

ÉVALUATION DE LA DURABILITÉ DES SMART PROJECTS

Marisa Boller – Nouha Daghrrir



Encadrants EPFL : Claudia Binder et Albert Merino-Saum
Encadrant Externe : Guillaume Massard





INTRODUCTION

Contexte



Sustainable City : ville durable
3 piliers : Economie, Environnement, Société



Smart City : ville intelligente
Intégration de technologies d'information et communication afin d'optimiser les infrastructures et les services



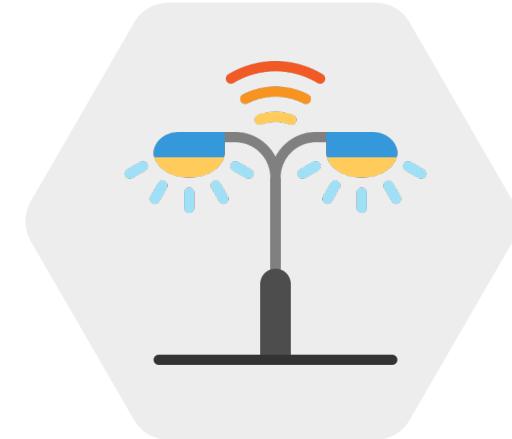
Smart Sustainable City
Emploi de technologies pour atteindre les objectifs de durabilité



Genève : 4^{ème} Smart City

Éclairage intelligent de la gare des Eaux-Vives

(Réalisation 2018 - 2020)



Système de régulation d'éclairage
en fonction des saisons, des
heures de jour, et du passage

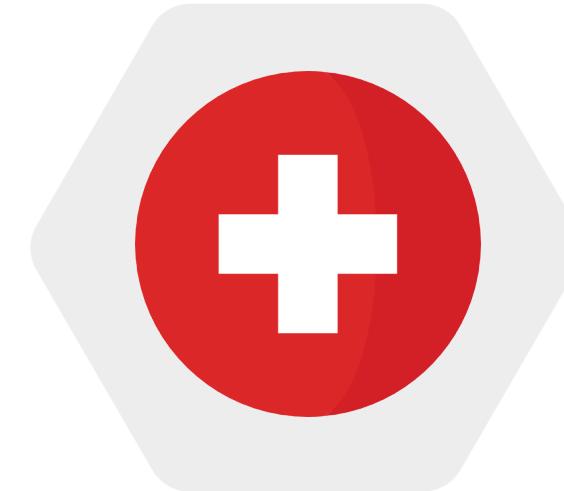


Réduction de la consommation
énergétique

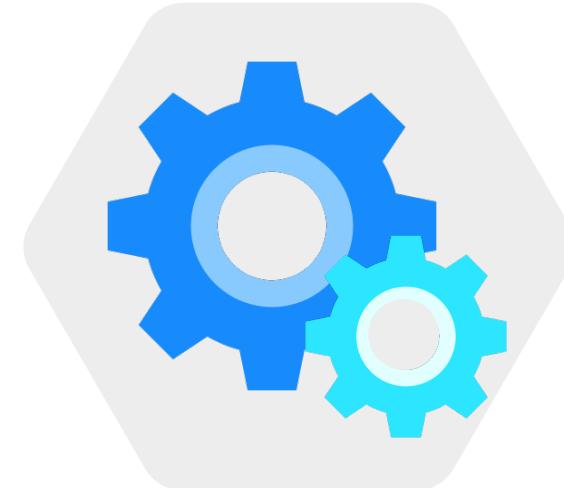


Installation future d'autres
capteurs intelligents

Motivation



Création d'un référentiel
adapté au contexte suisse



Application du référentiel à
un Smart Project afin
d'évaluer sa durabilité

Problématique

Est-ce que l'intelligence (Smartness) d'une ville à travers des Smart Projects peut être un levier pour le développement durable ?

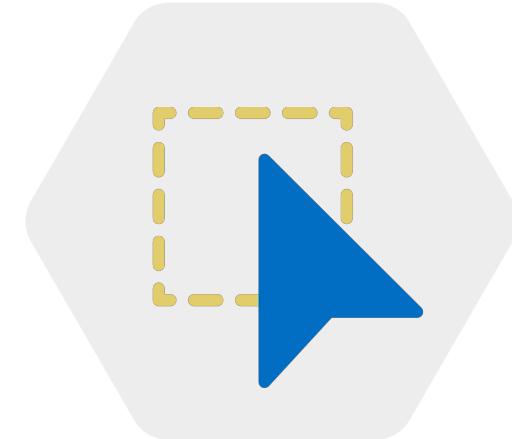
Est-ce que l'éclairage intelligent de la gare des Eaux-Vives peut être considéré comme durable ?



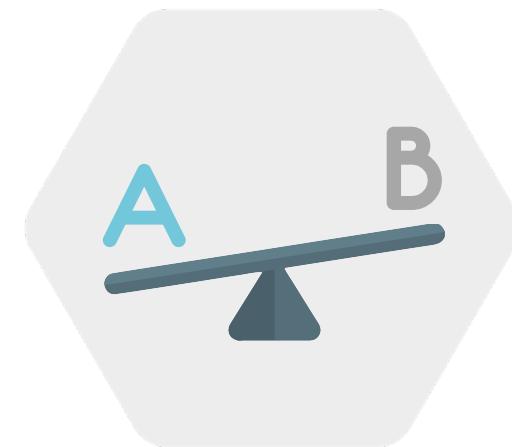


MÉTHODOLOGIE

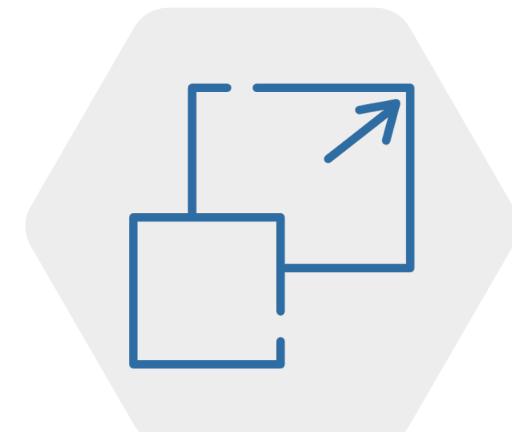
Étapes



Sélection des indicateurs du Smart Project

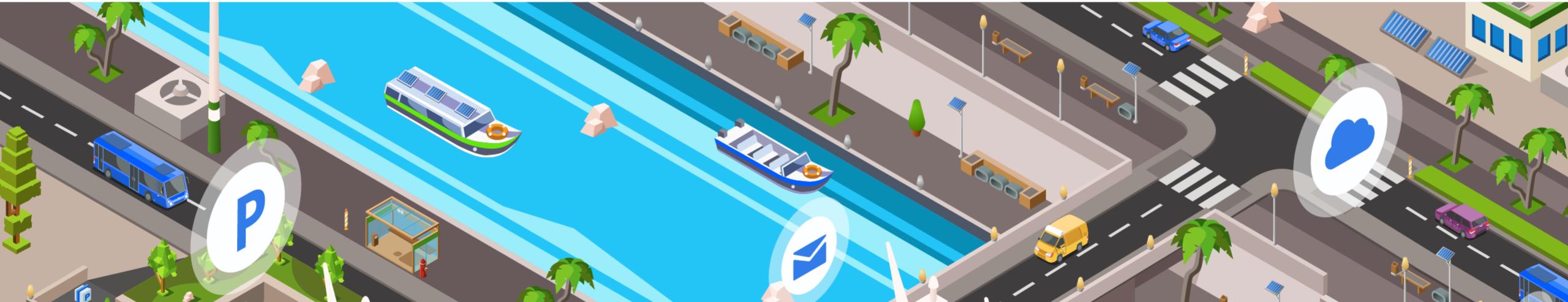


Comparaison entre l'état Avant-projet et l'état Après-projet



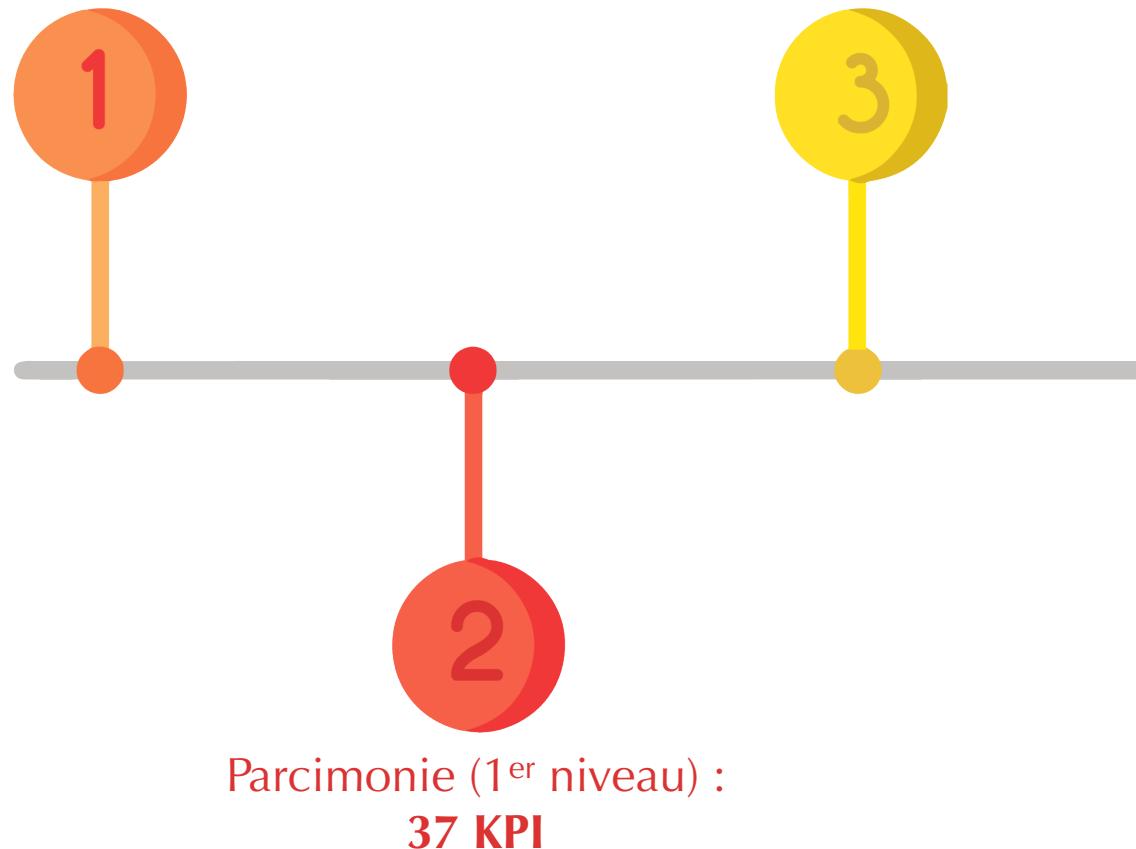
Scale-up

Sélection des indicateurs du Smart Project

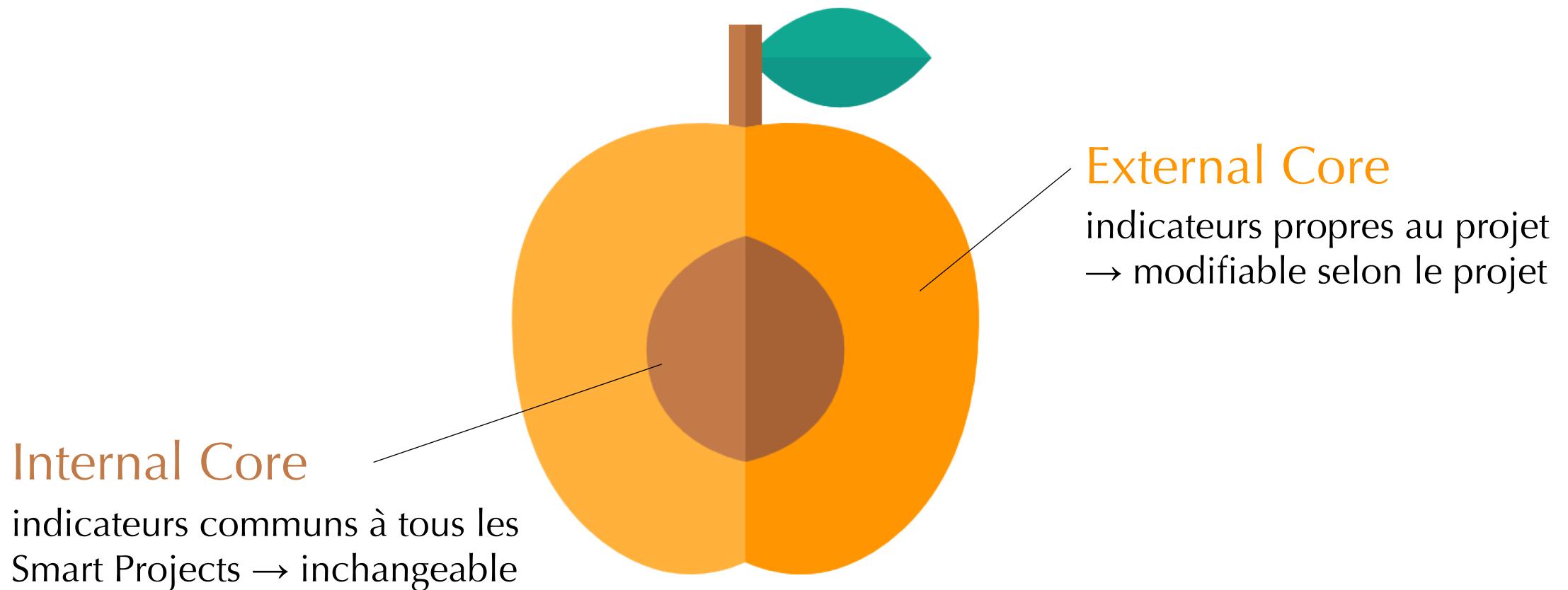


Processus de sélection

Sélection d'indicateurs
depuis 3 sets d'indicateurs
et articles : **50 KPI**



Internal Core VS. External Core



Processus de sélection

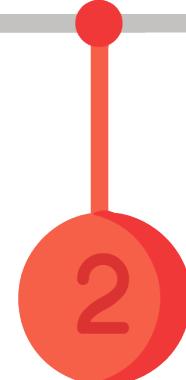
Sélection d'indicateurs
depuis 3 sets d'indicateurs
et articles : **50 KPI**



Classification des KPI



Parcimonie (1^{er} niveau) :
37 KPI



Pertinence et Mesurabilité :
27 KPI

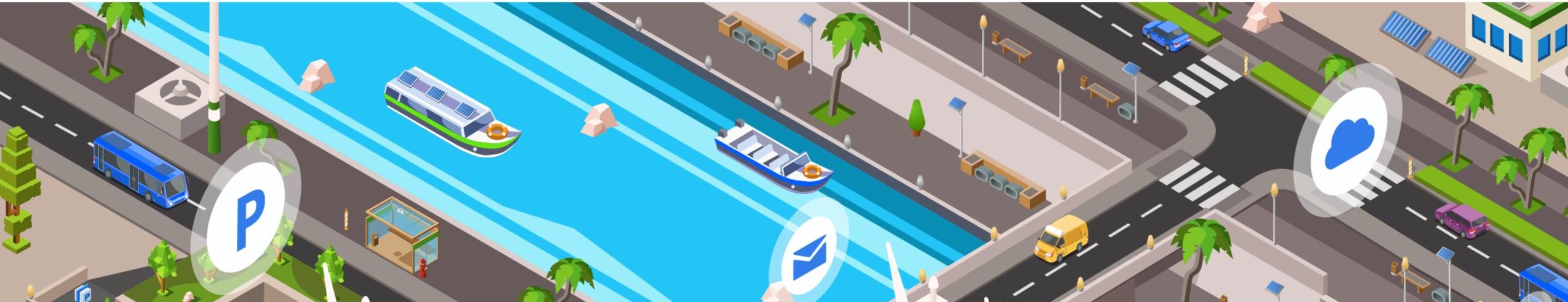


Parcimonie (2^{ème} niveau) :
31 KPI

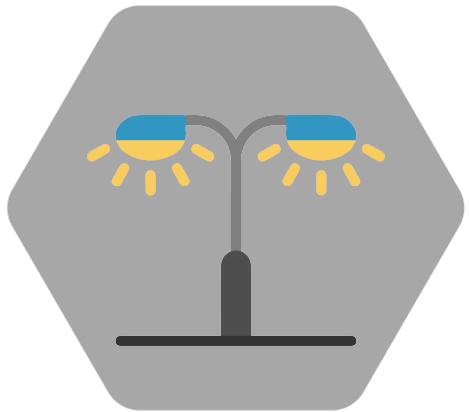


Pertinence, Exhaustivité
et Cohérence : **21 KPI**

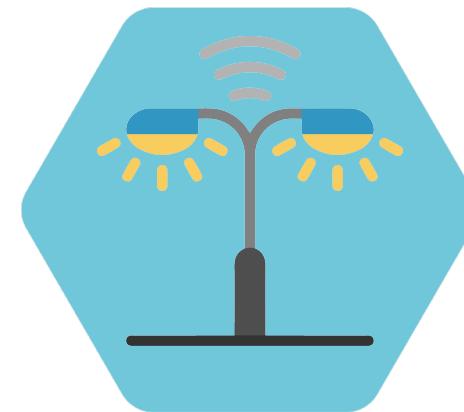
Analyse Ex-post



Avant-projet VS. Après-projet



État Avant-projet



État Après-projet

Type d'éclairage

Système d'éclairage LED conventionnel

Nombre de points lumineux

243

Puissance nominale des lampes

11,185 kW

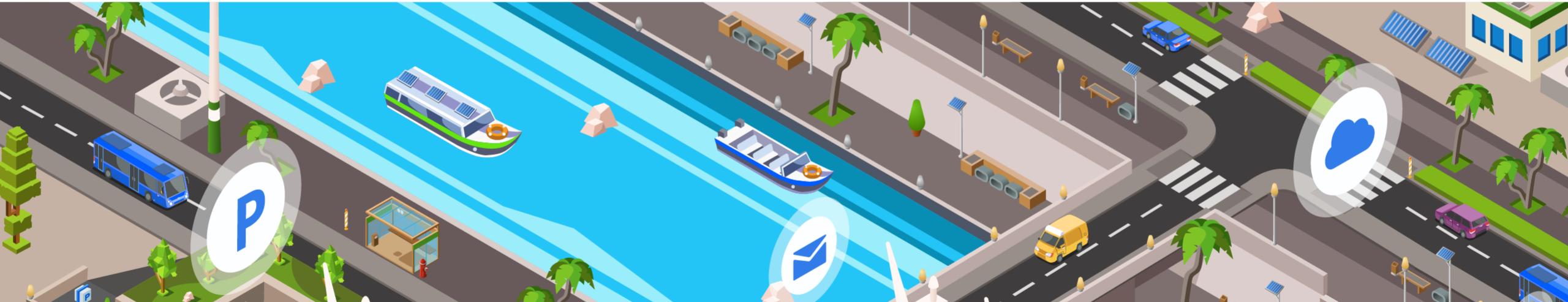
Système d'éclairage LED Smart

243

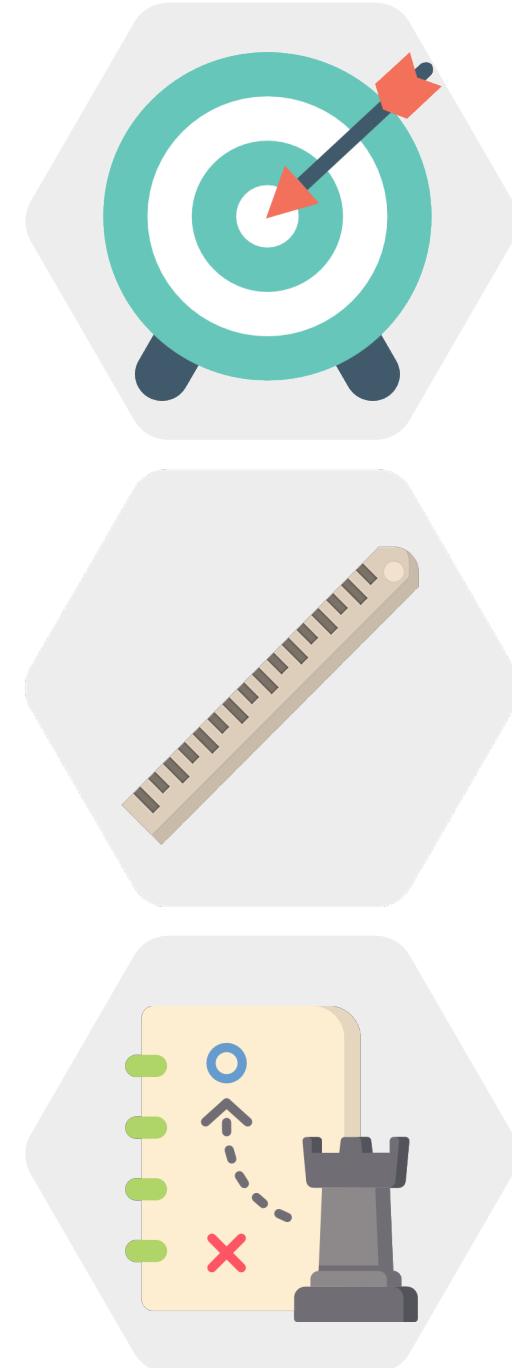
11,185 kW

Note : L'état de l'avant-projet ne se base pas sur la réalité mais sur ces hypothèses

Scale-up



Évaluation du Scale-up



But

Maximiser l'impact économique, environnemental, et social que l'installation d'éclairage intelligent a su générer à petite échelle

Echelle

Étendu de l'installation à l'ensemble du réseau d'éclairage genevois

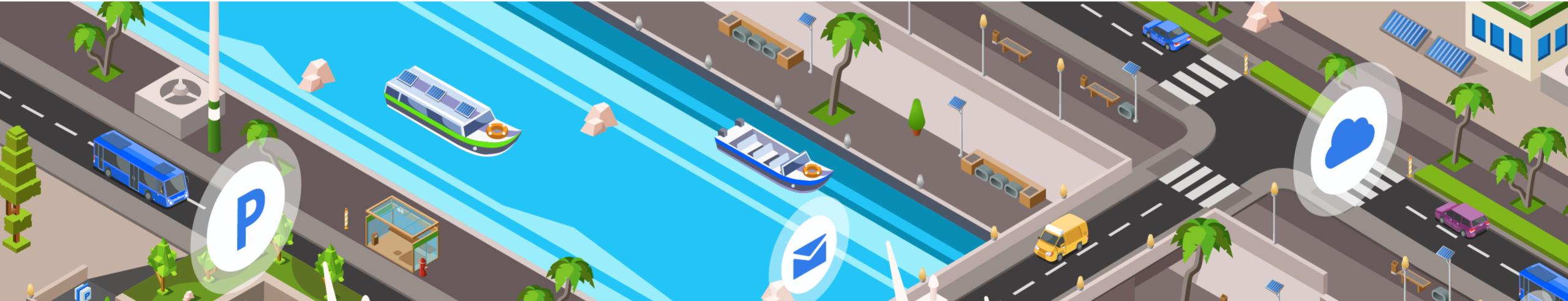
Méthode

Évaluation du Scale-up selon 3 scénarii



RÉSULTAT

Sélection des indicateurs du Smart Project



Présentation des KPI du Smart Project

Internal Core

Environment	Footprint	Carbon Footprint (construction and operational phase) [kg CO ₂ -eq/yr] Material footprint (construction phase) [kg]
Economy	Profitability	Payback period [yr] * Investment costs [CHF] * Operational costs [CHF/yr] Maintenance costs [CHF/yr] Investment cost per CO ₂ emission reduction [CHF/tCO ₂]
	Subvention	Municipal involvement - financial support [%] *
Society	Local community involvement/implication	Local community involvement (planning and implementation phase) [Likert scale] *
	Satisfaction of the population	People reached [%] * Number of oppositions and appeals to the project [#] *

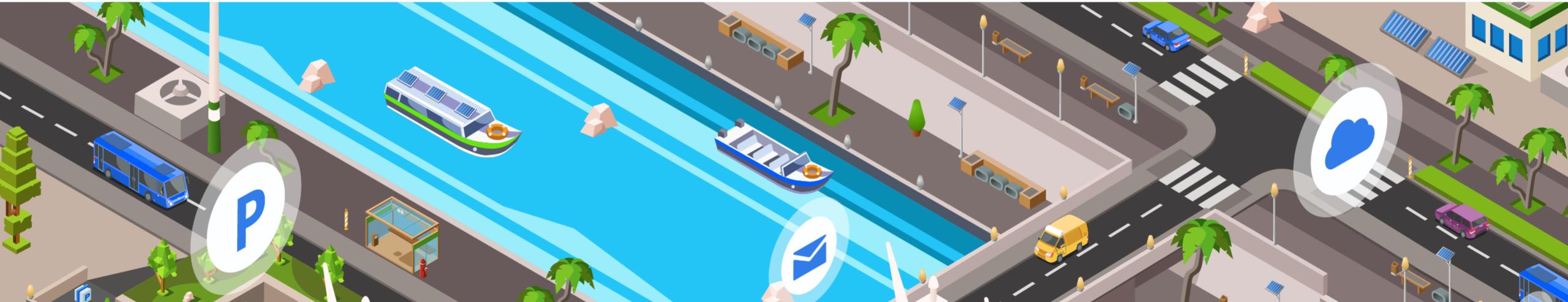
* KPI non évalués à l'état Avant-projet mais uniquement à l'état Après-projet

Présentation des KPI du Smart Project

External Core

Environment	Energy	Percentage of the final total energy consumption coming from renewable energy sources [%] Energy consumption [MWh/yr] Number of smart meters [#] Influx (of people) [people/day]
	Emissions	Light pollution [mililux] Noise pollution [dB]
Economy	Efficiency	Response time (repair) [min]
Society	Safety	Crime rate [# per 100'000 people] Traffic accidents [# per 100'000 people] Safety feeling [%]

Analyse Ex-post

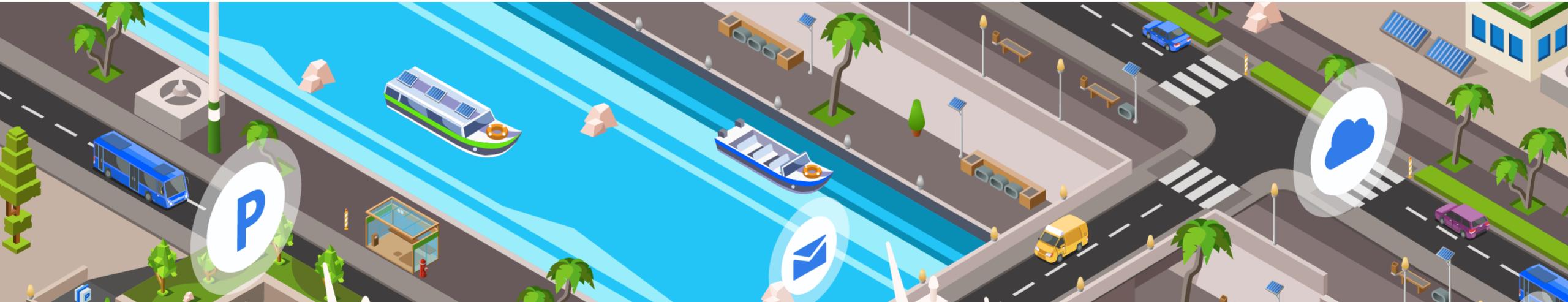


Résultats obtenus après l'analyse Ex-post

Core	Dimension	Focus	KPI	Absolute change	Relative change	Desired evolution
Internal (common to all Smart Projects)	Environment	Footprint	Carbon Footprint (construction & operational phase)	348,8 kg CO ₂ -eq/yr	30,3 %	Decreasing
			Material footprint (construction phase)	149,2 kg	2,3 %	Decreasing
	Economy	Profitability	Operational costs	- 2578,6 CHF/yr	- 25,1 %	Decreasing
			Maintenance costs	- 2089,8 CHF/yr	- 10,0 %	Decreasing
			Investment cost per CO ₂ emission reduction		-	Decreasing
External (specific to the considered project)	Environment	Energy	Percentage of the final total energy consumption coming from renewable energy sources	0,0 %	0,0 %	Increasing
			Energy consumption (operational phase)	- 12,3 MWh/yr	- 25,2 %	Decreasing
		Emissions	Number of smart meters	231 smart meters	-	Increasing
			Influx (of people)		↑	It depends
	Emissions	Light pollution			↓	Decreasing
			Noise pollution		*	Decreasing
		Economy	Response time (repair)		↓	Decreasing
	Society	Safety	Crime rate		-	Decreasing
			Traffic accidents		*	Decreasing
			Safety feeling		↑	Increasing

* Aucune tendance notable n'a pu être observée

Scale-up en 3 Scénarii



Notre modélisation VS. Les estimations de Novaccess¹

Réduction énergétique
Économie énergétique
Économie financière
Retour sur investissement

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Réduction énergétique	27 %	35 %	45 %
Économie énergétique	1'500 MWh/an	1'900 MWh/an	2'500 MWh/an
Économie financière	500'000 CHF/an	600'000 CHF/an	700'000 CHF/an
Retour sur investissement	~5 ans	~4 ans	3 ans et demi

Note 1 : Pour les 3 Scénarioi, la consommation énergétique comprend uniquement les lampes et les contrôleurs

Note 2 : Les coûts d'investissement comprennent uniquement les coûts de l'installation des appareils Smart

Note 3 : Les valeurs affichées sont arrondies

¹ Novaccess : Entreprise spécialisée dans l'implémentation et gestion des Internet of Things (IoT). Elle a été mandatée pour l'implémentation des appareils Smart (contrôleurs et passerelle) sur l'installation d'éclairage des Eaux-Vives.



DISCUSSION

Une analyse Ex-post biaisée



- Hypothèses peu fidèles à la réalité
- Analyse basée majoritairement sur des modélisations
- Questionnaire : peu de réponses
- Influence du projet CEVA sur certains indicateurs



Un Scale-up utopique

Deux cas à considérer :

Cas 1 : Remplacement des points lumineux de la ville en LED (pour les lampes non-LED)
→ coûts d'investissement à la hausse

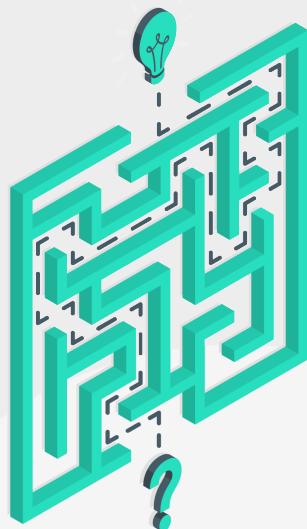
Cas 2 : Équiper le système actuel avec les appareils Smart comme l'installation de AURORA¹
→ les lampes traditionnelles (halogènes) ne sont pas adaptées au système d'enclenchement/déclenchement fréquent

Il est possible de mesurer l'impact énergétique et économique d'un Scale-up de manière bien plus tranchée que les impacts sociaux

¹ Système de contrôle IoT à faible coût et facile à implémenter

Rossi, C., Gaetani, M. et Defina, A. 2016. « AURORA: an Energy Efficient Public Lighting IoT System for Smart Cities ». *ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review* 44 (2).

Limitations



- Covid-19
- Difficulté à obtenir les données
- Aspects de cybersécurité pas considérés
- Robustesse du référentiel pas abordée

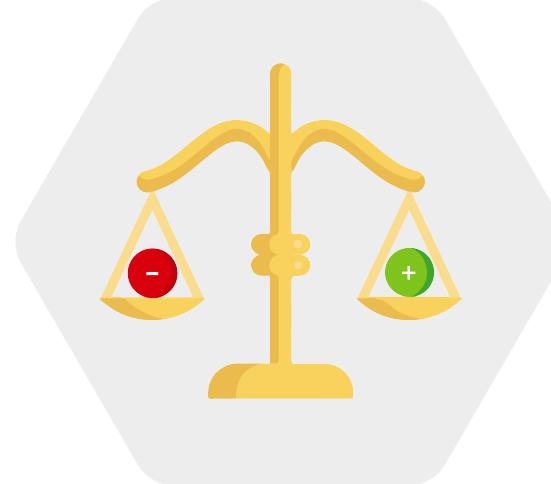


CONCLUSION

Conclusion



Référentiel modulable
Adaptation selon le Smart Project considéré



Smart Project = durable ?
→ Réponse mitigée

- Économie énergétique et financière
- Aspects sociaux quelque peu délaissés



MERCI POUR VOTRE
ATTENTION !