



Herramienta para medir el impacto ambiental de escenarios de planificación urbana



Dr. Ing. Nicolas SALMON, YES Innovation - PUCE

Dr. Arq. Grace YEPEZ, YES Innovation – UDLA - PUCE



nobatek

TECHNOLOGICAL RESOURCES CENTER
**SUSTAINABLE TECHNOLOGY,
CONSTRUCTION AND DEVELOPMENT**

Based in Anglet, France
www.nobatek.com



YES
innovation

INNOVATION AND TECHNOLOGICAL SERVICES
**CONSTRUCTION, ARCHITECTURE,
URBAN PLANNING**

Based in Quito, Ecuador
www.yes-innovation.com

Designing a new district:

how to evaluate quickly and effectively a design scenario ?

District planning scenario



Objectifs

Assurer l'intégration et la cohérence avec le tissu urbain et les autres échelles du territoire

Préserver les ressources naturelles et favoriser la qualité environnementale et sanitaire de l'aménagement

Promouvoir une vie sociale de proximité et conforter les dynamiques économiques

Thèmes

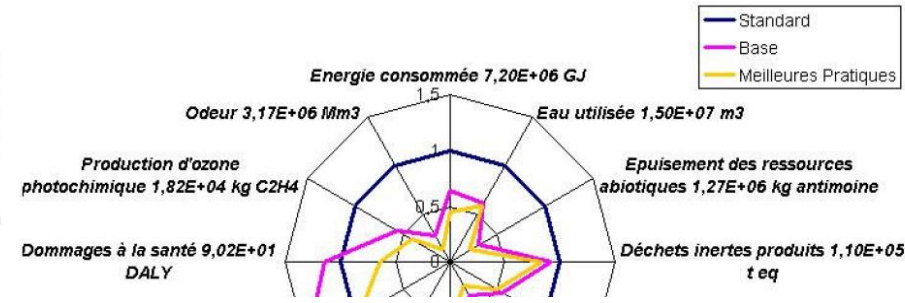
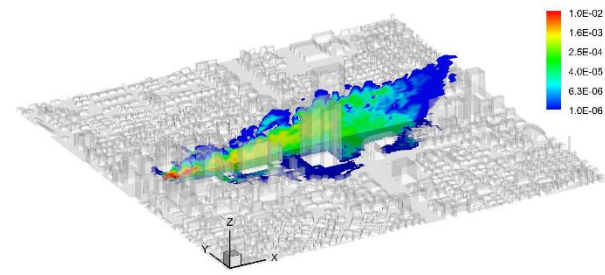
1. Territoire et contexte local
2. Densité
3. Mobilités et accessibilité
4. Patrimoine, paysage et identité
5. Adaptabilité et évolutivité

6. Eau
7. Energie et climat
8. Matériaux et équipements
9. Déchets
10. Ecosystèmes et biodiversité
11. Risques naturels et technologiques
12. Santé

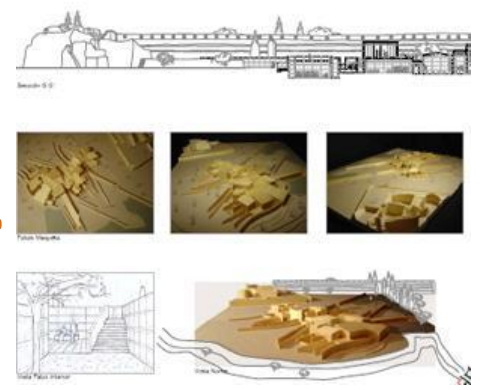
13. Economie du projet
14. Mixités et usages de l'aménagement
15. Ambiances et espaces publics
16. Insertion et formation
17. Dynamiques économiques locales

QUALITATIVE evaluation

QUANTITATIVE evaluation



Workability: sites/actors/projects



MASTERPLANNING early stages > need for better suited EVALUATION tools



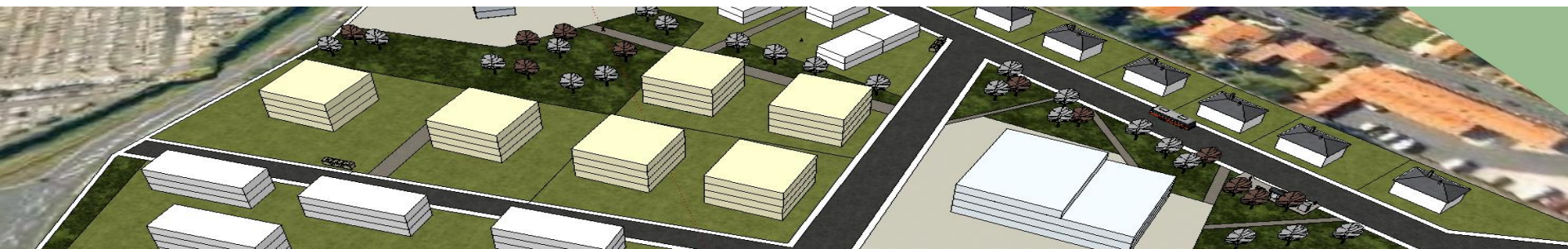
LEVEL OF DATA in an early phase

- > Early phase: urban planning competition or outline proposals
- > Site of construction + urban program + sustainability objectives
- > General geometry of buildings, land occupation, roads and circulations
- > General characterization of roads composition, green areas and available public transportation



REQUIREMENTS

- > Consistent with architects' ways of working and the level of information in an early design phase
- > Evaluation through understandable and objective (quantitative) indicators
- > Evaluation based on 3D modelling and impact visualisation clearly linked to design options
- > To allow comparing design scenarios

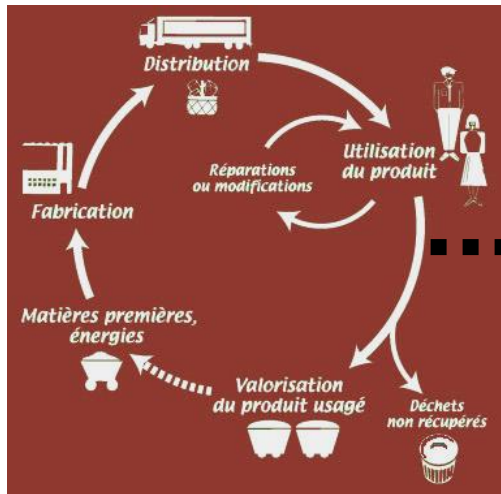


Designing a new district:

how to evaluate quickly and effectively a design scenario ?

Life Cycle Analysis (LCA)

District planning scenario



LCA + LCA + LCA + LCA
 Infrastructure buildings transport land use



LCA Neighbourhood



NEIGHBOURHOOD
EVALUATION FOR
SUSTAINABLE
TERRITORIES



Neighborhood Evaluation for Sustainable Territories

A decision support tool for early stage urban planning through environmental performance assessment



Quantitative assessment of environmental impacts through a set of 6 environmental performance indicators

- LCA indicators
- Flow indicators



Masterplan

Plug-in tool

Impacts

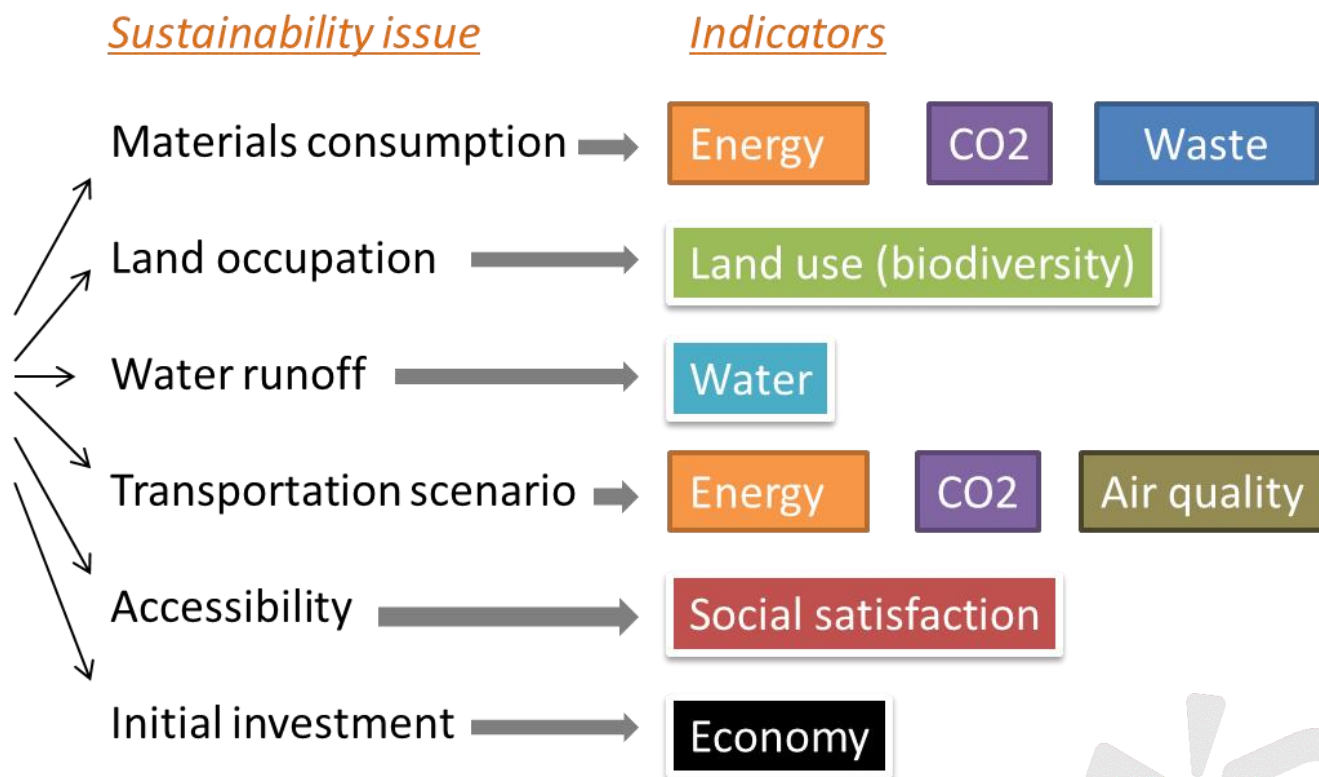
Implantation site
Buildings
Renewable energy
Roads
Transport
Green areas
Public areas
Public lighting

NEST

Energy
CO2
Air quality
Water
Waste
Biodiversity
Economic impact
Social impact



Environmental performance : multi-dimension, interconnection

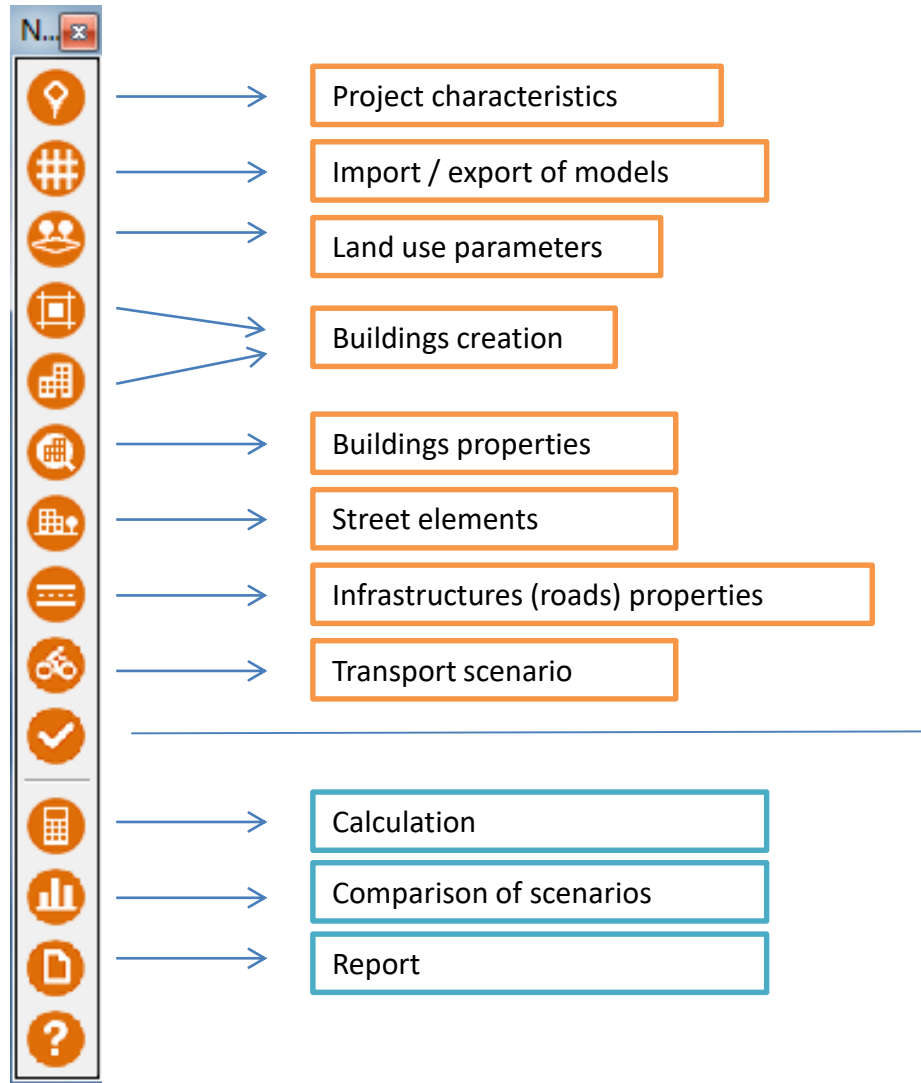


NEST Indicators	Calculated per user and per year
ENERGY	Total primary energy consumption (MJ) of the district It includes: Buildings construction, buildings use, infrastructure construction, public lighting, transportation, renewable energy
CO2	Green house gases (GHG) emitted by the district (IPCC 100). It includes: Buildings construction, buildings use, infrastructure construction, public lighting, transports, renewable energy
LAND USE	Land use (impact on biodiversity) (eco-indicator 99) It includes: land transformation; land consumption
WASTE	Waste generation and valorization It includes: construction and demolition waste, household waste
AIR QUALITY	Volume of polluted air generated by the district (m3) It includes air pollution from: transports, buildings heating fumes (gas and wood boilers).
WATER	Water consumption in the district It includes consumption from: construction of the dwellings, use of dwellings, maintenance of gardens It includes separately: drinking water, rain water
ECONOMY	Cost of the project It includes the cost of : roads, green areas, buildings (per categories), other street elements
SOCIAL IMPACT	Evaluation of users 'satisfaction It includes evaluation from : accessibility, availability of green areas, size of dwellings, means of transports, availability of parking

Nest: plug-in SketchUp



NEIGHBOURHOOD
EVALUATION FOR
SUSTAINABLE
TERRITORIES



INPUTS

Project modelling : follows the operational workflow of early stage design

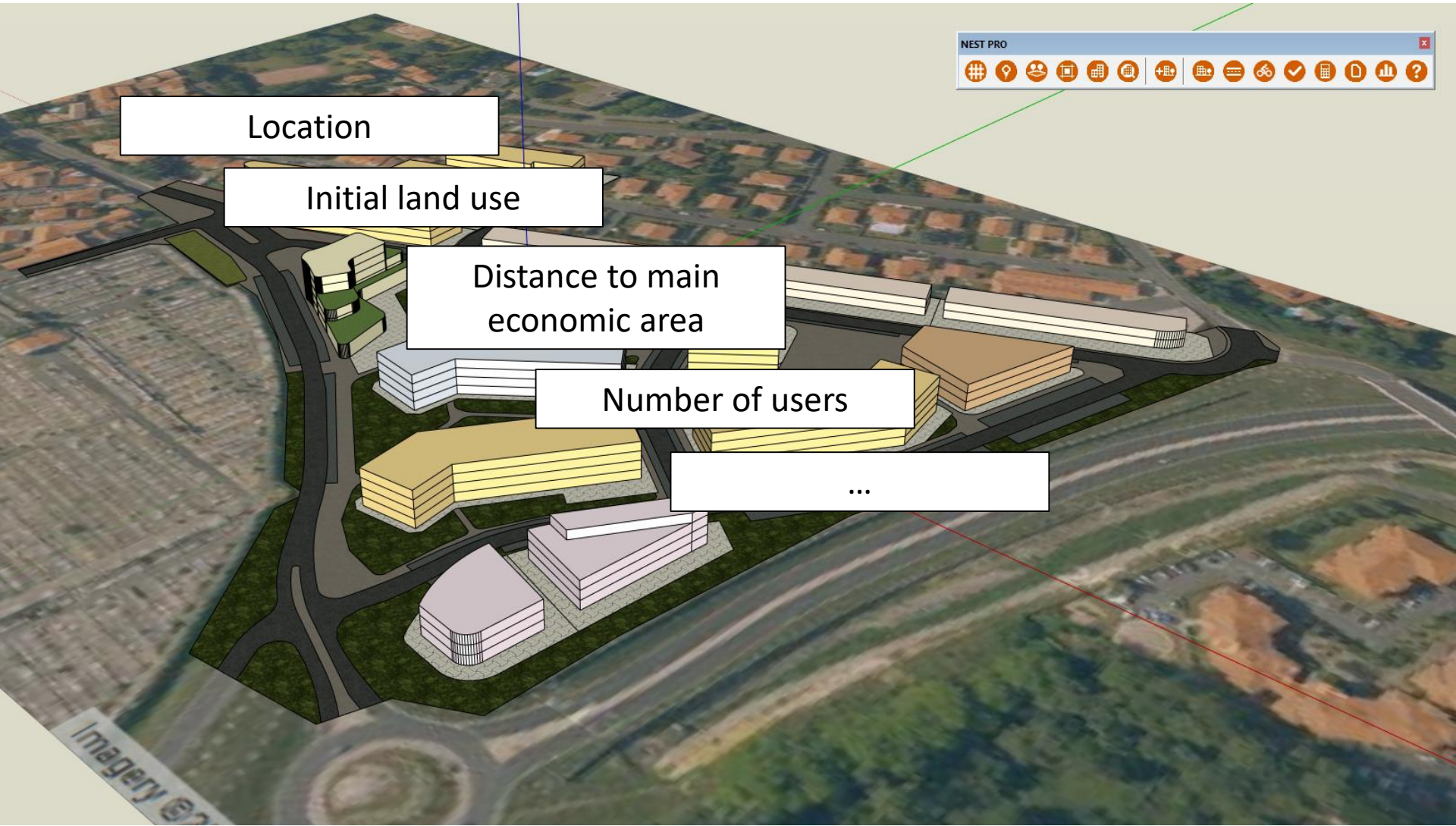
RESULTS

Assessment, comparison and reporting on planning scenarios



Design process

General data



Location

Initial land use

Distance to main economic area

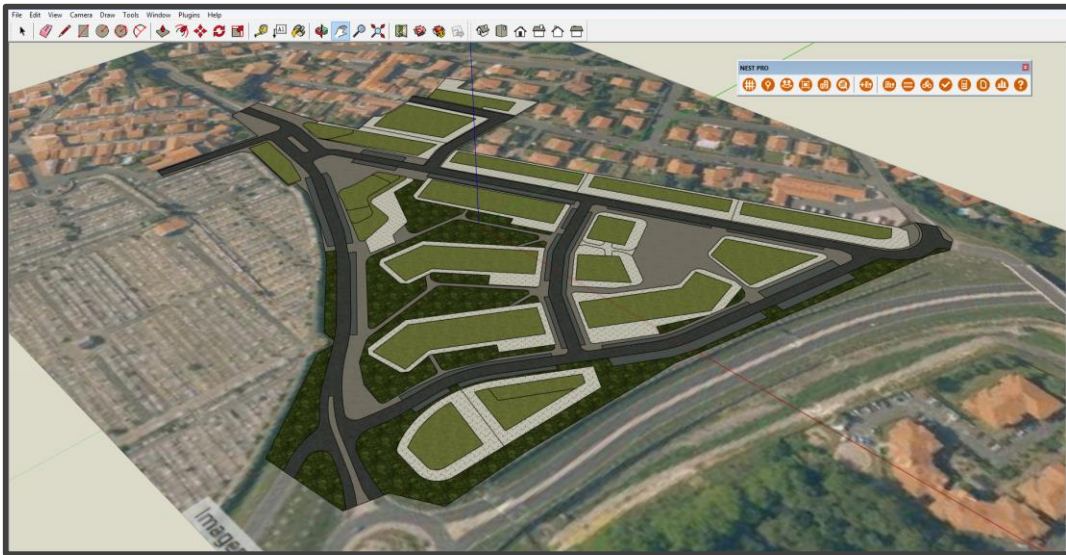
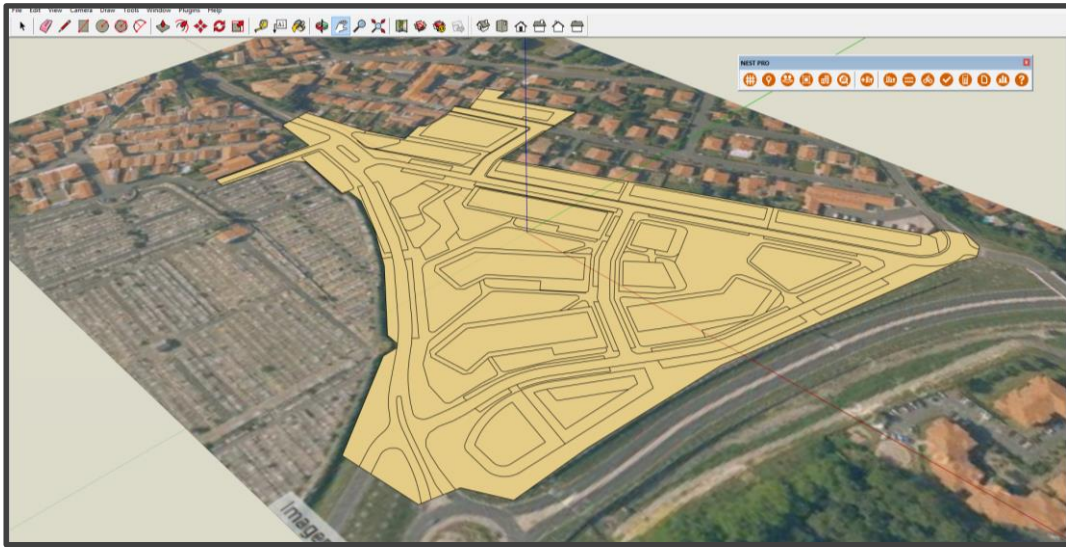
Number of users

...








Imagery ©

Design process

Roads and plots drawing and characterization



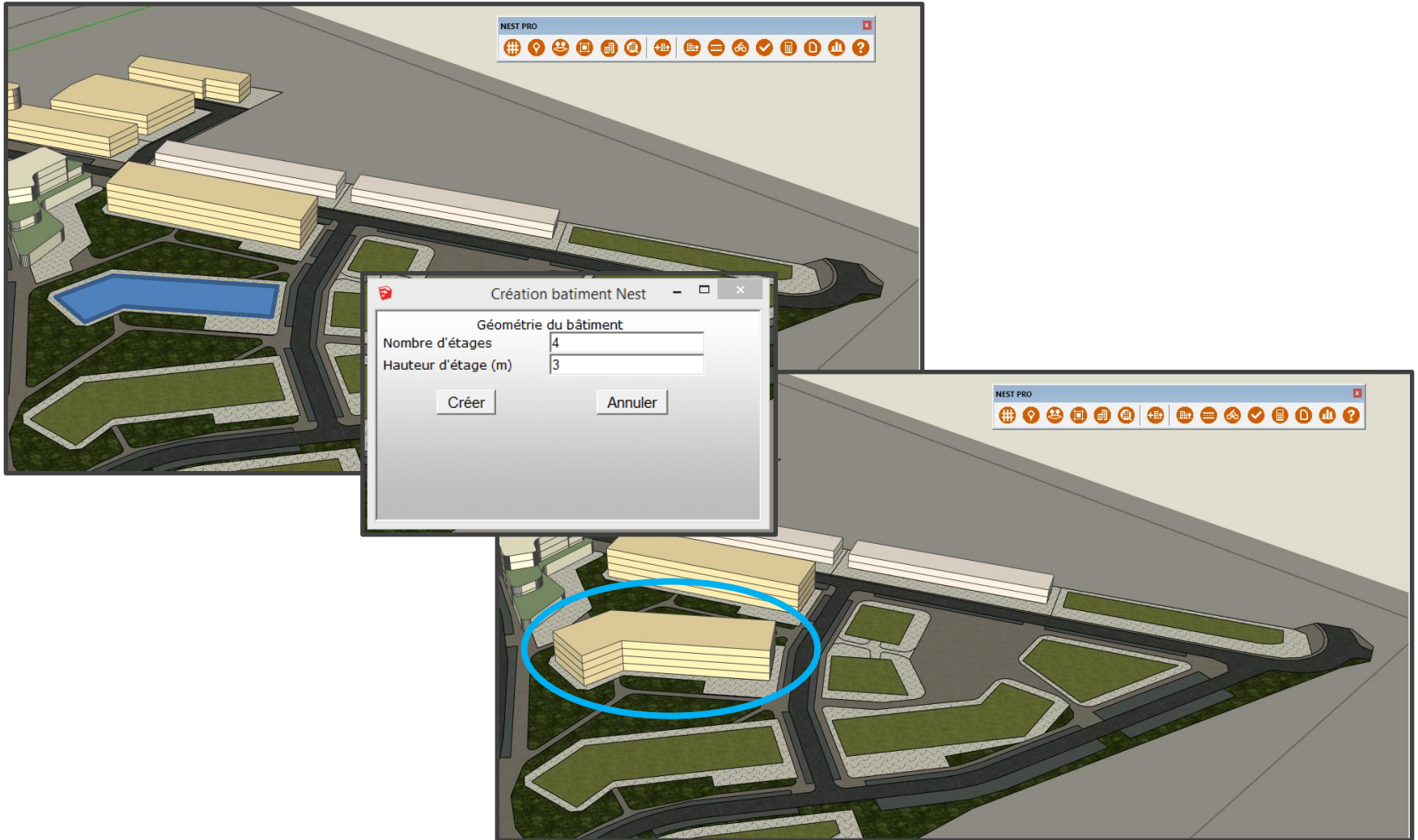
Cliquer l'image pour sélectionner le type de surface

AUCUN		Sans type: la surface n'est plus prise en compte lors de l'évaluation du quartier
ESPACE MINÉRALISÉ		Espace public non végétalisé, type sable stabilisé
ESPACE VERT		Espace public végétalisé
ESPACE VERT SUR DALLE		Espace public végétalisé sur dalle
ESPACE VERT BOISÉ		Forêt / espace vert naturel
PARCELLE		Parcelle publique à construire ou sur laquelle un ou des bâtiments pré-existent
PARCELLE MINÉRALISÉE		Parcelle publique avec revêtement minéral, type pavé



Design process

Buildings drawing



Caractérisation composant

Généralités

Enveloppe

Aménagements

Energie

Eau

1 - Description

Nom

Etat du bâtiment **Neuf**

Catégorie du bâtiment **Logement Collectif**

Type de commerce

Logement social **Non**

Nombre de Logements **1**

Système constructif **Béton banché / laine miné**

2 - Coût

Utiliser un ratio estimatif **Oui**

Coût estimatif 1300

Coût réel 0

3 - Surface

SHON depuis modèle **Oui**

SHON Modèle 5263,01

SHON 0

Nom

Nom du bâtiment (facultatif).

Caractérisation composant

Généralités

Enveloppe

Aménagements

Energie

Eau

1 - Chauffage

STD disponible **Non**

Besoins en chauffage 0

Niveau de performance **RT2012**

Type de Chauffage **Chaudière Gaz**

Ventilation **Double Flux**

2 - Eau Chaude Sanitaire

Moyen de production **Chaudière Gaz**

Utiliser la surface de solai **Oui**

Panneaux solaires thermiq 0,00

Orientation panneaux sola Sud

Panneaux solaires thermiq 0

Performance ECS spécifiq **Non**

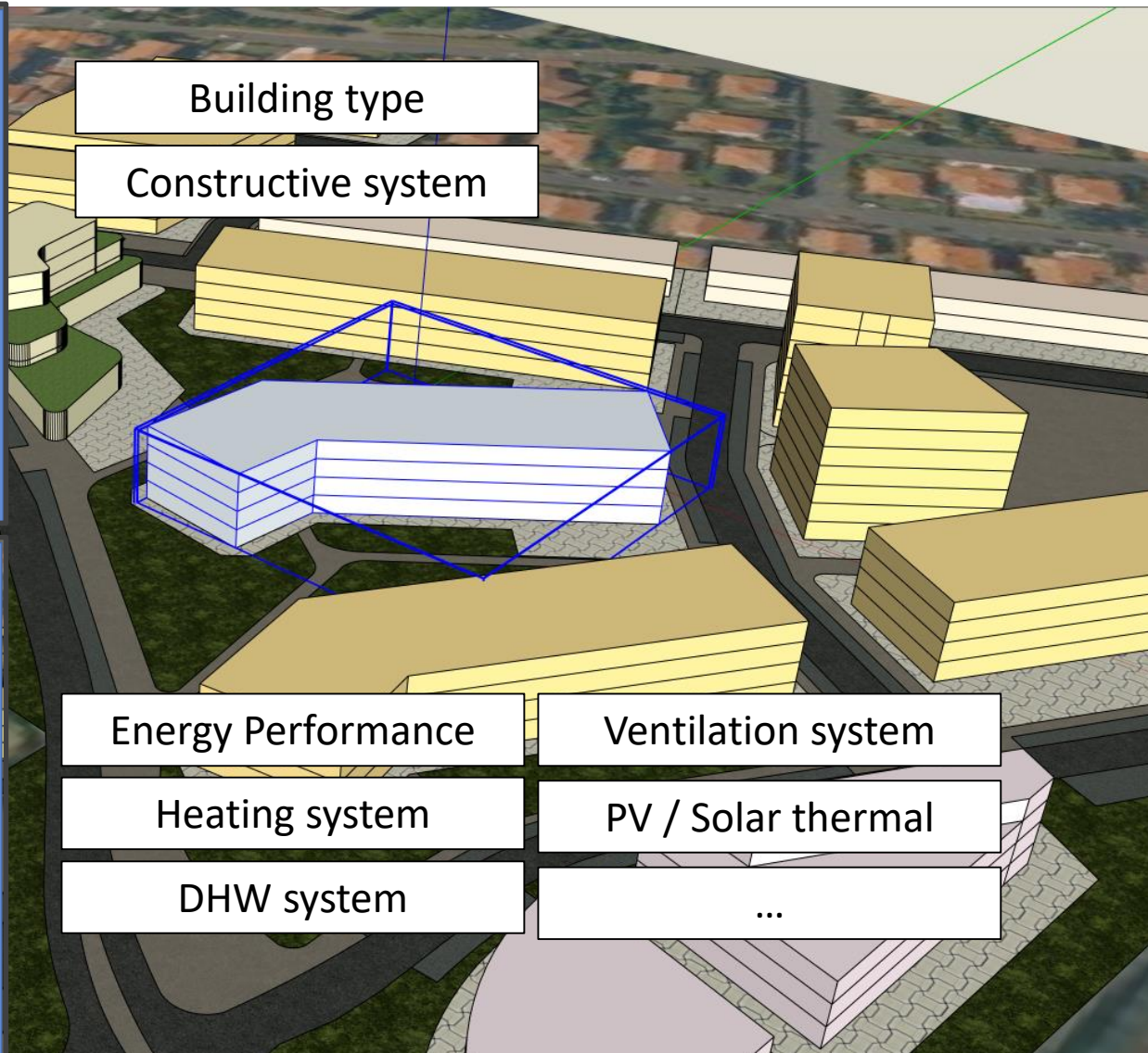
Performance ECS 0

3 - Photovoltaïque

Utiliser la surface de solai **Oui**

STD disponible

Chauffage : résultat de STD (Si oui, saisie des besoins en chauffage calculés avec une Simulation Thermique Dynamiqu...





Design process

Demographics and transport scenarios



Population characterization

Paramètres Transport

1-Population	
Répartition population	(Act:44%, Mat:4%, Pri: 4%, Col: 4%, Lyc: 4%, Etu: 6%, Ret: 34 %)
Répartition actifs	(30%, 30%, 10%, 30%)
Répartition non-résidents	(Bur:50%, Com:50%)

2-Mobilité de la population	
Actifs résidents	(50 30 0 0 15 5)
Enfants de Maternelle	(50 30 0 0 15 5)
Enfants du Primaire	(50 30 0 0 15 5)
Collégiens	(50 30 0 0 15 5)
Lycéens	(50 30 0 0 15 5)
Etudiants	(50 30 0 0 15 5)
Retraités	(50 30 0 0 15 5)

3-Mobilité des employés non-résidents	
Employés de bureaux	(50 30 0 0 15 5)
Employés de commerces	(50 30 0 0 15 5)

4-Distances individuelles moyennes	
Logement - école maternelle	0,14
Logement - école primaire	0,14
Logement - collège	0,14
Logement - lycée	0,14
Logement - université	0
Logement - commerce	2,50
Logement - bureaux	0,12
Logement - autres	0,17
Logement- arrêt de bus	2,50
Logement - parking vélo	2,50

Répartition population
Répartition de la population par catégories sociales

1-Population
Répartition population (Act:44%, Mat:4%, Pri: 4%, Col: 4%, Lyc: 4%, Etu: 6%, Ret: 34 %)

Répartition de la population

Catégorie	Actifs	Enfants de Maternelle	Enfants du Primaire	Collégiens	Lycéens	Etudiants	Retraités	Reset
Pourcentage	44	4	4	4	4	6	34	Ok
Nombre	880,0	80,0	80,0	80,0	80,0	120,0	680,0	

Mobility characterization

2-Mobilité de la population
Actifs résidents (50 30 0 0 15 5)

Répartition du transport

	Voiture	Bus	Tram	Train	Vélo	A pieds	Reset
	50	30	0	0	15	5	Ok



$b_n + a_n b_{n-1} + \dots + a_0 = 0$ minimal equation of non-zero elements for $\alpha \in R$ for all i , hence $a_0 \in P = \text{pr}$
 $D(N) \supset S$ $B(U, V) = T_{L/K}(UV)$ $D(N) \supset D(S)$ trace integral elements lie in R , and hence $D(S) \supset S$
 This group free on the non-zero prime ideals P .
 $J_P(I) = \inf_{x \in I} v_P(x)$ $I = \prod_P P^{v_P(I)}$ $R_P = (P R_P) v_P(I)$
 (I a non-empty subset of R) \Rightarrow can be incorrect set reduction

$f_P : \mathcal{O}(R) \rightarrow \mathcal{O}(R_P)$ $I = \prod P^{e_P}$ $v_P = v_P(I R_P) = v_P(R_P) = v_P(I)$
 $v_P(I_1 I_2) = v_P(I_1) + v_P(I_2)$ $\mathcal{O}(R) \cong \prod_P \mathcal{O}(R_P)$ The maps f_P induce an isomorphism
 $v_P(I^{-1}) = -v_P(I)$ (if $a \in K'$ then $v_P(a) = 0$ for almost all P) $\mathcal{O}(R_P) \cong \mathcal{O}(\bar{R}_P) (\cong \mathbb{Z})!$
 $v_P(I_1 + I_2) = \inf v_P(I_1), v_P(I_2)$ $\mathcal{O}(R) \cong \prod_P \mathcal{O}(\bar{R}_P)$ R is valuation ring of completion K_P of K
 $v_P(I_1 \cap I_2) = \sup v_P(I_1), v_P(I_2)$ $D(R[x]) = \frac{1}{g'(x)} R[x]$ not equal on diff \Rightarrow Hurst 5
 $v_P(I) = v_P(g(x))$ $D(R[x]) = \det T_{L/K}(x, y)$

Calculation....

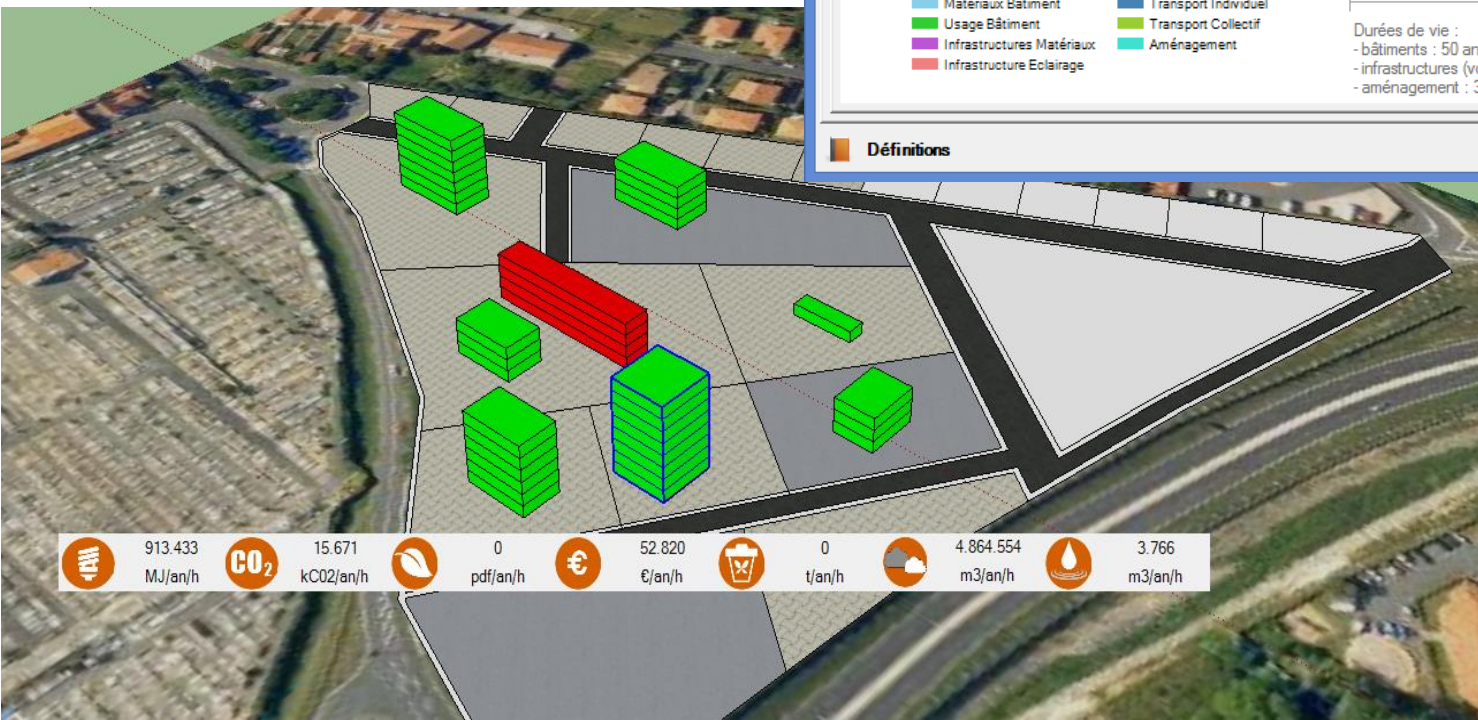
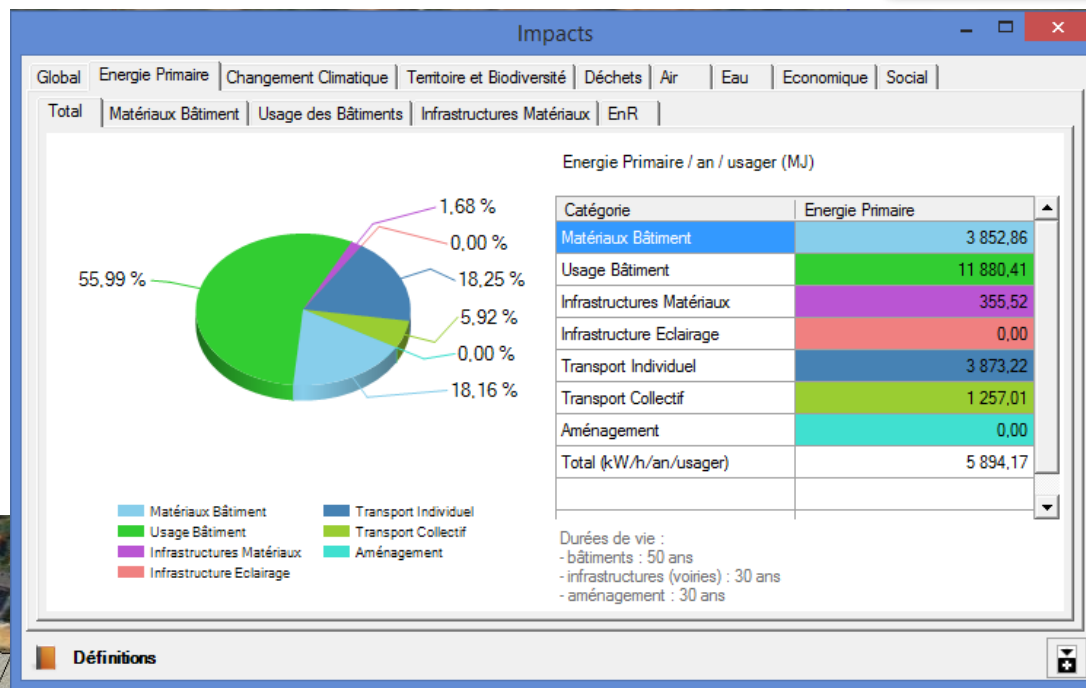


$v_K(D) \geq (e-1)s$ $N_{L/K}(J) \bar{R}_P = \prod N_{\mathcal{O}_P/K_P}(J \bar{S}_U)$ $D(R[x]) = \frac{1}{g'(x)} R[x]$
 $N_{L/K}(a) = N_{K/K'}(a)^e$ ($T_{L/K}(a, x_i) \geq (e-1)$ e.i.p)
 $T_{L/K}(x_i, x_j) \in \mathbb{Z} \Rightarrow [D(R[x]) : R[x]] = N_{L/K}(g'(x)) R[\frac{1}{g'(x)} R[x] : R[x]]$ (Glyde + twice)
 $a = \sum_{i=0}^{\infty} a_i \prod_{j=1}^n a_j^{i_j}$

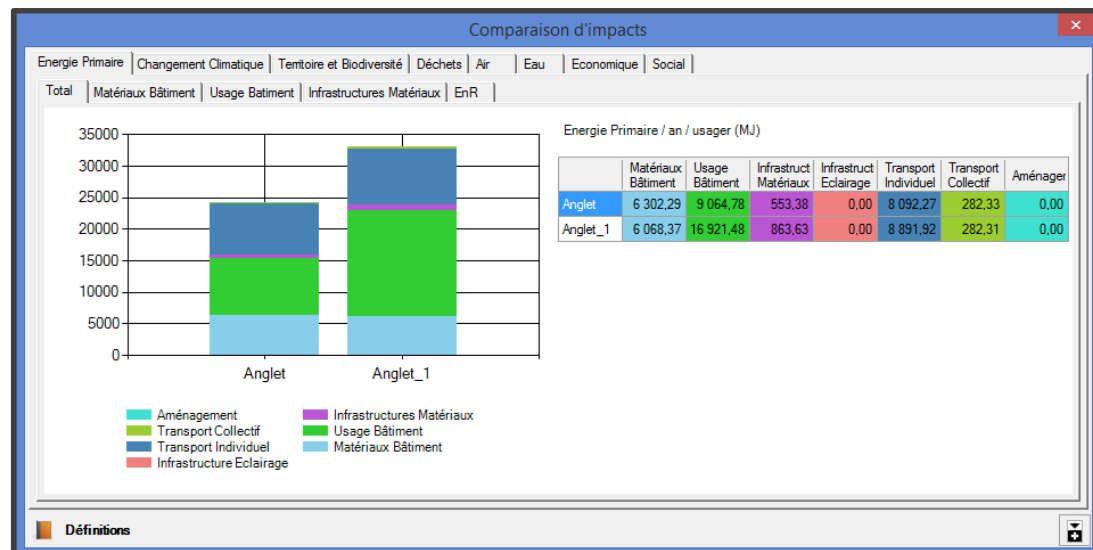
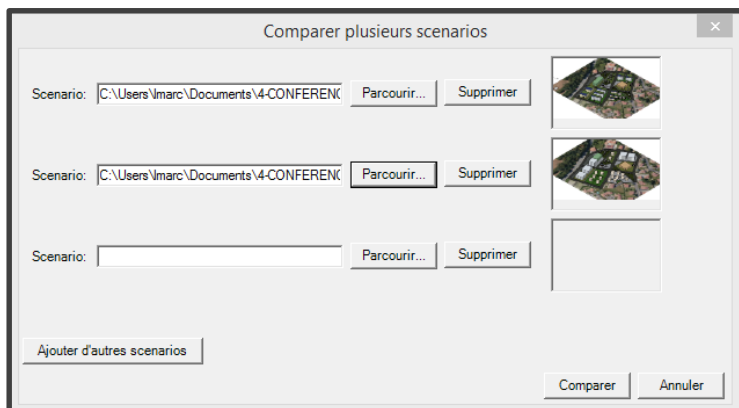
$v_P(D) = \frac{1}{f} v_K(N_{L/K} D) = \frac{1}{f} v_K(b) \geq e-1$ $s \geq \frac{e}{f} > s-1$ $v_K(a) = i_1 n$ (Recalculate $e_1 + e_2$ again)
 $g: \text{order } P, D = g' \alpha R$ $v_K(a) = \sum_{i=0}^{\infty} i |y_i| = \sum_{i=0}^{\infty} (g_i - 1) e(L/K)_{F/K}(w) = \sum_{i=0}^{\infty} i v_{L/K}(y_i)$ (don't match next section)
 $x = \frac{1}{g_{m+1}} [g_0 y + m g_{m+1} - (g_1 + \dots + g_m)]$ $\phi(x) + 1 = \inf (i g_i) x + 1 \Rightarrow g \in \Gamma_{m+1}$ (p.H) $(u+1)(v+1) = e-2$
 The only non-trivial solution of Q are equations. $0 \leq i < a$ On fitting $b = c^1$ and $n \rightarrow \infty = e-2$
 $e = b_m a^m + b_{m-1} a^{m-1} + \dots + b_0$ $|b| \leq N \left(\frac{\log b}{\log a} + 1 \right)$ $M = \max_{i < d < a} \{i, |a_i|\} \Rightarrow \log b = \log |a| \log a$

$S_a(|a| = |\mathcal{E}| (|\mathcal{E} - \alpha| < d)$ $\frac{\log |b|}{\log |a|} = \frac{\log |\delta|}{\log |x|}$ $a_n \rightarrow 0$ $|d_n - d| \rightarrow 0$ $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{D_n^k}{(1 + \theta_n)^k} d_n$ $\frac{D_n^k}{(1 + \theta_n)^k} d_n$
 $(|a| > 1, |b| < 1, (2 \leq n \leq N))$ $\frac{\log |b|}{\log |a|} = \frac{\log |\delta|}{\log |x|}$ $m \log |b| + n \log |\delta| \geq 0$ $|a+b| (|a| + |b|) - \alpha \beta \leq |a||b| + |a||\delta| + |\beta||a|$

$\log |b| = \log |\delta|$ $\log |a| = \log |x|$ $\log |b| = \log |\delta|$ $\log |a| = \log |x|$



Primary Energy
(MJ/year/user)



FICHE > 04 Synthèse d'évaluation



Nom du projet :	les capucines	Coût total d'investissement :	25M€	Superficie total :	20Ha
Type de projet :	Extension urbaine	Nombre d'habitants :	10 000 hab.	Type de sol avant transformation	Prairie agricole

Rappel - objectif d'un écoquartier :

Quartier urbain, conçu de façon à minimiser son impact sur l'environnement en assurant la qualité de vie des habitants, en visant un fonctionnement à long terme, une autonomie fonctionnelle, la création d'une solidarité sociale et une intégration cohérente au site ; il doit répondre aux objectifs locaux et globaux du développement durable.

Vue d'ensemble du quartier modélisé



Caractéristiques du quartier modélisé

Surface des espaces bâtis (m²) :	150000
Surface des espaces non bâtis (m²) :	50000
Surface imperméabilisée (m²) :	100 000
Surface végétalisées (toitures incluses) (m²) :	100000
Surface de plancher existante réhabilitée ou reconvertie (m²) :	20000
Surface de plancher total (m²) :	80000
Surface de plancher logements (m²) :	20000
Surface de plancher services (m²) :	10000
Surface de plancher commerces (m²) :	5000
Surface de plancher bureaux (m²) :	1000
Surface de plancher autres activités (m²) :	0
Surface des espaces verts (m²) :	50000
Surface des espaces publics (m²) :	30000
Surface de parkings (m²) :	10000
Nombre de logements :	500
Nombre de logements sociaux :	200

Mobilité hors quartier

Distance du site au centre ville :	5km
Distance du site à une zone commerciale :	2Km
Distance moyenne à la station de train :	8Km
Nombre de lignes de TC à proximité du site :	1 km

Mobilité dans le quartier (distances moyennes)

Distances domicile-équipements (m)	500 m
Distances domicile-commerces (m)	700 m
Distance domicile-espaces verts (m)	400 m
Distance domicile-arrêt bus (m)	200 m

Nombre d'usagers :	10000	Objectifs de mobilité				
		Voiture	Bus	Vélo	A pied	
Enfants	2500	50%	30%	5%	10%	
Etudiants	2000	50%	35%	10%	5%	
Actifs	4000	50%	30%	15%	5%	
Retraités	1500	50%	40%	5%	5%	

Voiries et connexions

Voies piétons (m²)	5000
Voies cyclables (m²)	10000
Grand route (m²)	2000
Petite route (m²)	3000
Nombre de parkings privés	2500
Nombre de parking vélo (extérieure)	200

Impacts

Impact	Valeur actuelle
Coût euros/an/usager	1 513,5
Energie Primaire / an / usager (MJ)	216,1
CO2 / an / usager (Kg Eq.)	19,2
Perte de Biodiversité pdf / an / usager	6,8
Déchets générés / an / usager (t)	4,5
Volume d'air nocif/m²/an/usager	3,5
Consommations d'eau / an / usager (m³)	1,9

Données clés complémentaires

Consommation de chaleur annuelle totale :	
Production de chaleur annuelle à partir d'EnR installées :	
Consommation d'électricité annuelle totale :	
Production d'électricité annuelle à partir d'EnR installées :	
Pourcentage de bâtiments avec un local déchet :	
Pourcentage de bâtiments avec récupérateurs d'eau de pluie :	
Pourcentage de bâtiments avec systèmes hydro-économiques :	



Aspect du développement durable		Environnemental																			
Grille écoquartier MEEDDAT	Préservation des ressources et adaptation au changement climatique																				
Engagement Grille écoquartier	17. Optimiser les besoins en énergie et diversifier les ressources																				
Indicateur NEST :	ENERGIE PRIMAIRE																				
Thème :	Consommation d'énergie primaire																				
Enjeux :	Fort																				
But et stratégie	Favoriser la sobriété énergétique dans tous les domaines (éclairage public, entretien, etc.) en maîtrisant leur impact sur l'environnement																				
	Concevoir des bâtiments économes en énergie, prévoir la rénovation durable du parc existant (matériaux, usages, confort thermique)																				
	Recourir aux énergies renouvelables, aux énergies propres, et aux réseaux de chaleur.																				
Installer des équipements publics exemplaires durables et performants																					
Affichage des résultats NEST																					
Définition de l'indicateur : La consommation d'énergie primaire est égale à l'ensemble des consommations d'énergie du quartier sous forme primaire (c'est-à-dire non transformée après extraction)																					
Éléments pris en compte :																					
- utilisation et production d'énergies renouvelables																					
- typologie des bâtiments construits (maison individuelle, petit collectif, collectif)																					
- usage des bâtiments (chauffage, ventilation, Eau Chaude Sanitaire, éclairage intérieur, électricité spécifique)																					
- matériaux utilisés pour les infrastructures (routes)																					
- éclairage																					
- transports																					
Energie Primaire / an / usager (MJ)																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Catégorie</th> <th>Energie Primaire</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Matériaux Bâtiment</td><td>130,44</td></tr> <tr><td>Usage Bâtiment</td><td>40,88</td></tr> <tr><td>Infrastructures Matériaux</td><td>44,00</td></tr> <tr><td>Infrastructure Eclairage</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Transport Individuel</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Transport Collectif</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Total</td><td>216,06 MJ / an / usager</td></tr> <tr><td>Objectif</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Catégorie	Energie Primaire	Matériaux Bâtiment	130,44	Usage Bâtiment	40,88	Infrastructures Matériaux	44,00	Infrastructure Eclairage	0,00	Transport Individuel	0,00	Transport Collectif	0,00	Total	216,06 MJ / an / usager	Objectif		Durées de vie : bâtiments : 50 ans - infrastructures (voies) : 30 ans	
Catégorie	Energie Primaire																				
Matériaux Bâtiment	130,44																				
Usage Bâtiment	40,88																				
Infrastructures Matériaux	44,00																				
Infrastructure Eclairage	0,00																				
Transport Individuel	0,00																				
Transport Collectif	0,00																				
Total	216,06 MJ / an / usager																				
Objectif																					
Autres critères d'évaluation		Indicateurs																			
Sobriété énergétique		Moyenne de consommation dans l'écoquartier																			
		215 5000 kWh/m²/an																			
Production d'électricité à partir d'EnR		% de couverture des EnR pour la production d'électricité																			
		30%																			
Production de chaleur à partir d'EnR		% de couverture des EnR pour la production de chaleur																			
		20%																			



CASE STUDY: examples





Scenario 1.



Scenario 0.

Bassussary, France

- - 26% energy consumption
- - 24% CO2 emissions
- More comfortable buildings
- + 32% user capacity (+ 49% inhabitant capacity)



ZAC Maharin, Anglet
France





ZAC Kleber, Biarritz
France



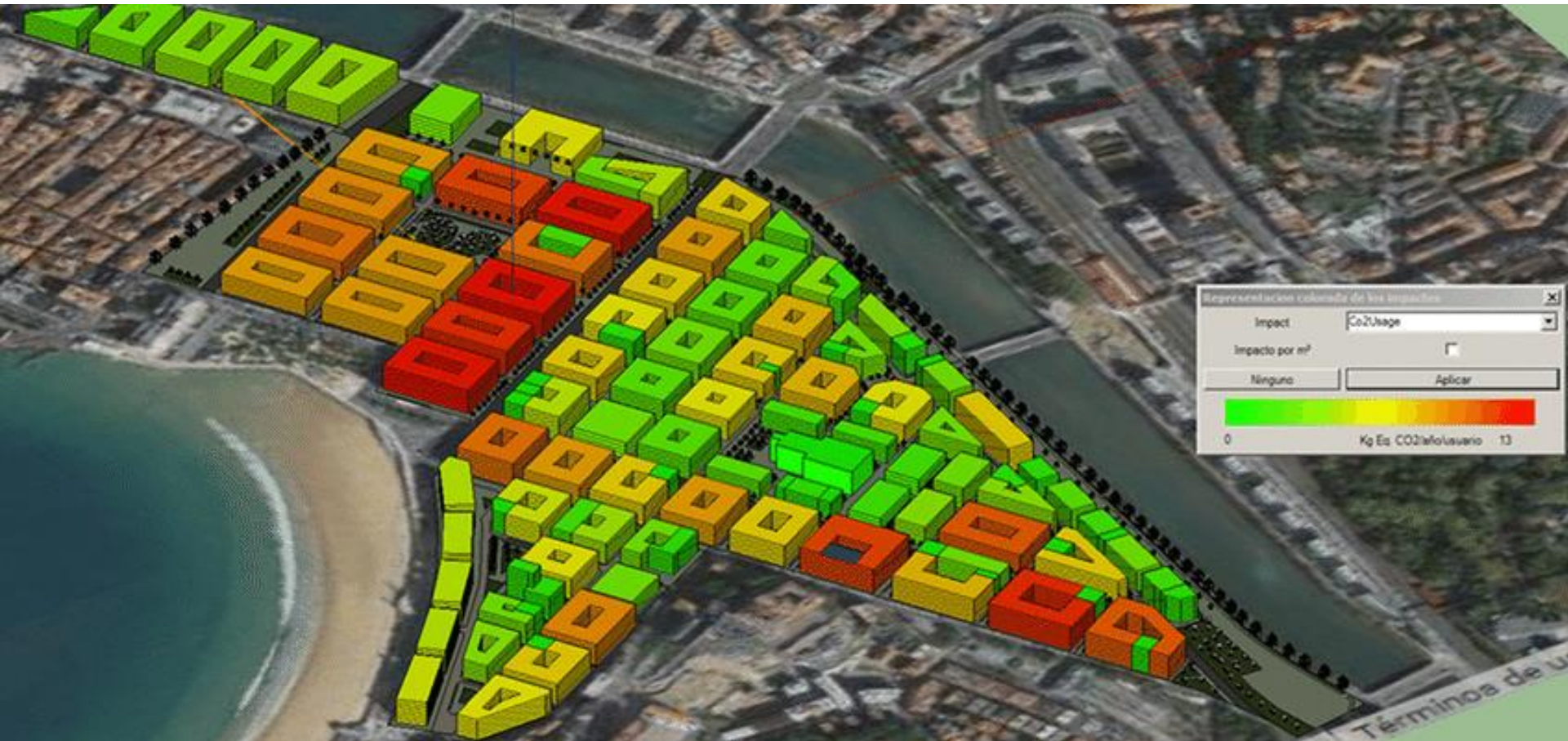


ZAC Seque, Bayonne
France





Donostia – San Sebastian España

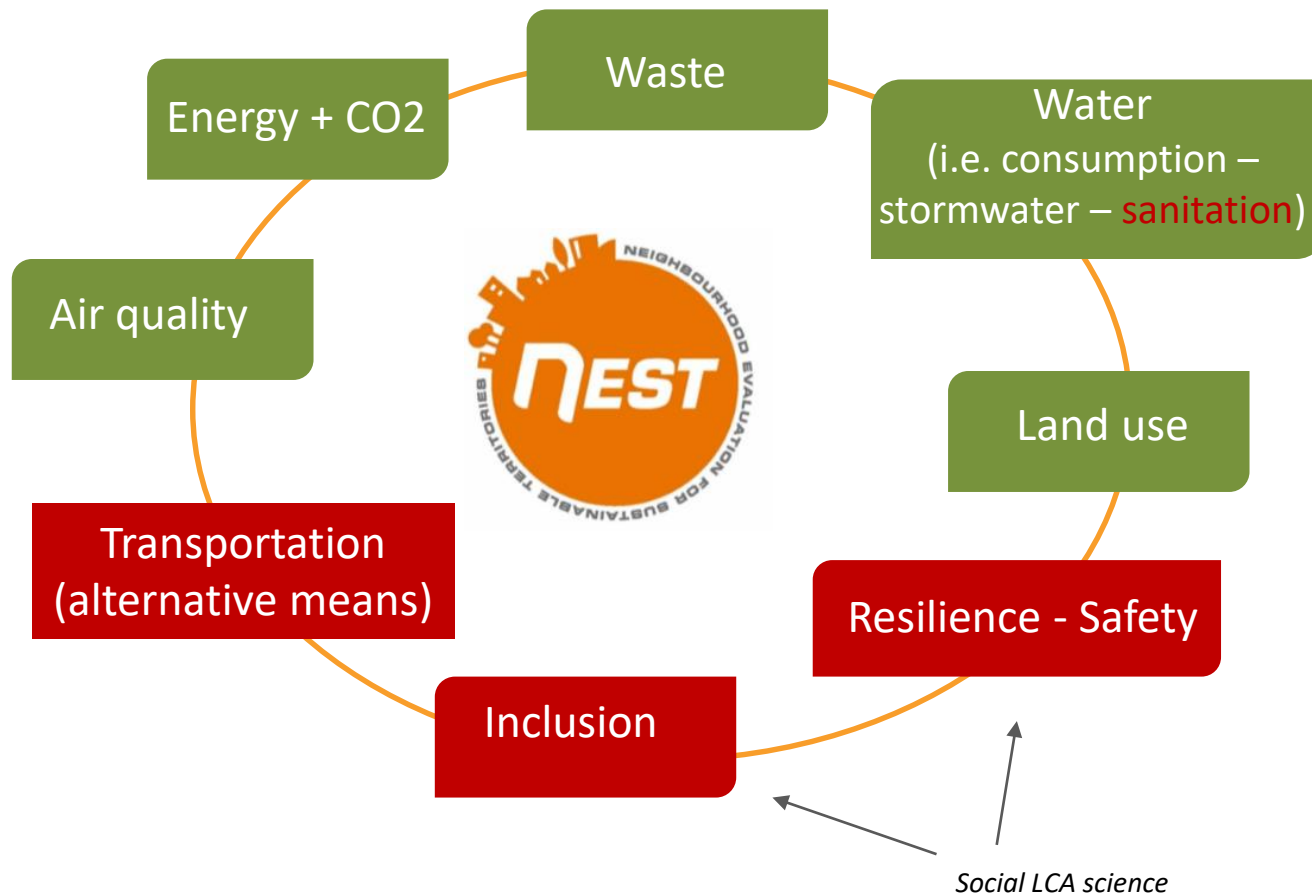


CO2 emission assesment with NEST, Donostia
Sustainability assessment of three districts in the city of Donostia - San Sebastian through the NEST simulation tool
Xabat Oregui,

What's NEXT ?

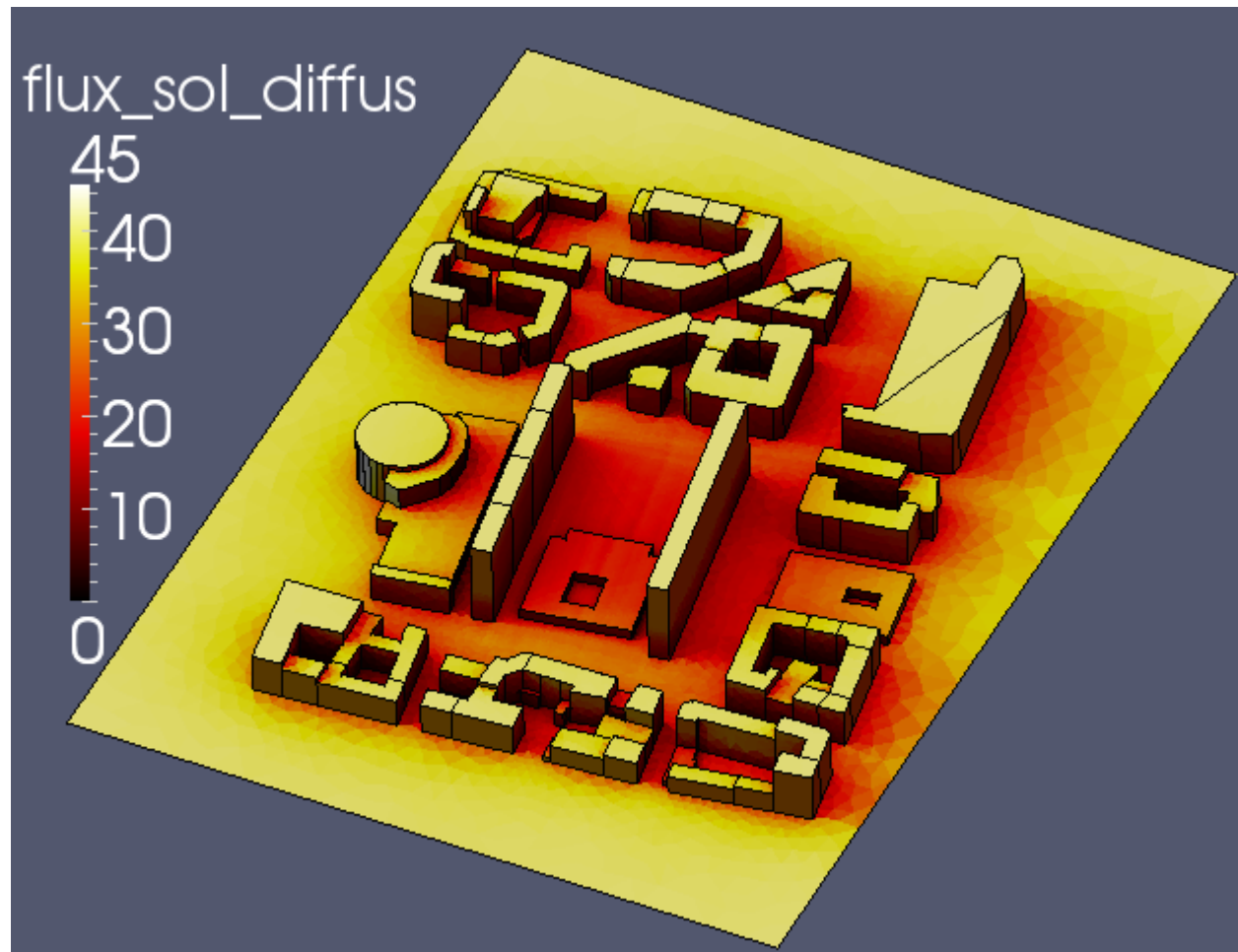
Sound indicators for Latin America

The example for Ecuador



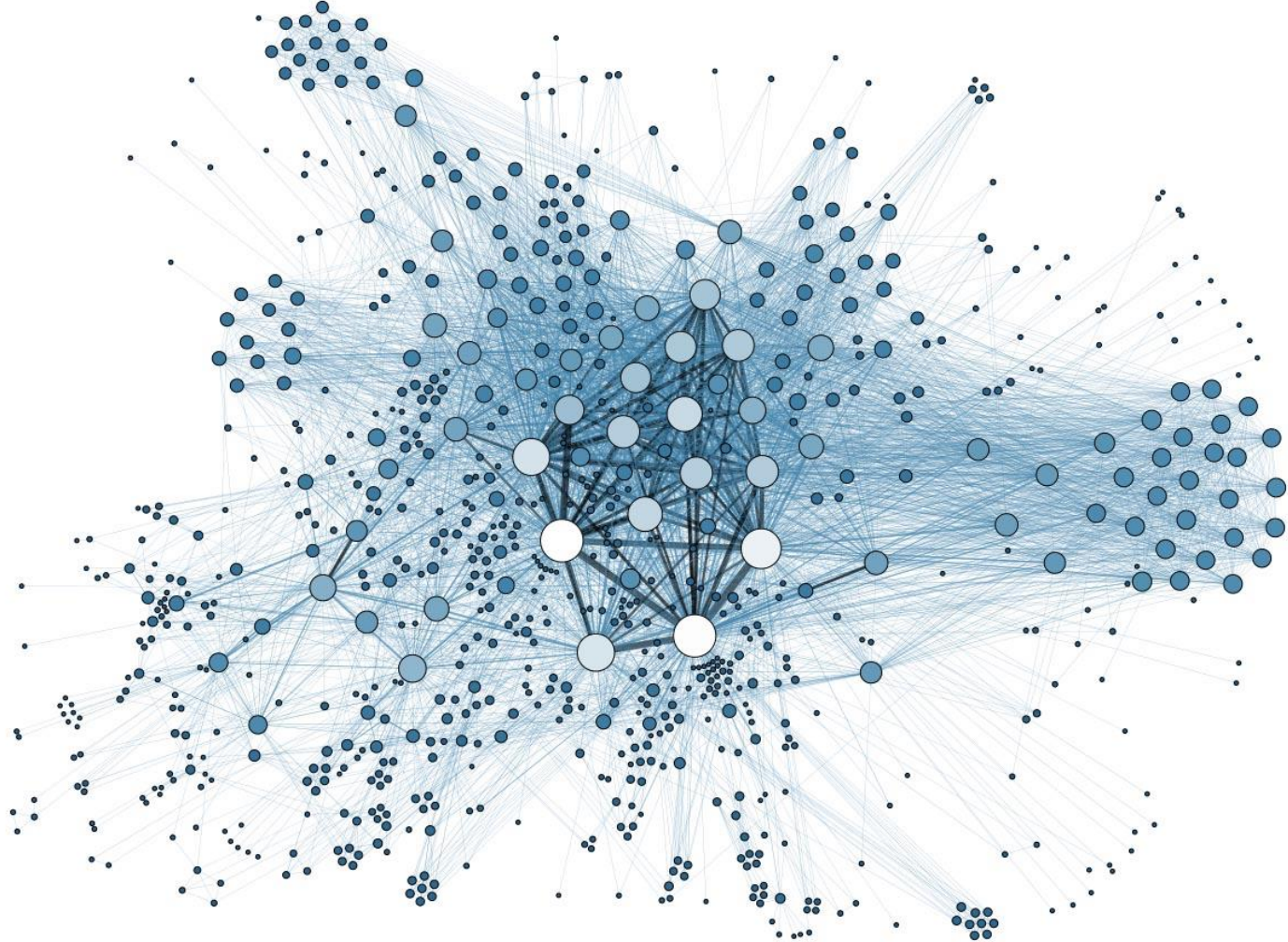
What's NEXT ?

> Integration of simulation tools



What's NEXT ?

> Interactive data - integration of data science





Dr. Ing. Nicolas SALMON
YEPEZ SALMON ASOCIADOS S.A.
www.yes-innovation.com

RUC n°1792642604001
Dirección: Calle Jose de Armero Oe7-261y el Oro, Quito – Ecuador
Tel: (02) 321-5909 // 099 05 67 895
[Email: nsalmon@yes-innovation.com](mailto:nsalmon@yes-innovation.com) // gyopez@yes-innovation.com

