



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Inria

IGN

INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

**CHANGER
D'ÉCHELLE**



Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

VERS UN JUMEAU NUMÉRIQUE FRANCE ENTIÈRE

16 février 2023

Institut national de l'information
géographique et forestière

- Face aux bouleversements qui marquent l'anthropocène, l'IGN est engagé dans une profonde évolution de ses activités cartographiques :
 - Observation du territoire en continu ;
 - Bases de connaissances détaillées, actualisées et thématiques du sol/sursol (étalement urbain, biodiversité, ressources forestières, pratiques agricoles...)
 - Mobilisation de technologies d'IA pour automatiser l'entretien des bases de données à partir de sources multiples (images aériennes, satellites, Lidar, levés terrain...)
- Mais le besoin d'appui pour le pilotage des politiques publiques demande aussi de **pouvoir se projeter pour anticiper l'efficacité des décisions**
 - Disposer d'une réplique numérique du territoire permettant de simuler les effets des mesures qui pourraient être prises dans le cadre des politiques publiques afin d'évaluer leur efficacité
 - Bâtir de véritables postes de pilotage des politiques publiques pour la planification écologique

Déjà des réponses mais imparfaites

Déjà des initiatives, mais circonscrites :

- à un domaine thématique
 - Exemples : Jumeau numérique d'un réseau de transport électrique, de transport de gaz du système ferroviaire, de systèmes biologiques...
- ou à une emprise (très souvent en milieu urbain)
 - Exemples : Dijon, Angers métropole, Monaco, Montpellier, Rennes, Strasbourg....

□ **besoin d'une vision plus large (géographiquement, thématiquement) :**

- pour appréhender les dynamiques globales
- pour dépasser le périmètre des métropoles
- pour analyser les phénomènes de façon décloisonnée

Ambition pour 2027

- Produire et déployer un **jumeau numérique France entière pour aider l'Etat et les collectivités à planifier la transition écologique**
- Pouvoir connecter facilement d'autres cas d'usage (sécurité, tourisme...)

Jumeau numérique France entière

- réplique virtuelle et dynamique en 3D, multi-représentation, multi-résolution, multi-temporelle et multi-thématique de tout le territoire national
- **et** des services en ligne de visualisation, navigation, interaction, simulation

Des données pour la réplique virtuelle



Socle géométrique 3D de la réplique numérique



Enrichissement sémantique, rendu



- Et, via des capteurs in-situ et autres moyens de collecte, des observations relatives au **fonctionnement** des éléments décrits dans les bases de données (bâtiments, routes, rivières, forêts....)
- Au-delà des observations, on va brancher des modèles de comportements qui permettront de **prédire des situations**

Usages génériques du jumeau numérique de la France

- **décloisonner, regrouper et partager** des données & outils de description/fonctionnement du territoire
- **montrer le territoire « en fonctionnement »** de façon objective (en montrant les incertitudes) à différents niveaux de zoom, de différents points de vue voire en navigation immersive...
 - par exemple informer les citoyens en temps réel, évaluer les politiques publiques.
- **comparer les territoires entre eux**
- **simuler des phénomènes et montrer leurs impacts** (en temps réel)
 - par exemple simuler des PP, afin de les évaluer de façon objective, de visualiser leurs impacts de façon dynamique, réaliste, honnête (représentation des incertitudes) et systémique

Exemple 1 : Déploiement d'éoliennes

En entrée : les données météo, le relief, les masques, le paysage, le trajet des oiseaux migrateurs, les habitations, les possibilités de raccordement électrique, la valeur des sols, les zones réglementaires en vigueur...

- Disposer, selon les implantations proposées, les estimations de rendement, le % d'artificialisation des sols....
- Vivre dans le jumeau des implantations possibles : impacts visuels et sonores
- Possibilité de dézoomer et d'appréhender le potentiel éolien à l'échelle d'une région



Exemple 2 : Gestion des risques naturels - inondations

En entrée : le relief, les bassins versants, le réseau hydro, les nappes phréatiques, les PPRn, les données météo, les routes, les habitations, les parcelles agricoles

- Visualiser les impacts de débordement de rivières
- Simuler les impacts de mesures préventives



Exemple 3 : Gestion des réseaux enterrés

En entrée : le réseau routier, les réseaux enterrés,

- Visualiser, en réalité augmentée, les réseaux enterrés à des fins d'entretien



- Partir de cas d'usage et de leurs porteurs
 - cas d'usage de « gestion » (faciliter des démarches comme l'installation d'un champs de panneaux photovoltaïque, la demande de permis de construire, etc.)
 - cas d'usage de « projection » (simuler des phénomènes et visualiser/analyser leurs impacts de façon systémique)
- Articuler dès maintenant le jumeau national aux initiatives locales (interopérabilité)
- S'appuyer autant que possible sur les ressources existantes (données, technos)
- Construire un outil aussi ouvert et transparent que possible, aussi fermé que nécessaire
- Faire en sorte que d'autres puissent s'en saisir, construire dessus
- Dialoguer et rassurer sur :
 - Peur d'une surveillance exacerbée des citoyens,
 - Peur d'une appropriation des données personnelles,
 - Risque d'une empreinte environnementale démesurée,
 - Vision fantasmée d'un solutionnisme technologique pour résoudre les grands défis actuels
 - Détournement d'une description fine du territoire à des fins terroristes

Noyau dur des partenaires

IGN

- 1) la donnée géographique fédère naturellement les problématiques d'aménagement du territoire,
- 2) L'IGN garant de la diffusion de données géographiques **souveraines**
- 3) L'IGN a une expertise sur les données géolocalisées, des technologies 3D, les standards, la visualisation, les plateformes

 Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

- 1) Le Cerema dispose d'une expertise métier dans de nombreux domaines de la transition écologique
- 2) Déjà des démonstrateurs thématiques à passer à l'échelle
- 3) Proximité du Cerema avec les collectivités

 Inria
INVENTEURS DU MONDE NUMÉRIQUE

- 1) institut national de recherche en sciences et technologies du numérique
- 2) Expert en calcul haute performance, IA, internet des objets, modélisation et simulation, numérique frugal...

Industriel à identifier

Fournisseur de briques technologiques essentielles pour faire tourner le jumeau

La démarche pragmatique et incrémentale que nous allons proposer nous amènera à agréger de nombreux autres partenaires : collectivités, porteurs de cas d'usage, experts métiers, juristes, sociologues, ONG

Défis techniques et scientifiques (en cours de définition avec l'Inria)

1. Spécification de la réplique 3D
2. Production de la réplique 3D
3. Mise à jour de la réplique 3D
4. Intégration de nouvelles données et connexion avec des maquettes/jumeaux existants
5. Plateforme en ligne : visu /interaction/augmentation
6. Simulation

Autres défis

- Définir et mettre en place une gouvernance qui inspire confiance et qui permette l'entretien de données de référence pour des décisions opposables
- Intégrer les avancées de la R&D au fil de l'eau dans le jumeau opérationnel
- Contrôler l'empreinte environnementale du jumeau numérique France entière
- Permettre à des utilisateurs non-experts de se saisir de l'outil

Infrastructure de stockage et de calcul
Voie juridique et réglementaire

Phase 1 (5 ans) :

- un MVP du jumeau France entière sans acquisition de données spécifiques
 - traitements des **données existantes** + outils de visu, interaction, simulation + quelques cas d'usages opérationnels
 - infrastructure de stockage, calcul et diffusion
 - de la R&D pour lever des verrous techniques qui permettront d'être prêt pour la phase 2
- des raffinements (données, cas d'usage, outils) sur des zones expérimentales

Phase 2 (modalités de la phase 2 à définir au cours de la phase 1) :

Le jumeau opérationnel partout

Construction du projet : approche incrémentale, pragmatique et centrée sur le besoin des utilisateurs porteurs de cas d'usage, avec deux volets qui progresseront en parallèle, avec des apports de l'un vers l'autre à intervalle