

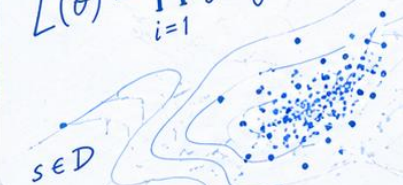
$$\frac{\partial u}{\partial t} = D \Delta u + f(u, x)$$

$$u(x, t) = \int_{\Omega} G(x, s, t) u_0(s) ds$$

$$Y(s) = X(s)^T \beta + w(s),$$

$$w(s) \sim GP(0, C(h))$$

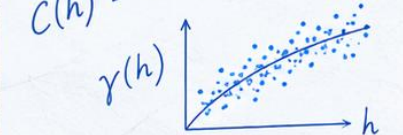
$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n f(y_i | \theta)$$



$$dX_t = F(X_t)dt + \sum dw_t$$

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i)$$

$$C(h) = \sigma^2 \exp(-||h|| \rho)$$

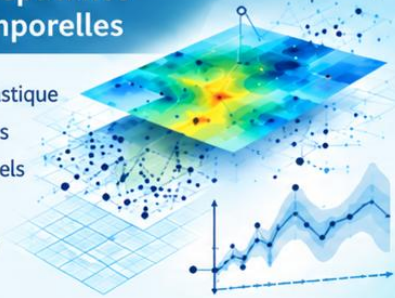


Une approche intégrée des systèmes biologiques et environnementaux

Mathématiques – Données – Modèles – Du mécanisme à la prédiction – De l'échelle locale au global

Statistiques spatiales et spatio-temporelles

- Géométrie stochastique
- Champs aléatoires
- Processus ponctuels
- Géostatistique
- Valeurs extrêmes



Systèmes dynamiques déterministes et stochastiques

- EDP elliptiques et paraboliques
- Problèmes inverses
- Propagation et fronts
- Liens EDP-EDS
- Résolution numérique

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \mathcal{L}(u) + \sigma \xi$$



Écologie et épidémiologie spatiales

- Distributions d'espèces
- Démographie et cycles de vie
- Invasions biologiques
- Démo-génétique
- Durabilité des résistances
- Épidémiologie-surveillance



B90/Π



MathNum
Pilotage



SPE
Co-tutelle depuis 2018



Équipe Recherche



Équipe OPE
Plateforme ESV



52

32 H | 20 F



29

19 H / 10 F

DR	7	6	1
CR	9	8	1
GU/PRI	4	1	3
IE/IR	9	4	5



23

13 H / 10 F

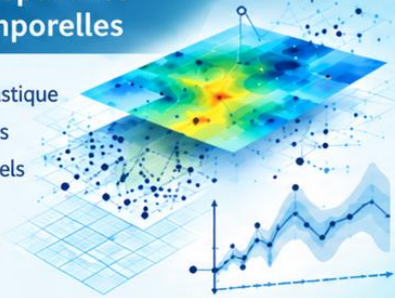
Doctorants	9	4	5
Postdoc	6	2	4
CDD	5	5	
Visiteurs	3	2	1

Une approche intégrée des systèmes biologiques et environnementaux

Mathématiques – Données – Modèles – Du mécanisme à la prédiction – De l'échelle locale au global

Statistiques spatiales et spatio-temporelles

- Géométrie stochastique
- Champs aléatoires
- Processus ponctuels
- Géostatistique
- Valeurs extrêmes



Systèmes dynamiques déterministes et stochastiques

- EDP elliptiques et paraboliques
- Problèmes inverses
- Propagation et fronts
- Liens EDP-EDS
- Résolution numérique

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \mathcal{L}(u) + \sigma \xi$$



Écologie et épidémiologie spatiales

- Distributions d'espèces
- Démographie et cycles de vie
- Invasions biologiques
- Démo-génétique
- Durabilité des résistances
- Épidémiologie-surveillance



BIO/Π



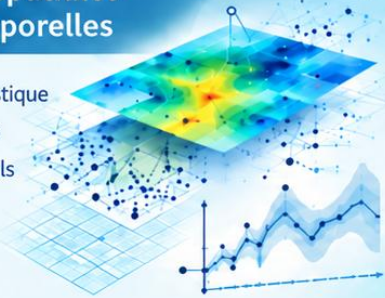
Des systèmes complexes, multi-échelles, qui évoluent dans l'espace et le temps, soumis à l'aléa et partiellement observés

Une approche intégrée des systèmes biologiques et environnementaux

Mathématiques – Données – Modèles – Du mécanisme à la prédiction – De l'échelle locale au global

Statistiques spatiales et spatio-temporelles

- Géométrie stochastique
- Champs aléatoires
- Processus ponctuels
- Géostatistique
- Valeurs extrêmes



Systèmes dynamiques déterministes et stochastiques

- EDP elliptiques et paraboliques
- Problèmes inverses
- Propagation et fronts
- Liens EDP-EDS
- Résolution numérique

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \mathcal{L}(u) + \sigma \xi$$



Écologie et épidémiologie spatiales

- Distributions d'espèces
- Démographie et cycles de vie
- Invasions biologiques
- Démo-génétique
- Durabilité des résistances
- Épidémiologie-surveillance



BIO/Π



modèles ↔ données



déterministe ↔ stochastique



mécanismes ↔ statistique

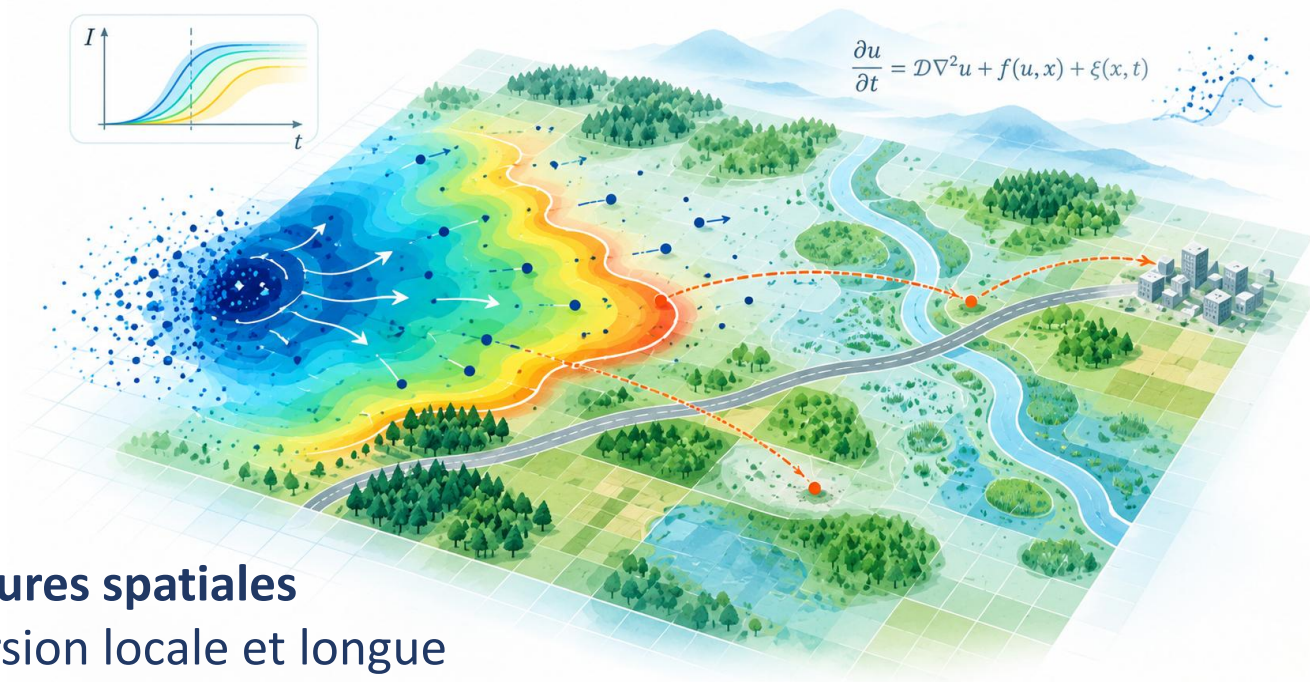


compréhension ↔ prédiction

➤ Comment représenter et comprendre des dynamiques complexes dans l'espace et dans le temps ?

Dynamiques

Fronts, vitesses, persistance/extinction



Structures spatiales

Dispersion locale et longue distance, hétérogénéité du milieu

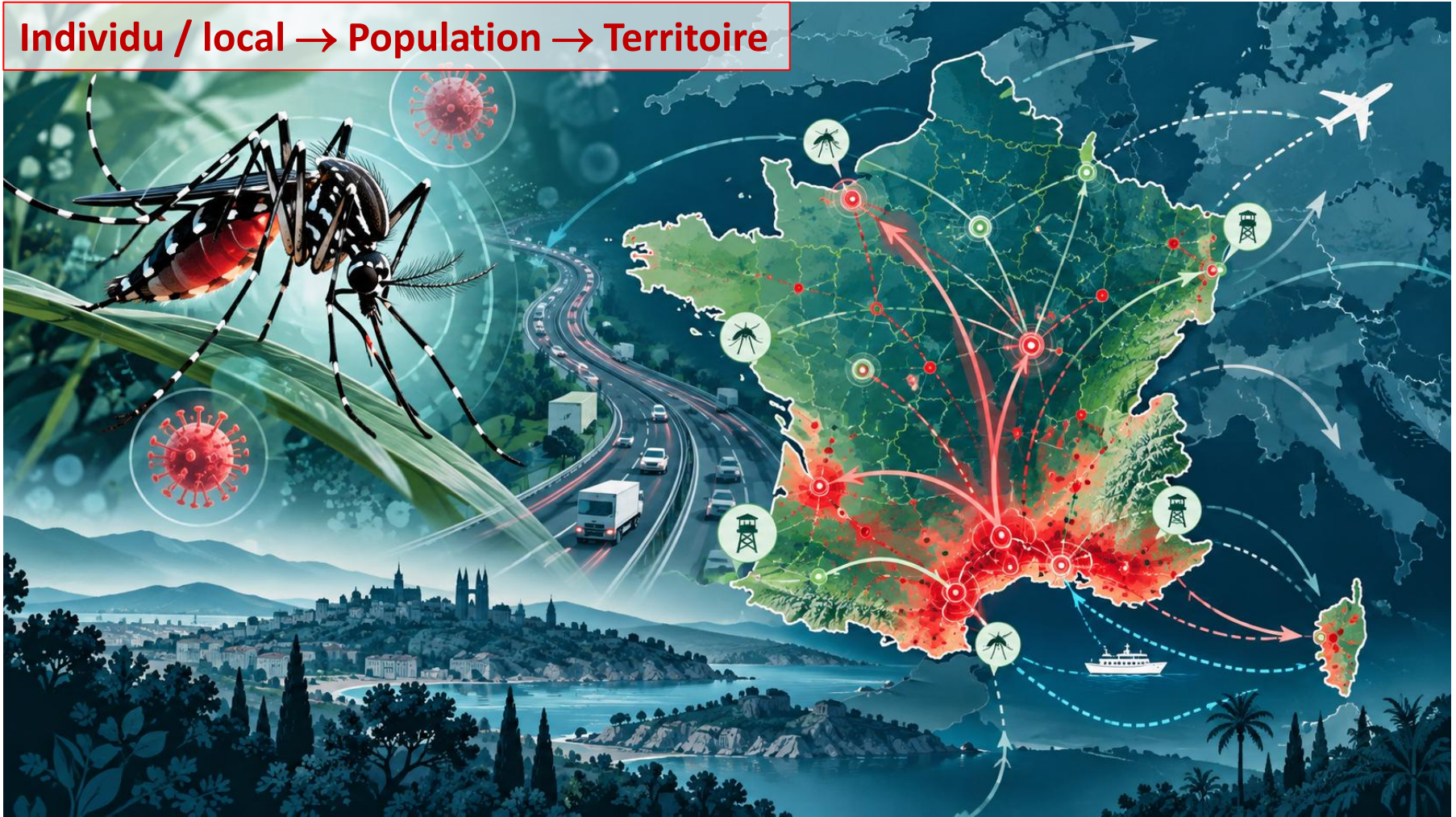
Formalismes

EDP, processus stochastiques, modèles individus centrés

ANR Math-ArboV – PEPR Maths-Vives

Changer d'échelle pour comprendre l'émergence

Individu / local → Population → Territoire



ANR Math-ArboV – PEPR Maths-Vives

Changer d'échelle pour comprendre l'émergence

Individu / local → Population → Territoire

Processus stochastiques → Réaction diffusion → Propagation longue distance

Coupler les échelles
Diffusion 2D + corridors 1D
Hétérogénéité environnementale

ANR Math-ArboV – PEPR Maths-Vives

Changer d'échelle pour comprendre l'émergence

Individu / local → Population → Territoire

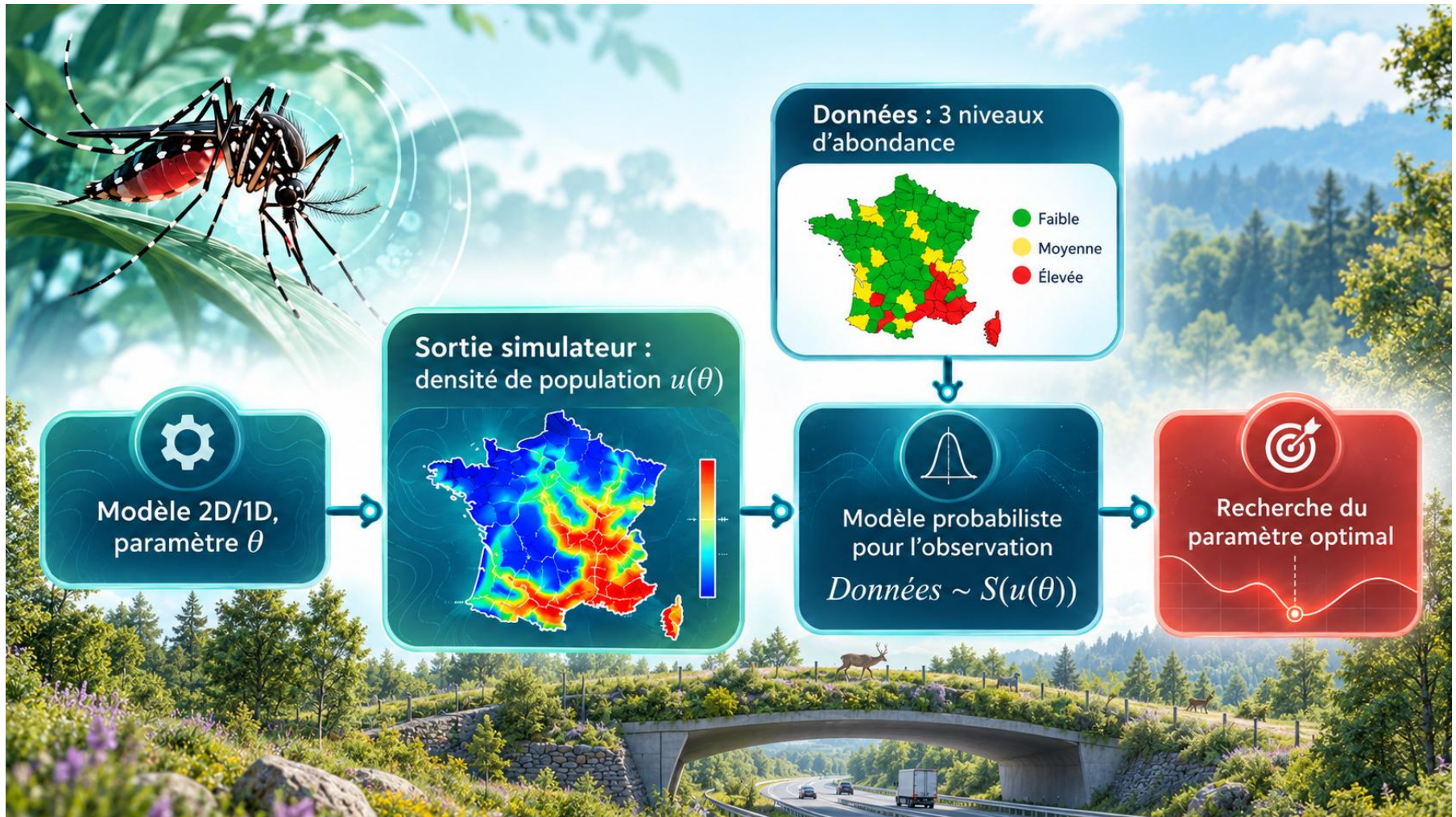
Processus stochastiques → Réaction diffusion → Propagation longue distance

Coupler les échelles
Diffusion 2D + corridors 1D
Hétérogénéité environnementale

Ecologie du vecteur → transmission → risque épidémique

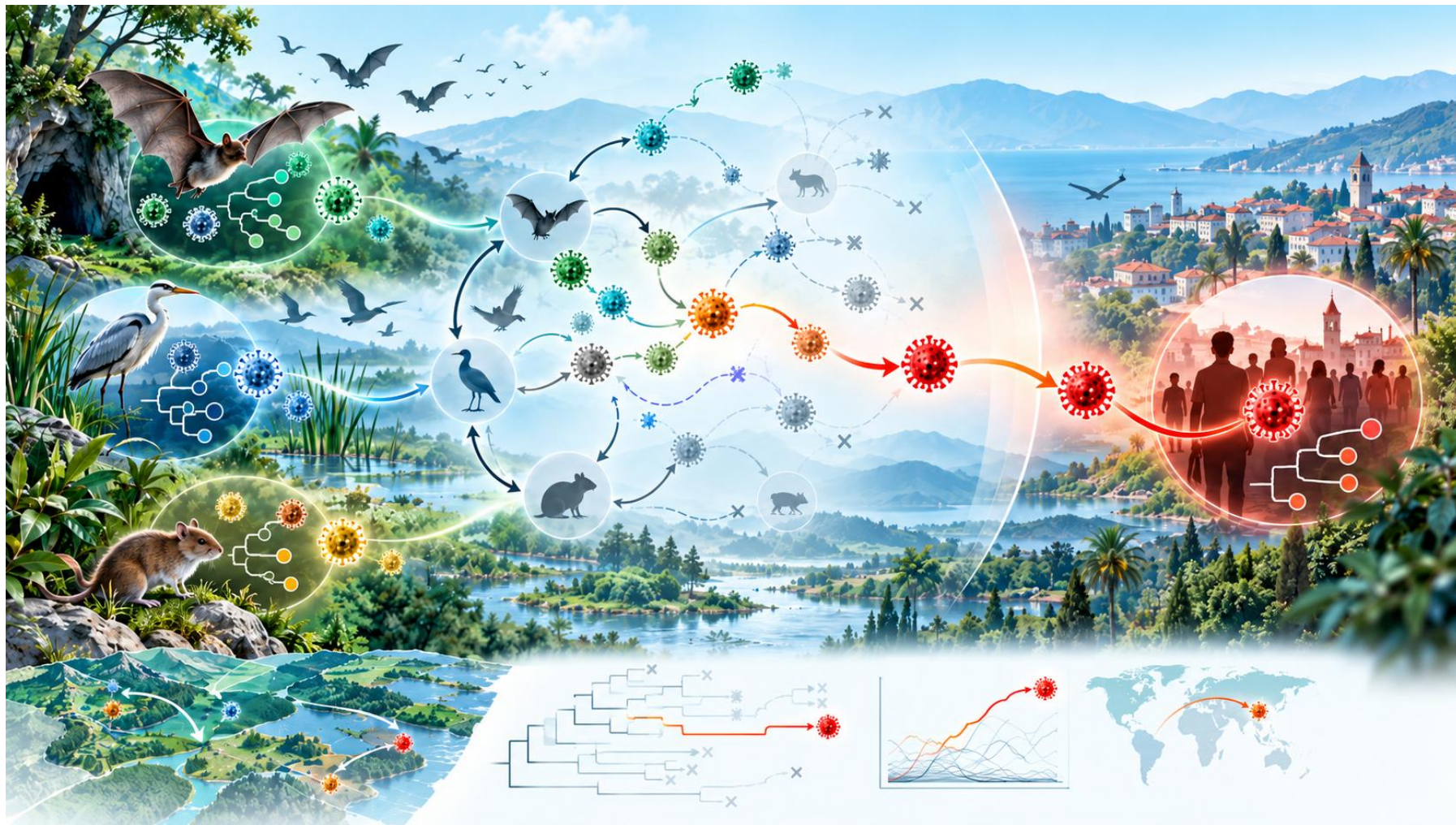
MSE – Mechanistico-Statistic Environnement

Modélisation → simulation → données → inférence



Virus Spillover Simulator

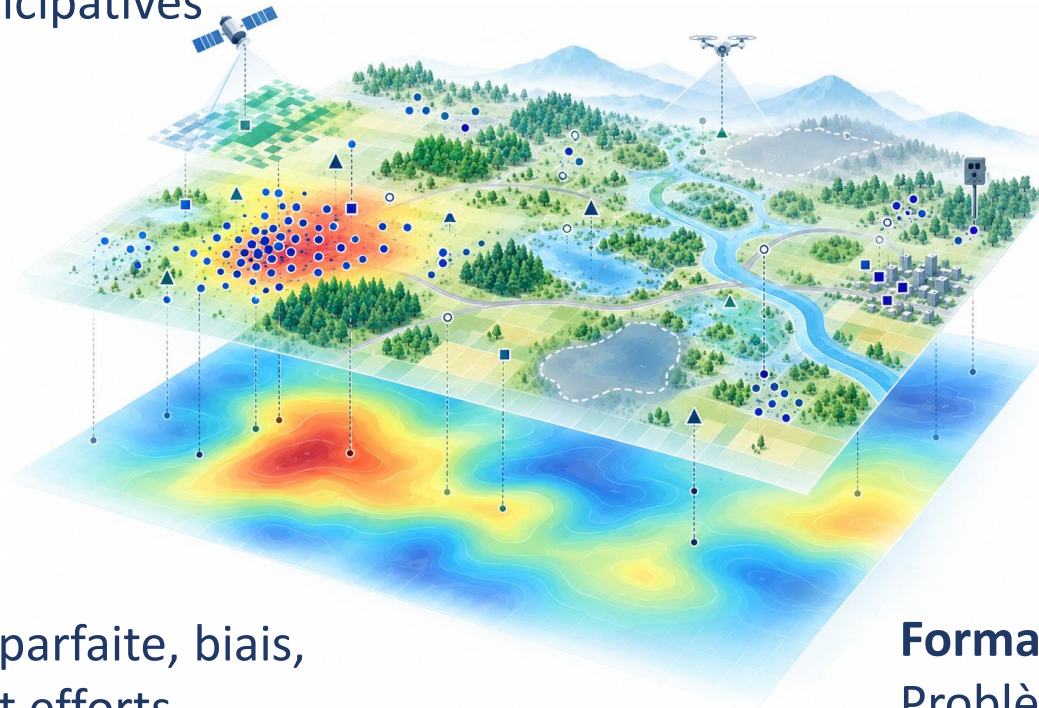
Dynamiques évolutives : quand une trajectoire conduit au spillover



➤ Comment retrouver les mécanismes à partir d'observations partielles et hétérogènes ?

Sources de données

Occurrences, télédétection, météo, web, sciences participatives



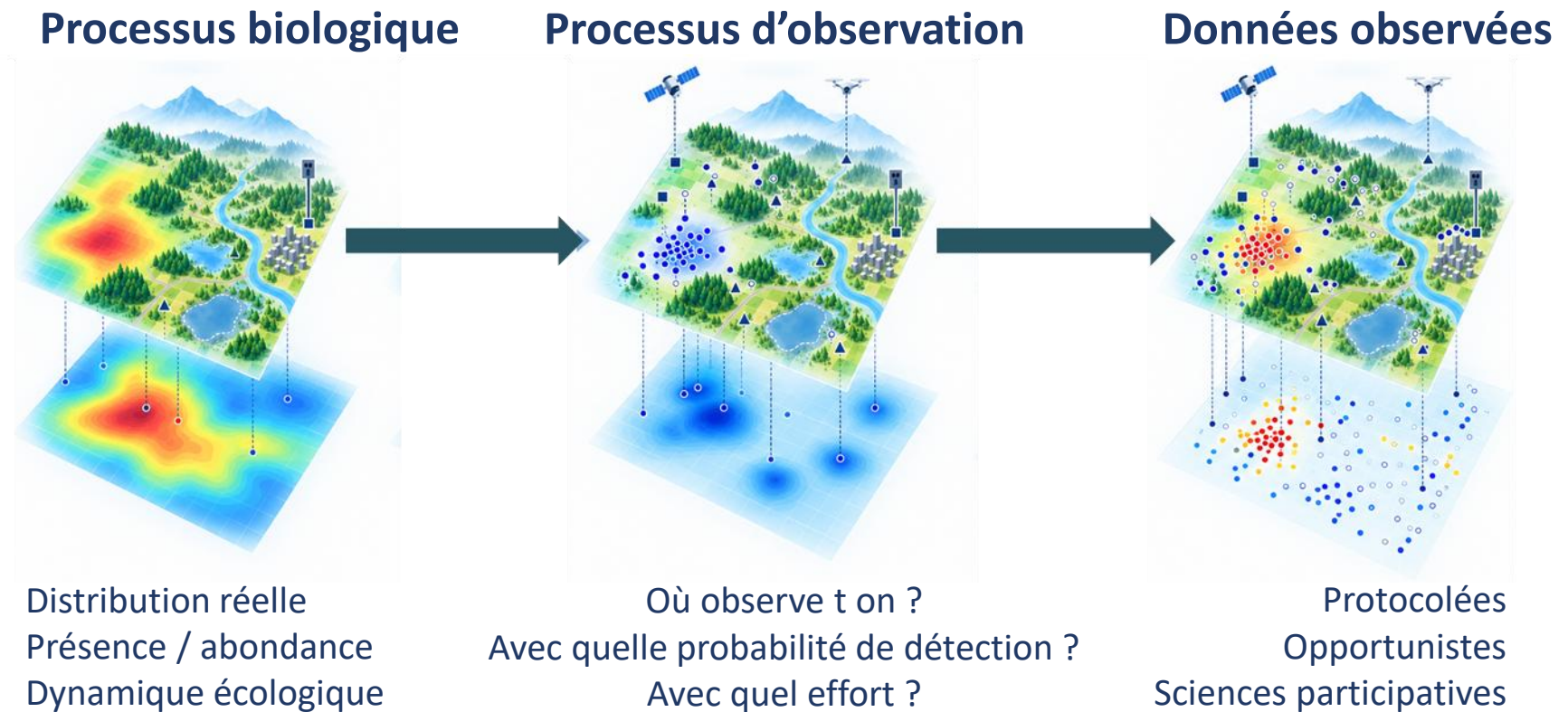
Observation

Détection imparfaite, biais, résolutions et efforts d'échantillonnage variables

Formalismes

Problèmes inverses, inférence bayésienne, ABC, modèles mécanistico statistiques

➤ Comment retrouver les mécanismes à partir d'observations partielles et hétérogènes ?

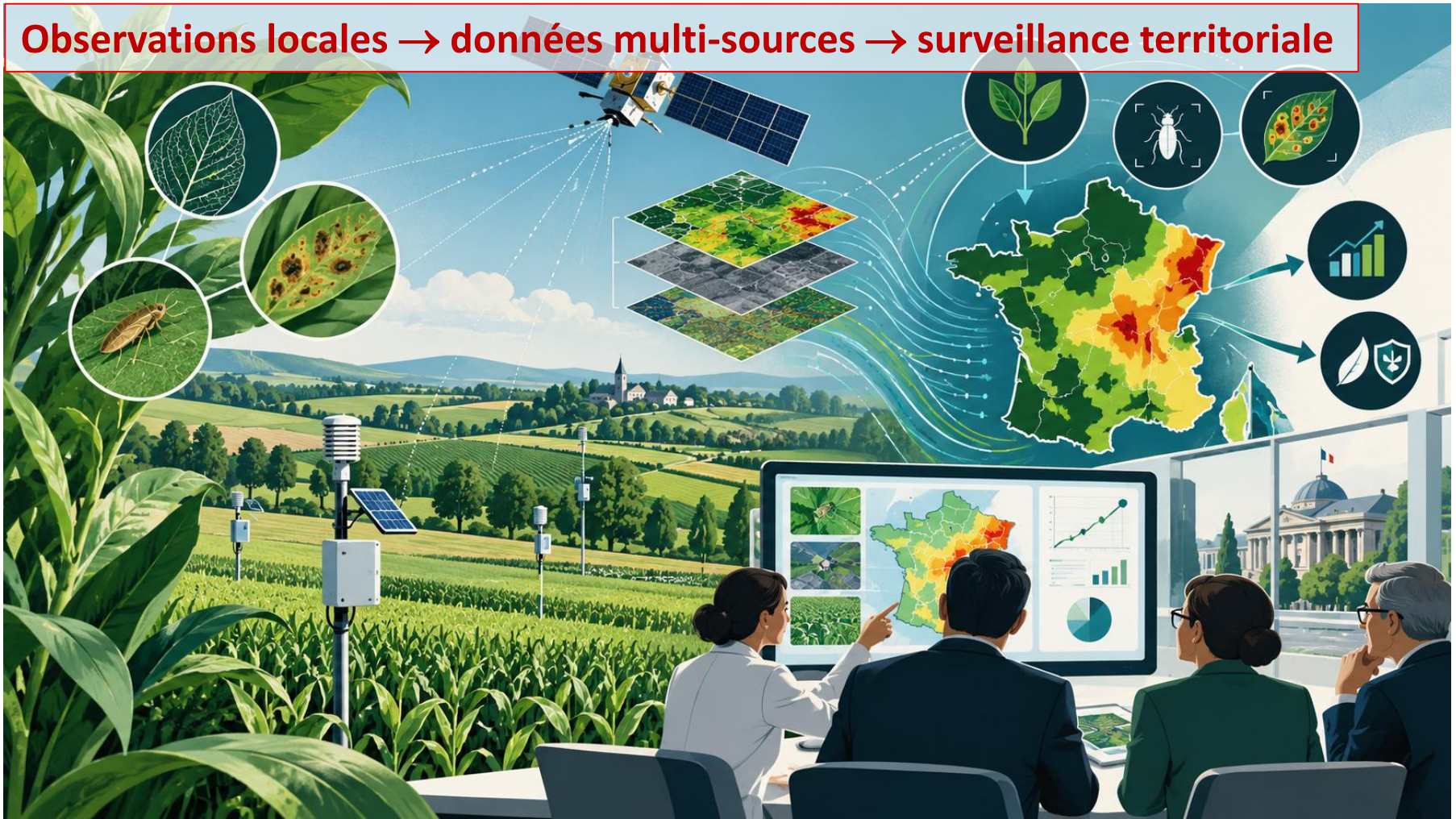


Données observées → inférence → mécanismes

ANR BEYOND – PPR CPA

Dépasser l'observation locale pour intégrer des données multi-sources

Observations locales → données multi-sources → surveillance territoriale



ANR BEYOND – PPR CPA

Combiner des sources hétérogènes pour inférer et quantifier le risque

Observations locales → données multi-sources → surveillance territoriale

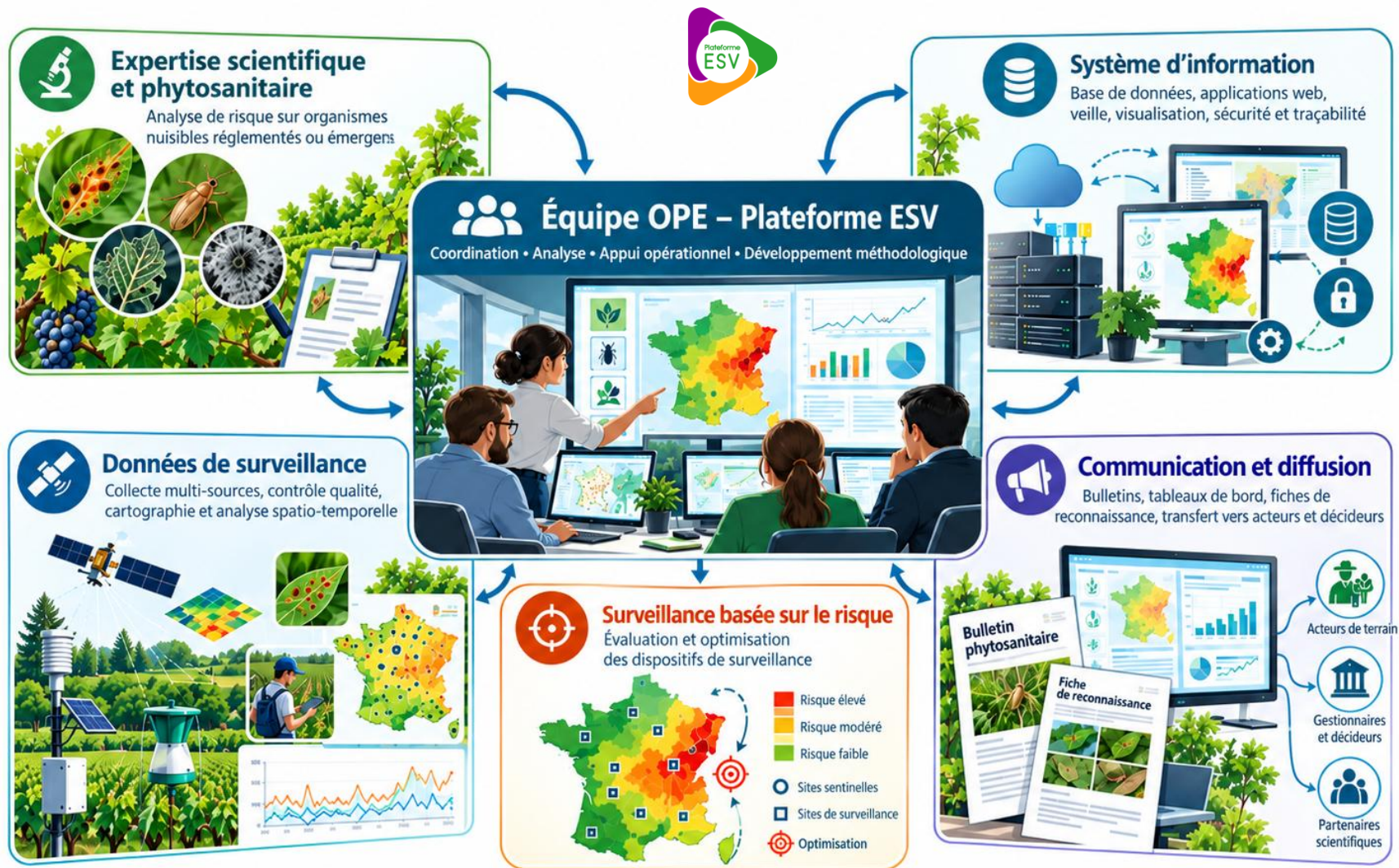
Terrain + capteurs + télédétection + réseaux + textes

**Combiner les sources
Inférer la propagation
Quantifier le risque**

Carte de risque → sites sentinelles → surveillance adaptative

Plateforme ESV – Equipe OPE

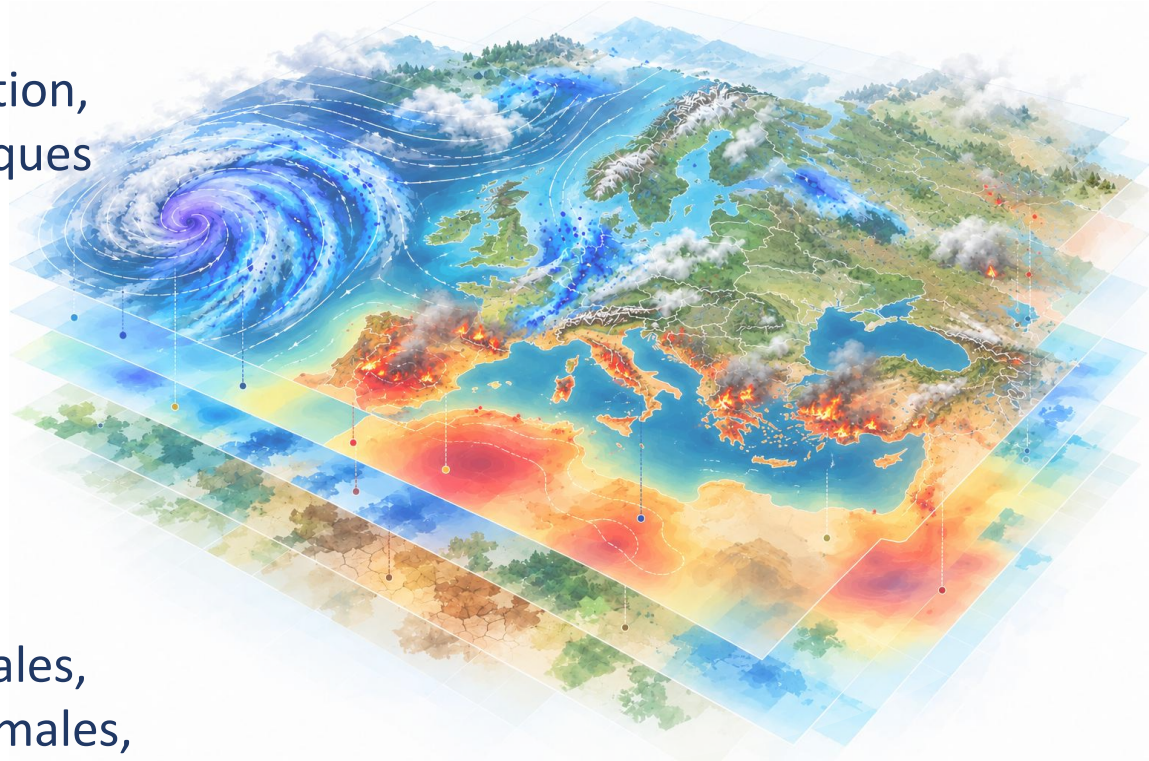
De la veille sanitaire à l'organisation de la surveillance



➤ Comment modéliser et prédire des événements rares, dépendants dans l'espace et le temps, dans un contexte non stationnaire ?

Extrêmes

Queues de distribution, multivarié, multirisques



Dépendances

Dépendances spatiales, dépendances extrêmes, non-stationnarité

Formalismes

Géostatistique, statistique spatiale, théorie des valeurs extrêmes, apprentissage

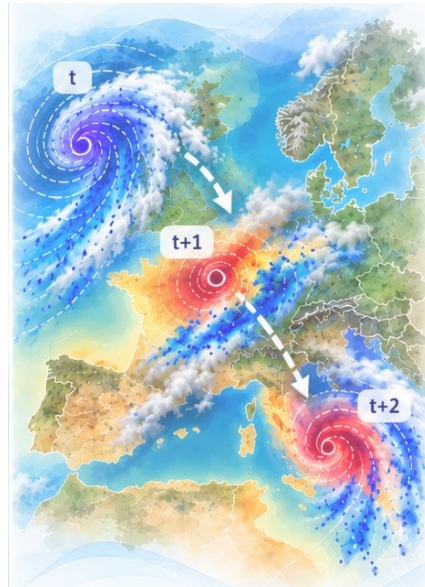
➤ Comment modéliser et prédire des événements rares, dépendants dans l'espace et le temps, dans un contexte non stationnaire ?

Evènement extrême



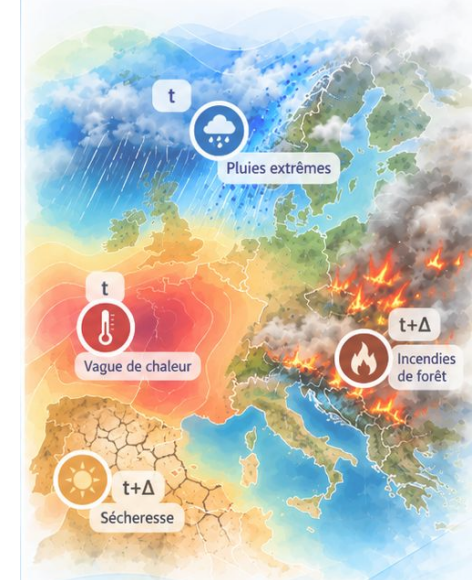
Rareté, queue de distribution

Evènements dépendants



Dépendances extrémales spatiales, temporelles et multivariées

Evènements composés



Combinaison de plusieurs variables, dans l'espace et/ou dans le temps

Intensité • étendue • durée • dépendances • co-occurrences • temps de retour

Chaire GeoLearning

Géostatistique, valeurs extrêmes et apprentissage pour les risques climatiques

Géostatistique ↔ valeurs extrêmes ↔ apprentissage

Caractériser les extrêmes : événements composés, dépendances...

Chaire GeoLearning

Géostatistique, valeurs extrêmes et apprentissage pour les risques climatiques

Géostatistique ↔ valeurs extrêmes ↔ apprentissage

Modéliser les structures spatio-temporelles

**Processus ponctuels,
graphes, SPDE**

Chaire GeoLearning

Géostatistique, valeurs extrêmes et apprentissage pour les risques climatiques

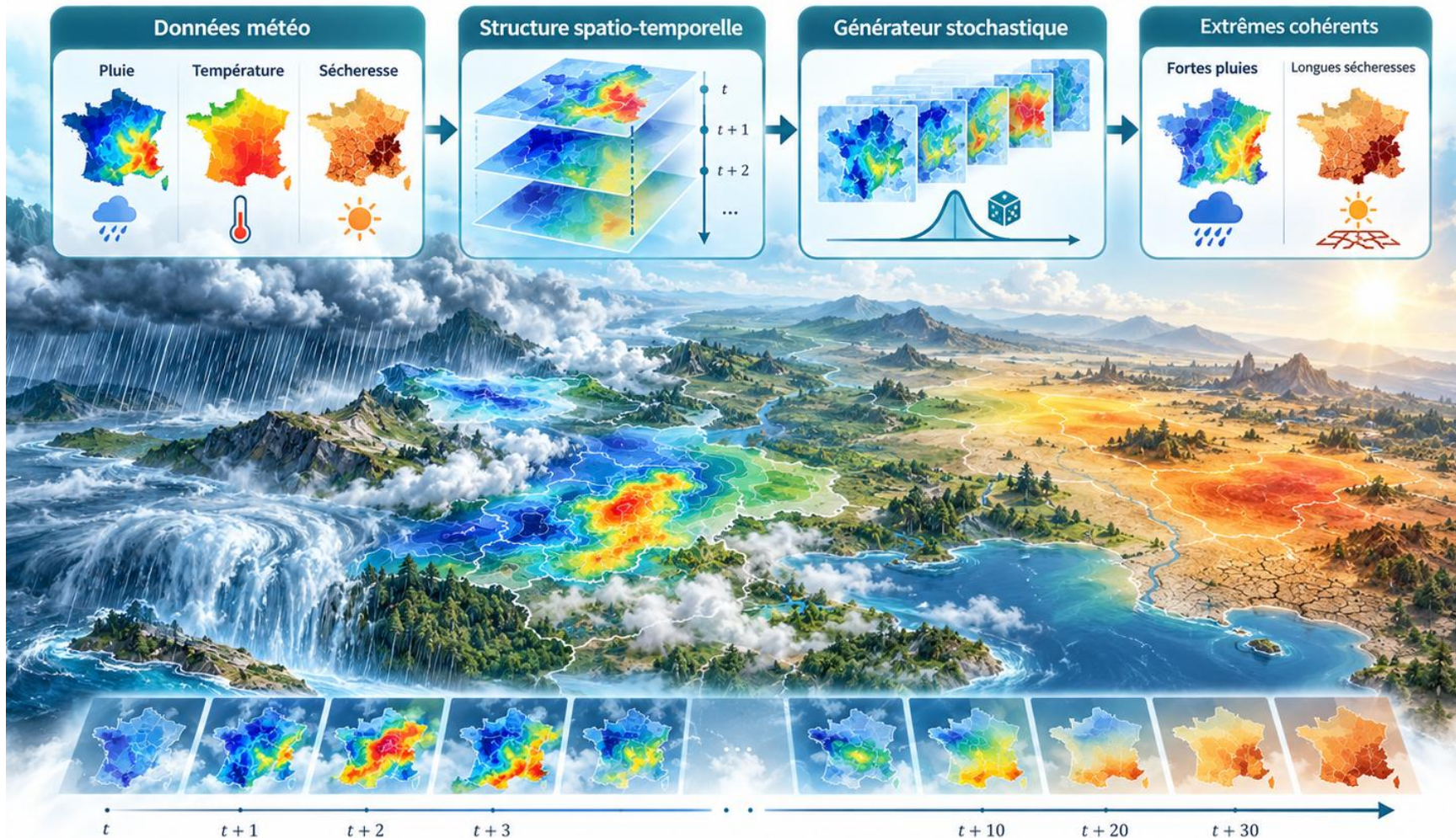
Géostatistique ↔ valeurs extrêmes ↔ apprentissage

Apprendre, prédire et simuler

**Générateurs météo,
correction de biais,
modèles génératifs**

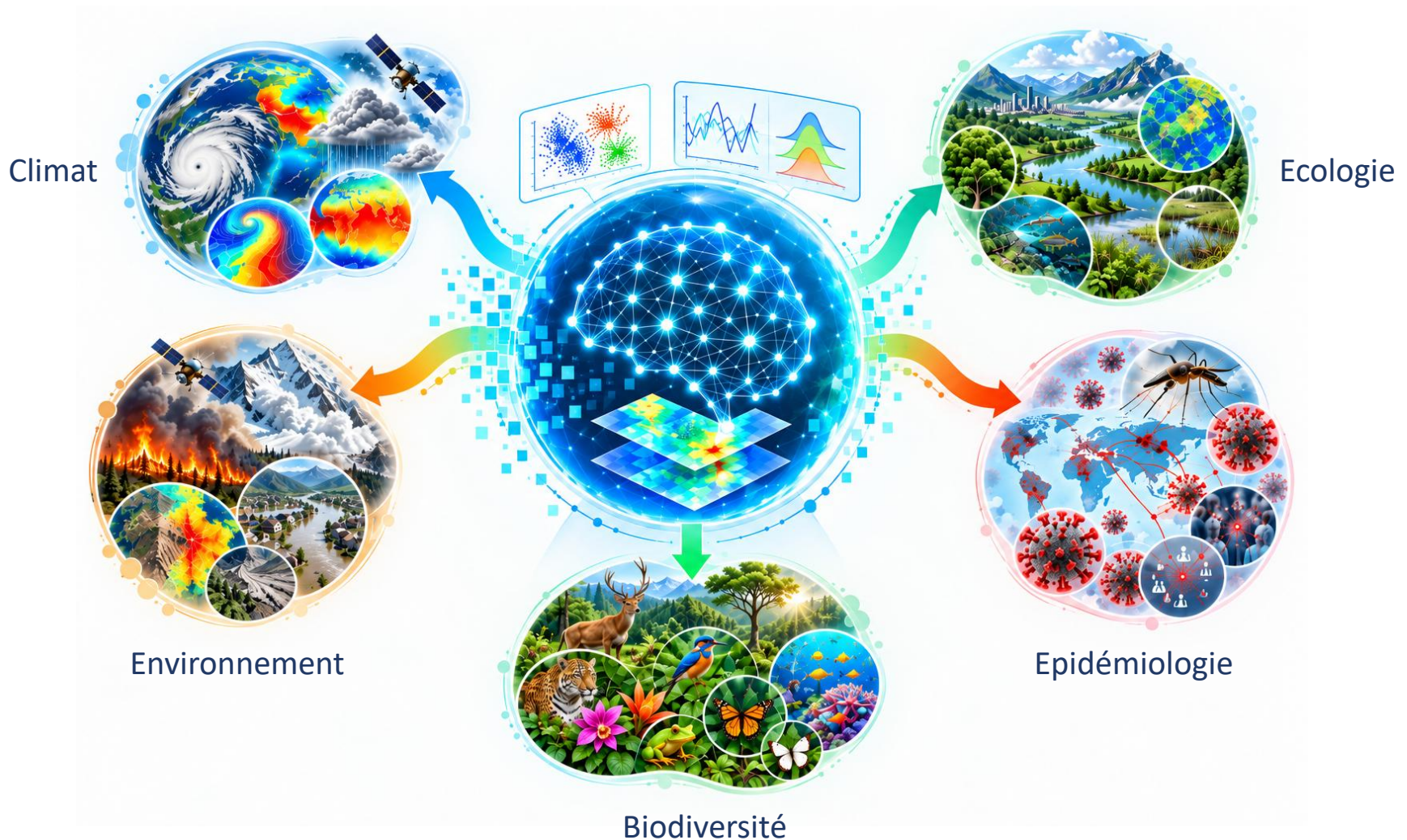
MST-WeatherGen

Générateur météo multivarié



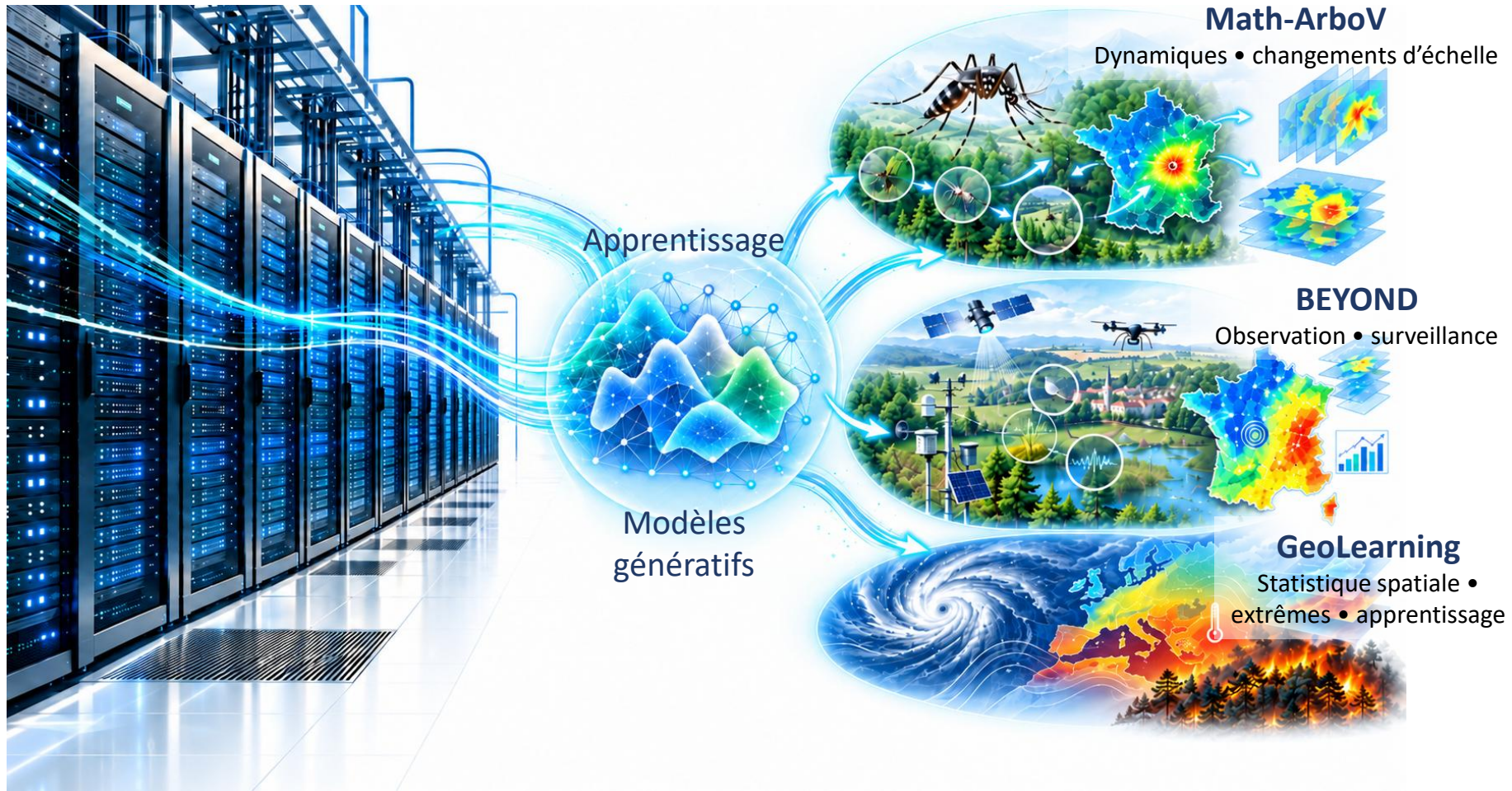
L'IA dans nos recherches

Apprentissage et modèles génératifs : vers des approches hybrides



Environnement numérique et ingénierie

Un socle transversal pour articuler modèles, données, apprentissage et simulation

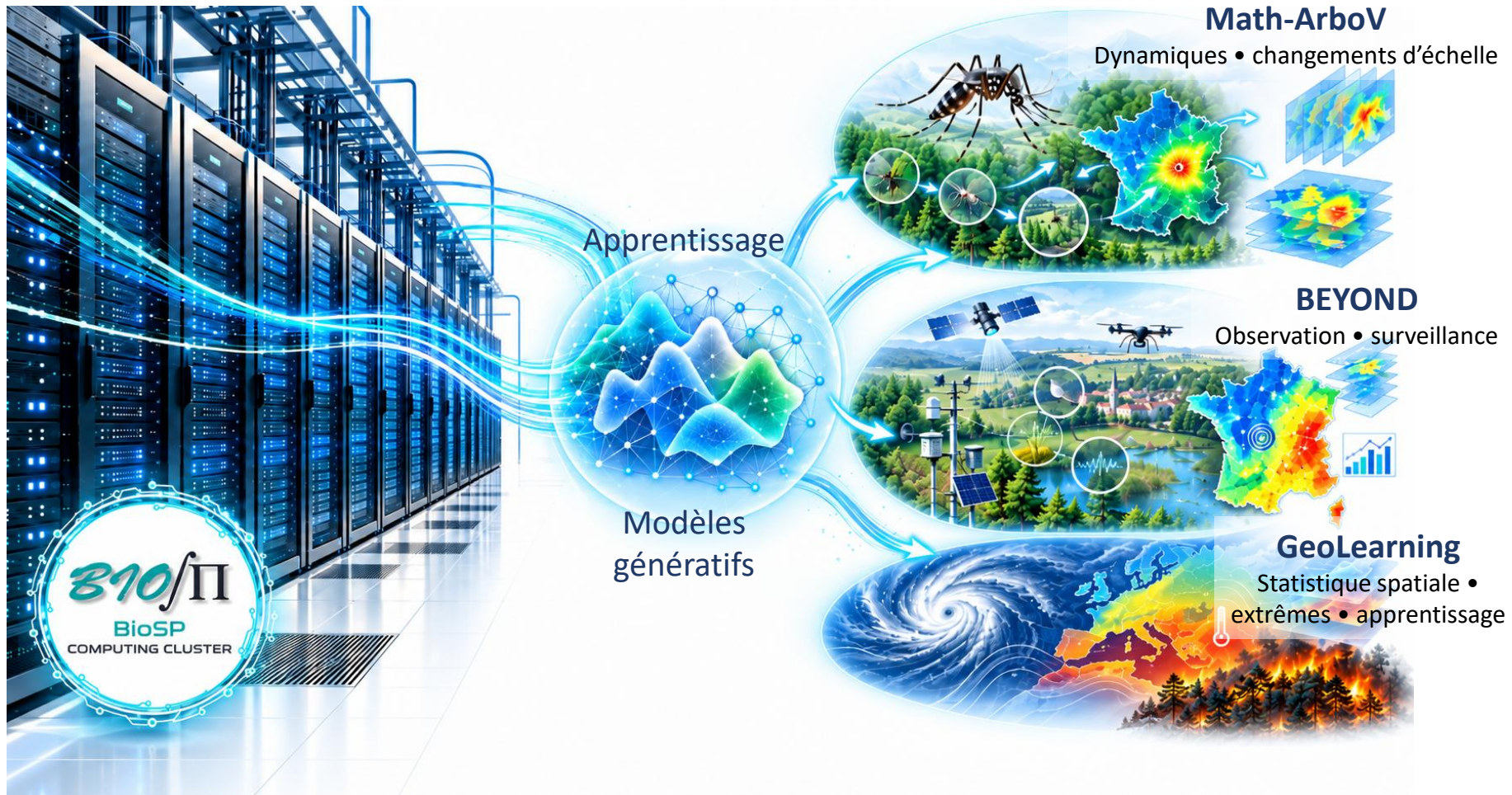


Modèles ↔ données ↔ incertitude ↔ simulation

Comprendre • prédire • décider

Environnement numérique et ingénierie

Un socle transversal pour articuler modèles, données, apprentissage et simulation



Modèles ↔ données ↔ incertitude ↔ simulation

Comprendre • prédire • décider