



CSTB
le futur en construction

Ateliers Jumeaux Numériques Région Pays de La Loire

thibaut.delval@cstb.fr

03 Février 2025



9h45 - 10h15 : **Partie 1 – Le jumeau numérique pour les territoires : enjeux**

- Introduction : Constance NEBBULA (Région) – 10 min
- Présentation du concept : Nathalie Julien (Université de Bretagne Sud) – 10 min

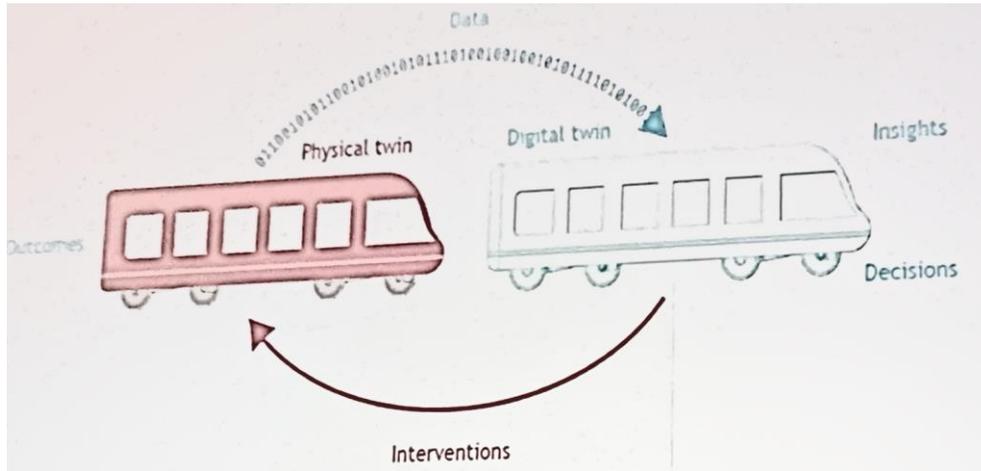
10h15 - 12h15 : **Partie 2 – Présentation des démonstrateurs**

Pour chaque démonstrateur :

- Présentation des territoires : 5 min
- Enjeux du démonstrateur : CSTB – 10 min
- Visualisation du démonstrateur : IGO – 10 min
- Questions / Réponses – 10 min (par démonstrateur)

12h15 - 12h45 : **Partie 3 – Bilan et perspectives**

- Retour sur les besoins : Territoires – 10 min
- Stratégie de déploiement : CSTB – 10 min
- Conclusions : Région – 10 min



- 1/ Démonstrateur Armoires Electriques TE53
- 2/ Démonstrateur BIM Lycée
- 3/ Démonstrateur Grand Port
- 4/ Démonstrateur Submersion



Démonstrateur Armoires Electriques TE53



CSTB
le futur en construction

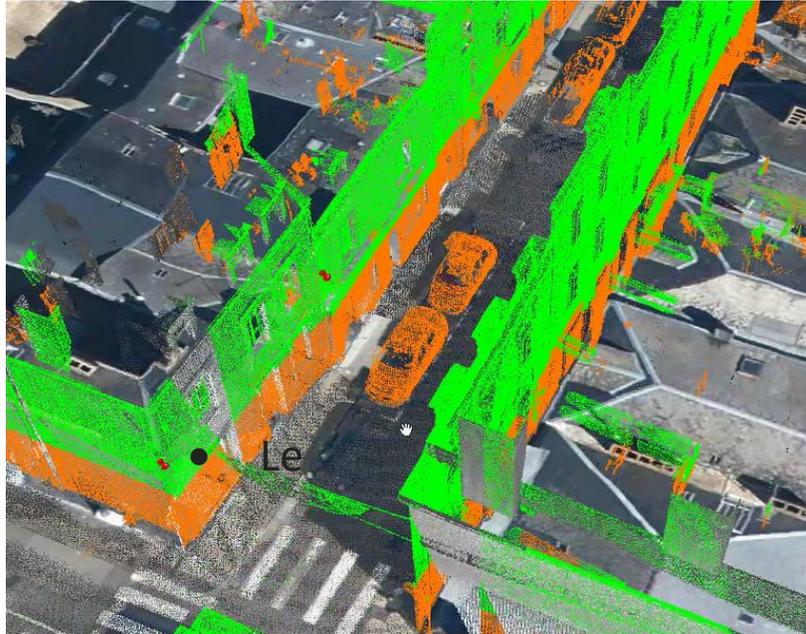
Démonstrateur Armoires Electriques TE53

/ Participants

BRUGIONI Ingrid	TE53	ingrid.brugioni@te53.fr
HINAULT Julien	TE53	Julien.hinault@te53.fr
AUBRET Jérôme	Région des Pays de la Loire	Jerome.AUBRET@paysdelaloire.fr
BLEUZET Eric	Région des Pays de la Loire	Eric.BLEUZET@paysdelaloire.fr
MARQUET François-Patrick	TE53	francois-patrick.marquet@te53.fr
DARBOUSSET David	IGO	david.darbousset@igo.fr
BATAILLE Guillaume	IGO	guillaume.bataille@igo.fr
BOUR Philippe	IGO	philippe.bour@igo.fr
LEBEGUE Eric	CSTB	eric.lebegue@cstb.fr
CARRE Samuel	CSTB	Samuel.carre@cstb.fr
FAUVEL Guillaume.	Mayenne commu	guillaume.fauvel@mayennecommunaute.fr
RAGOT Guillaume	Service technique mayenne	guillaume.ragot@mairie-mayenne.net



Reconstruction 3D LOD3.3 :

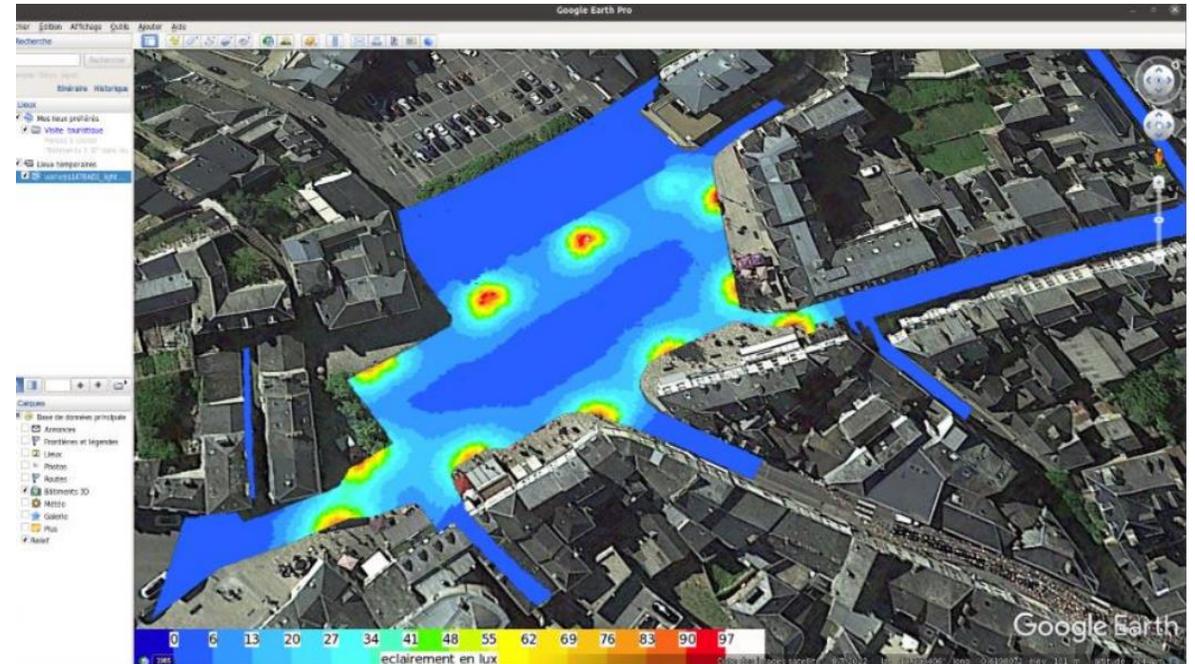
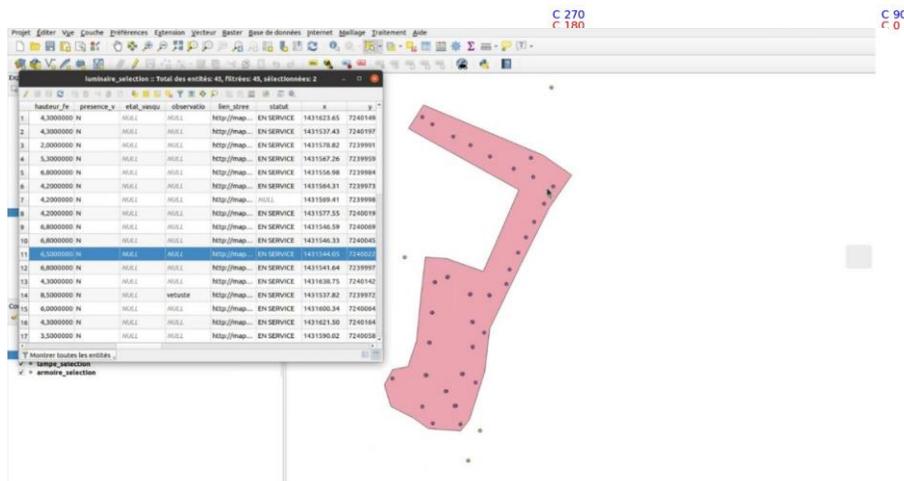
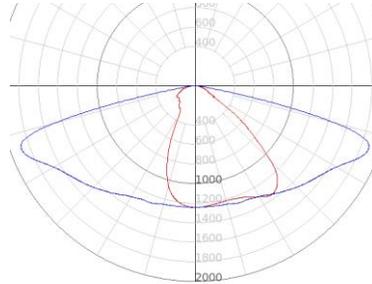


*Expérimentation à l'échelle d'une rue reliés à la même armoire électrique
Cas d'usage du JN : modification gamme de luminaire sur l'ensemble de la rue*

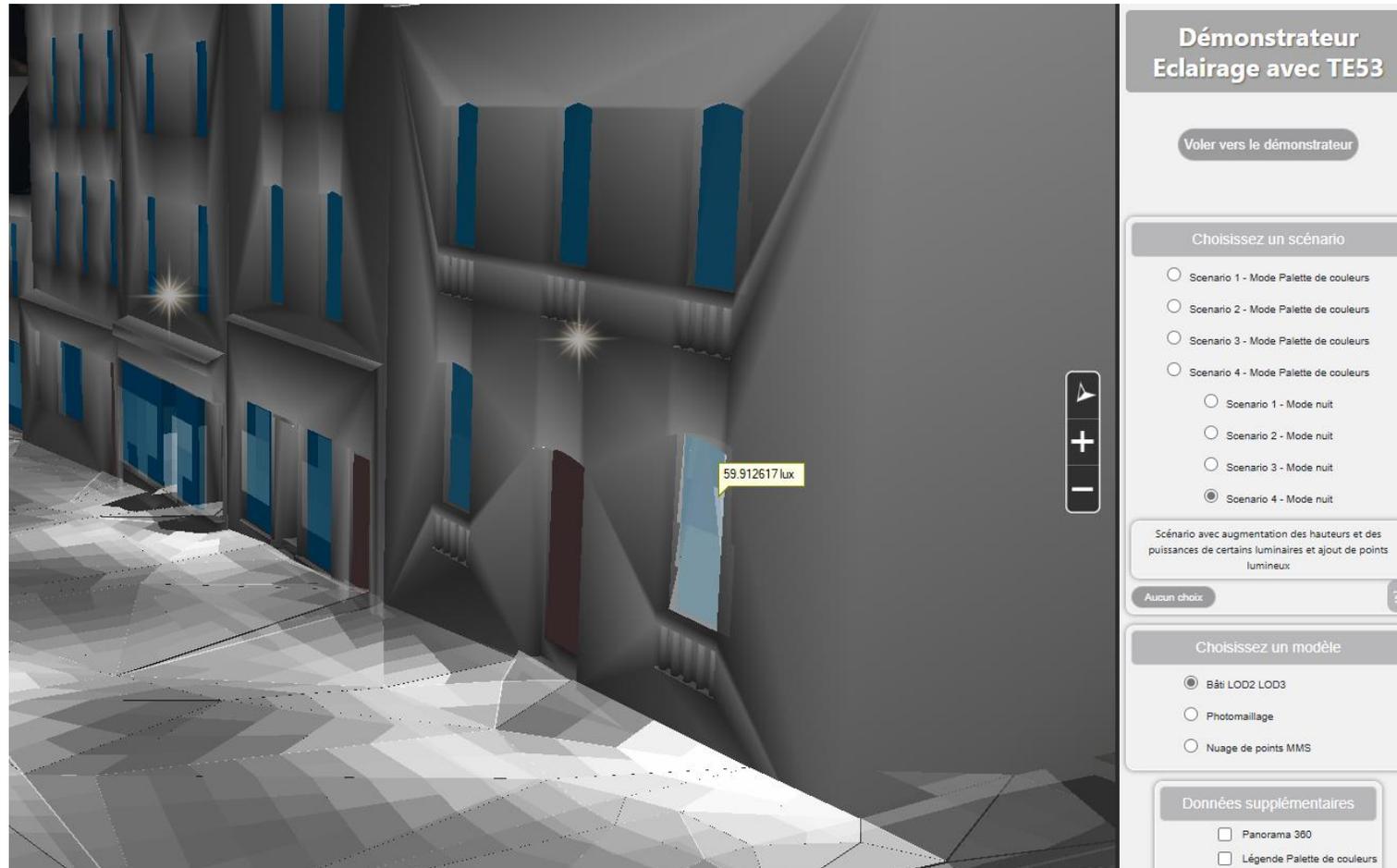


*Expérimentation à l'échelle quartier intégrant une place.
Cas d'usage du JN : modification de l'emplacement d'un luminaire*

Simulation d'éclairage.



- **Création d'un socle 3D** : Base numérique élaborée pour représenter le territoire à partir de données cartographiques et de relevés.
- **Représentation réaliste** : Modélisation 3D détaillée des bâtiments de la rue principale et de ses environs.
- **Simulation des scénarios d'éclairage** : Données prêtes à analyser l'impact des différents scénarios d'éclairage sur le territoire.
- **Visualisation immersive** : Accès à des vues interactives (photos 360° et nuages de points) pour une meilleure compréhension.
- **Outil décisionnel** : Développement d'une plateforme simplifiée pour comparer les scénarios possibles.



The image shows a real-time lighting simulation interface. The main view is a 3D architectural rendering of a building's interior courtyard, featuring a grid floor and walls with blue-tinted windows. A light meter icon is visible on the right side of the view, displaying a reading of 59.912617lux. To the right of the main view is a control panel titled "Démonstrateur Eclairage avec TE53". The panel includes a button "Voler vers le démonstrateur", a section "Choisissez un scénario" with radio buttons for "Scénario 1 - Mode Palette de couleurs", "Scénario 2 - Mode Palette de couleurs", "Scénario 3 - Mode Palette de couleurs", "Scénario 4 - Mode Palette de couleurs", and "Scénario 1 - Mode nuit", "Scénario 2 - Mode nuit", "Scénario 3 - Mode nuit", and "Scénario 4 - Mode nuit". Below this is a text box "Scénario avec augmentation des hauteurs et des puissances de certains luminaires et ajout de points lumineux" and a dropdown menu "Aucun choix". The next section is "Choisissez un modèle" with radio buttons for "Bâti LOD2 LOD3", "Photomallage", and "Nuage de points MMS". The final section is "Données supplémentaires" with checkboxes for "Panorama 360" and "Légende Palette de couleurs".



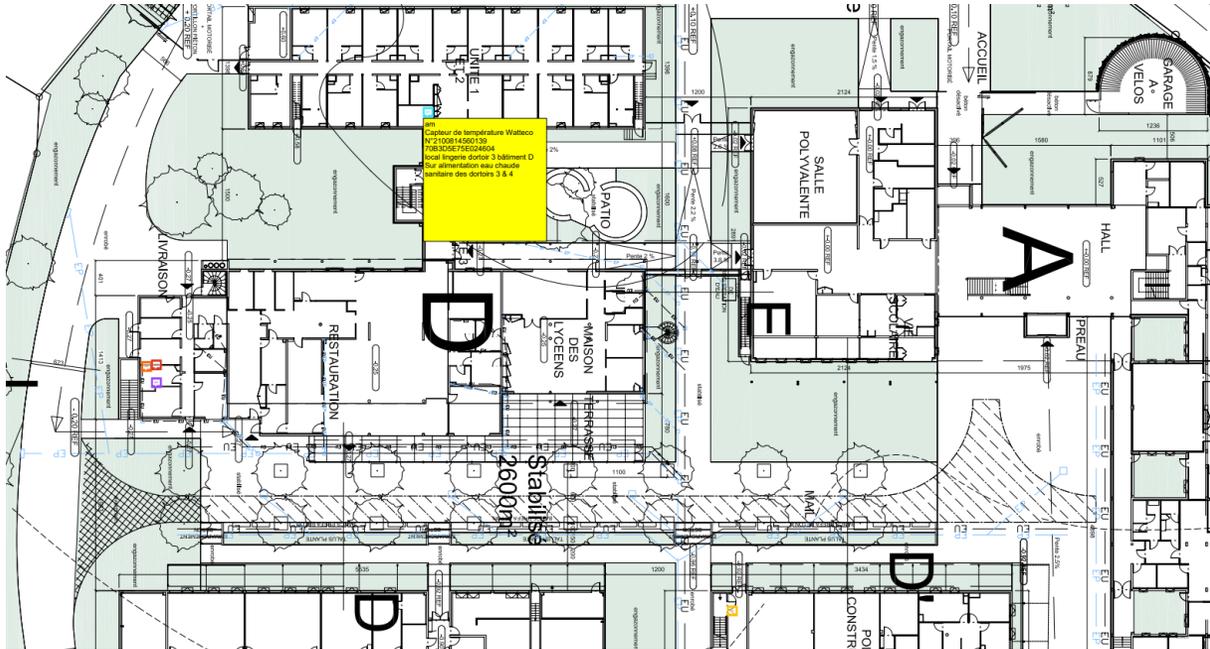
Démonstrateur BIM Lycée



CSTB
le futur en construction

Démonstrateur BIM Lycée / Participants

AUBRET Jérôme	Région des Pays de la Loire	Jerome.AUBRET@paysdelaloire.fr
LEGARET Fanny	Région des Pays de la Loire	Fanny.LEGARET@paysdelaloire.fr
FEAU Mathieu	Région des Pays de la Loire	Mathieu.FEAU@paysdelaloire.fr
BARIBAUD Herve	Région des Pays de la Loire	Herve.BARIBAUD@paysdelaloire.fr
BLEUZET Eric	Région des Pays de la Loire	Eric.BLEUZET@paysdelaloire.fr
DARBOUSSET David	IGO	david.darbousset@igo.fr
BATAILLE Guillaume	IGO	guillaume.bataille@igo.fr
BOURIN Bernard	Ubicité	bernard.bourin@ubicite.fr
DELOUMEAU Olivier	Geofit	o.deloumeau@geofit.fr
FAVREL Nicolas	Région des Pays de la Loire	nicolas.favrel@paysdelaloire.fr
CADOU Thierry	Gestionnaire lycée	thierry.cadou@paysdelaloire.fr



Capteurs-eau-froide-Ultrasonic-Flowmeter

Chaufferie-principale-sur-départ-dortoirs-3-&-4-bâtiments-D



Plan d'installation des capteurs

REQUEA
IoT Solutions

Rechercher

Julian Giannattasio

Numéro de série	Etat	Date d'enregistrement	Groupe d'objets	DevEUI	Marque	Type d'objet	Description	Zone	Réseau	Dernière réception	RSSI	SNR	SF	Messages
70B3D54750101490	Activé	18/12/2024 09:42:28		70B3D54750101490	rik	Ewatch			REQUEA LoRaWAN	19/12/2024 11:10:56	-98	10	7	
70B3D5475010147E	Activé	18/12/2024 09:42:28		70B3D5475010147E	rik	Ewatch			REQUEA LoRaWAN	19/12/2024 11:02:46	-89	9	7	
70B3D5475010148C	Enregistré	18/12/2024 09:42:29		70B3D5475010148C	rik	Ewatch			REQUEA LoRaWAN					
70B3D54750101476	Activé	18/12/2024 09:42:27		70B3D54750101476	rik	Ewatch			REQUEA LoRaWAN	19/12/2024 10:44:17	-88	9	7	
70B3D54750101481	Activé	18/12/2024 09:42:29		70B3D54750101481	rik	Ewatch			REQUEA LoRaWAN	19/12/2024 10:52:38	-98	11	7	
70B3D5E75E024615	Enregistré	02/12/2024 17:57:00	Watteco - Température départe 1	70B3D5E75E024615	rik	Watteco			REQUEA LoRaWAN					
70B3D54750101483	Activé	18/12/2024 09:42:27		70B3D54750101483	rik	Ewatch			REQUEA LoRaWAN	19/12/2024 11:00:51	-79	9	7	
70B3D5E75E0909EC	Enregistré	18/12/2024 09:42:29		70B3D5E75E0909EC	rik	Watteco			REQUEA LoRaWAN					
70B3D5E75E009E1A	Enregistré	18/12/2024 09:42:30		70B3D5E75E009E1A	rik	Watteco			REQUEA LoRaWAN					
70B3D54750101477	Activé	18/12/2024 09:42:28		70B3D54750101477	rik	Ewatch			REQUEA LoRaWAN	19/12/2024 10:43:24	-88	10	7	
70B3D54750101487	Activé	18/12/2024 09:42:29		70B3D54750101487	rik	Ewatch			REQUEA LoRaWAN	19/12/2024 11:11:23	-86	10	7	
70B3D5475010128F	Activé	18/12/2024 09:42:29		70B3D5475010128F	rik	Ewatch			REQUEA LoRaWAN	19/12/2024 11:12:02	-86	10	7	
70B3D5475010148F	Activé	18/12/2024 09:42:29		70B3D5475010148F	rik	Ewatch			REQUEA LoRaWAN	19/12/2024 10:43:34	-100	8	7	
70B3D5E75E024604	Enregistré	02/12/2024 17:55:50	Watteco - Température départe 1	70B3D5E75E024604	rik	Watteco	NIE 50-70-103 Température départe 2 sondes		REQUEA LoRaWAN					
70B3D54750101489	Activé	18/12/2024 09:42:27		70B3D54750101489	rik	Ewatch			REQUEA LoRaWAN	19/12/2024 10:44:04	-82	7	7	

Gateway, remonté d'informations des capteurs

Modélisation 3D intégrée :

- Intégration des maquettes BIM (IFC)
- Ajout des matériaux, sols, arbres, et géolocalisation via des données cartographiques de la Vendée.
- Photomaillage précis pour un contexte visuel fidèle.

Outil interactif pour les capteurs :

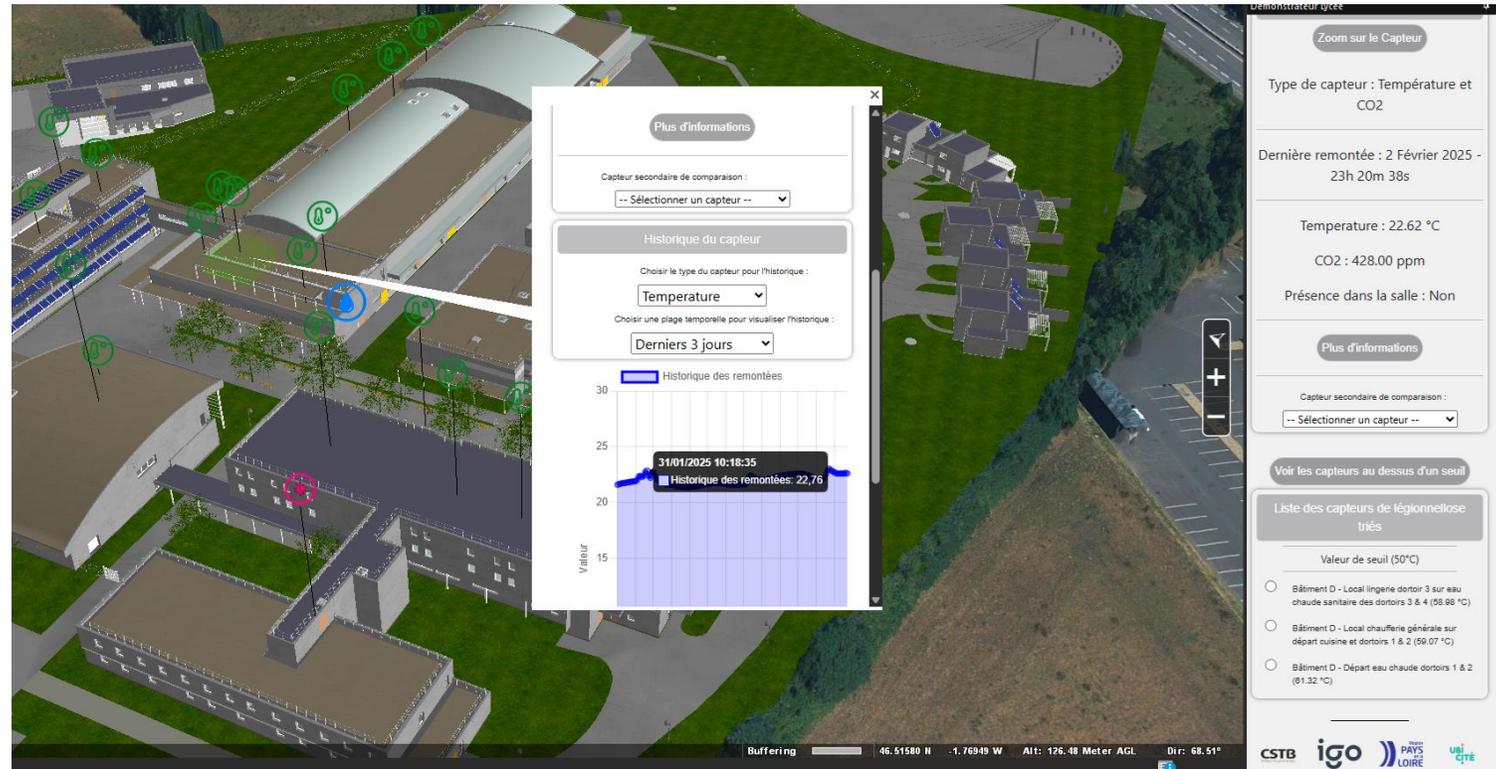
- Visualisation en temps réel de tous les capteurs connectés.
- Fonctionnalités interactives : clic sur les capteurs pour voir les données ou comparer avec d'autres capteurs.

Codes couleurs et analyses :

- Coloration des zones en fonction des seuils définis par les capteurs.
- Historisation des données pour suivi et comparaison dans le temps.

Étapes logistiques :

- Pose de capteurs et antennes
- Coordination pour alimentation en énergie et intégration des capteurs d'eau.





Démonstrateur Grand Port



CSTB
le futur en construction

AUBRET Jérôme	Région des Pays de la Loire	Jerome.AUBRET@paysdelaloire.fr
VOILE Steeve	Grand Port	s.voile@nantes.port.fr
NEVEU LEMAIRE Émilie	Grand Port	e.neveulemaire@nantes.port.fr
BRICOUT Typhanie	Grand Port	t.bricout@nantes.port.fr
NICOLE Christophe	Région des Pays de la Loire	christophe.nicolle@paysdelaloire.fr
BLEUZET Eric	Région des Pays de la Loire	Eric.BLEUZET@paysdelaloire.fr
BOURIN Bernard	Ubicité	bernard.bourin@ubicite.fr
BOUR Philippe	IGO	philippe.bour@igo.fr
DARBOUSSET David	IGO	david.darbousset@igo.fr
BATAILLE Guillaume	IGO	guillaume.bataille@igo.fr
DELOUMEAU Olivier	Geofit	o.deloumeau@geofit.fr
LEBEGUE Eric	CSTB	eric.lebegue@cstb.fr

Valorisation des bâtiments :

- Modélisation 3D des bâtiments et de leur environnement pour une meilleure compréhension et planification.

Outil interactif innovant :

- Suivi en temps réel des capteurs installés
- Mise au point de l'interface avec accès à l'historique des données

Intégration dans le système d'information géographique (SIG) :

- Compatibilité avec les outils existants (ArcGIS), garantissant une continuité et une centralisation des données.
- Accès simplifié aux informations essentielles pour les gestionnaires et décideurs.

TGBT - RDC

PDL : point
comptage
général CPM



D5 : climatisation, ensemble des groupes

D2 : Ascenseur

D3 : Etage général

D6 : Salle informatique (tout : clim, prises, baies..)

D14+D15 : éclairage sanitaires + éclairage douches et vestiaires

D1 MODULE-2-1

CO1 Eclairage-1

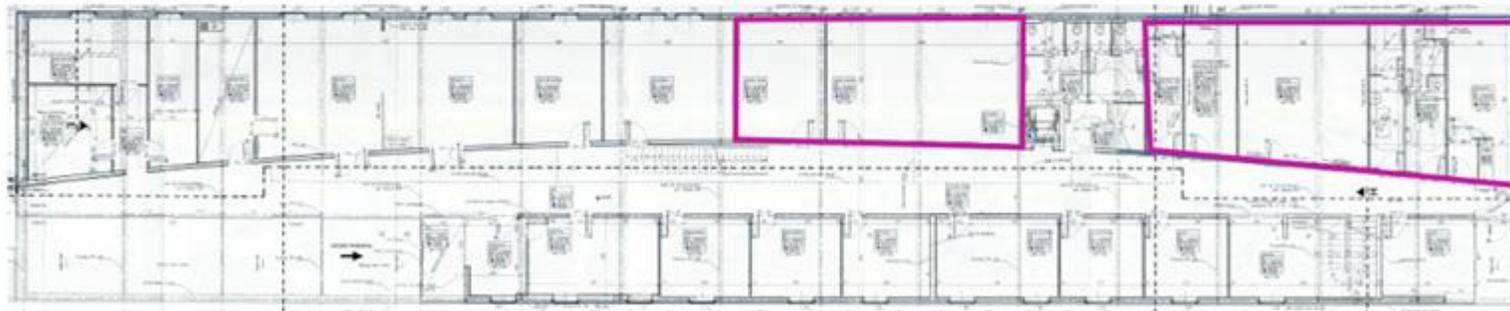
Départ-1-:D17

Prises-Postes-de-travail-1

D1 Départ-2-:D19.1- / Départ-3-: D19.2 / Départ-4-:D19.3

RDC

D2







Démonstrateur Submersion



CSTB
le futur en construction

Démonstrateur Submersion / Participants

HEBERT Solène	Pornic Agglo	shebert@pornicagglo.fr
ENSELME Florian	Pornic Agglo	fenselme@pornicagglo.fr
BLEUZET Eric	Région des Pays de la Loire	Eric.BLEUZET@paysdelaloire.fr
BOURIN Bernard	Ubicité	bernard.bourin@ubicite.fr
HUGUET Benoit	SDIS 44	benoit.huguet@sdis44.fr
BLAIN Olivier	SDIS 44	olivier.blain@sdis44.fr
MERCIER Mathieu	AltitudeInfra	mathieu.mercier@altitudeinfra.fr
OSMONT Frederic	AltitudeInfra	frederic.osmont@altitudeinfra.fr
GIL Arthur	Altitude Infra	arthur.gil@altitudeinfra.fr
BOUR Philippe	IGO	philippe.bour@igo.fr
DARBOUSSET David	IGO	david.darbousset@igo.fr
BATAILLE Guillaume	IGO	guillaume.bataille@igo.fr
DELOUMEAU Olivier	Geofit	o.deloumeau@geofit.fr
LEBEGUE Eric	CSTB (rédacteur du CR)	eric.lebegue@cstb.fr

Scénarios simulés dans le démonstrateur

Pour ces 10 scénarios « sans aménagement », on pourra montrer par exemple qu'en 2100 les débordements commenceront à se faire sur les quais pour toutes les marées de vives eaux de coeff supérieur à 95 (même sans tempête).

Nom du scénario		Identifiant	Niveau marin (m NGF-IGN69)		
			Actuel	2050	2100
Pleine mer de vives eaux (= coef 95)		PMVE			3,30
Plus haute mer astronomique (= coef 120)		PHMA		3,64	4,04
Evènements tempêtueux (=avec surcotes)	Xynthia	Xynthia	4,55	4,85	5,25
	Occurrence vingtennale	H20	4,15	4,45	4,85
	Occurrence millénale	H1000			5,52

10 scénarios intégrés dans le démonstrateur :

Démonstrateur Submersion / Pornic Agglo – Simulations de murs de protection

Aménagement à simuler : mur de protection le long des quais dimensionné sur le niveau de protection Xynthia en état actuel soit 4m55 IGN69.

Sur le quai du Commande de l'Herminier altimétriquement le plus bas, le mur aura une hauteur max de 1m35 (difficile d'imaginer plus haut).



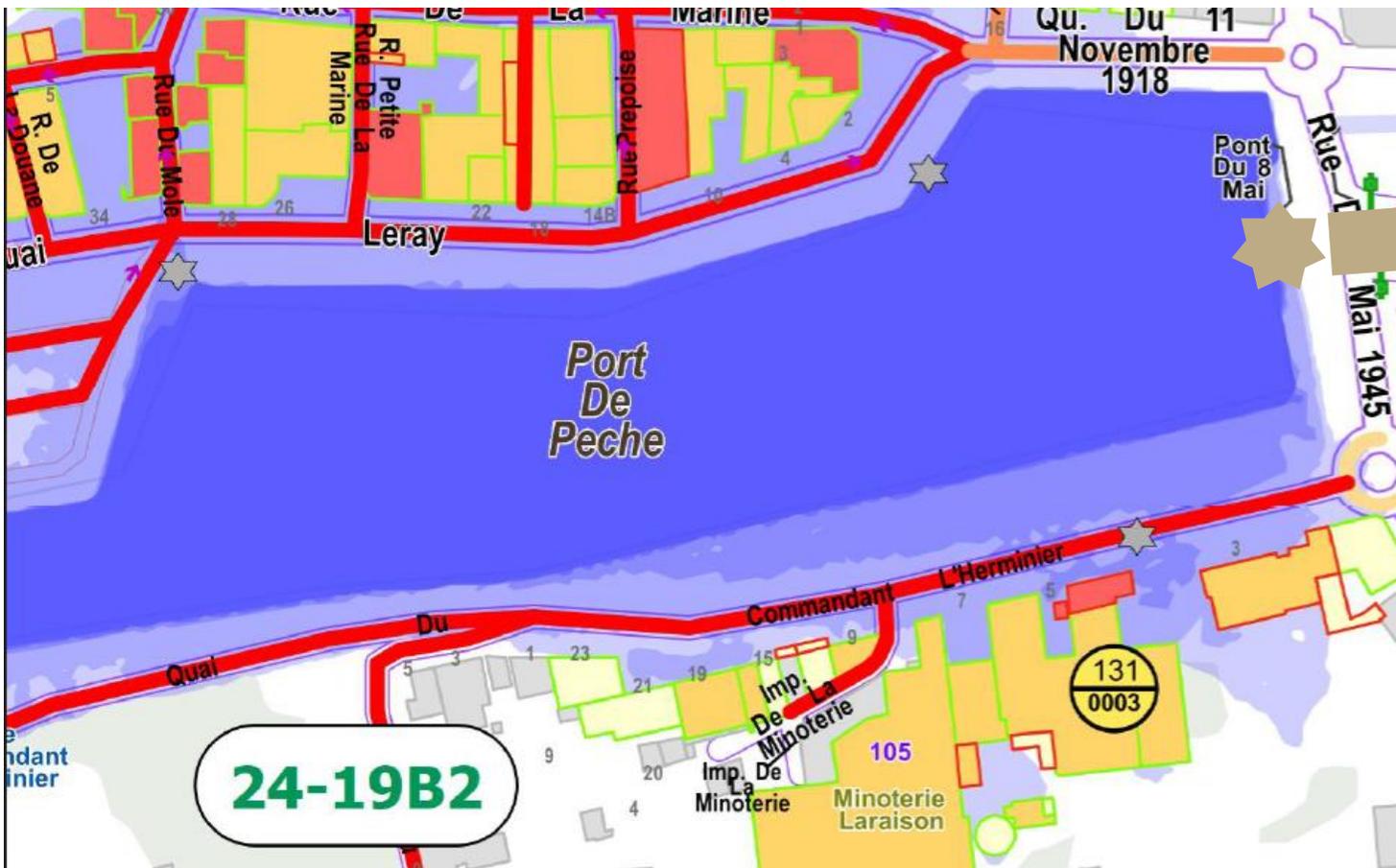
Quai du Commande de l'Herminier,
l'étier du Pouliguen



Moutiers en Retz

Démonstrateur Submersion / Pornic Agglo – des capteurs pour surveiller les surverses ?

1 points de surveillance au niveau du port, voir le shp



- 1 **Nous installons**
la ou les micro-stations
- 2 **Vous fixez les seuils**
de hauteur d'eau
- 3 **Vous êtes prévenu(e)**
en cas de dépassement



Actions réalisées

Base numérique 3D précise :

- Création d'un modèle 3D à partir d'images aériennes et de données Lidar, couvrant une zone de 100 km².
- Modélisation détaillée des bâtiments avec informations sur les étages et seuil de porte

Visualisation des scénarios d'inondation :

- Simulation en 3D des risques liés à 10 scénarios d'inondation différents.
- Analyse des impacts avec un focus sur les bâtiments vulnérables
- Identification des zones protégées par des murs ou digues à l'aide des données fournies.

Outil interactif et temps réel :

- Mise en place d'un capteur connecté pour remonter des informations en temps réel.
- Interface intuitive permettant d'identifier les bâtiments les plus impactés par les risques.

Collaboration régionale et locale :

- Communication renforcée sur les usages du Jumeau Numérique pour les territoires côtiers. (RCC & Saint Nazaire)





Conclusion et perspectives

Les bases sont posées pour un Jumeau Numérique Territorial :

Outils déjà développés et testés :

- 3 démonstrateurs opérationnels : gestion des bâtiments, inondations, capteurs en temps réel et visualisation 3D des données.
- Connexion en temps réel avec des capteurs pour une visualisation dynamique des informations.

Capacités techniques disponibles :

- Hébergement temporaire sécurisé sur les serveurs d'IGO (locaux en région parisienne, via Synten) pendant 6 mois après la mise en place.
- Serveur 3D avec une licence annuelle offrant jusqu'à 10 connexions simultanées
- Utilisation de l'infrastructure régionale Gigalis pour garantir un accès rapide et fiable aux territoires.

Conclusion : Les preuves de concept (POC) démontrent la faisabilité technique et ouvrent la voie à des usages concrets.

Démonstrateur Armoires Electriques TE53

Coût : 26.5 k€ht

Démonstrateur BIM Lycée

Coût : 16,5 k€ht + 16k€

Démonstrateur Grand Port

Coût : 20,5 k€ HT + 22k k€ HT

Démonstrateur Submersion

Coût : 15 k€ht + 10k€ HT

Objectif :

- Développer un outil complet et utilisable à grande échelle pour répondre aux besoins des territoires (gestion des risques, exploitation des infrastructures, suivi en temps réel).

Feuille de route :

- Poursuite des ateliers, acculturation des usages avec les territoires pilotes et leurs élus
- Déployer le Jumeau Numérique sur des cas concrets pour valider son efficacité (communes, intercommunalités, agglos).
- Intégrer des retours d'expérience pour enrichir les fonctionnalités (meilleure intégration SIG, visualisation simplifiée, outils de simulation avancés).
- Vecteur juridique Région - Collectivité ?

Connexion régionale :

- Rendre l'outil accessible via l'infrastructure Gigalis, avec un hébergement sécurisé et adapté à la montée en charge.
- Plan de formation et sensibilisation :
- Accompagner les équipes locales pour une adoption réussie des outils numériques.

Conclusion : Après les démonstrateurs, place à une version pérenne et complète qui transformera la gestion des territoires grâce au numérique.

Trois vecteurs possibles pour porter les expérimentations des jumeaux numériques

Se positionner sur les bons guichets avec :

- Des cas d'usage portés par des consortiums d'acteurs thématiques et territoriaux,
- Des briques technologiques pour développer des solutions de navigation et de simulation, mobilisant notamment l'IA,
- Le passage à l'échelle d'expérimentations réussies



Veille sur les appels à projets de l'été 2025





Représentation 3D
Jumeau Numérique

Flux données

5

Expose les Datas / Alarmes



REQUEA
Open Solutions



4

Traite & Stocke les données

**UBI
CITÉ**



Isole, centralise, décode

INTERNET & WIFI



4G/5G



3

1

Acquiert les données via LORA

2



Collecte & transporte





Accompagnement Conception / Mise en oeuvre



1

ETUDE & CO-CONCEPTION DE LA SOLUTION :

- Workshop Cadrage / Compréhension du Besoin
- Workshop Présentation des possibilités
- Workshop Définition de l'architecture cible
- Visite Technique

LIVRABLES : Supports et CR de Workshops, APS et APDx



2

MISE EN ŒUVRE :

- Déploiement des infrastructures
- Configuration
- Intégration
- Tests / Recettes / Mise en production

LIVRABLES : DOE, Cahier de RECETTE, MOM.

3

PARAMETRAGE DATAVISUALISATION :

- Implémentation
- Intégration
- Configuration Reporting & Alertes
- Test / Recettes / Mise en production

LIVRABLES : Cahier de recette, MOM.

4

PILOTAGE DU PROJET ET ETUDE : Gouvernance COPROJ / COPIL / COTECH



Accompagnement Supervision/exploitation/ maintenance

1

Centre de supervision des infrastructures 24/24 7/7

2

GESTION DES INCIDENTS :

- Transmission des ALERTES
- Portail Extranet / Ticketing
- Support N1/N2/N3

LIVRABLES : Compte rendu Mensuel de
Supervision / Support.
Compte rendu annuel d'exploitation

3

MAINTENANCE :

- Préventive
- Corrective
- Evolutive
- Maintenance des Capteurs

LIVRABLES : Compte rendu annuel de
Maintenance