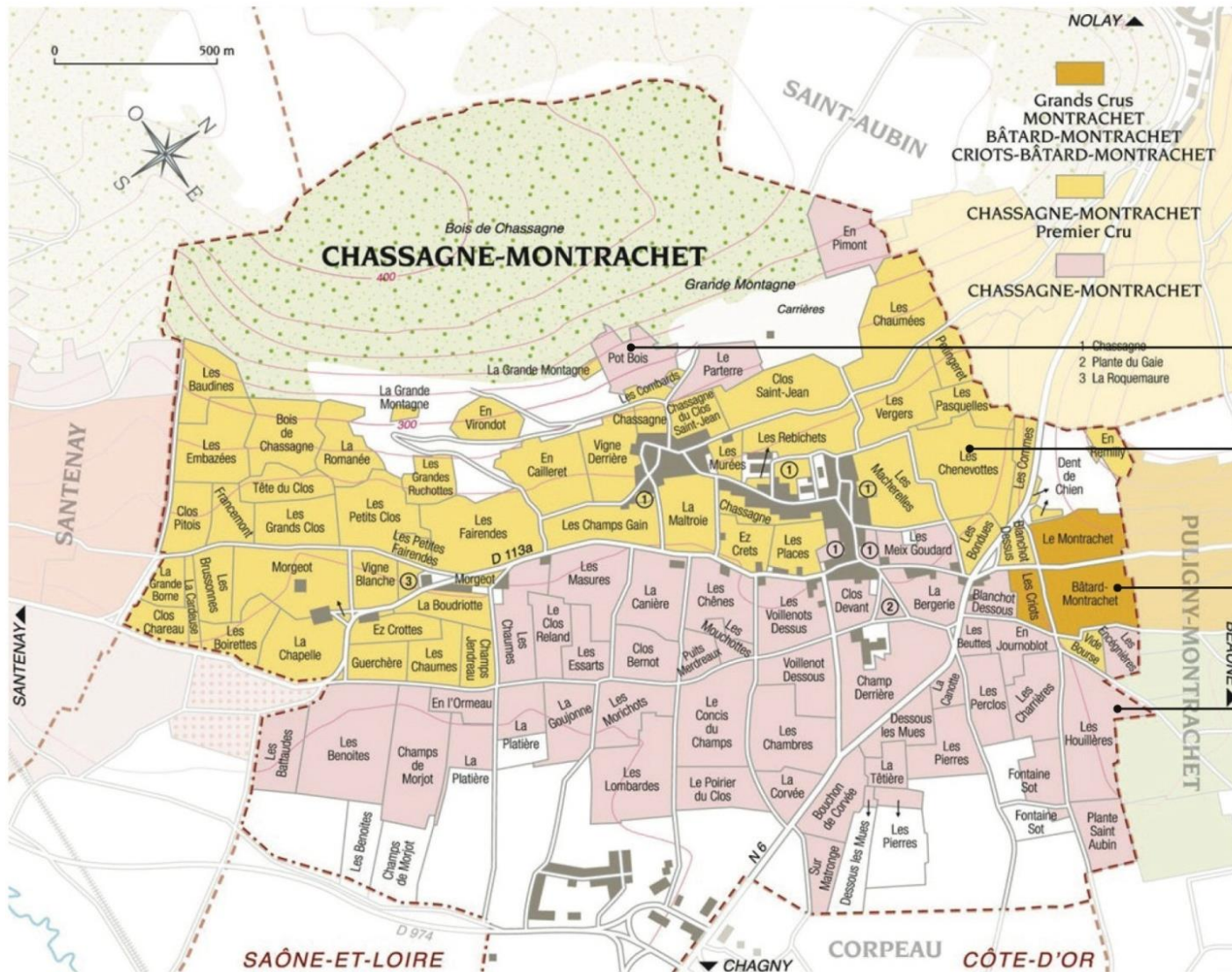
## Comparison of urban forms: synthesis

			MAISONS EN BANDE ROW HOUSES (ANNÉES 1930 — 1930S)	ENSEMBLE HBM HBM COMPLEX (ANNÉES 1930 — 1930S)	ENSEMBLE CONTEMPORAIN CONTEMPORARY COMPLEX (ANNÉES 2000 — 2000S)	ENSEMBLE CONTEMPORAIN CONTEMPORARY COMPLEX (ANNÉES 1990 — 1990S)	ENSEMBLE CONTEMPORAIN CONTEMPORARY COMPLEX (ANNÉES 2016 — 2016S)	TOUR TOWER (ANNÉES 2016 — 1970S)	ÎLOT HAUSSMANNIEN HAUSSMANN BLOCK (MOITIÉ XIX <sup>e</sup> S. — MID-19TH CENTURY)
			PARIS 19 QUARTIER MOUZAÏA	PARIS 18 PORTE D'AUBERVILLIERS	PARIS 13 ZAC MASSENA	PARIS 13 ZAC BERCY	PARIS 17 ZAC CLICHY-BATIGNOLLES	PARIS 13 QUARTIER CHEVALERET	PARIS 9 QUARTIER SAINT GEORGES
DENSITÉ BÂTIE ET CONSUMATION DE FONCIER BUILT DENSITY AND LAND CONSUMPTION	Densité nette bâtie	Net built density	1.03	2.73	3.42	3.94	4.5	4	5.17
	(m <sup>2</sup> ) Surface totale du terrain d'assiette	Total surface area of land (parcels)	27 930	11 840	9 320	11 500	7 700	880	7 210
	(m <sup>3</sup> ) Compacité volumétrique à filot	Block volume compactness							
COMPACTITÉ VOLUMÉTRIQUE VOLUMETRIC COMPACTNESS	0.57	0.36	0.31	0.29	0.26	0.17	0.31		
	(m <sup>3</sup> ) Compacité volumétrique au bâtiment	Building volume compactness							
	0.88	0.36	0.31	0.34	0.25	0.17	0.49		
(%) Taux de surfaces mitoyennes	Rate of shared surfaces								
53	0	4	10	10	0	45			
(m) Plage d'épaisseurs d'immeuble min et max	Range of maximum and minimum building thicknesses	12-18	10	14-21	11-16	7-19	21	7-13	
(%) Taux de volume exposé	Rate of exposed volume								
92	100	85	93	79 <sup>4</sup>	69	96			
(%) Taux d'ouverture au ciel moyen	Rate of average sky exposure								
33	35	32	33	36	36	21			
(kWh/m <sup>2</sup> an) PER	Irradiation moyenne annuelle par m <sup>2</sup> de façade	Average annual solar exposure per m <sup>2</sup> of façade							
300	314	284	310	372	363	153			

**CHANGLI WINE VALLEY**  
China, Interscène



葡萄质量和微土地组织确定标准



**Pente** 中文

**Altitude**

**Ensoleillement** durant les premières heures de la journée en période de maturation

**Irradiation** totale durant la période de maturation

En altitude, Appellation régionale

Pente exposée sud-est Premiers crus, ~60€

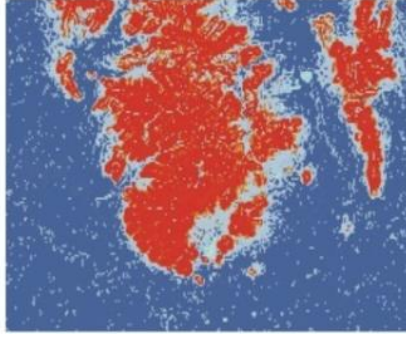
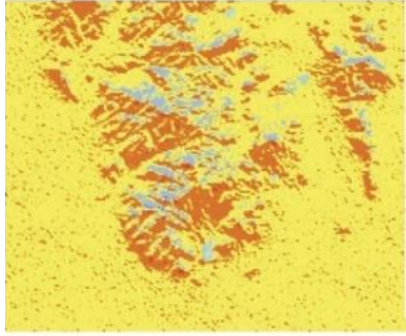
Pente exposée sud-ouest Grands crus, ~350€

Vallée Appellation régionale, ~30€

Au côté de la qualité des sols, et des pratiques de vinification, ces critères influent sur la capacité du raisin à mûrir dans de bonnes conditions et participent de la qualité du vin. Ils peuvent être combinés de différentes manières.

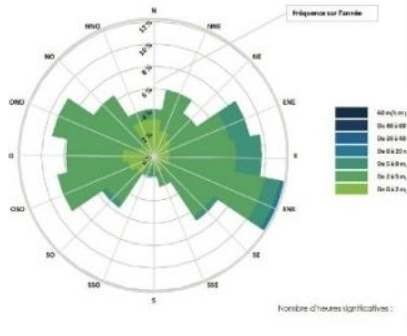
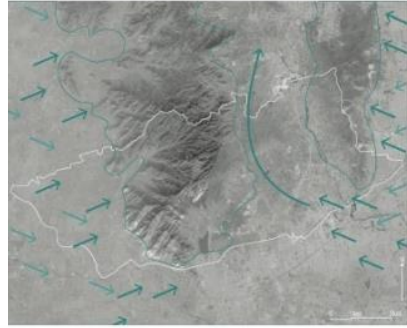
中文

SOLAR RADIATION



SLOPE

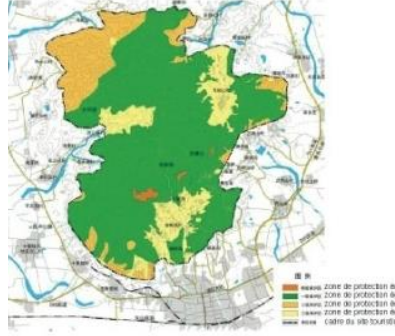
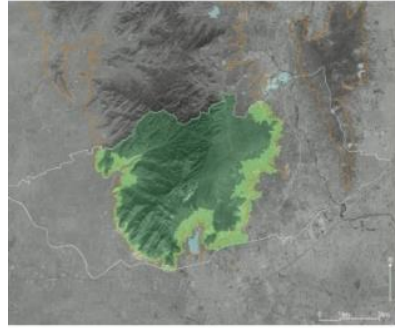
WIND



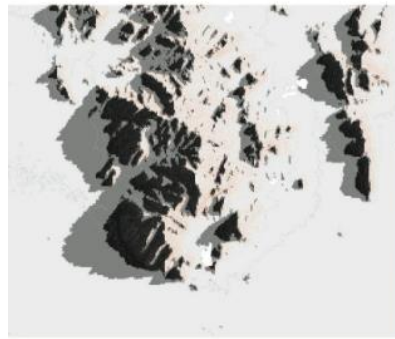
ALTITUDE



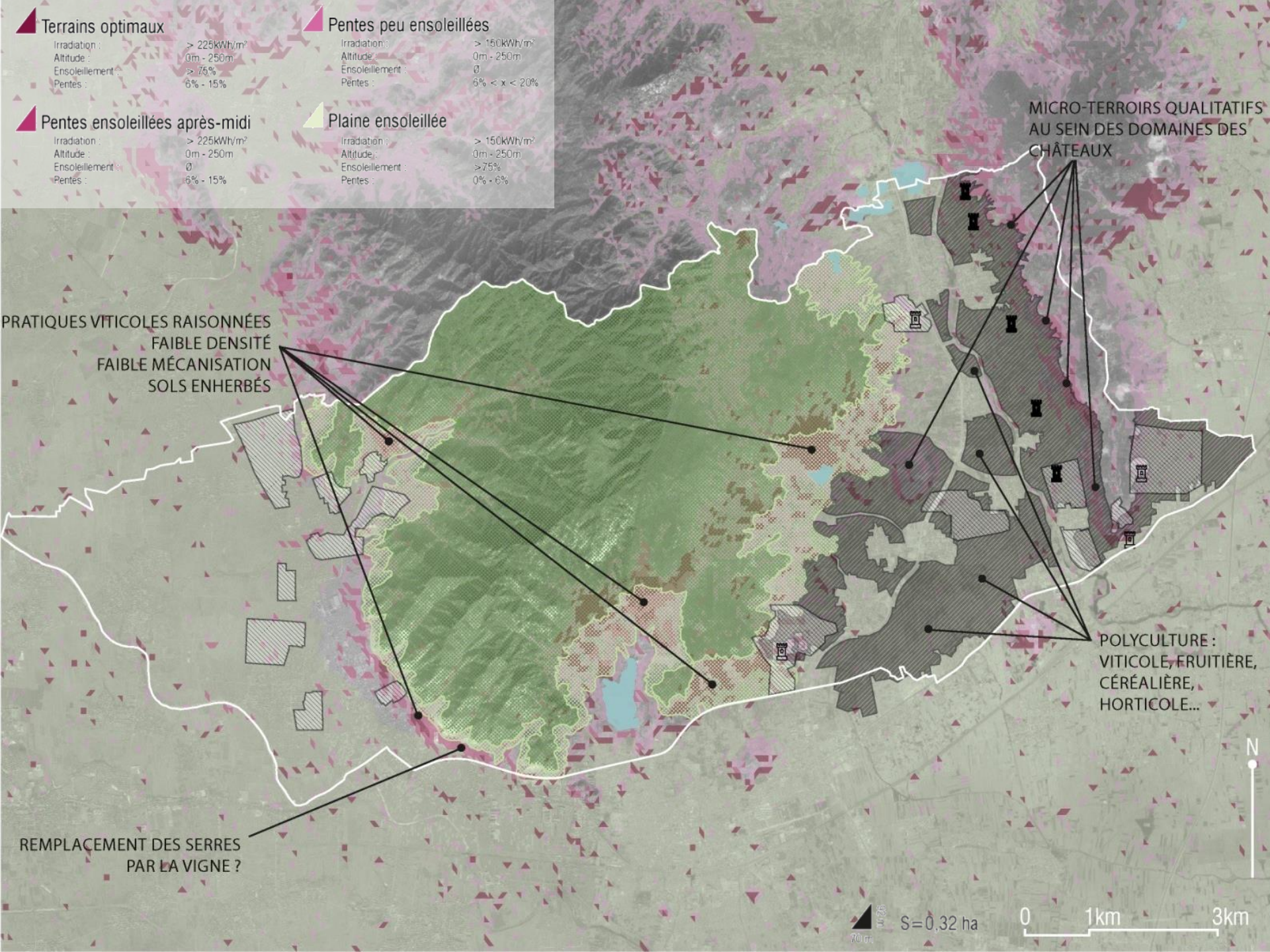
ENVIRONMENTAL PROTECTION



SUNLIGHT



<b>▲ Terrains optimaux</b>	Irradiation : > 225kWh/m <sup>2</sup>	<b>▲ Pentas peu ensoleillées</b>	Irradiation : > 150kWh/m <sup>2</sup>
	Altitude : 0m - 250m		Altitude : 0m - 250m
	Ensoleillement : > 75%		Ensoleillement : 0
	Pentes : 6% - 15%		Pentes : 6% < x < 20%
<b>▲ Pentas ensoleillées après-midi</b>	Irradiation : > 225kWh/m <sup>2</sup>	<b>▲ Plaine ensoleillée</b>	Irradiation : > 150kWh/m <sup>2</sup>
	Altitude : 0m - 250m		Altitude : 0m - 250m
	Ensoleillement : > 75%		Ensoleillement : > 75%
	Pentes : 6% - 15%		Pentes : 0% - 6%



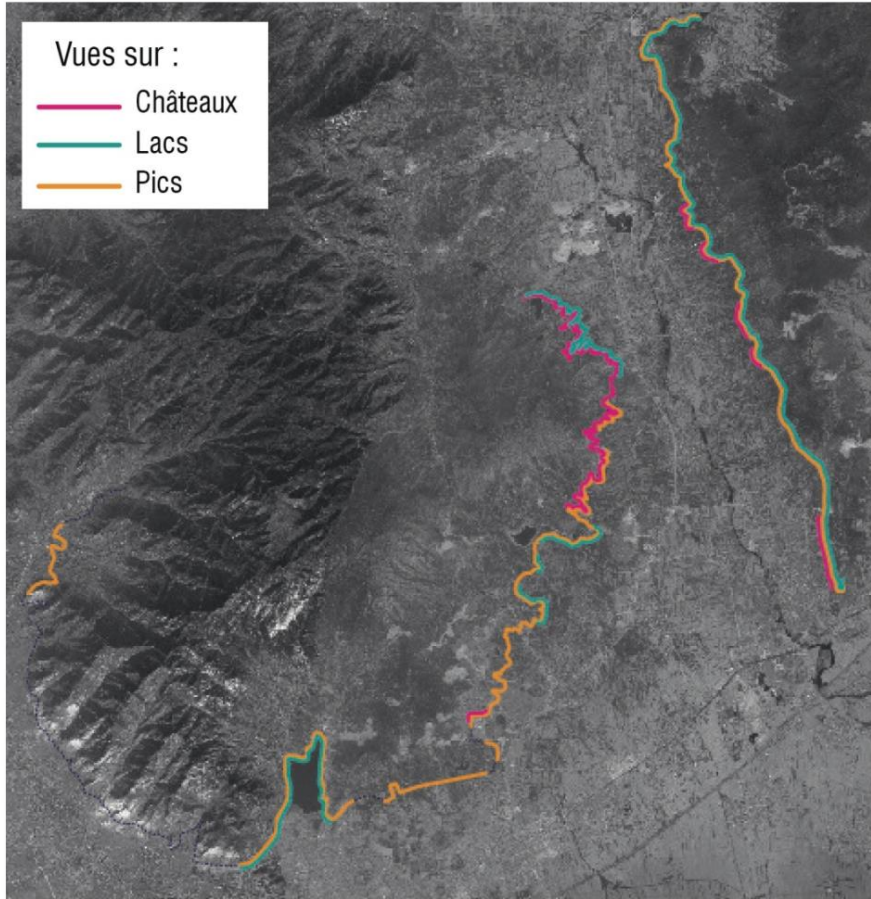
MICRO-TERROIRS QUALITATIFS  
AU SEIN DES DOMAINES DES  
CHATEAUX

PRATIQUES VITICOLES RAISONNÉES  
FAIBLE DENSITÉ  
FAIBLE MÉCANISATION  
SOLS ENHERBÉS

POLY-CULTURE :  
VITICOLE, FRUITIÈRE,  
CÉRÉALIÈRE,  
HORTICOLE...

REPLACEMENT DES SERRES  
PAR LA VIGNE ?

# A CONTEMPLATIVE PATH TO DISCOVER LOCAL LANDMARKS

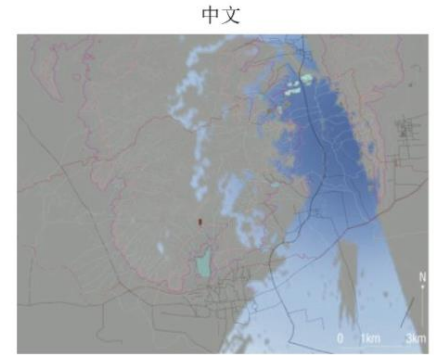


LE LONG DE LA CÔTE 54, DES POINTS DE VUE SUR LES LACS, LES CHÂTEAUX, ET LES PICS

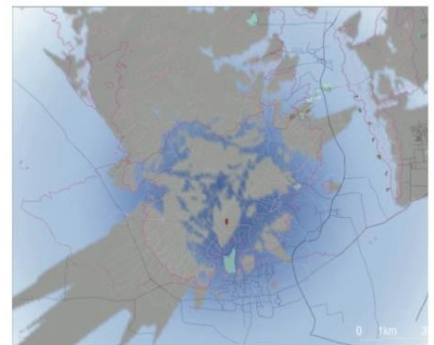
中文



CHÂTEAUX



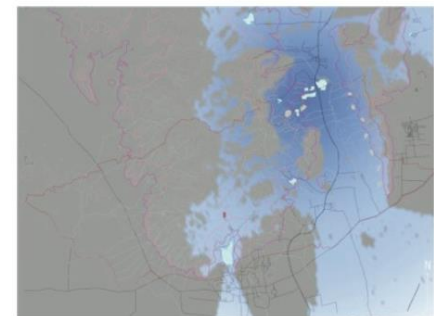
中文



中文



LACS



中文