An aerial photograph of a city, likely Vancouver, with a large, semi-transparent digital globe overlaying a green field in the foreground. The globe is composed of many small, dark rectangular blocks, suggesting a digital or data-based structure. The city below is densely packed with buildings, and a large body of water is visible in the distance under a blue sky with scattered clouds.

**LE JUMENT
NUMÉRIQUE
ENVIRONNEMENTAL,
UN OUTIL D'AIDE À
LA DÉCISION POUR
RÉPONDRE À
L'OBJECTIF ZAN
2050 ?**

Fanny Josse et Sylvain Riss - ANRT - 17 Juin 2024

SOMMAIRE

1

Introduction

2

Enjeux et questions de recherches

3

Méthodologie

4

Premiers résultats

5

Conclusion

6

Perspectives

1 Une these CIFRE

Génie Urbain

Début :

Octobre 2022

Accompagnée par :

Lab'URBA – Uni Gustave Eiffel

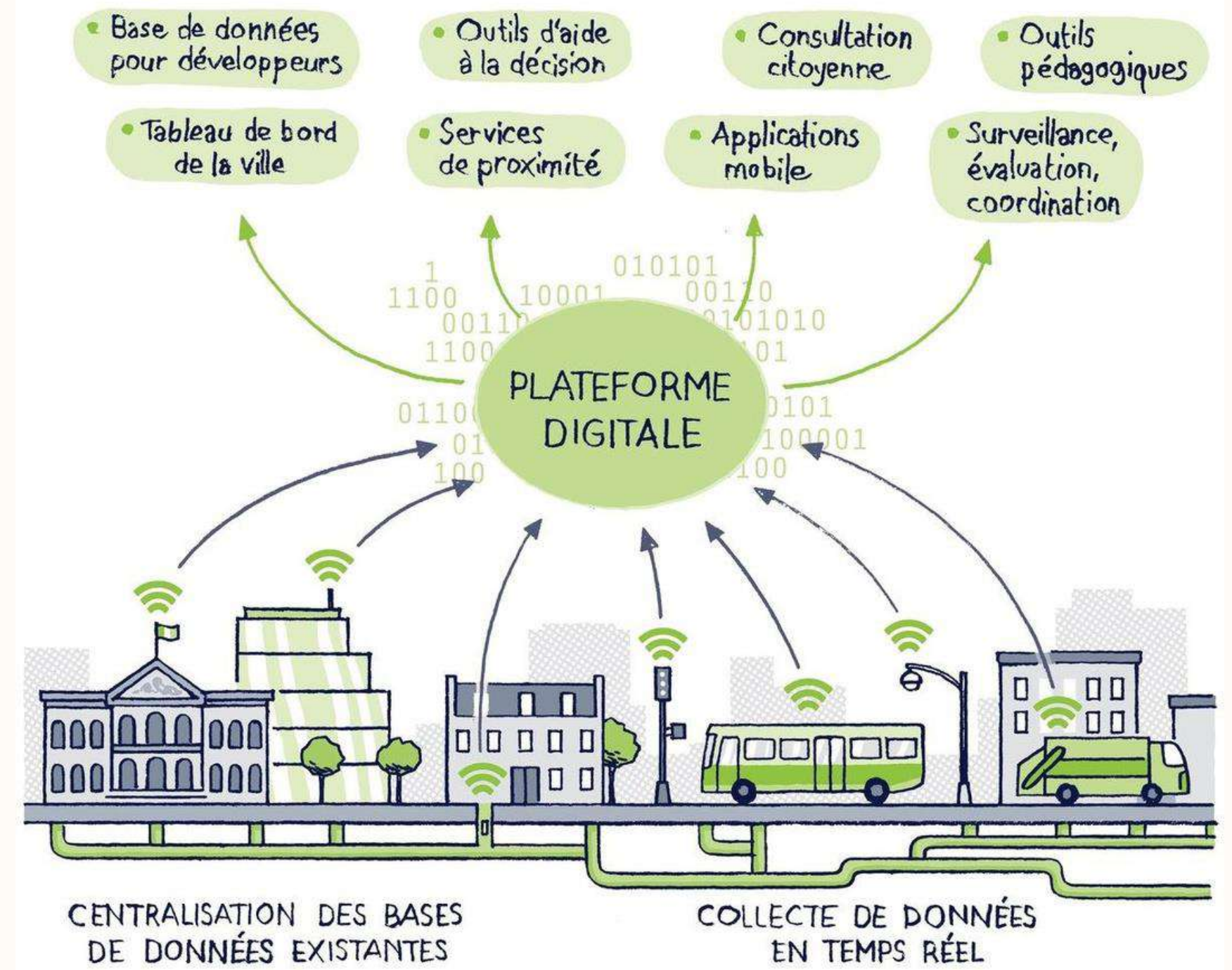
BG-WSP

Notions :

BIM-CIM

Smart CITY

Données de la ville et du territoire



[Digital Saint-Etienne : quand l'alliance du Public et du Privé rapproche la Smart City de l'habitant \(construction21.org\)](https://www.construction21.org)



LABORATOIRE D'URBANISME

Sous la co-tutelle de :
UNIVERSITÉ GUSTAVE EIFFEL
UPEC - UNIVERSITÉ PARIS-EST CRÉTEIL



Université
Gustave Eiffel

1 Introduction

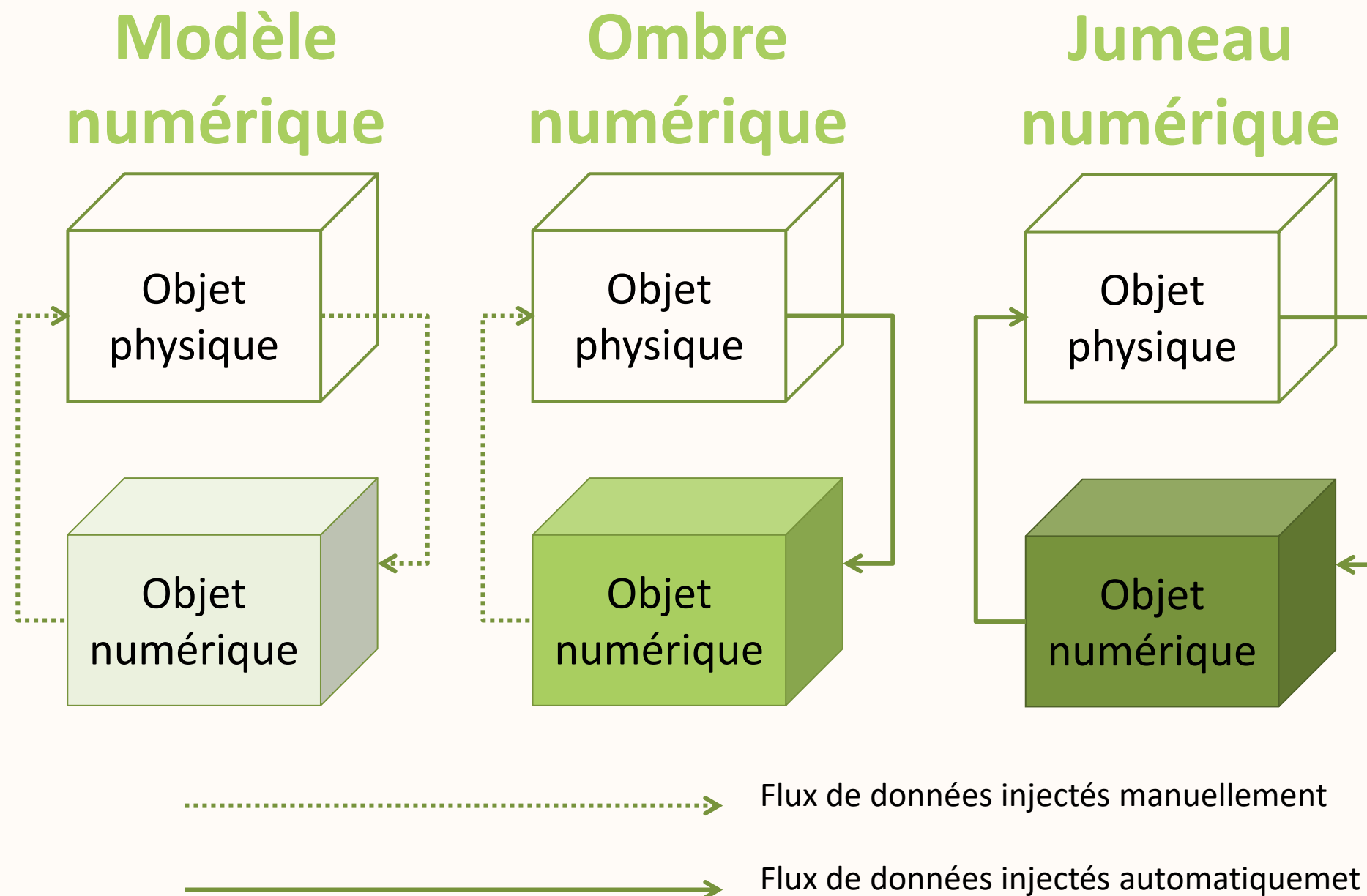


Fig.1

Yildiz, Emre & Møller, Charles & Bilberg, Arne. (2020). Virtual Factory: Digital Twin Based Integrated Factory Simulations. Procedia CIRP. 93. 216-221. 10.1016/j.procir.2020.04.043.

Definition

WSP

"Le jumeau numérique est un avatar d'un ensemble d'entités physiques basé sur la continuité des données dynamiques et statiques. Ce jumeau permet de simuler, diagnostiquer, surveiller et contrôler le comportement des composants physiques tout au long de leur cycle de vie"

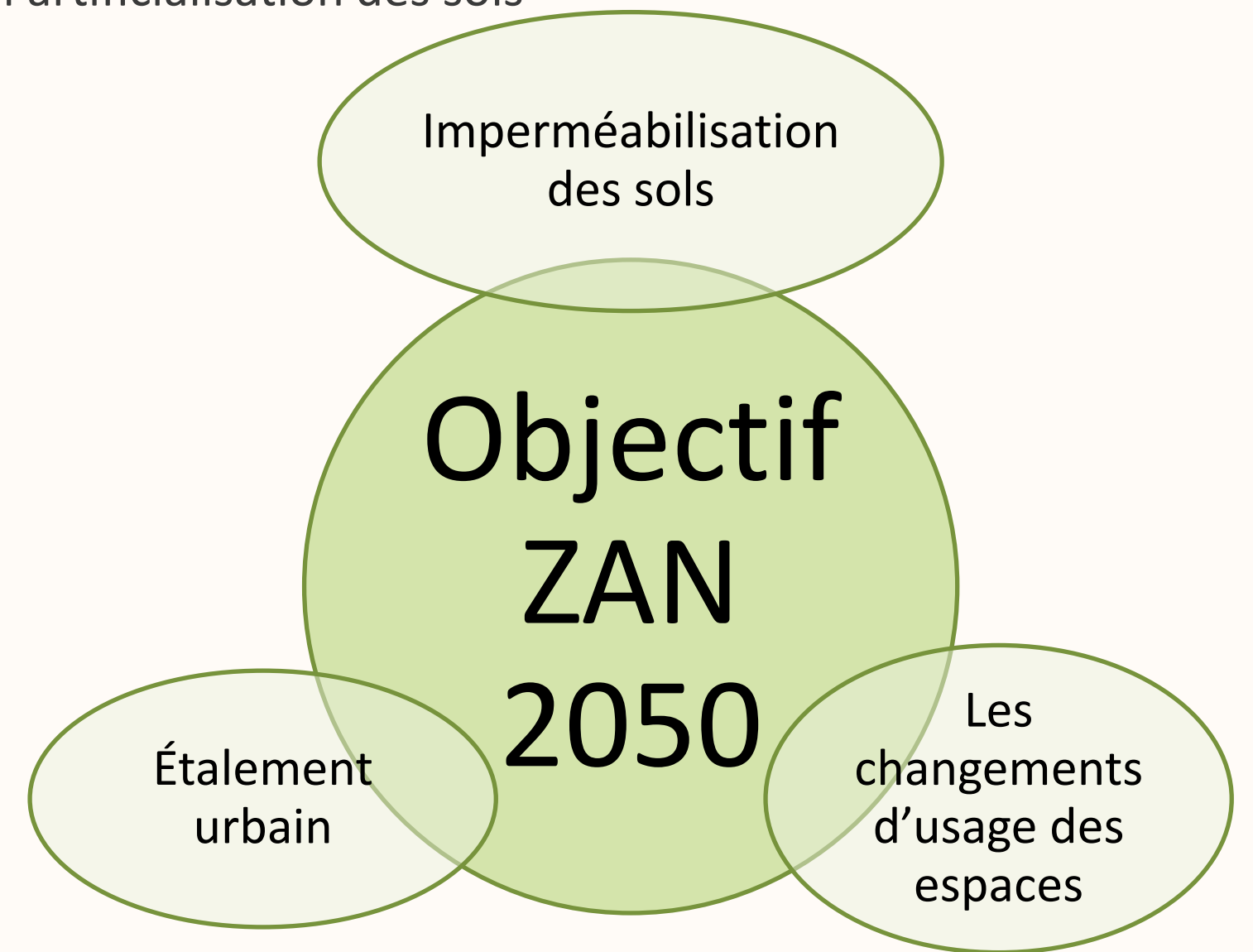
1 Introduction

- Loi Climat et résilience du 22 août 2021 a posé un **objectif de zéro artificialisation nette (ZAN) à l'horizon de 2050**
- Loi n° 2023-630 du 20 juillet 2023 visant à faciliter la mise en œuvre des objectifs de lutte contre l'artificialisation des sols et à renforcer l'accompagnement des élus locaux
- Décret n° 2023-1096 du 27 novembre 2023 relatif à l'évaluation et au suivi de l'artificialisation des sols

Une double approche :

- **Quantitative** : l'augmentation de la superficie des sols artificialisés à l'échelle d'un territoire au détriment des espaces naturels
- **Qualitative** : la transformation des caractéristiques d'un sol naturel et ses effets sur l'environnement.

« L'artificialisation est définie comme l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage. » s ML Lambert, LIEU, AMU, juin 2022





Le jumeau numérique environnemental, un outil d'aide à la décision pour répondre à l'objectif ZAN 2050 ?

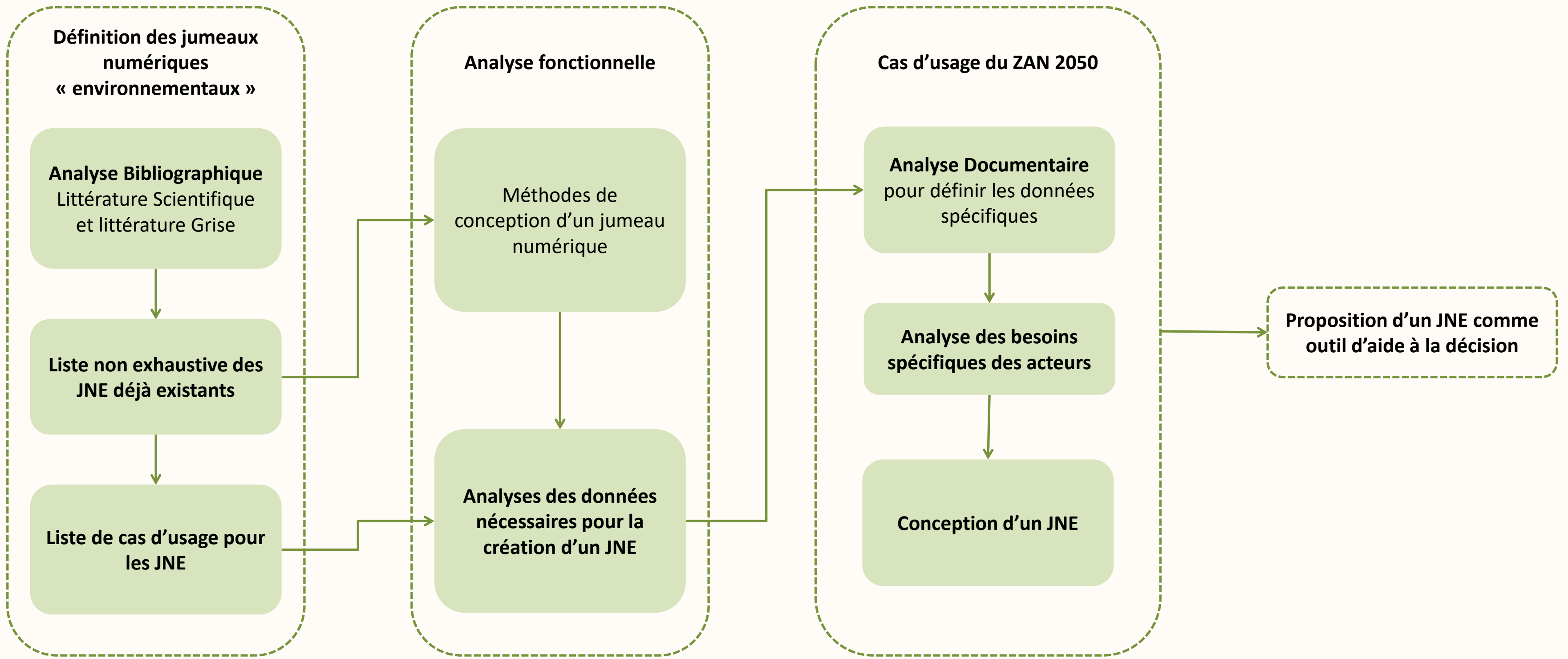
Constats :

- Complexité juridique entre le droit de l'urbanisme et de l'environnement
- Multiplicité des interprétations pour les calculs
- Multiplicité des acteurs et des décideurs

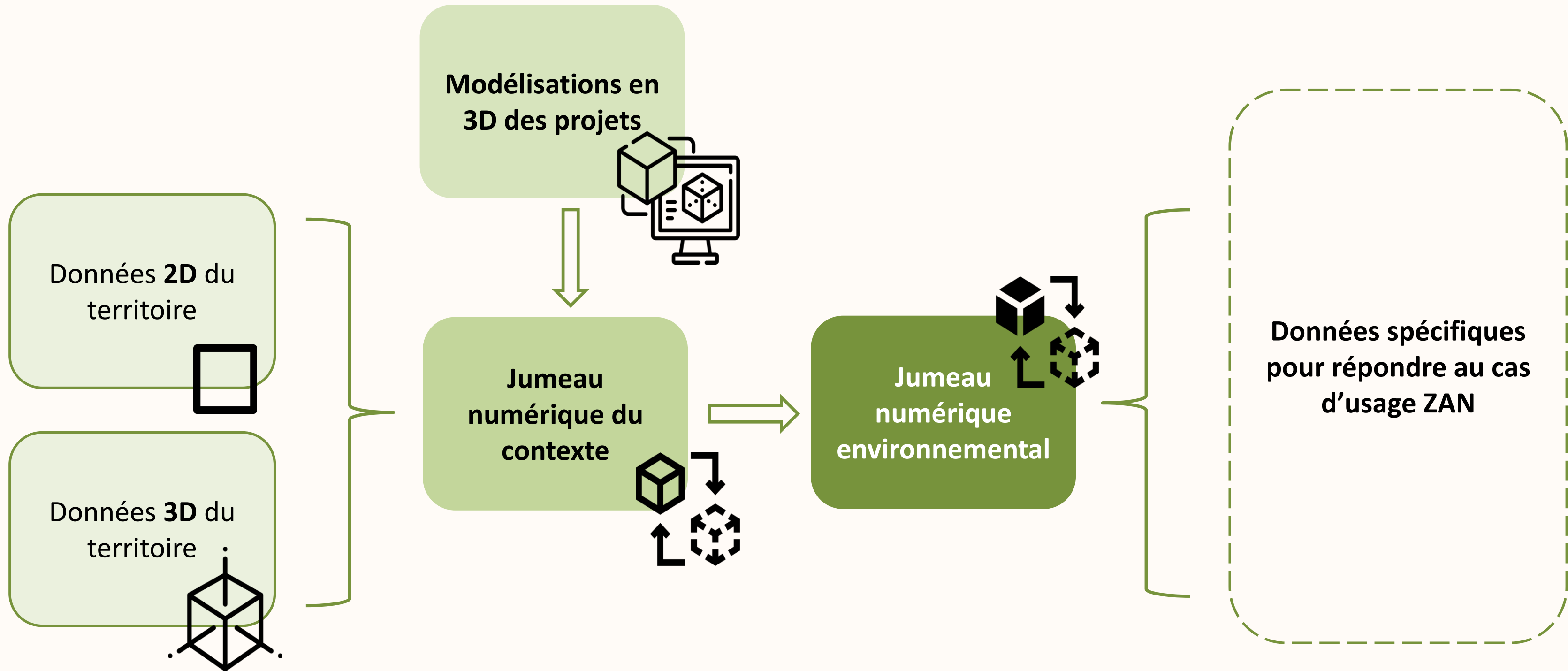
Enjeux d'un JN comme outil d'aide à la décision :

- Prise en main facile d'un outil
- Transparence
- Adaptation rapide de l'outil en cas de changement ou d'avancement de la réglementation

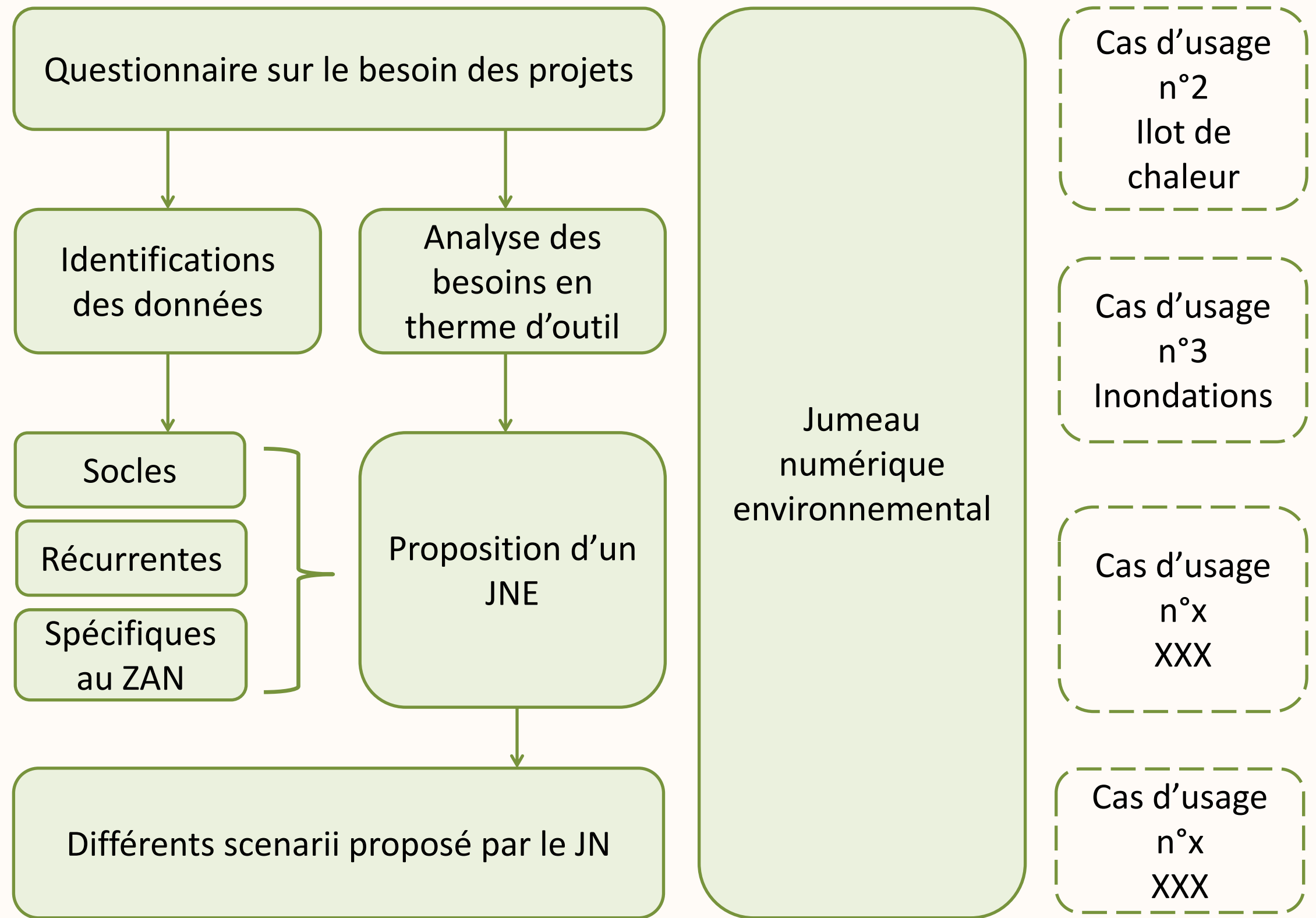
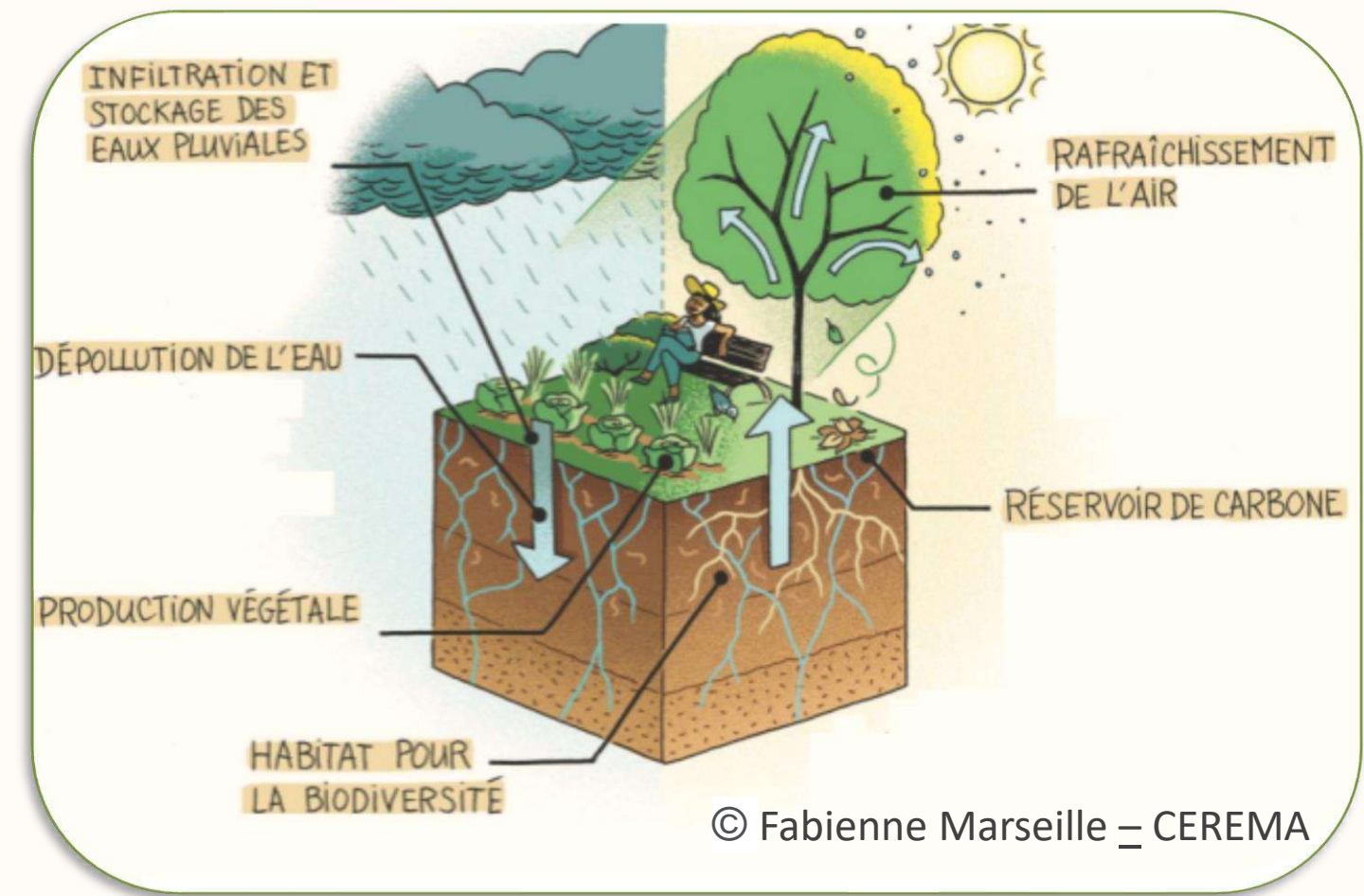
3 Méthodologie



Un Jumeau numérique ZAN 50



Le JN un outil d'aide à la décision



Le JN un outil d'aide à la décision

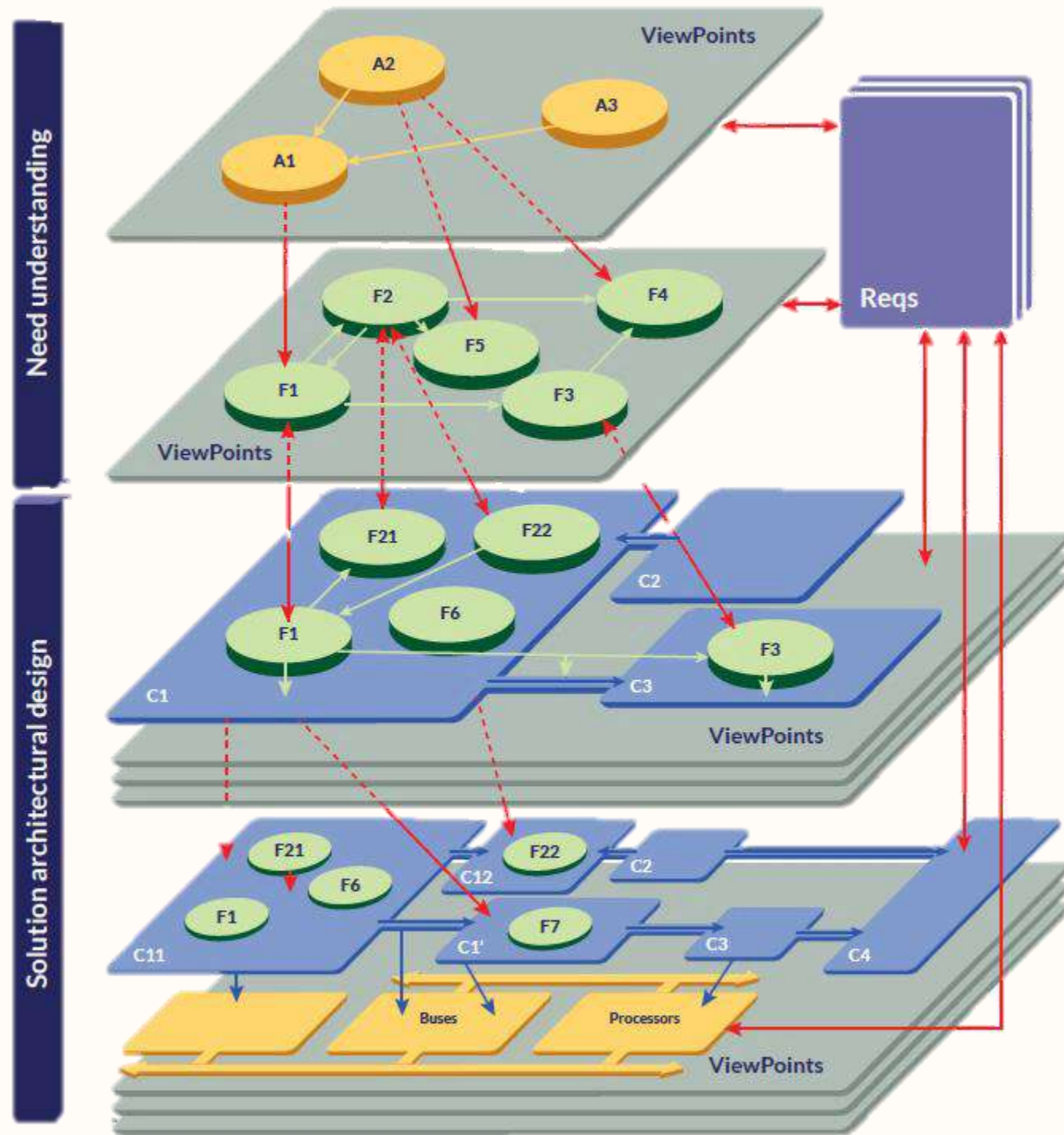
Données d'entrées				Action sur la donnée		Sortie de la donnée		
Type de donnée	supports donnés d'entrée	Bases de données	Origine des données	Traitement de la donnée	Creation des indicateurs de sortie	Formule		Resultats attendus /exigences clients
						Type de formule	Unités	
Météorologique	Temperature en temps réelle	API	Externe	API Météo Meteomatics	Imports réels	Grands réels	Importer l'API	
	Qualite de l'air	API	Externe	Air parif	Imports réels	Grands réels	Importer	
	Eaux pluviales							
Batimentaire	Emprise Bati	DXF	Opendata	IGN			Remodeliser	
	Hauteur Bati	DXF	Cadastrale	IGN				
	Surface VRD	RVT	Interne				Remodeliser	
Sol occupation	Typologie des sols							
	Typologie des sols							
Vegetation	Hauteur vegetation	Fichier TIFF (.tiff)	Opendata	Apur	2021		Importer dans un SIG	
	Typologie de vegetations							
	Production de Biomasse							



Table 1. Organisation des analyses des données

Plateforme en construction pour recevoir un JNE de ZAN 2050

5 Conclusion



Analyse opérationnelle

ce qui est nécessaire pour les utilisateurs du système

Analyse fonctionnelle et non fonctionnel des besoins

Ce que le système doit accomplir pour les utilisateurs

Architecture logicielle

comment le système fonctionnera à plein régime

Architecture physique

comment le système sera construit et développé

Model-based System and Architecture Engineering with the Arcadia Method, Voirin Jean Luc

Limites et Perspectives

Le territoire n'est pas un système automatisé qui peut être facilement compris et prédit, mais plutôt un système vivant qui évolue constamment à travers les variations et les développements de ses constructions physiques, de ses activités économiques et politiques, de ses cadres sociaux et culturels (Guo 2022)

La technologie de simulation actuelle ne peut toujours pas saisir les détails complexes des matériaux et des dimensions d'une infrastructure, ni décrire les facteurs environnementaux externes complexes (Shahzad 2022)

Guo, J. & Lyu, Z. (2022). Application of Digital Twins in multiple fields. *Multimedia Tools and Applications*. 81. 10.1007/s11042-022-12536-5
Shahzad, M., Shafiq, M., Douglas, D. & Kassem, M.. (2022). Digital Twins in Built Environments: An Investigation of the Characteristics, Applications, and Challenges. *Buildings*

Bibliographie

- Blair, G. S. (2021). Digital twins of the natural environment. *Patterns*, 2(10), 100359. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2021.100359>
- Blair, G. S., & Henrys, P. A. (2023). The role of data science in environmental digital twins : In praise of the arrows. *Environmetrics*, 34(2), e2789. <https://doi.org/10.1002/env.2789>
- Blair, G. S., Henrys, P., Leeson, A., Watkins, J., Eastoe, E., Jarvis, S., & Young, P. J. (2019). Data Science of the Natural Environment : A Research Roadmap. *Frontiers in Environmental Science*, 7. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2019.00121>
- *Boosting Research for a Smart and Carbon Neutral Built Environment with Digital Twins (SmartWins)*. (s. d.). Consulté 13 septembre 2023, à l'adresse <http://ieeexplore.ieee.org/document/9922513/>
- Fokaides, P., Jurelionis, A., & Spudys, P. (2022). *Boosting Research for a Smart and Carbon Neutral Built Environment with Digital Twins (SmartWins)*. ISC2 2022 - 8th IEEE International Smart Cities Conference. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ISC255366.2022.9922513>
- Huovila, A., Bosch, P., & Airaksinen, M. (2019). Comparative analysis of standardized indicators for Smart sustainable cities : What indicators and standards to use and when? *Cities*, 89, 141-153. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.029>
- Peňaška, M., & Velás, A. (2019). Possibilities of tracking city indicators in the sense of the Smart city concept. *Transportation Research Procedia*, 40, 1525-1532. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.211>
- Reed, M. S., Fraser, E. D. G., & Dougill, A. J. (2006). An adaptive learning process for developing and applying sustainability indicators with local communities. *Ecological Economics*, 59(4), 406-418. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.11.008>
- White, Gary & Zink, Anna & Codecà, Lara & Clarke, Siobhán. (2021). A digital twin smart city for citizen feedback. *Cities*. 110. 10.1016/j.cities.2020.103064.

An aerial photograph of a city, likely Vancouver, with a large, curved, metallic structure in the foreground. The structure is composed of many small, rectangular panels. The city below is densely packed with buildings, and a large body of water is visible in the background under a blue sky with scattered clouds. A green diagonal overlay covers the left side of the image.

**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**