

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/317585182>

# Retour d'expérience du cas d'usage Infrastructures et environnement du projet national MINnD

Presentation · March 2017

CITATIONS

0

READS

2

1 author:



Sylvain Moulherat

TerrOiko

32 PUBLICATIONS 117 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



CIRFE-Cumulative Infrastructure of terrestrial transportation and ecological functional relationships

[View project](#)



Multicriterion assessment of spatial conservation planning [View project](#)

# Séminaire INSIDE



Modélisation des INformations INteropérables  
pour les INfrastructures Durables

*Retour d'expérience du cas d'usage Infrastructures et  
environnement du projet national MINnD*

**Sylvain Moulherat**

**29/03/2017**

**BIM, Infrastructure et environnement**



Infrastructure et Environnement : les enjeux pour le ministère de l'Environnement		Y. Autret	MEEM
Enjeux environnementaux pour les AMO		S. Pradon Y. Le Gallic	EGIS SETEC
Objectif du groupe de travail, historique et processus global		A. Ruas	IFSTTAR
Cas d'étude : Chiropteroduc et Eco-pont sur les autoroutes A63 et A64		J. Vassart, M. Chassande Y. Le Gallic	SETEC SETEC
Simulation de déplacements animaliers et transparence des infrastructures de transport		S. Moulherat	CINOV-TerrOïko
PAUSE			
Outils, Formats et Structuration de données			
	Outils utilisés et Formats d'échange	D. Le Roux S. Guilloteau	SETEC Vinci-Autoroutes
	Granularité et Niveaux de détail de l'information LoD	C-E Tolmer	EGIS
	Historisation : enjeux et modèle associé	A. Ruas	IFSTTAR
Conclusions, Perspectives : BIM, Infrastructure et Environnement			
Discussion avec la salle			

## Un projet National : fédérer et mobiliser les compétences

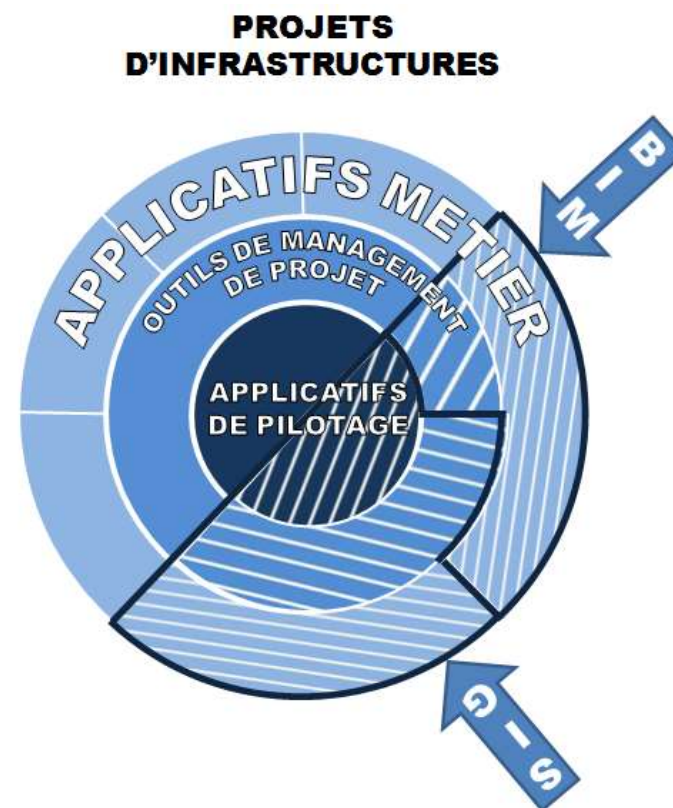
- Les donneurs d'ordre (publics et privés)
- Les ingénieries
- Les constructeurs
- Les opérateurs
- Les fournisseurs
- Les éditeurs de logiciels

## Prévoir la pérennité:

- Promouvoir l'interopérabilité
- Assurer la pérennité des données

## Une réponse durable aux besoins:

- Anticiper une approche durable dans les processus
- Gérer le cycle de vie global





# 60 PARTENAIRES



<http://www.minnd.fr/>

## ► 4 thèmes

- Mise en perspective des pratiques
- Expérimentations
- Structuration des informations
- Aspects légaux et contractuels

## ► Alimentés par des cas d'usage

- Normalisation des infrastructures (UC1)
- Cycle de vie des chaussées (UC2)
- IFC Bridge (UC3)
- Revue de projet (UC4)
- Vie de l'ouvrage (UC5-7)
- **Infrastructures et environnement (UC6)**

# QUELQUES MOTS SUR LE BIM

## (MODÉLISATION DES INFORMATIONS DE CONSTRUCTION)

### ► Le BIM ce n'est pas que ...

- pas UNIQUEMENT des données numériques
- Pas UNIQUEMENT une maquette de visualisation
- Pas UNIQUEMENT un ou des logiciels
- Pas QU'UNE architecture
- Pas RÉSERVÉ aux bâtiments

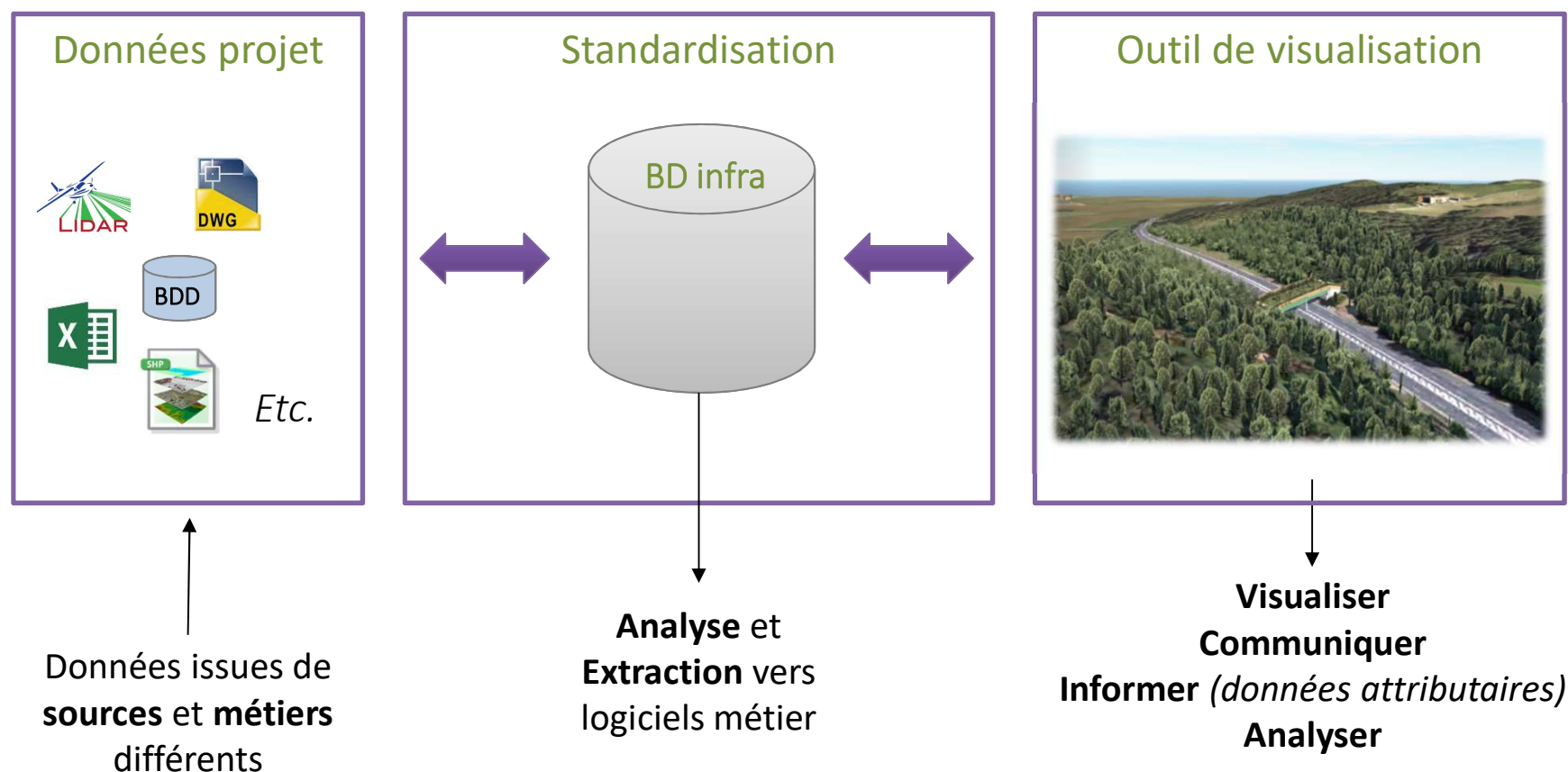
### ► C'est ... un paradigme

- {Une organisation, une architecture, des outils et des données}
- *qui permettent*
- un partage des représentations numériques
- d'un **projet de construction** (bâti, infrastructure) et de son **environnement** puis de la **construction réalisée**

### ► Il y a donc plusieurs représentations numériques :

- en fonction de l'avancement du projet et de sa construction
  - notion de cycle de vie
- à différents niveaux de détail (granularité spatiale)
- Composantes SEMANTIQUES, SPATIALES et TEMPORELLES

## ► Analyser les interactions entre infrastructures et environnement sous l'angle de la modélisation des données



- VINCI-Autoroutes  
Sylvain Guilloteau
- EGIS  
Charles-Edouard Tolmer  
Stéphane Pradon
- SETEC  
Denis Le Roux  
Yann Legallic  
Justine Vassart  
Marc Chassande
- IFSTTAR  
Denis François  
Anne Ruas
- CINOV / TerrOïko  
Catherine de Roince  
Sylvain Moulherat

- ▶ **Choix de territoires expérimentaux**
  - Portion A63
  - Portion A64, avec un passage à faune
- ▶ **Chargement de données sur logiciels standards**
  - Données d'infra ET données environnantes
    - Analyse des flux
    - Analyse des difficultés rencontrées
- ▶ **Questionnements et simulations**
  - Sur la A63 : **Où positionner un chiroptéroduct ?**
  - Sur la A64 : **entre 3 types de passage, quel serait le plus efficace ?**
- **Retour d'expérience :**
  - Les outils et formats
  - Les niveaux de détail de l'information
  - L'historisation des données

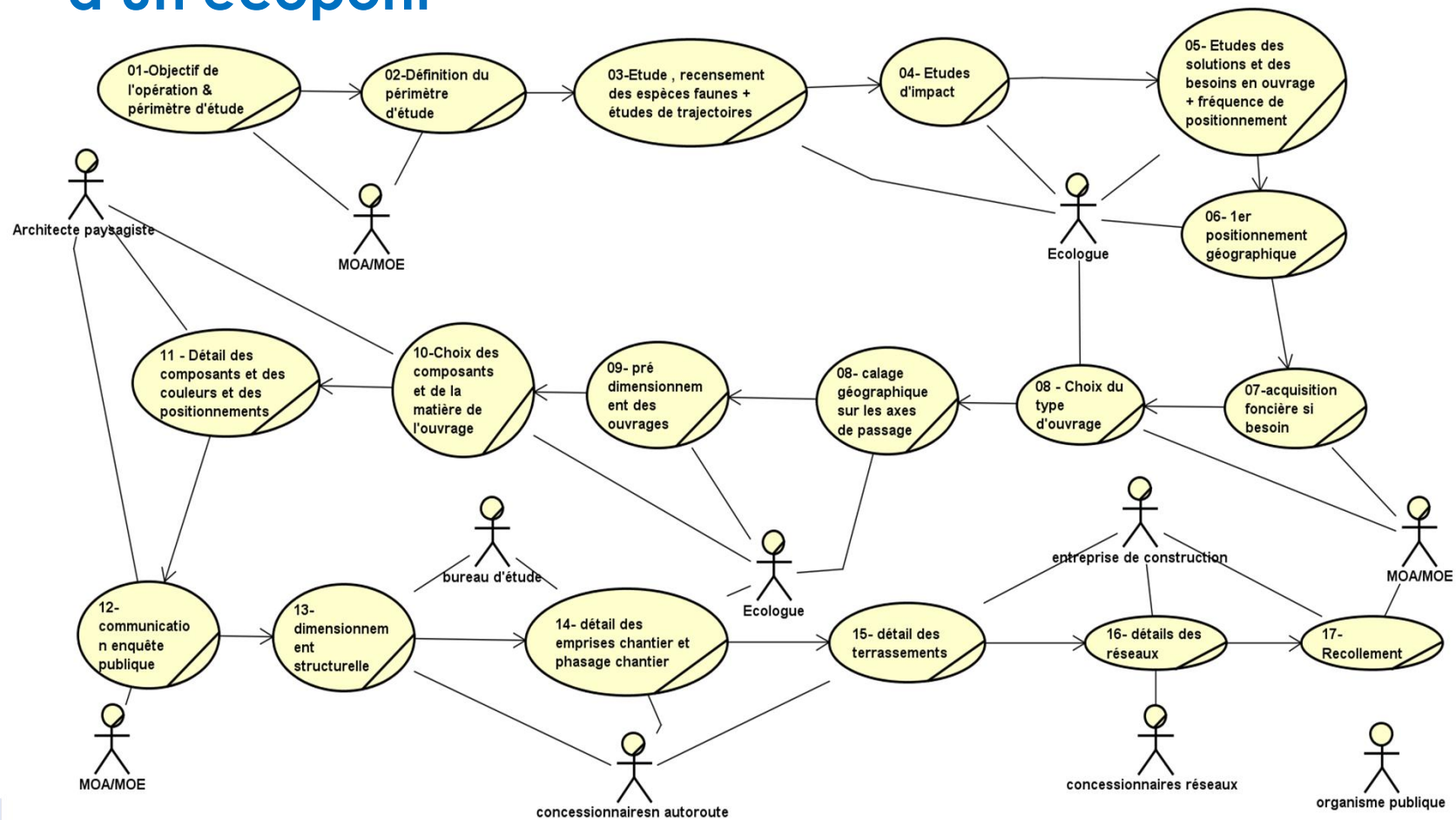


- ▶ A63 : simulation d'un chiroptéroduct
- ▶ A64 : simulation des aménagements d'un écopont



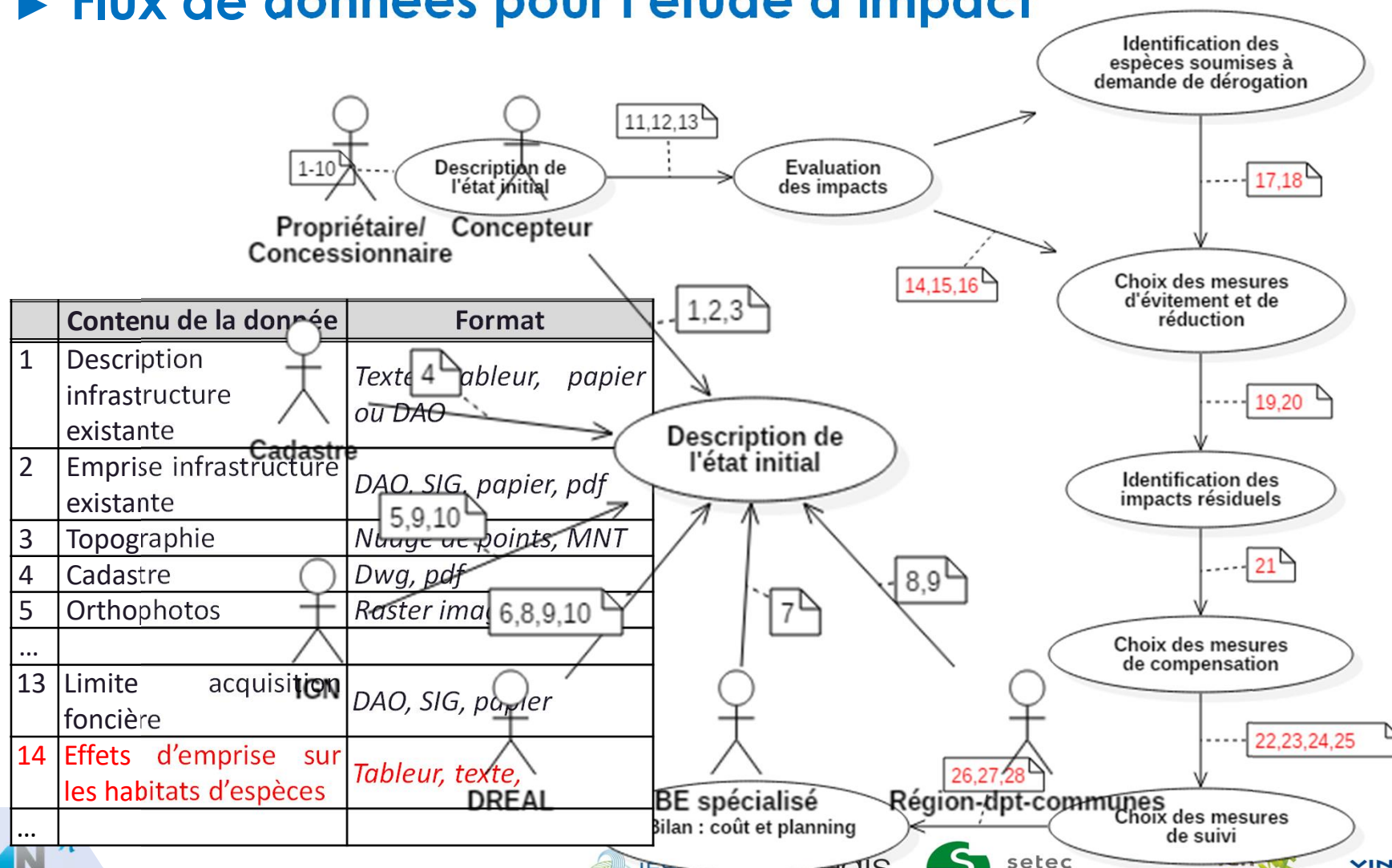
Localisation des cas d'étude de l'A63 et de l'A64, Geoportail IGN

## ► Étapes et acteurs intervenants pour la conception d'un écopont



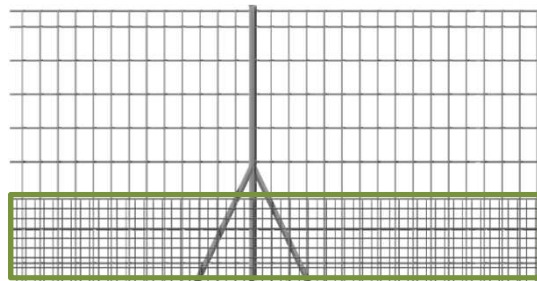


## ► Flux de données pour l'étude d'impact

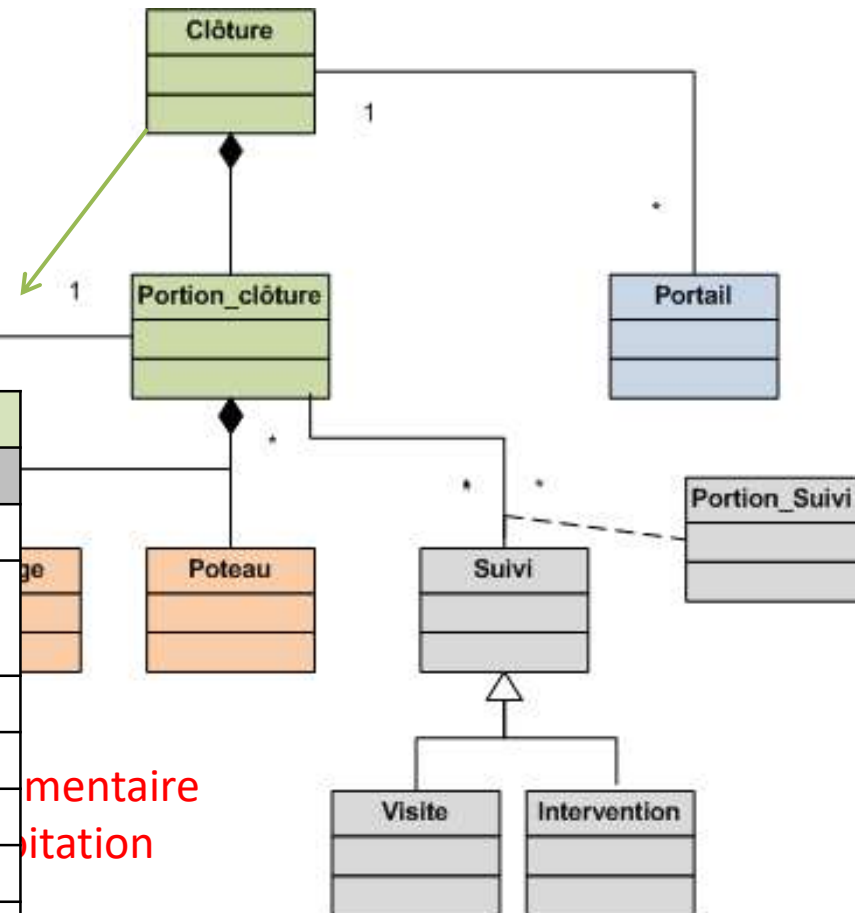


# PERSPECTIVES : ENVIRONNEMENT ET BIM

## Données géométriques et sémantiques



CLOTURE		
name	FieldType	description
id	Integer	identificateur unique
type	String	type général de la clôture (urbaine, herbagère, autoroutière-base, autoroutière-gibier, anti-congères)
proprietaire	String	propriétaire de la clôture.
hauteur	Float	hauteur clôture en mètres
longueur	Float	longueur calculée en mètres
etat	String	etat de la cloture lors du dernier suivi
mise_service	date	date de mise en service



mentaire  
itation

# POURQUOI LA SIMULATION NUMÉRIQUE

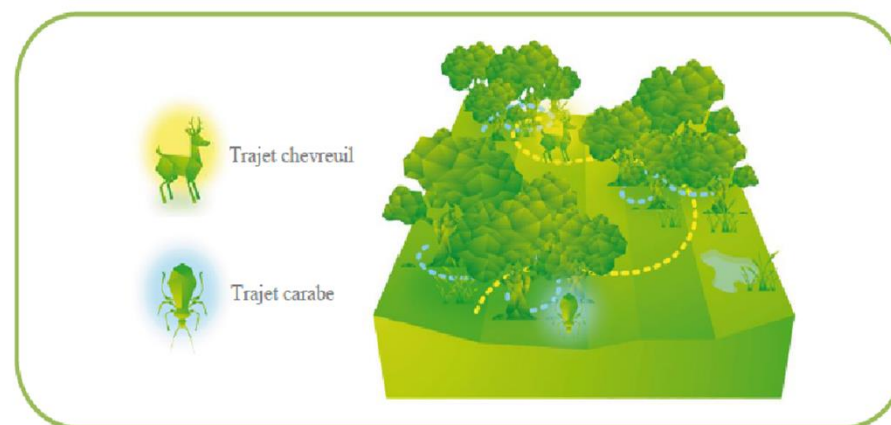
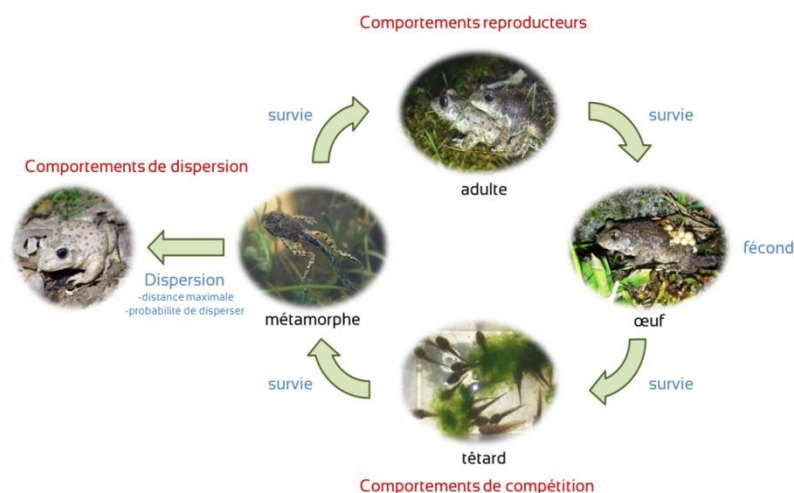
- Utilisation de types de données très variées (usuelles des études sur le volet biodiversité mais aussi des données plus transversales : nuages de points LIDAR fusionné à la BD alti 5m, hydrologie, données de conceptions,... aux sources et aux formats divers,
- permet de réaliser des expériences d'aménagements *in silico* : différents scénarios pour l'aménagement menant à une succession de choix à faire et à historiser,
- nécessite des données SIG d'excellente qualité (couches cartographiques (.shp) sans problèmes topologiques) : standardisation des couches cartographiques (qualité et informations attributaires),
- produit des sorties très diverses avec des formats multiples et des volumes de données importants,

## OBJECTIFS DE LA MISE EN ŒUVRE

- identifier et formater les données nécessaires à la réalisation de ces simulations
- identifier et comprendre les problèmes d'interopérabilité et de proposer des solutions de résolution,
- reproduire de manière simplifiée, des processus décisionnels quant au choix d'aménagements réalisés et faire des propositions concrètes sur les informations à historiser au cours de ce processus,
- générer des données exploitables directement par l'aménageur ou les autres acteurs des études,
- comprendre les apports de ces simulations pour le choix et la localisation des mesures environnementales des projets d'infrastructures linéaires mais aussi d'en cerner les implications en termes de conception d'un BIM infrastructure.

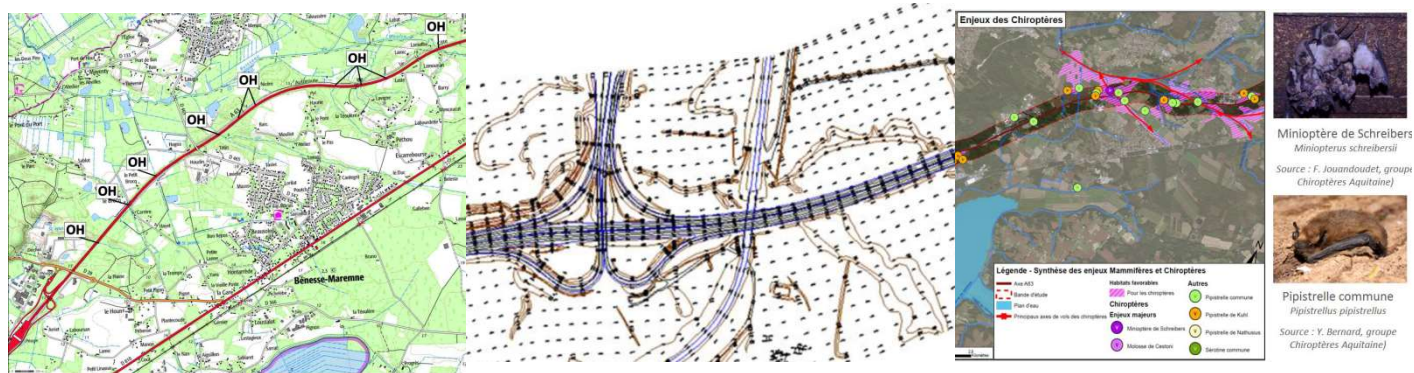


SimOïko est le logiciel de simulation numérique développé par la start-up TerrOïko (partenaire de l'UC6 pour le CINOV). Cet outil est dérivé du modèle de recherche MetaConnect (Moulherat, 2014) et développé en partenariat avec la Station d'Ecologie Théorique et Expérimentale du CNRS à Moulis (FR). SimOïko valorise les travaux de recherche issus de plusieurs projets nationaux et européens concernant le fonctionnement des métapopulations animales et végétales



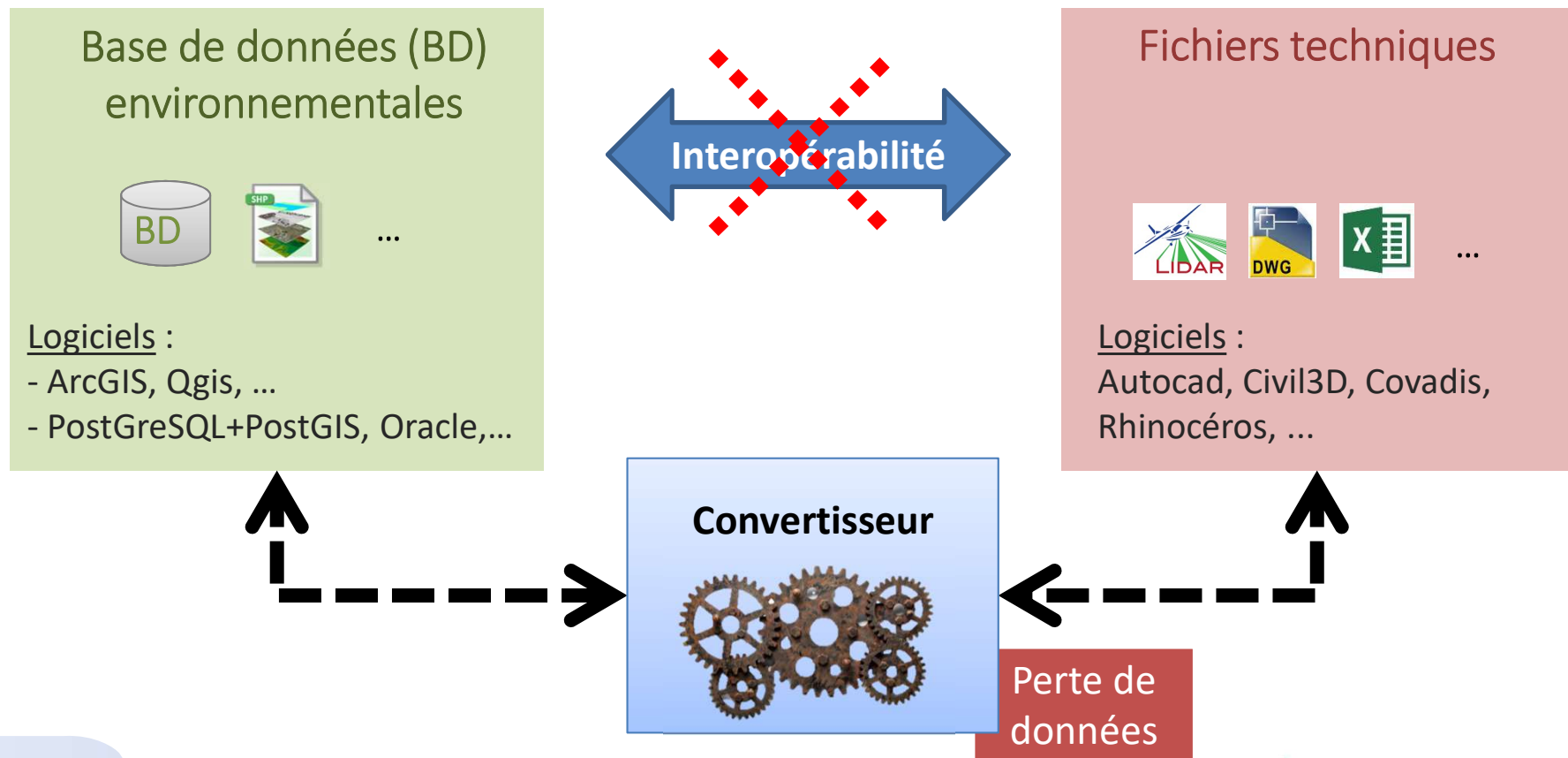


- Des entrants très hétérogènes et fournisseurs très variés :  
Dwg, shape, raster pdf, ASC, Lidar...



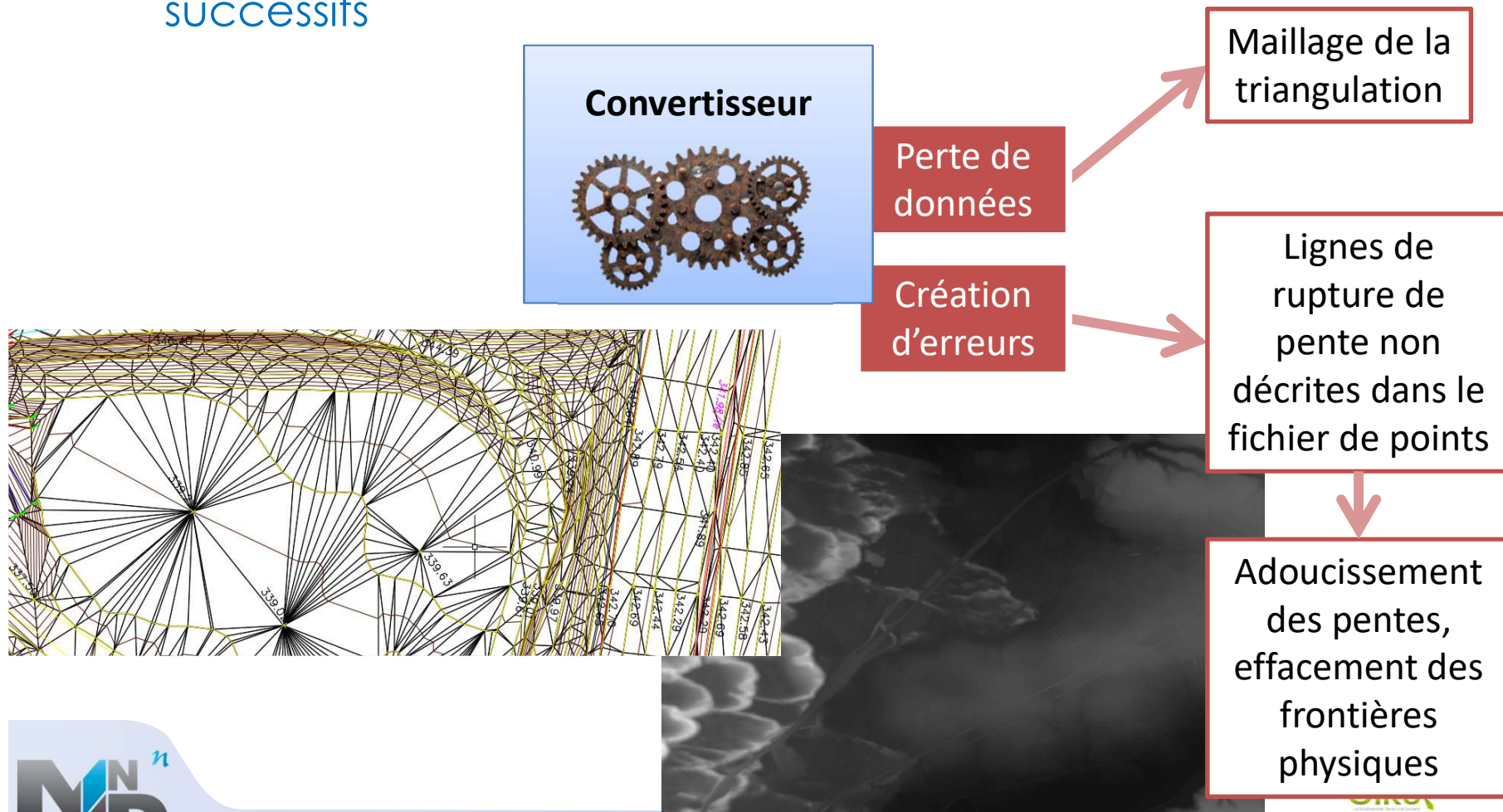
- Problème de géoréférencement

- **Hétérogénéité des entrants :**
  - Difficultés d'interopérabilité entre logiciels métier (SIG/CAO)



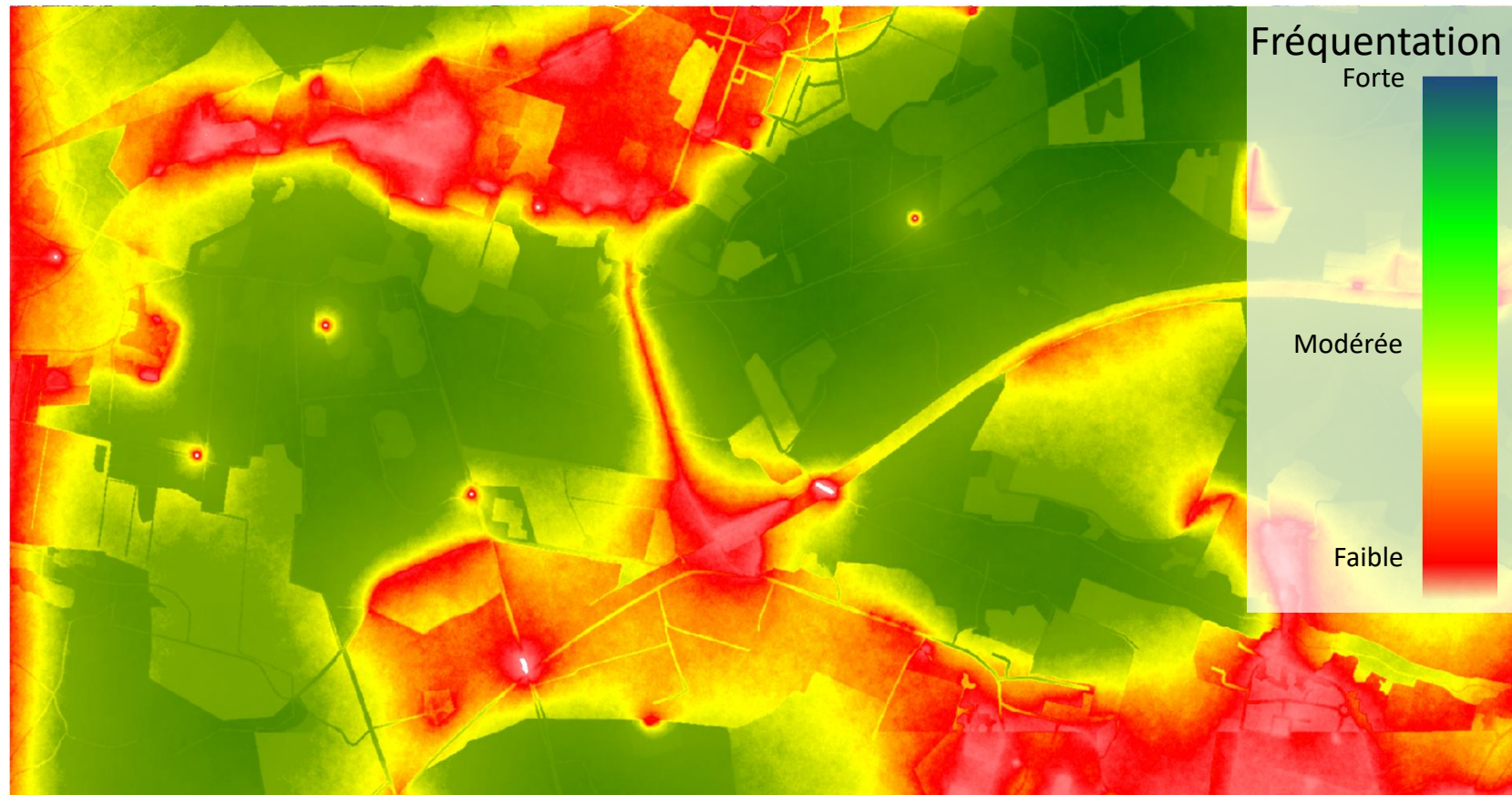
## ■ Flux de données :

- Erreurs dues aux changements de formats et aux échanges successifs





# INTEROPÉRABILITÉ ET PROPAGATION DE L'ERREUR

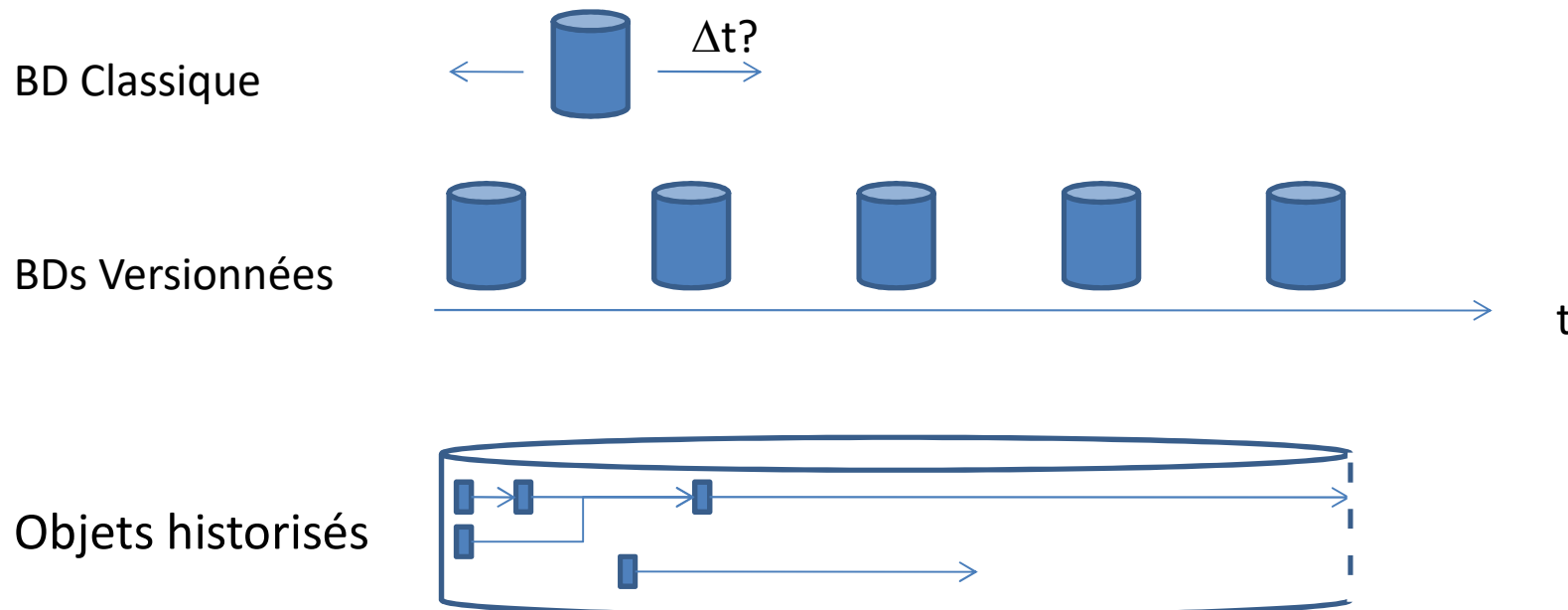


Contrôle de l'intégrité de la donnée

# ERREURS ET ANOMALIES DE SIMULATIONS

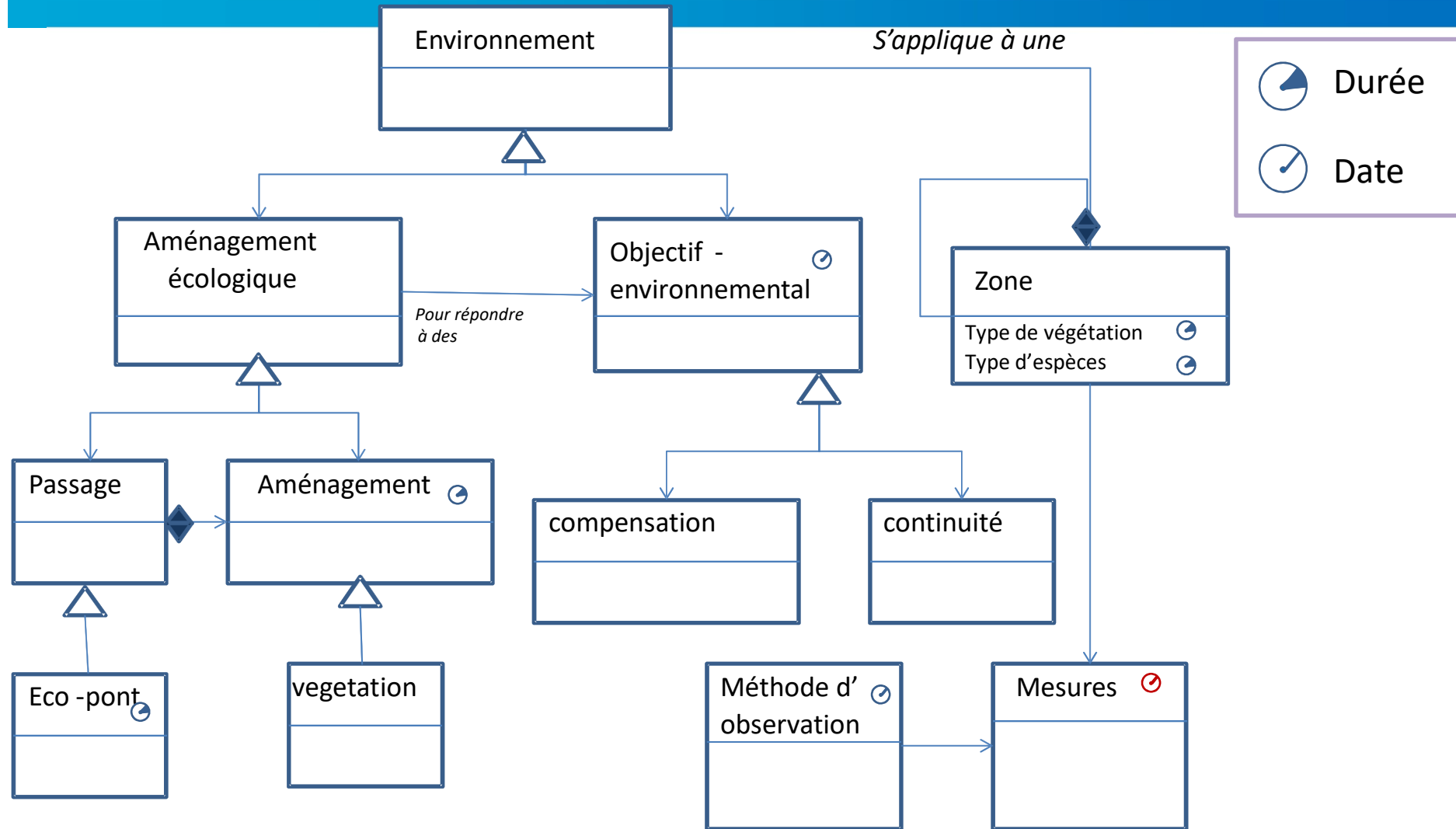


# REPRÉSENTER LE TEMPS



Garder les mêmes objets mais estampiller les attributs  
(valeur, date)

# LES ATTRIBUTS TEMPORELS



# LES NIVEAUX DE DÉTAIL DE L'INFORMATION POUR LES ÉCHANGES

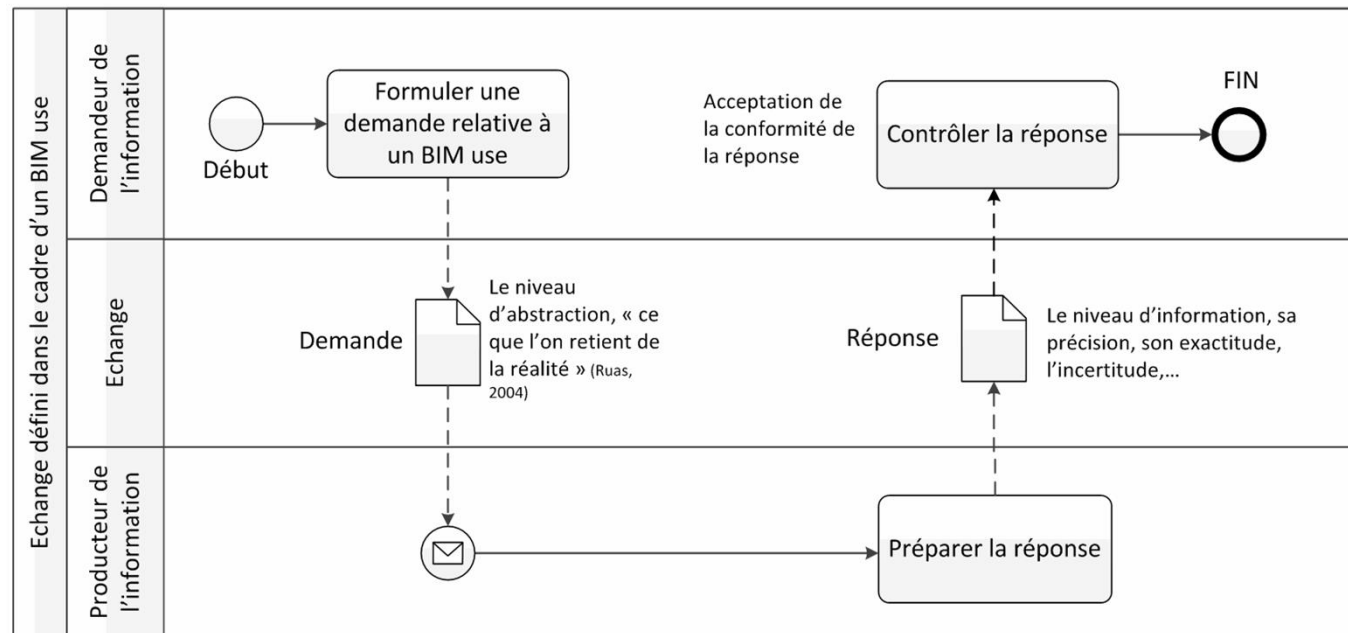
► Un échange ce n'est pas uniquement « transférer de l'information à l'acteur suivant »...

► Un échange nécessite

- une demande,
- une réponse,
- un contrôle de cette réponse.



Démarche de normalisation  
(IDM, MVD, LOX)



- Fluidifier les échanges pour garantir l'interopérabilité
  - Mise en œuvre systématique de charte graphique
  - Mise en œuvre méthode de renseignement des données 3D
  - Préconiser pour anticiper l'intégration des fichiers dans des standards d'échange (InfraGML, IFC...)
- 
- Adapter les chartes SIG pour les études environnementales
  - Conservation des fichiers à chaque étape de décision
  - Mise en œuvre d'une GED
  - Préparation des fichiers à lier aux objets de la maquette numérique
- 
- ➔ Dresser une convention BIM au début du projet

# Merci de votre attention

Tous les rapports relatifs à ces travaux seront bientôt disponibles sur le site de  
l'IREX MINnD

# BIM

## Infrastructures et Environnement



Modélisation des INformations INteropérables  
pour les INfrastructures Durables

### *Enjeux environnementaux pour les AMO et MO*

**Yann LE GALLIC / Stéphane PRADON**

**20/03/2017**



**BIM, Infrastructure et environnement**





Infrastructure et Environnement : les enjeux pour le ministère de l'Environnement		Y. Autret	MEEM
<b>Enjeux environnementaux pour les AMO</b>		S. Pradon Y. Le Gallic	EGIS SETEC
Objectif du groupe de travail, historique et processus global		A. Ruas	IFSTTAR
Cas d'étude : Chiropteroduc et Eco-pont sur les autoroutes A63 et A64		J. Vassart, M. Chassande Y. Le Gallic	SETEC SETEC
Simulation de déplacements animaliers et transparence des infrastructures de transport		S. Moulherat	CINOV-TerrOïko
PAUSE			
Outils, Formats et Structuration de données			
	Outils utilisés et Formats d'échange	D. Le Roux S. Guilloteau	SETEC Vinci-Autoroutes
	Granularité et Niveaux de détail de l'information LoD	C-E Tolmer	EGIS
	Historisation : enjeux et modèle associé	A. Ruas	IFSTTAR
Conclusions, Perspectives : BIM, Infrastructure et Environnement			
Discussion avec la salle			

# LES ÉTUDES D'ENVIRONNEMENT DES PROJETS D'INFRASTRUCTURE :

## Des thématiques diverses prises en comptes :

- hydrogéologie,
- eaux superficielles,
- activités et potentiel agricoles (qualité des sols),
- qualité de l'air, acoustique..,
- paysage
- et ECOLOGIE (faune / flore + connectivités)

➡ exemple : Positionnement et dimensionnement des passages à faune

## ATTENTES DES SERVICES INSTRUCTEURS :

Compréhension plus fine des impacts, passant de plus en plus par la modélisation numérique

Types de modélisation	Ancienneté	Fréquence dans les études
hydrogéologiques	+++	++
hydrauliques	+++++	+++++
Acoustiques	++++	+++++
Qualité de l'air	++	+
Ecologie	+	+++

### La modélisation numérique, notamment en 3D,

- « complète » l'expertise
- prend une place de plus en plus grande dans les études d'environnement

+ données publiques importantes et géoréférencées (geoportail, BRGM, Carmen, Clicknat, CardObs, etc...)

+ exigence réglementaire de restitution publique des données récoltées YLG1

➔ On manipule de plus en plus de données en provenance de plus en plus de sources

## Diapositive 31

---

**YLG1**

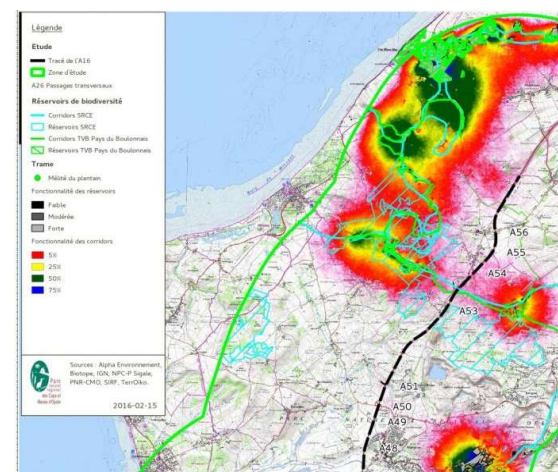
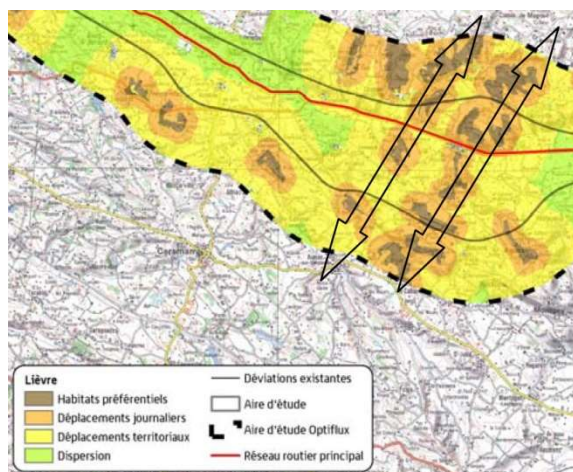
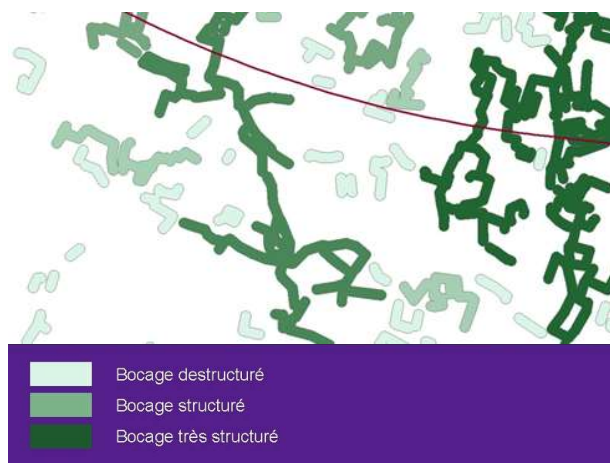
Préciser ce point

Y\_LEGALLIC; 13/03/2017

# USAGE DU NUMÉRIQUE ET DU 3D CROISSANT :

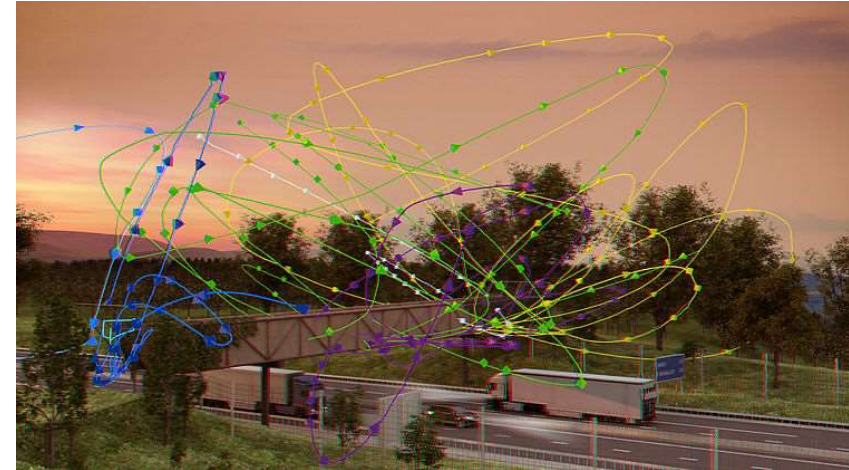
## La géotechnique, l'hydrogéologie, la qualité de l'air, et ... l'ÉCOLOGIE

Modélisation du comportement des espèces sur l'ensemble des phases de vie : dispersion, mais aussi aujourd'hui reproduction, dispersion génétique...

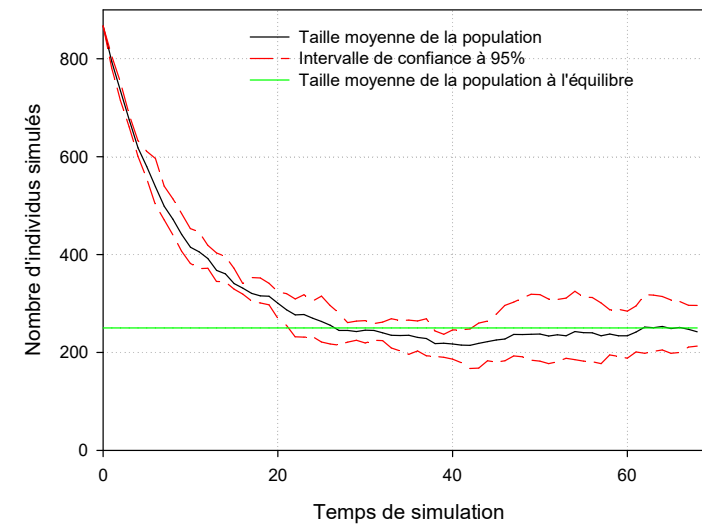


# USAGE DU NUMÉRIQUE ET DU 3D CROISSANT :

Cartographie 3D des trajectoires de vol des chiroptères (trajectographie)



Modélisation de l'impact d'un projet sur l'état de conservation des populations



# BIM

## Infrastructures et Environnement



Modélisation des INformations INteropérables  
pour les INfrastructures Durables

*Historique*  
*Objectifs du groupe de travail*  
*Processus global*

Anne Ruas IFSTTAR

20/03/2017



BIM, Infrastructure et environnement





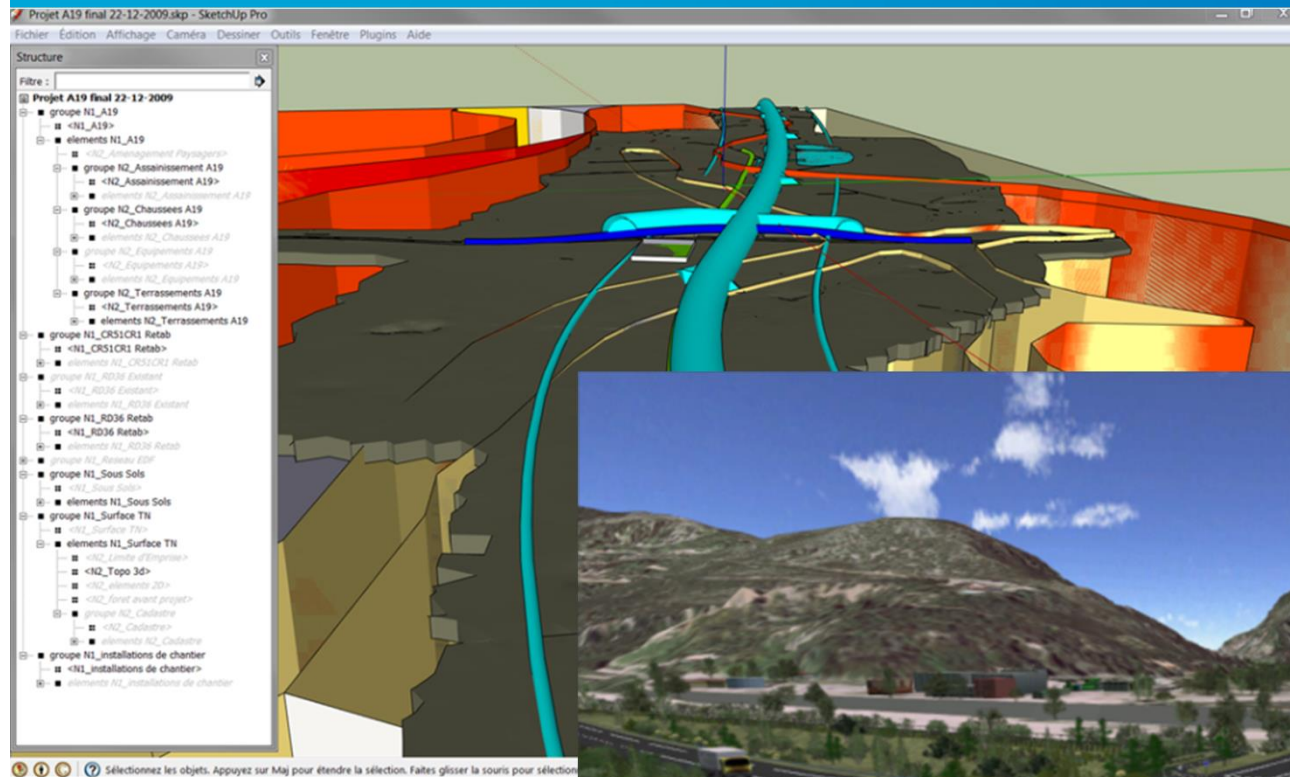
## Situation dans l'industrie manufacturière

- La maquette numérique s'est imposée
- Pratique collaborative autour de plateformes d'échange
- Gestion des objets 3D
- Gestion de l'information
- Gestion du cycle de vie global

## Situation dans le secteur du bâtiment

- Le concept de BIM chez les éditeurs
- Le concept de BIM chez les donneurs d'ordre
- Les IFC (Industry Foundation Classes)

# ALLER PLUS LOIN QUE LA MAQUETTE NUMÉRIQUE



## Un projet National : fédérer et mobiliser les compétences

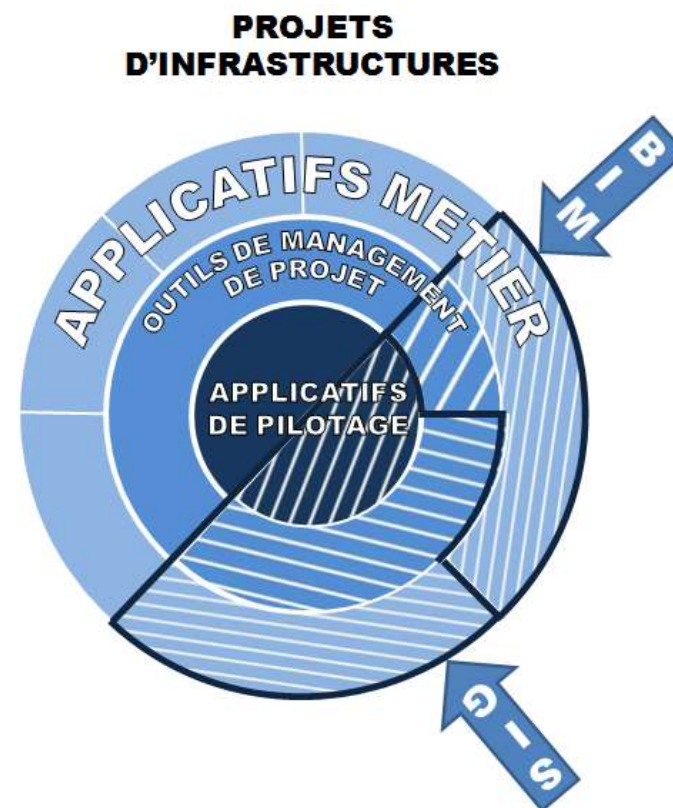
- Les donneurs d'ordre (publics et privés)
- Les ingénieries
- Les constructeurs
- Les opérateurs
- Les fournisseurs
- Les éditeurs de logiciels

## Prévoir la pérennité:

- Promouvoir l'interopérabilité
- Assurer la pérennité des données

## Une réponse durable aux besoins:

- Anticiper une approche durable dans les processus
- Gérer le cycle de vie global





# 60 PARTENAIRES



<http://www.minnd.fr/>

## ► 4 thèmes

- Mise en perspective des pratiques
- Expérimentations
- Structuration des informations
- Aspects légaux et contractuels

## ► Alimentés par des cas d'usage

- Normalisation des infrastructures (UC1)
- Cycle de vie des chaussées (UC2)
- IFC Bridge (UC3)
- Revue de projet (UC4)
- Vie de l'ouvrage (UC5-7)
- **Infrastructures et environnement (UC6)**

# QUELQUES MOTS SUR LE BIM

## (MODÉLISATION DES INFORMATIONS DE CONSTRUCTION)

### ► Le BIM ce n'est pas que ...

- pas UNIQUEMENT des données numériques
- Pas UNIQUEMENT une maquette de visualisation
- Pas UNIQUEMENT un ou des logiciels
- Pas QU'UNE architecture
- Pas RÉSERVÉ aux bâtiments

### ► C'est ... un paradigme

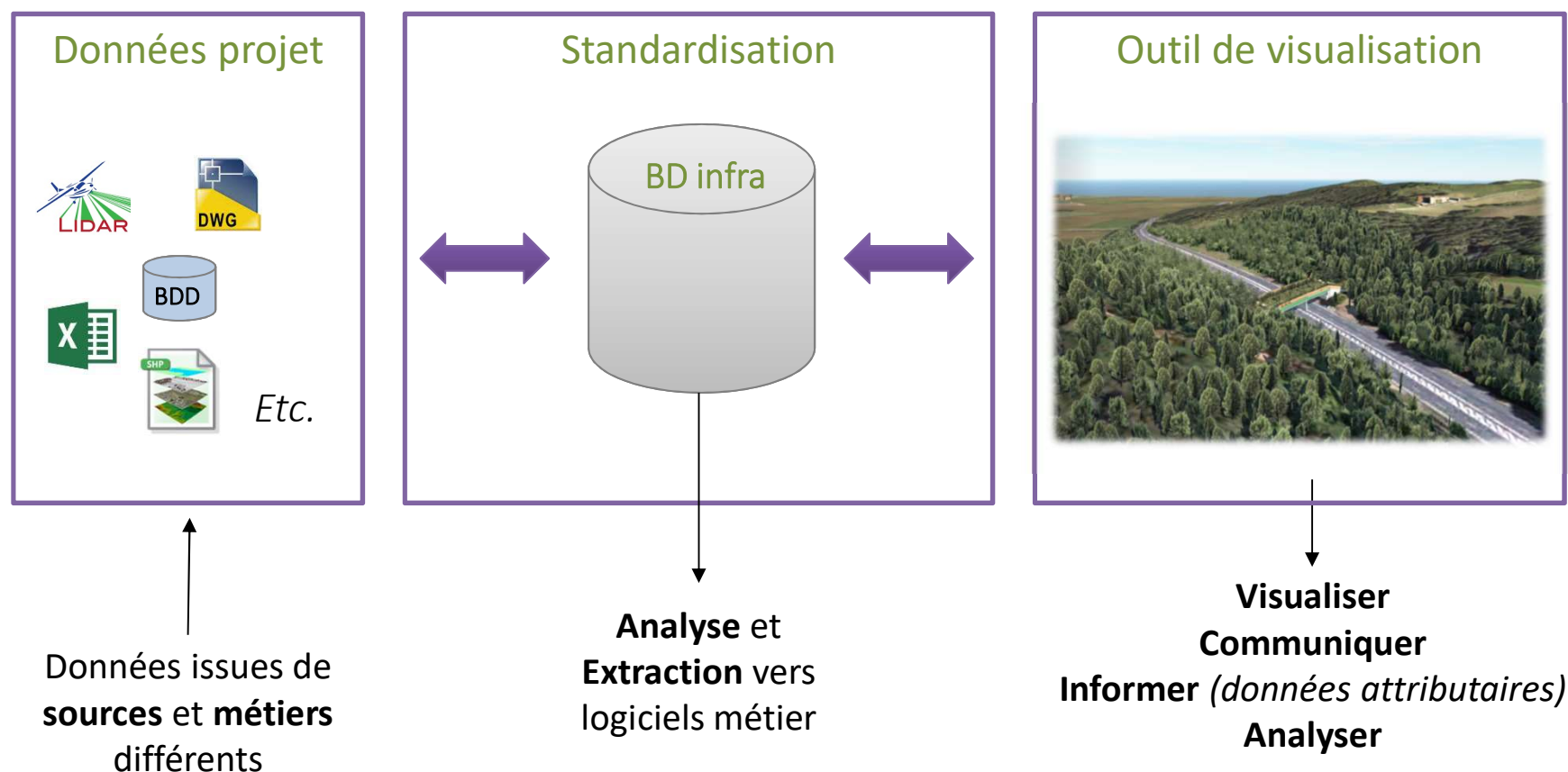
- {Une organisation, une architecture, des outils et des données}
- *qui permettent*
- un partage des représentations numériques
- d'un **projet de construction** (bâti, infrastructure) et de son **environnement** puis de la **construction réalisée**

### ► Il y a donc plusieurs représentations numériques :

- en fonction de l'avancement du projet et de sa construction
  - notion de cycle de vie
- à différents niveaux de détail (granularité spatiale)
- Composantes SEMANTIQUES, SPATIALES et TEMPORELLES



### ► Analyser les interactions entre infrastructures et environnement sous l'angle de la modélisation des données



# COMMENT POURRAIT-ON FAIRE DEMAIN, AVEC UN BIM-INFRA

## ► Pas de solution BIM clé en main pour gérer les composantes environnementales dans les projets d'infra

- Pourtant il y a des échanges de données,

## ► Comment fait-on aujourd'hui ?

- Quelles données sont utilisées ?
- Quels logiciels ? Quel flux de données ? Quelles difficultés ?
- Quels sont les freins ?

## ► Que pourrait-on faire demain ?

- Focus-Historisation : que faudrait-il conserver ? Ou ? Par qui ?
- Que peut apporter la simulation ?

► Savoir utiliser conjointement les **données d'infrastructures** et les **données environnementales** pour répondre à des besoins précis

- Les infra ne sont pas hors-sol, elles sont connectées à leur environnement

► **Cas particulier des passages animaliers**

- **Où** construire ?
  - **Comment** construire ?
    - Comment aménager ?
  - Comment **suivre l'état écologique** dans l'environnement des infrastructures ?
    - Efficacité des aménagements,
    - Autres évolutions.
- } pour minimiser les impacts environnementaux

- VINCI-Autoroutes  
Sylvain Guilloteau
- EGIS  
Charles-Edouard Tolmer  
Stéphane Pradon
- SETEC  
Denis Le Roux  
Yann Legallic  
Justine Vassart  
Marc Chassande
- IFSTTAR  
Denis François  
Anne Ruas
- CINOV / TerrOïko  
Catherine de Roince  
Sylvain Moulherat

## ► Analyse thématique

- UC6-1 : Bruit et infrastructure
  - 32 pages
- UC6-2 : Infrastructure et transparence écologique
  - 53 pages

## ► Analyse transversale, prospectif

- UC6-3 : Propositions relatives aux infrastructures et aux données environnementales
  - 11 pages

## ► *Analyse préalable, approche théorique*

# THÉMATIQUES ÉTUDIÉES 2016-2017 (TRANCHE 2) MÉTHODE

- ▶ **Approche plus technique**
  - Expérimentations avec des données et logiciels
- ▶ **Choix de deux cas d'étude**
  - les passages animaliers de part et d'autre d'une autoroute
    - Chiropteroduc
    - Eco-pont
- ▶ **Chargement des données sur logiciels standards**
  - suite Vianova; Autodesk : Civil3D, Infraworks
  - SIG : QGIS, ArcGIS (ArcMAP et ArcScene).
  - Analyse des difficultés rencontrées
- ▶ **Propositions de modélisation des données**
- ▶ **Utilisation d'un logiciel de simulation de déplacement animalier**
  - Comment optimiser la localisation et le type de passage (et ses aménagements) ?



- ▶ **Choix de territoires expérimentaux**
  - Portion A63
  - Portion A64, avec un passage à faune
- ▶ **Chargement de données sur logiciels standards**
  - Données d'infra ET données environnantes
    - Analyse des flux
    - Analyse des difficultés rencontrées
- ▶ **Questionnements et simulations**
  - Sur la A63 : **Où positionner un chiroptéroduct ?**
  - Sur la A64 : **entre 3 types de passage, quel serait le plus efficace ?**
- **Retour d'expérience :**
  - Les outils et formats
  - Les niveaux de détail de l'information
  - L'historisation des données

# SCHÉMA DU PROCESSUS DE SIMULATION

- **Espace version 1 (espace écologique, infra, pas de passage)**
  - distribution et quantité des populations état-T0
  - simulation de vie d'une espèce animale pdt X années
  - Synthèse sur la population état Tf-v1
- **Espace version 2 (espace écologique + infra + passage version 2)**
  - distribution et quantité des populations état-T0
  - simulation de vie d'une espèce animale pdt X années
  - Synthèse sur la population état Tf-v2
- **Espace version 3 (espace écologique + infra + passage version 3)**
  - Distribution et quantité des populations état T0
  - simulation de vie d'une espèce animale pdt X années
  - Synthèse sur la population état Tf-v3
- **comparaison de la répartition spatiale et du nombre d'individu des 3 états :**
  - Tf-V1
  - Tf-V2
  - Tf-V3

# BIM

## Infrastructures et Environnement



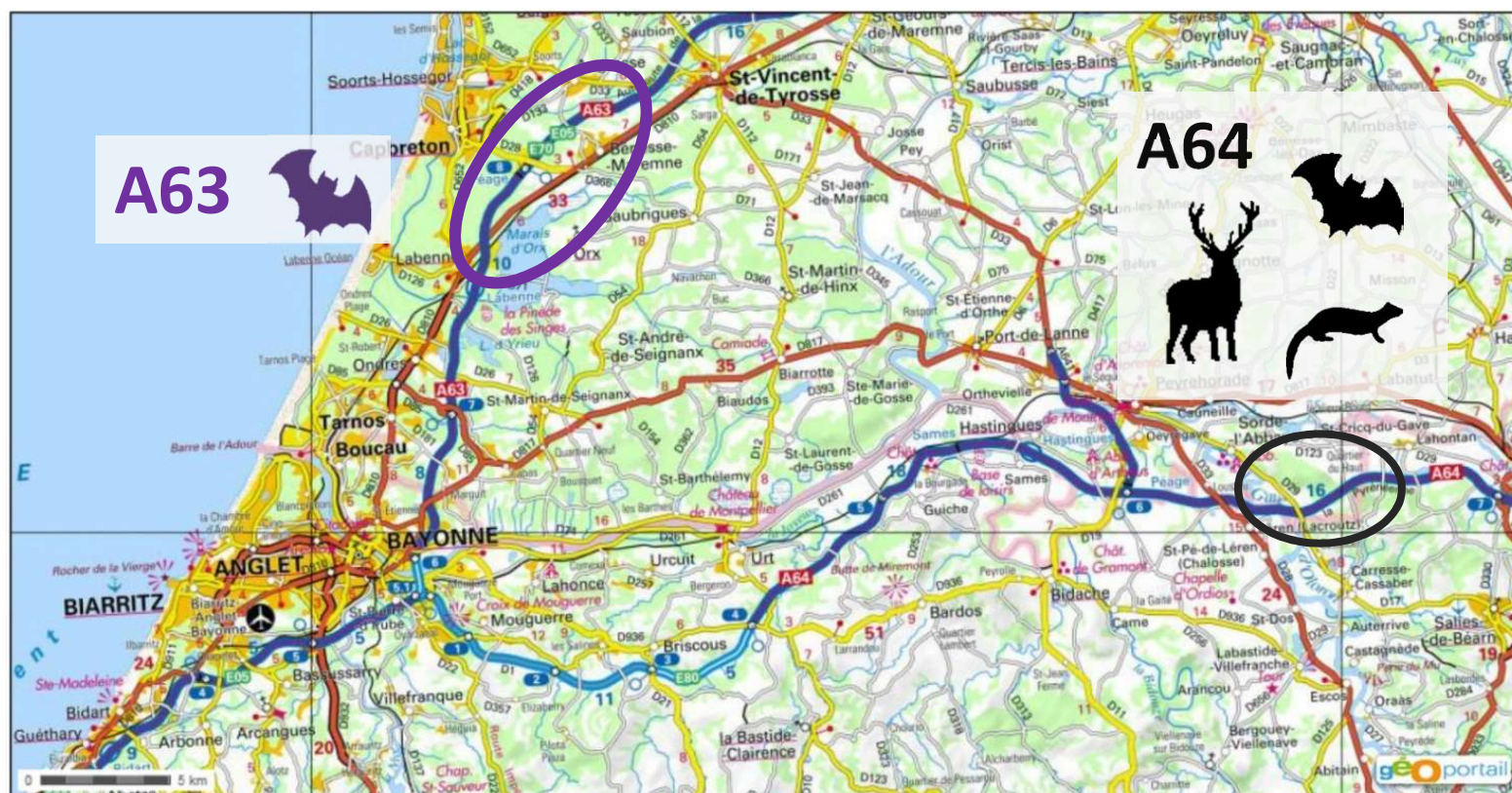
Modélisation des INformations INteropérables  
pour les INfrastructures Durables

### *Présentation des cas d'étude*

**Justine VASSART / Yann LE GALLIC**

**20/03/2017**

- ▶ A63 : simulation d'un chiroptéroduct
- ▶ A64 : simulation des aménagements d'un écopont



Localisation des cas d'étude de l'A63 et de l'A64, Geoportail IGN



## ► Enjeux des passages à faune

- **Préserver** et **restaurer** les continuités écologiques
- Intervenir sur le réseau d'infrastructure **projeté** et **existant**

## ► Types de passages à faune

- Implantation d'ouvrage spécifique : généraliste (écopont) ou ciblé (batrachoduc)

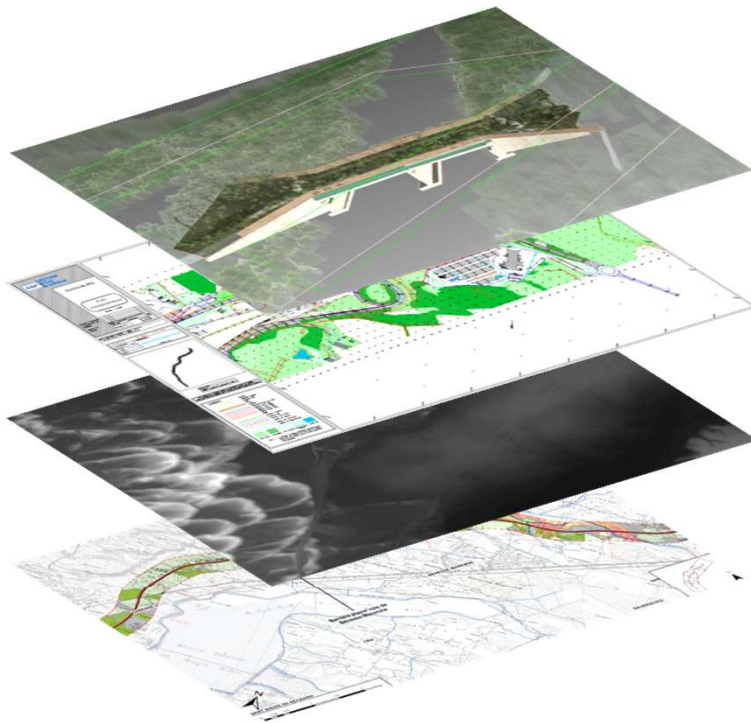


Ecopont, photo : TerrOïko



es

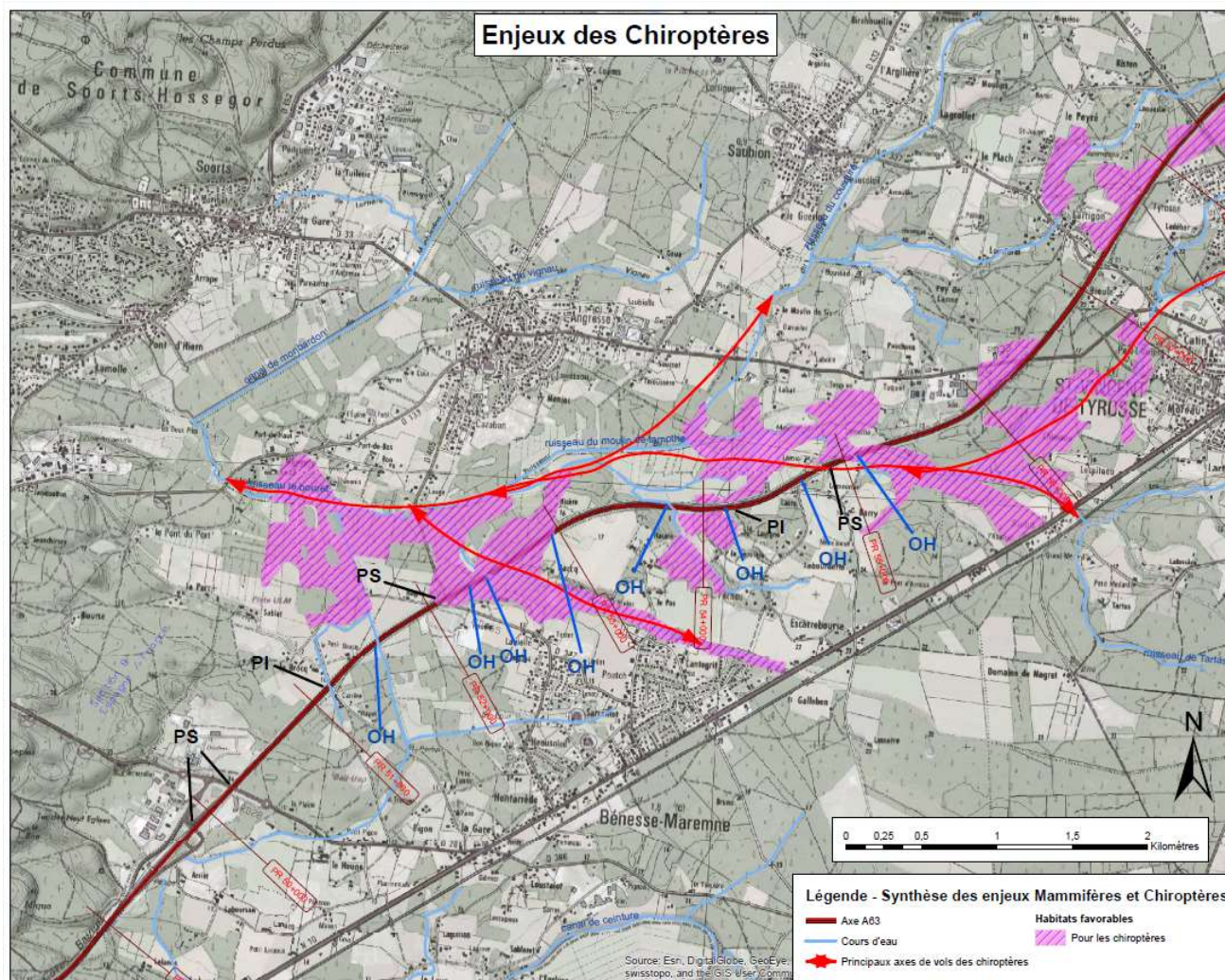
## ► Données sur les cas d'étude



- Modèle 3D de l'écopont de l'A64,
- Plans topographiques,
- BD Alti IGN à 5m,
- BD Topo IGN,
- Données des études environnementales,
- (...)



## ► A63 : simulation d'un chiroptéroduct



## ► A63 : simulation d'un chiroptéroduc



Modèle 3D Infracore de la zone d'étude, setec



Exemple de Chiroptéroduc sur l'A89, (photo: setec)

### ■ Question écologique posée :

La simulation du comportement de 2 espèces cibles de chiroptères permet elle de choisir le lieu d'implantation d'un chiroptéroduc ?



## ► A64 : simulation des aménagements d'un écopont



Modèle 3D de l'écopont, setec



Ecopont de l'A64, photo : TerrOïko

### ■ Question écologique posée :

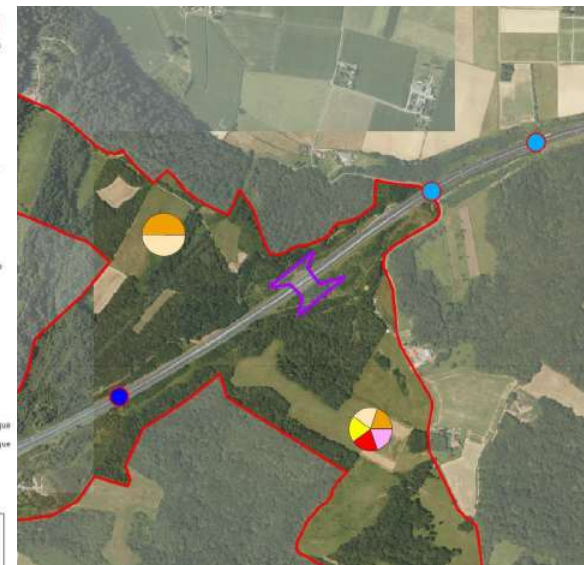
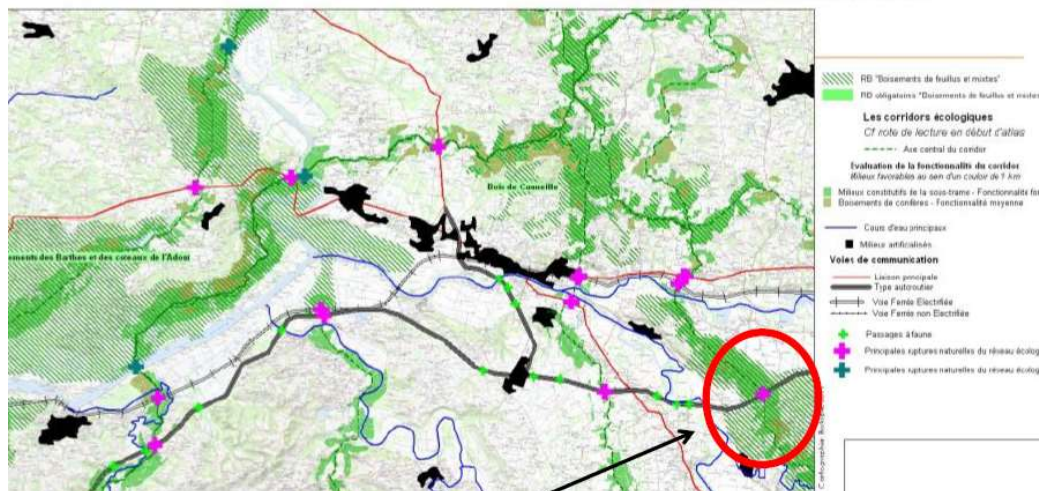
La simulation du comportement de 3 espèces cibles permet - elle de différencier les modalités d'aménagement (géométrie de l'ouvrage, implantation des clôtures) ?

## ► Pratique métier aujourd'hui :

- Soit expertise à dire d'expert à la lecture des trames paysagères et de la synthèse des enjeux (espèces et habitats observés)

### Sous-frame des boisements feuillus et mixtes - Le réseau écologique

Région Aquitaine - DREAL Aquitaine  
Identification, enjeux et mise en œuvre de la TVB Aquitaine



#### Légende

Aire d'étude



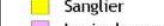
Projet d'aménagement



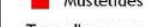
Mammifères terrestres



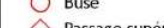
Chevreuil



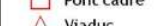
Renard roux



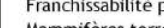
Sanglier



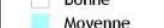
Lapin de garenne



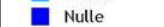
Mustélidés



Type d'ouvrage



Buse



Passage supérieur



Pont cadre



Viaduc



Franchissabilité pour les

Mammifères terrestres



Bonne



Moyenne



Faible

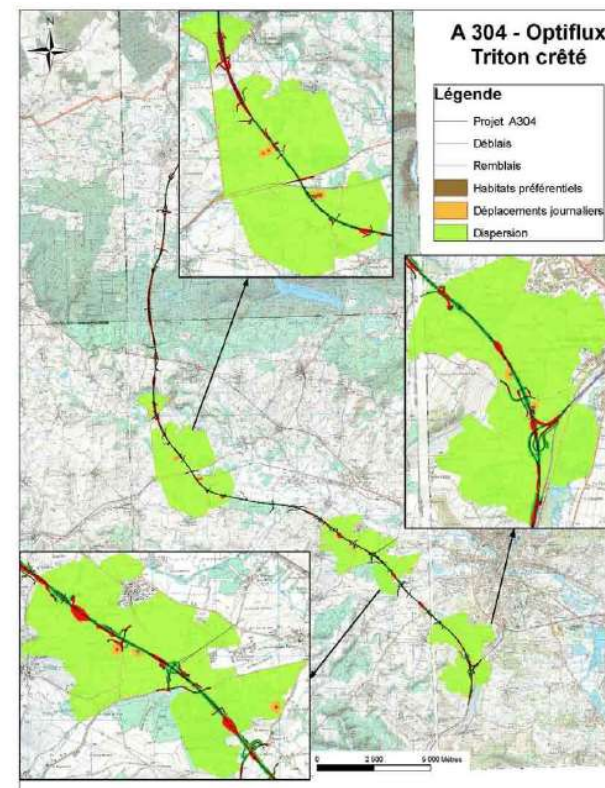
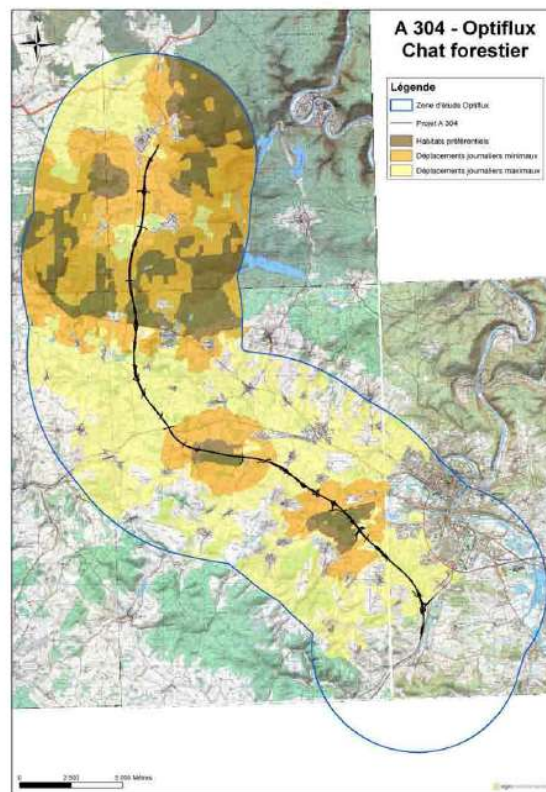


Nulle

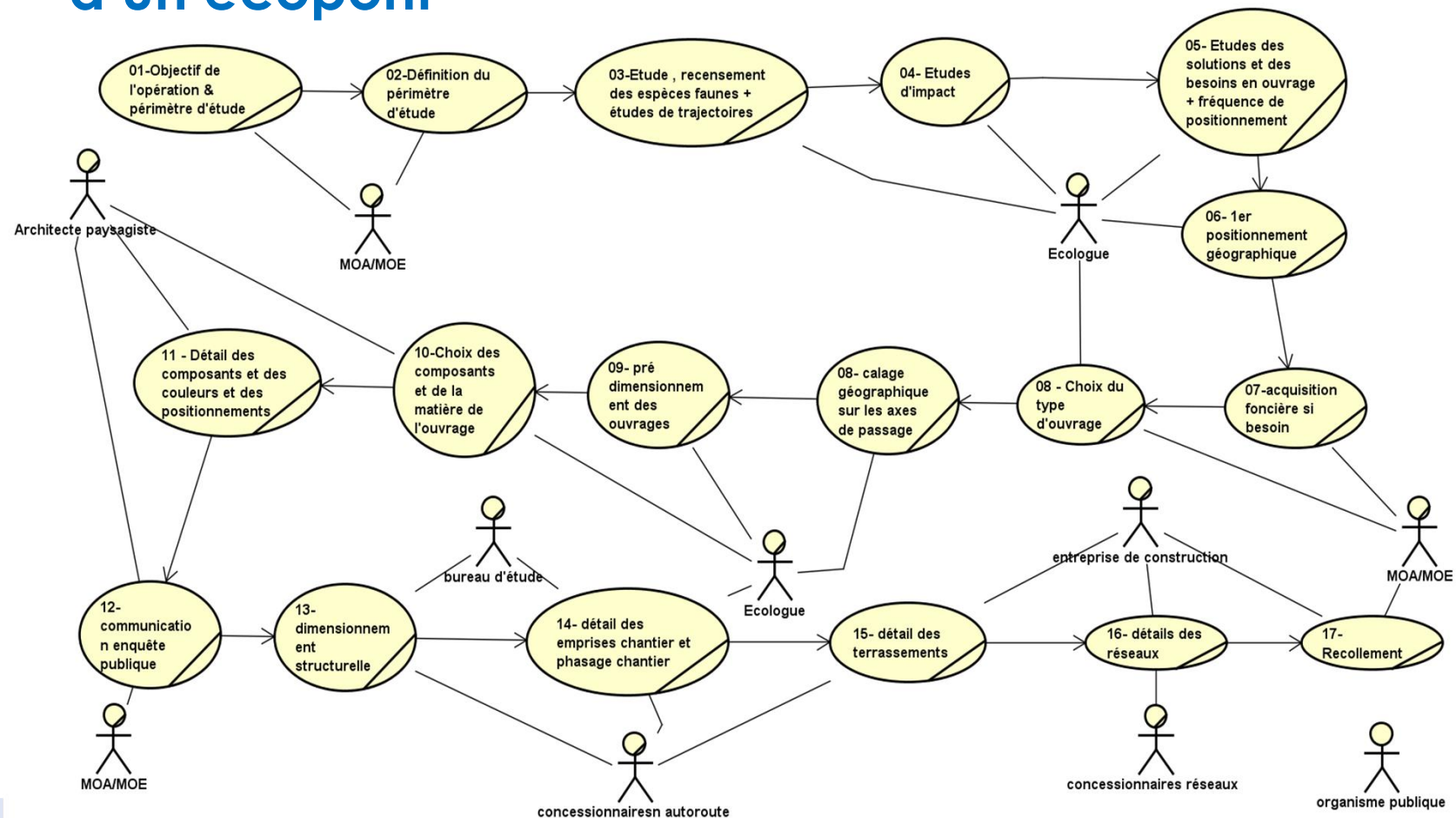


## ► Pratique métier aujourd'hui :

- Soit modélisation simple des connectivité sur la base de l'attractivité des habitats + expertise

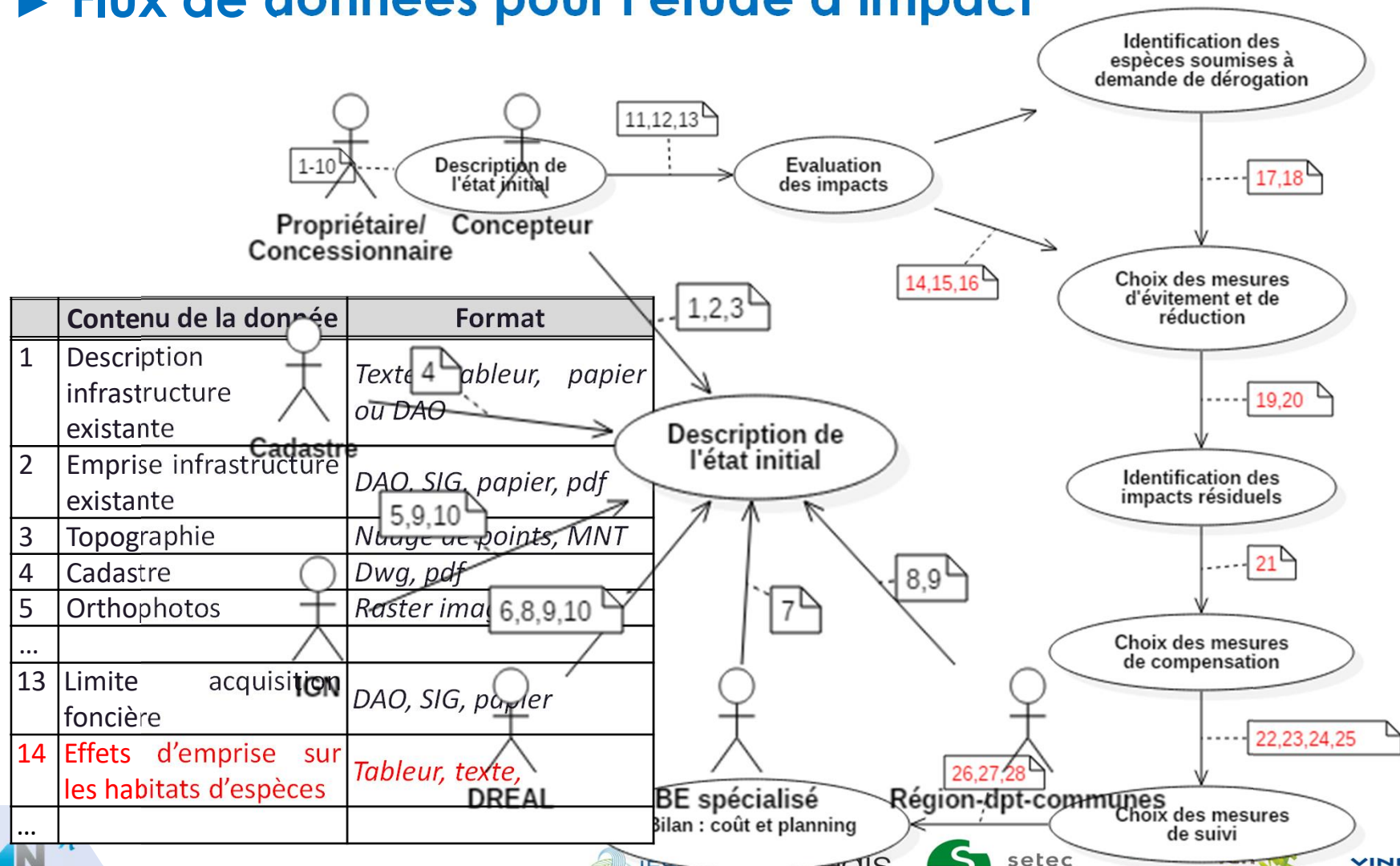


## ► Étapes et acteurs intervenants pour la conception d'un écopont

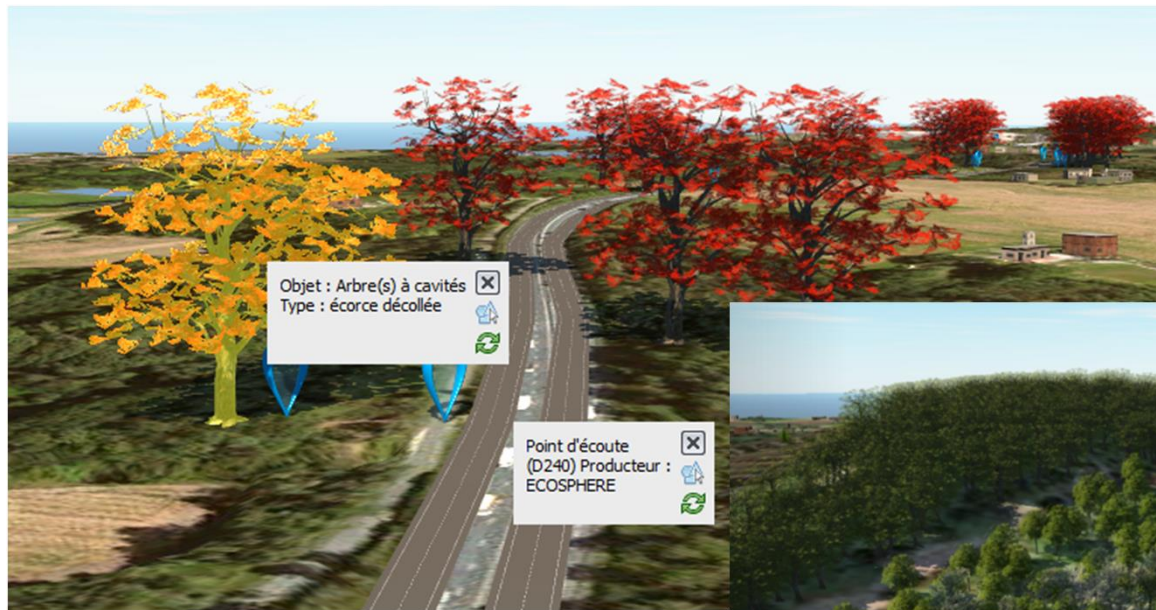




## ► Flux de données pour l'étude d'impact



# PERSPECTIVES : ENVIRONNEMENT ET BIM

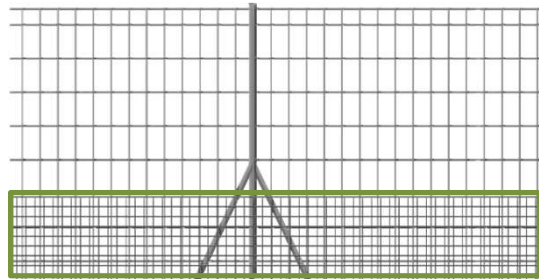


A63 : Modèle 3D

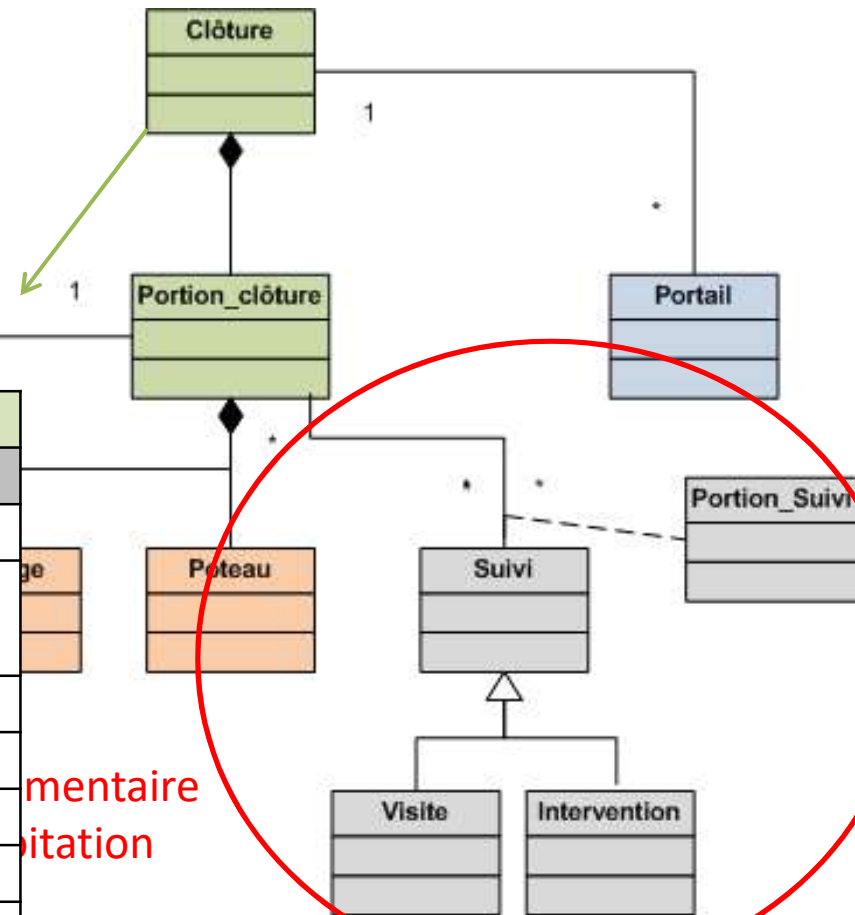


A64 : Modèle 3D de l'écopont dans sont environnement

## Données géométriques et sémantiques



CLOTURE		
name	FieldType	description
id	Integer	identificateur unique
type	String	type général de la clôture (urbaine, herbagère, autoroutière-base, autoroutière-gibier, anti-congères)
proprietaire	String	propriétaire de la clôture.
hauteur	Float	hauteur clôture en mètres
longueur	Float	longueur calculée en mètres
etat	String	etat de la cloture lors du dernier suivi
mise_service	date	date de mise en service



mentaire  
itation

# BIM

## Infrastructures et Environnement



Modélisation des INformations INteropérables  
pour les INfrastructures Durables

### *Simulation de déplacements animaliers et transparence des infrastructures de transport*

**Sylvain Moulherat**



20/03/2017

**BIM, Infrastructure et environnement**





# POURQUOI LA SIMULATION NUMÉRIQUE

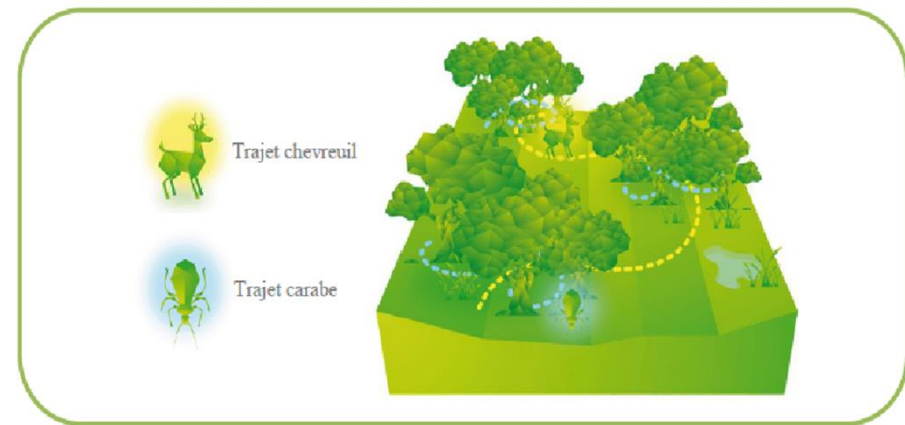
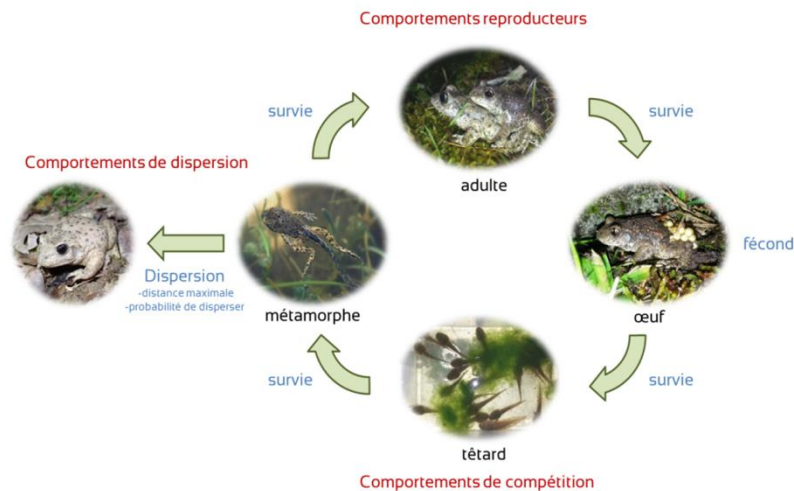
- Utilisation de types de données très variées (usuelles des études sur le volet biodiversité mais aussi des données plus transversales : nuages de points LIDAR fusionné à la BD alti 5m, hydrologie, données de conceptions,... aux sources et aux formats divers,
- permet de réaliser des expériences d'aménagements *in silico* : différents scénarios pour l'aménagement menant à une succession de choix à faire et à historiser,
- nécessite des données SIG d'excellente qualité (couches cartographiques (.shp) sans problèmes topologiques) : standardisation des couches cartographiques (qualité et informations attributaires),
- produit des sorties très diverses avec des formats multiples et des volumes de données importants,

## OBJECTIFS DE LA MISE EN ŒUVRE

- identifier et formater les données nécessaires à la réalisation de ces simulations
- identifier et comprendre les problèmes d'interopérabilité et de proposer des solutions de résolution,
- reproduire de manière simplifiée, des processus décisionnels quant au choix d'aménagements réalisés et faire des propositions concrètes sur les informations à historiser au cours de ce processus,
- générer des données exploitables directement par l'aménageur ou les autres acteurs des études,
- comprendre les apports de ces simulations pour le choix et la localisation des mesures environnementales des projets d'infrastructures linéaires mais aussi d'en cerner les implications en termes de conception d'un BIM infrastructure.



SimOïko est le logiciel de simulation numérique développé par la start-up TerrOïko (partenaire de l'UC6 pour le CINOV). Cet outil est dérivé du modèle de recherche MetaConnect (Moulherat, 2014) et développé en partenariat avec la Station d'Ecologie Théorique et Expérimentale du CNRS à Moulis (FR). SimOïko valorise les travaux de recherche issus de plusieurs projets nationaux et européens concernant le fonctionnement des métapopulations animales et végétales



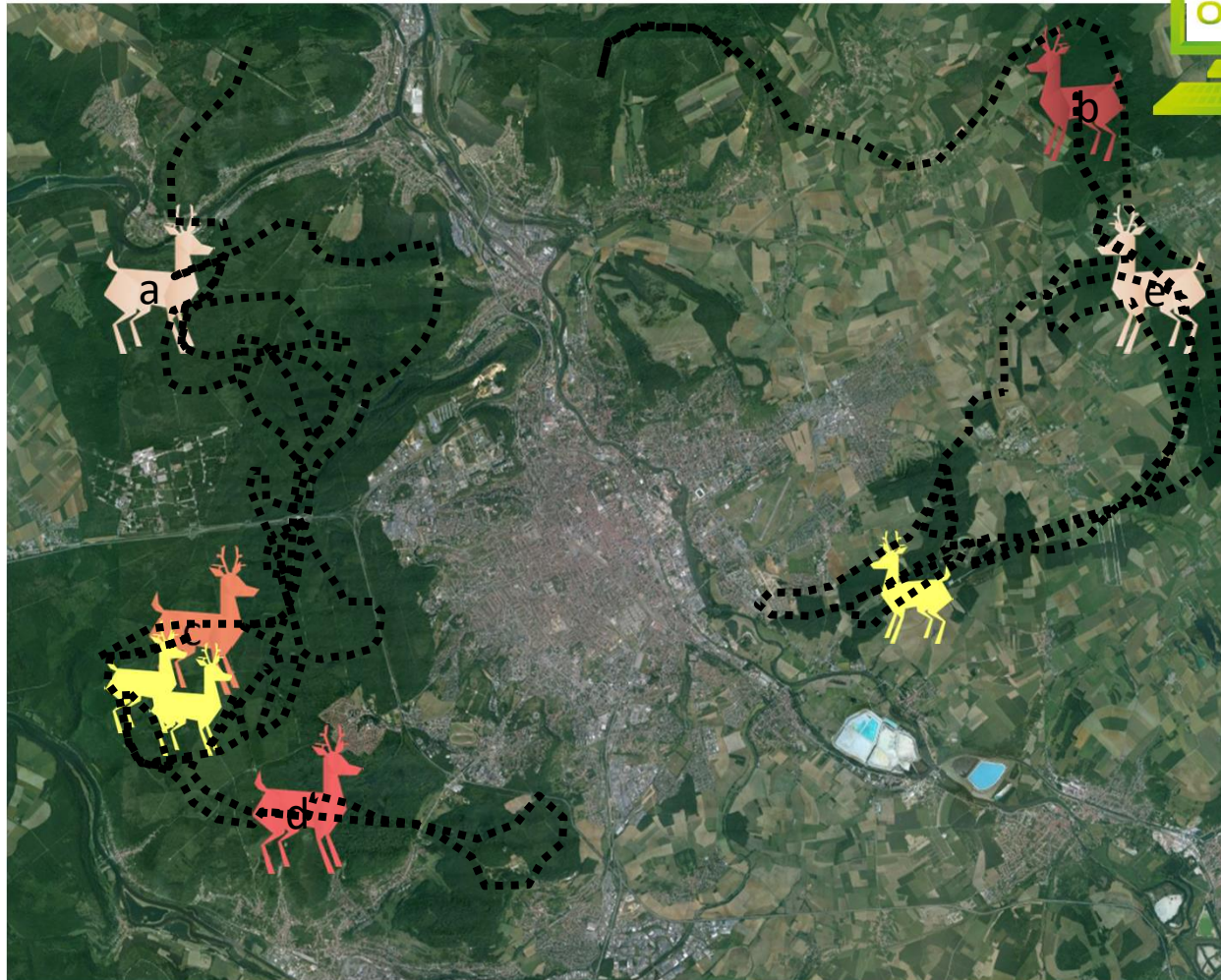


# FONCTIONNEMENT DU SIMULATEUR

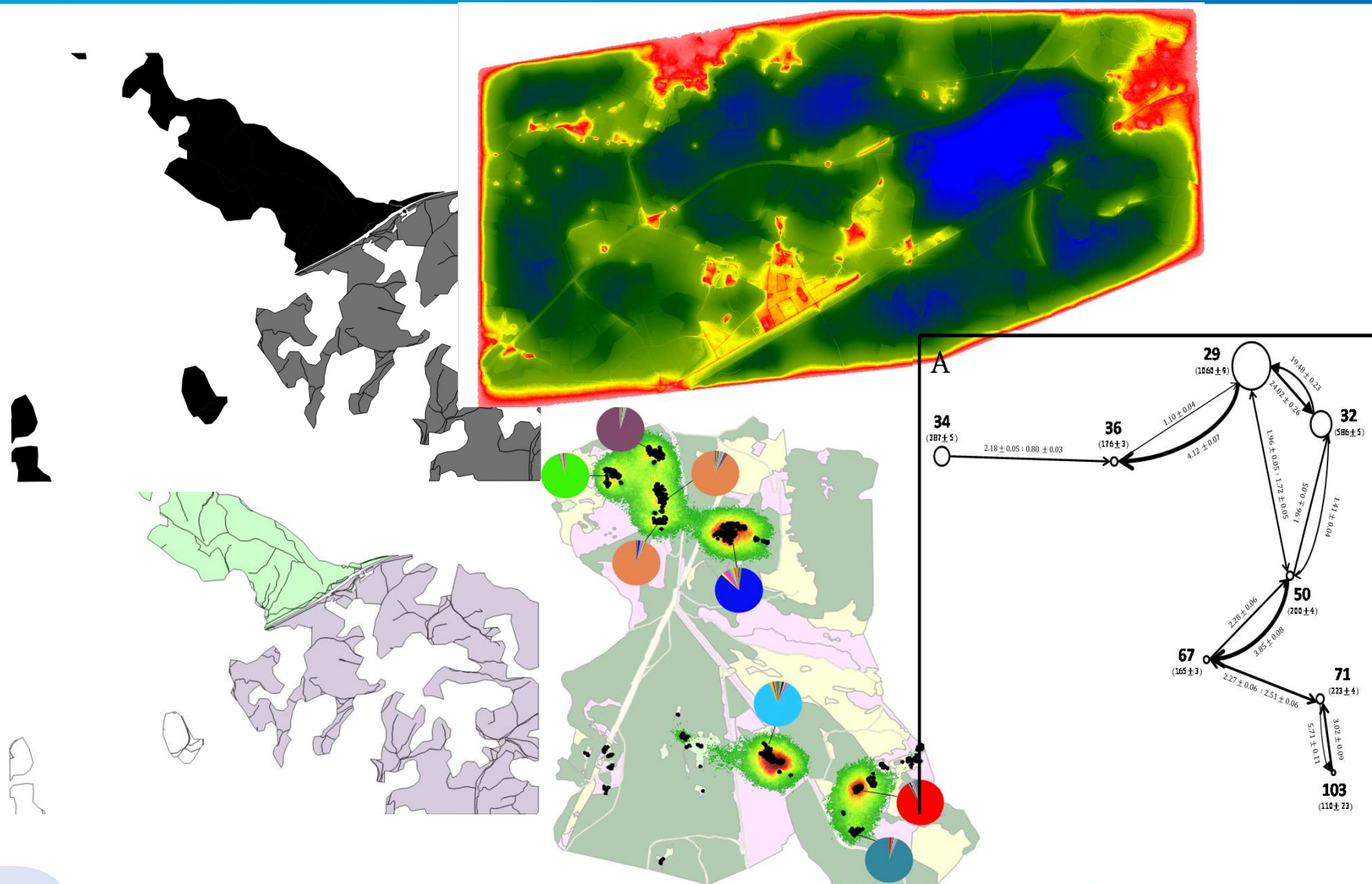
Déplacement

Reproduction

Survie



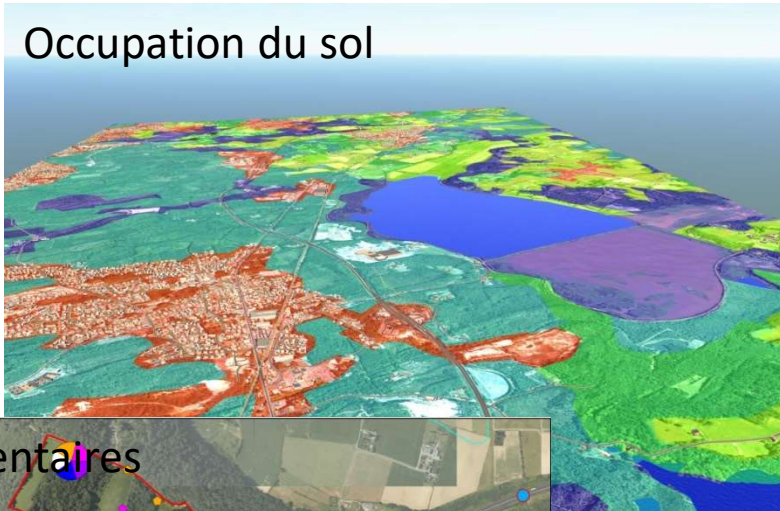
# SORTIES DE SIMULATIONS



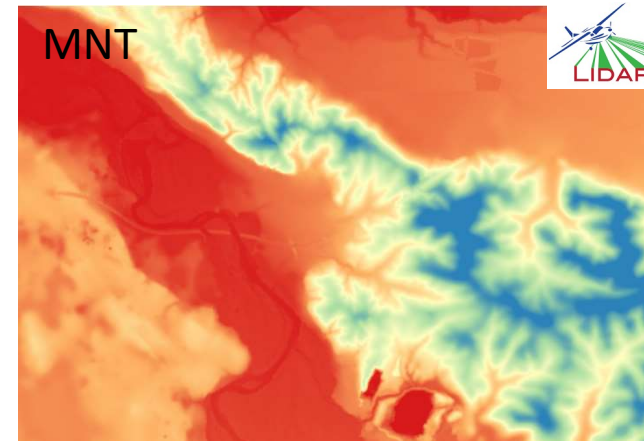


# PRÉPARATION DES SIMULATIONS

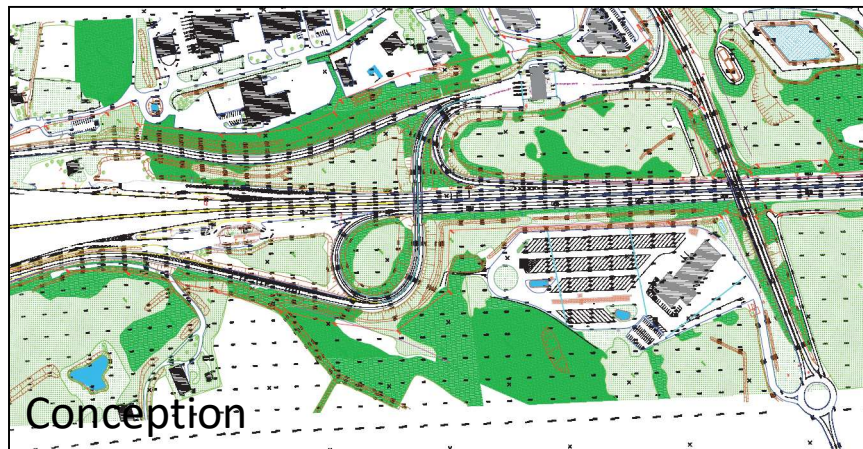
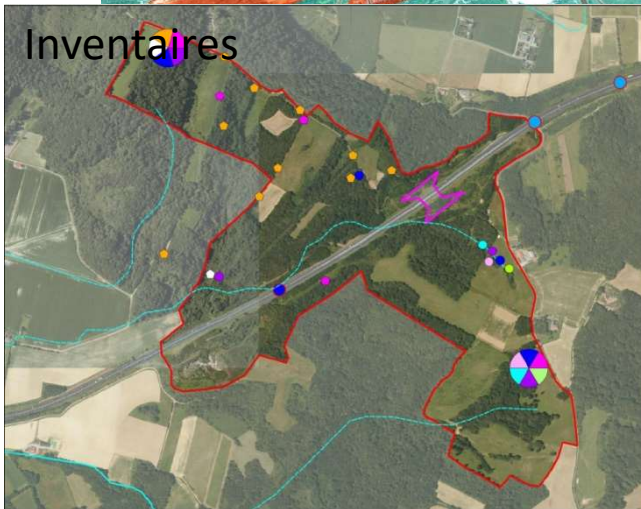
Occupation du sol



MNT

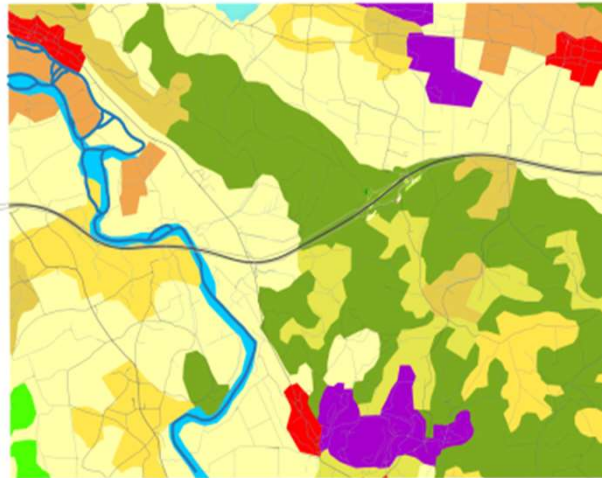


Inventaires





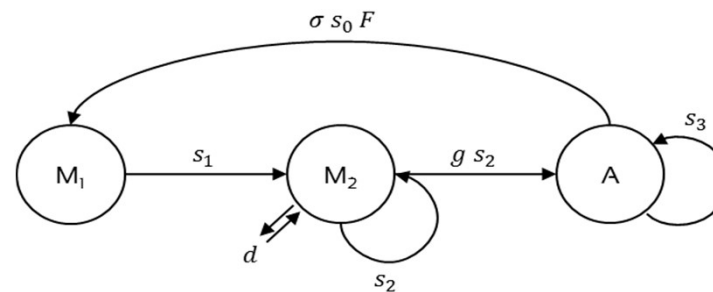
# CONFIGURATION DES SIMULATIONS



Occupation du sol finale



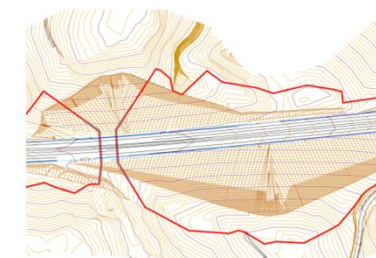
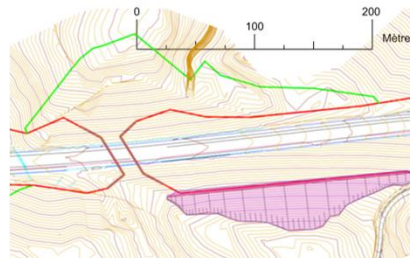
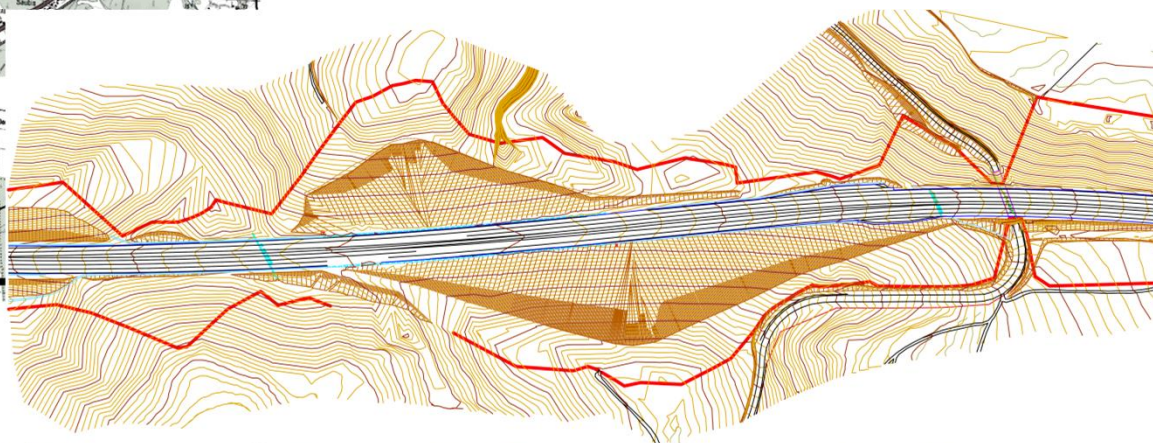
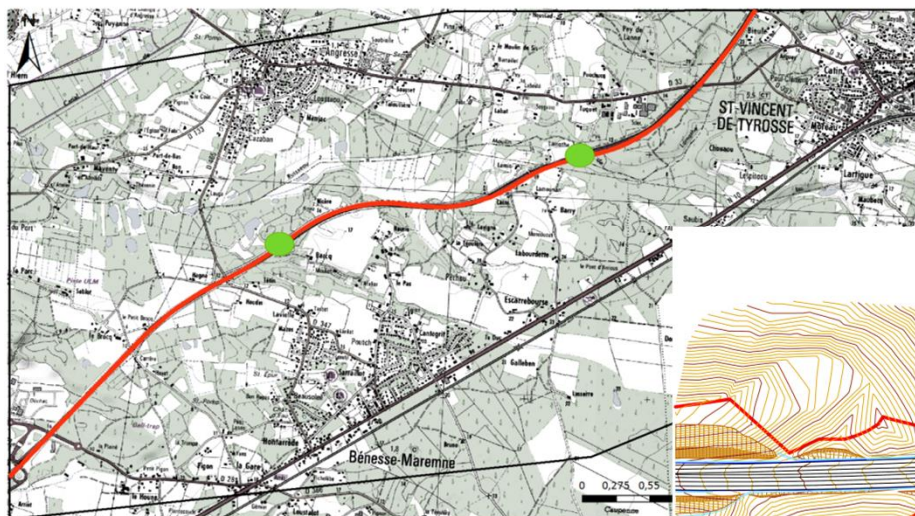
Plaquage sur MNT



Cycles de vie

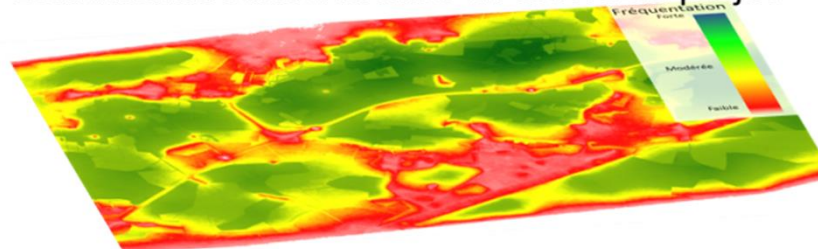


## 2 CAS D'ÉTUDES

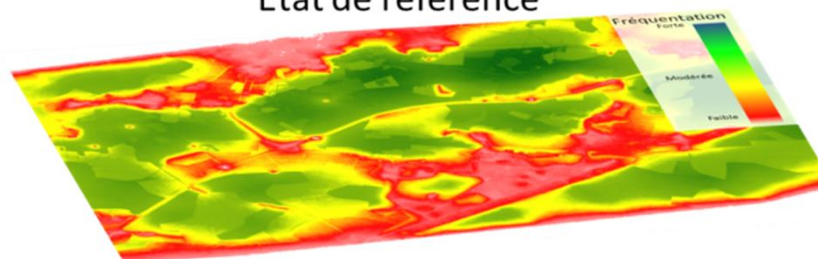


# COMPARAISON DES RÉSULTATS DE SIMULATIONS

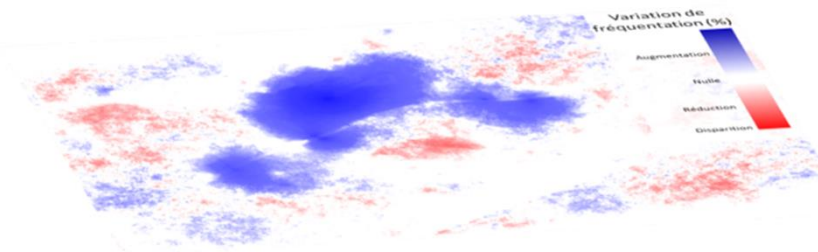
Etat attendu suite à la mise en œuvre du projet



Etat de référence

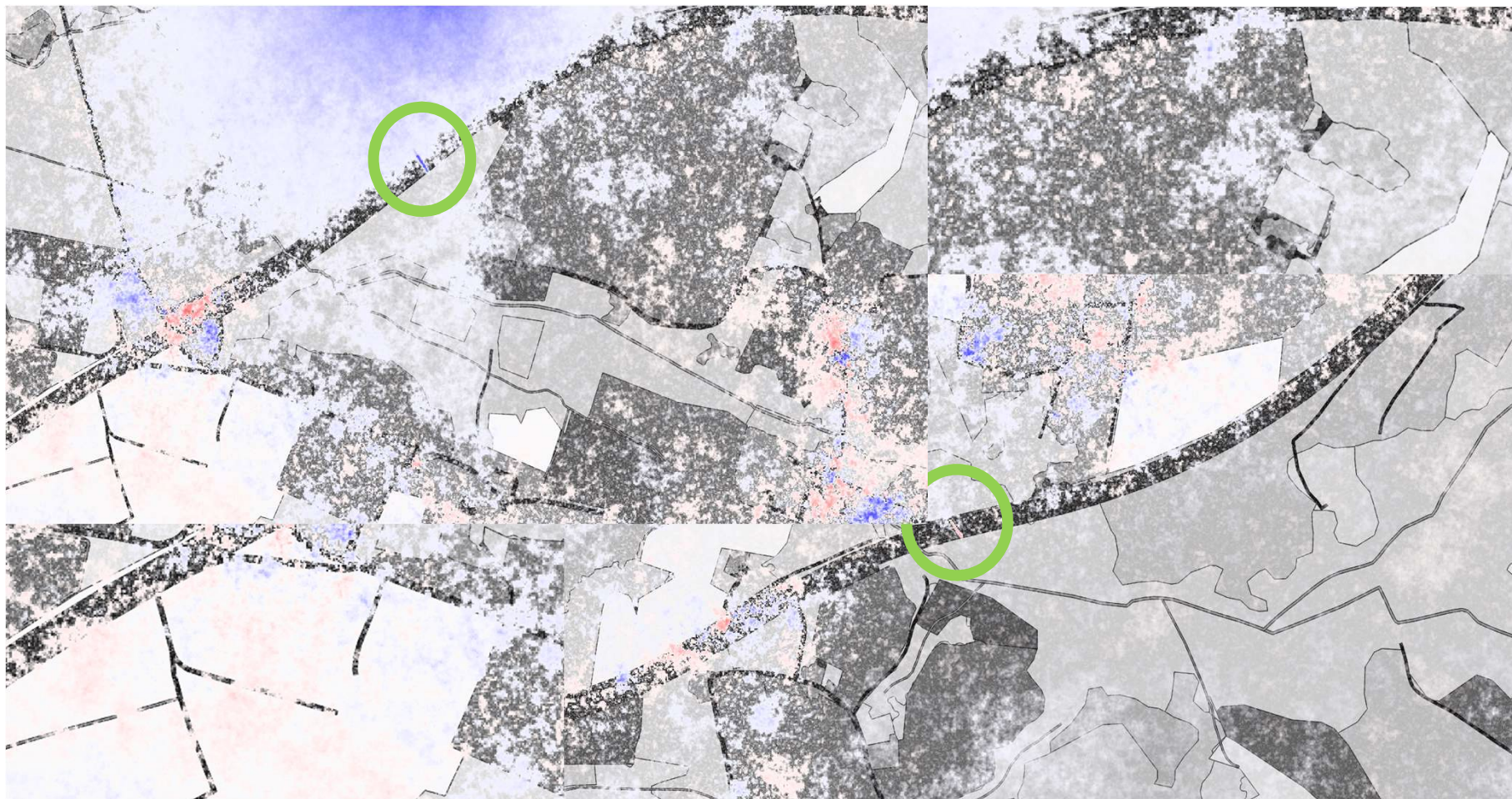


Variation du fonctionnement de la métapopulation



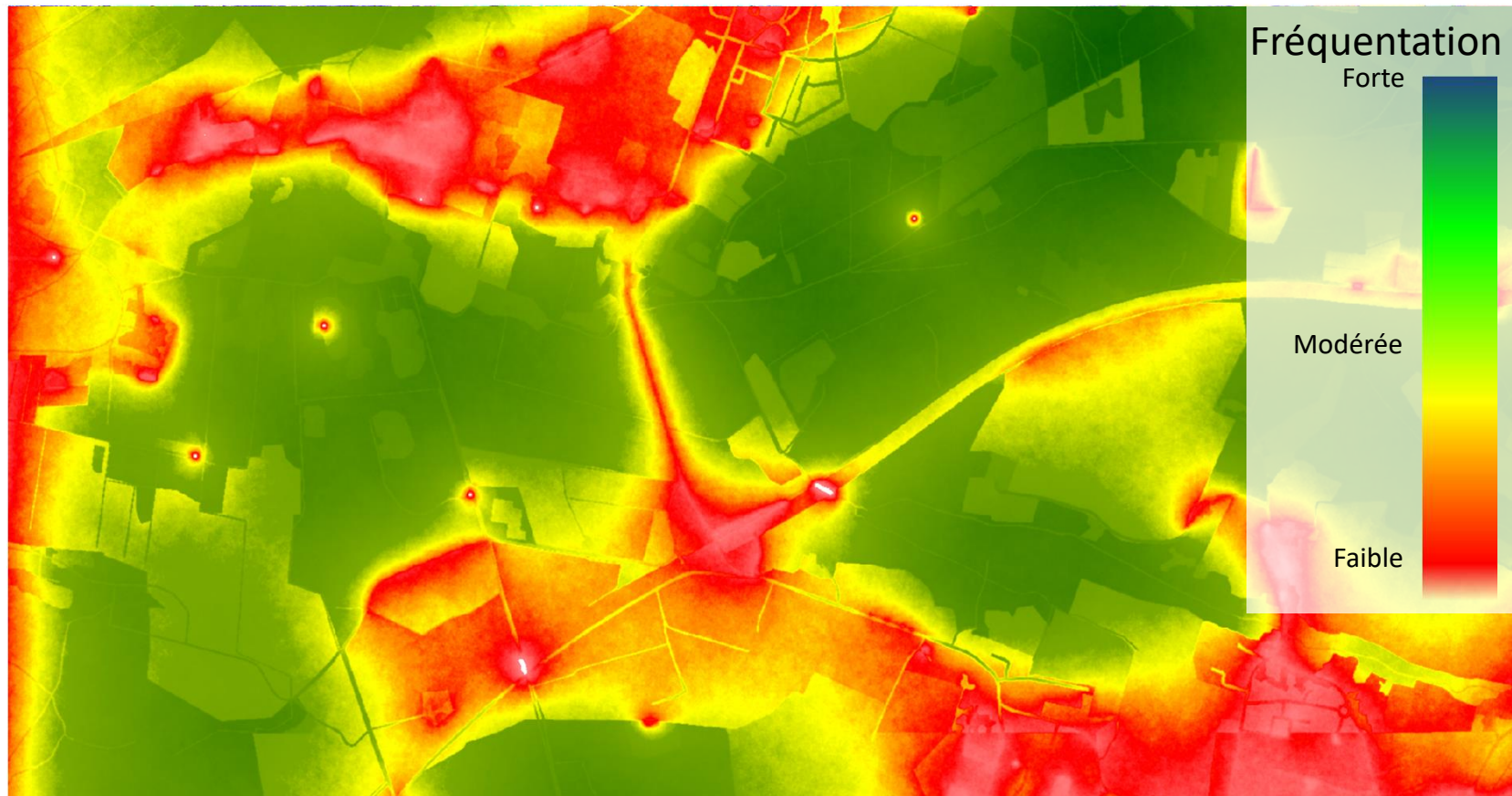


# RÉPONSE AUX QUESTIONS BIOLOGIQUES





# INTEROPÉRABILITÉ ET PROPAGATION DE L'ERREUR

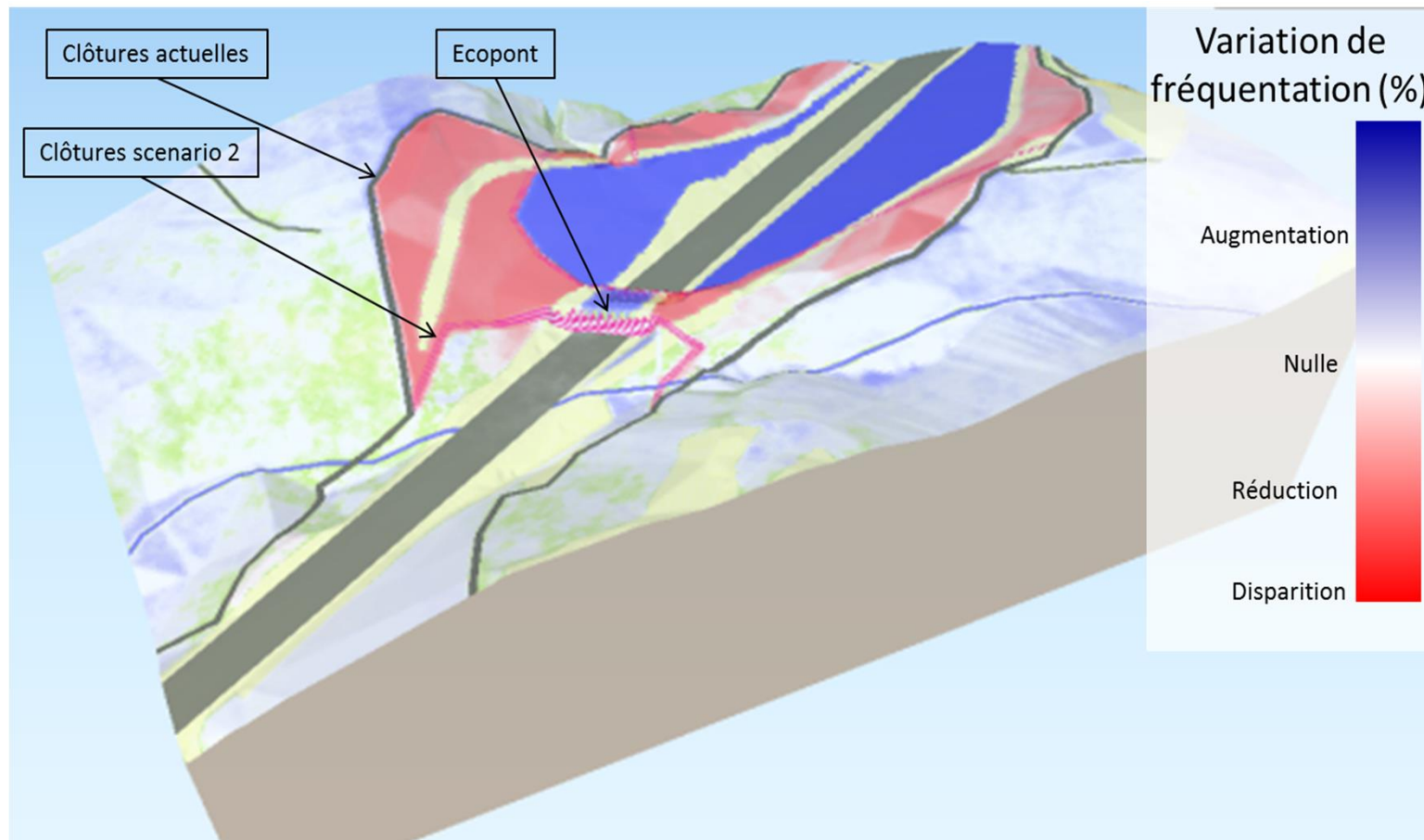


Contrôle de l'intégrité de la donnée

# ERREURS ET ANOMALIES DE SIMULATIONS

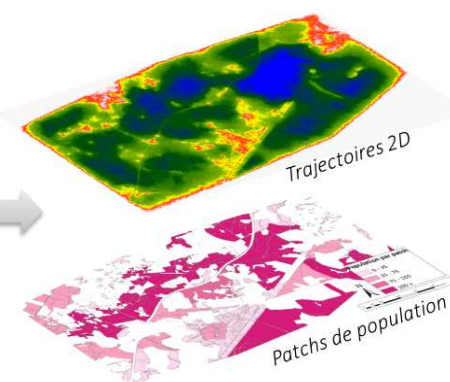
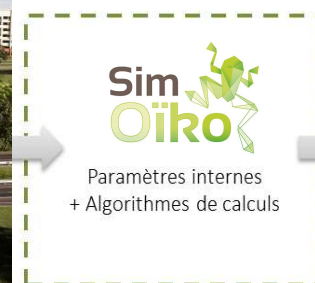


# CONTIGÜITÉ DES POLYGONES ET CONSÉQUENCES SUR LES SIMULATIONS





<http://www.geo-media.com>



Suivi d'efficacité, bilan loti,....

# BIM

## Infrastructures et Environnement



Modélisation des INformations INteropérables  
pour les INfrastructures Durables

### *Outils et formats*

**Denis Le Roux** Setec

**Sylvain Guilloteau** Vinci Autoroutes

**20/03/2017**



**BIM, Infrastructure et environnement**

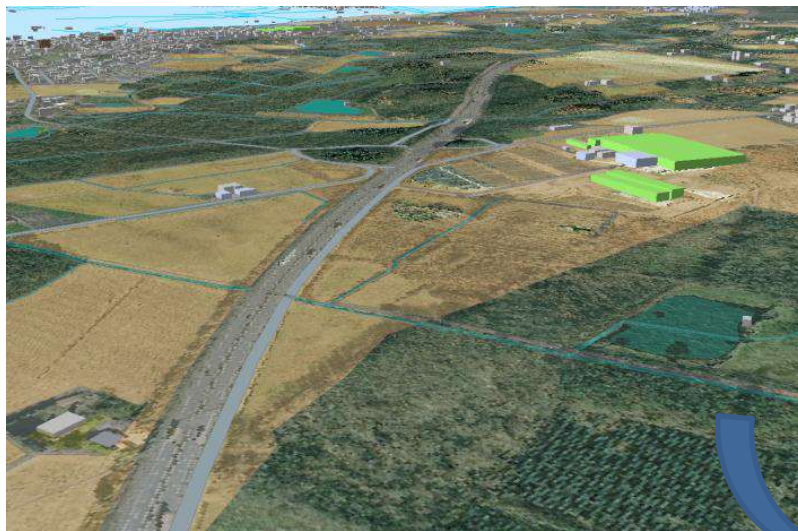




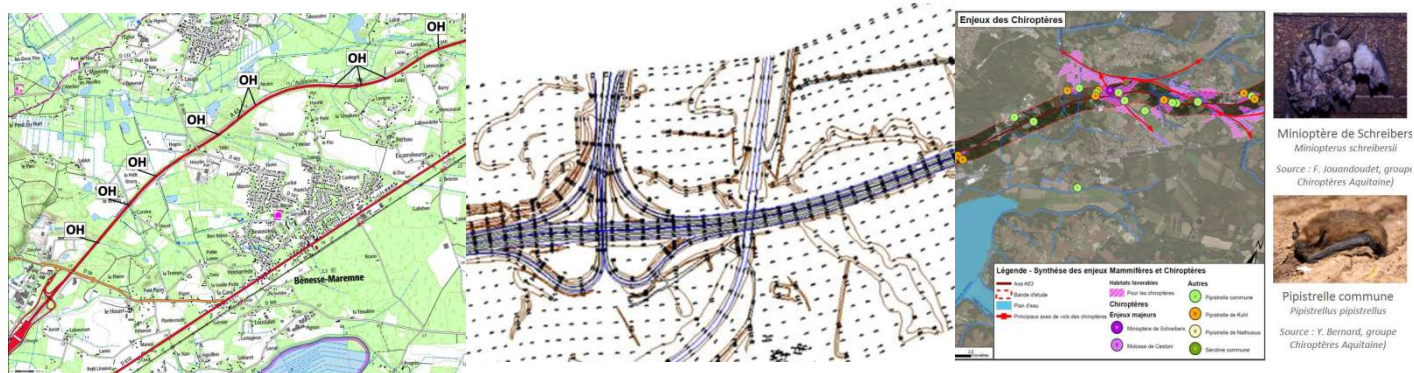
## 6.1 OUTILS UTILISÉS ET FORMATS D'ÉCHANGE

- ▶ Périmètre et échelle
- ▶ Données hétérogènes
- ▶ Solutions
- ▶ Recommandations

- Projet lui-même (autoroutes, LGV...)
- MNT et occupation du sol sur une grande superficie
- Ouvrages et détails génie civil
- Besoin de partir d'un SIG3D vers une maquette 3D sémantisée d'un ouvrage

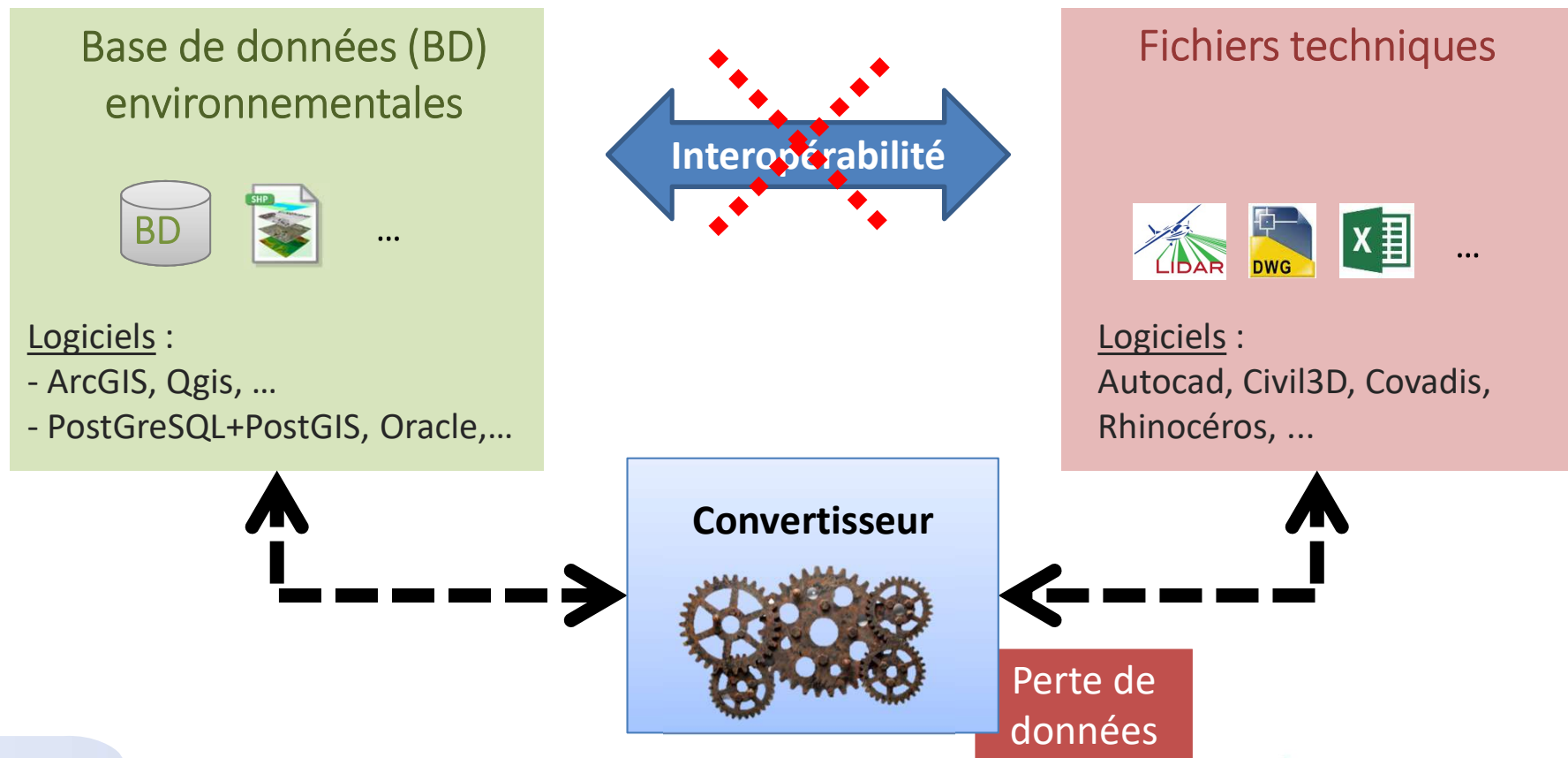


- Des entrants très hétérogènes et fournisseurs très variés :  
Dwg, shape, raster pdf, ASC, Lidar...



- Problème de géoréférencement

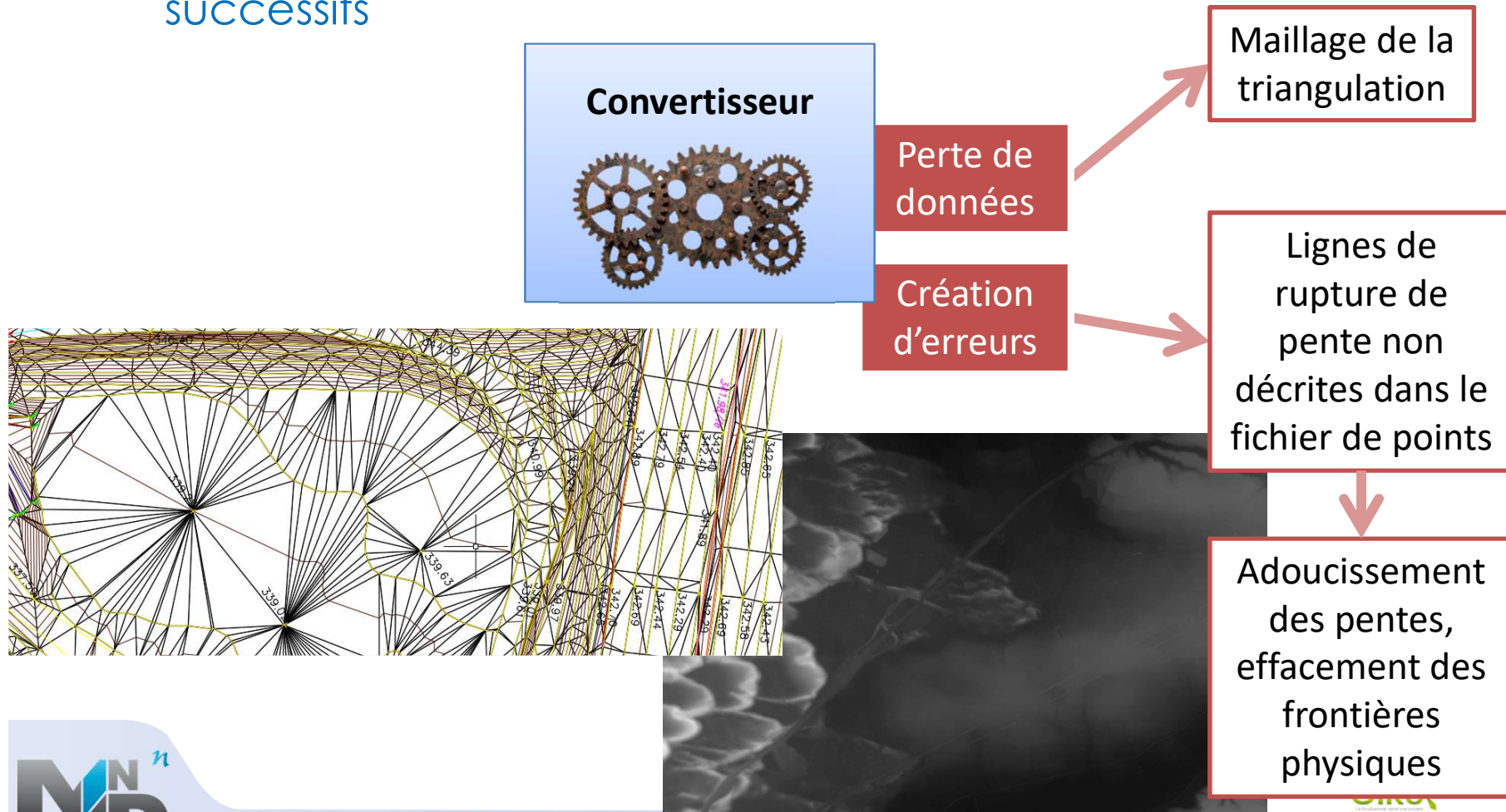
- **Hétérogénéité des entrants :**
  - Difficultés d'interopérabilité entre logiciels métier (SIG/CAO)





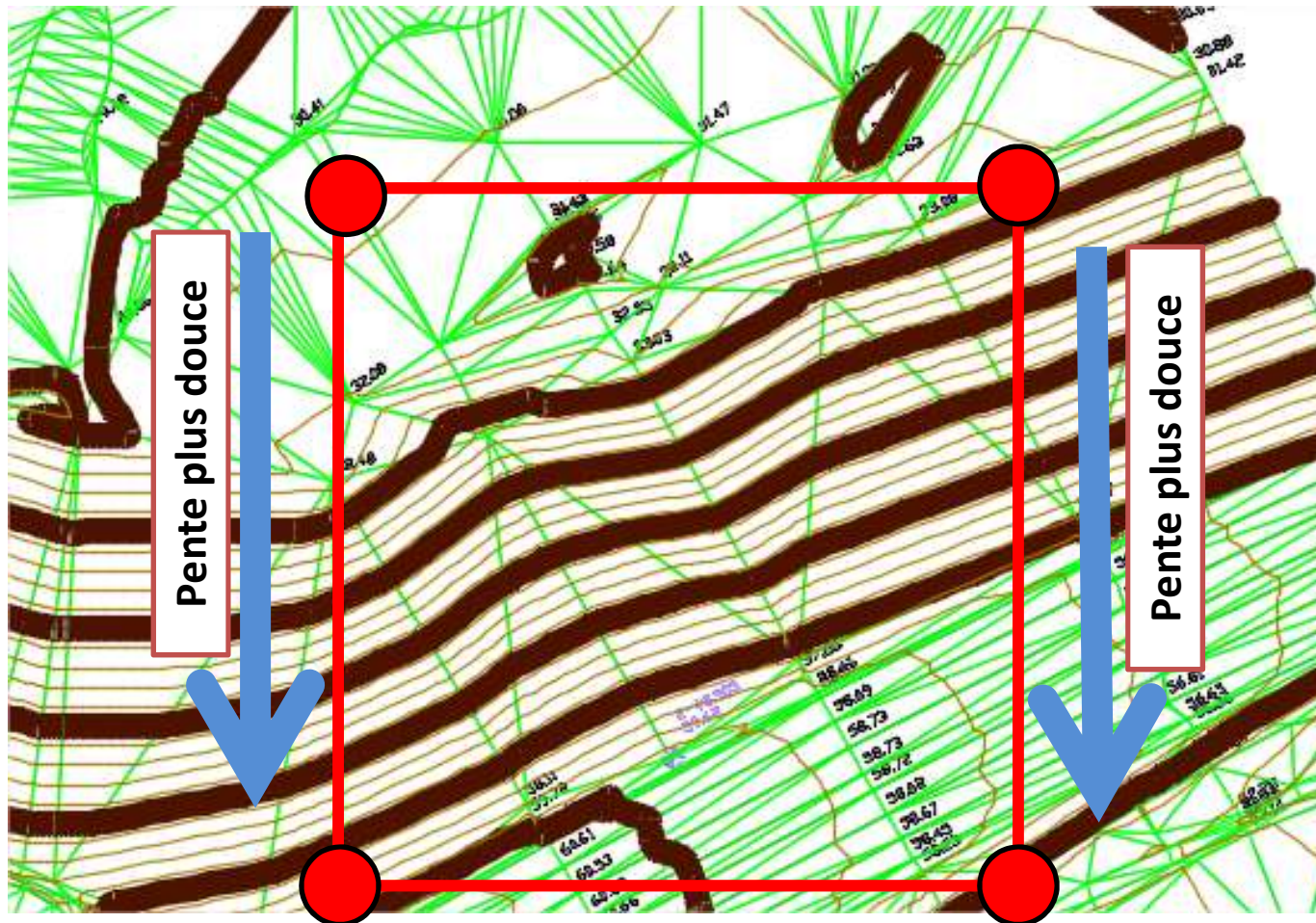
## ■ Flux de données :

- Erreurs dues aux changements de formats et aux échanges successifs





- Flux de données :



## VIANOVA

+

Conception

Détection de clash

Viewer collaboratif 3D

—

Pas réellement de données attributaires

Format fermé

Pas connectable à une base de données



## ArcScene

+

SIG 3D

Connection à des bases de données  
Intégration d'objets 3D (3ds,dae,skp)

—

Pas de conception

Pas de détection de clash





## Infraworks

+

Liens directs avec Civil 3D

Collaboration cloud

Intégration de shapefiles

Viewer 3D

Connection base de données

—

Pas de détection de clash

Conception via Civil 3D

Gestion des données attributaires



## Terra Explorer Pro

+

Viewer 3D/4D

Intégration de données SIG

Intégration de maquette 3D réaliste

Connection base de données

Collaboration

—

Pas de détection de clash

Pas de conception





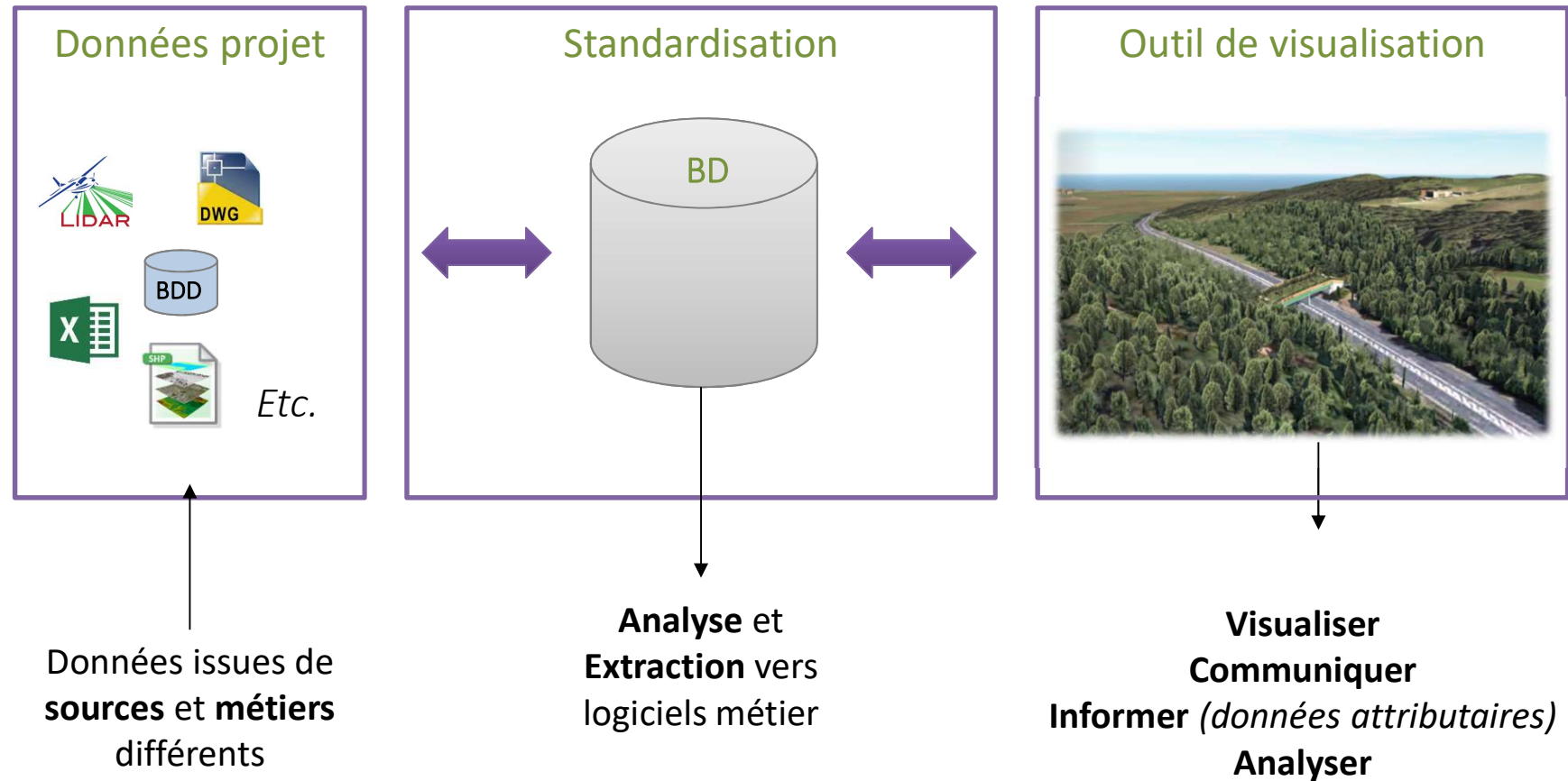
# VISUALISATION .. QUE DE LA VISUALISATION



- Fluidifier les échanges pour garantir l'interopérabilité
- Mise en œuvre systématique de charte graphique
- Mise en œuvre méthode de renseignement des données 3D
- Préconiser pour anticiper l'intégration des fichiers dans des standards d'échange (InfraGML, IFC...)
- Adapter les chartes SIG pour les études environnementales
- Conservation des fichiers à chaque étape de décision
- Mise en œuvre d'une GED
- Préparation des fichiers à lier aux objets de la maquette numérique
- ➔ Dresser une convention BIM au début du projet

# RECOMMANDATIONS

une BD centralisée et standardisée



# Infrastructures et Environnement



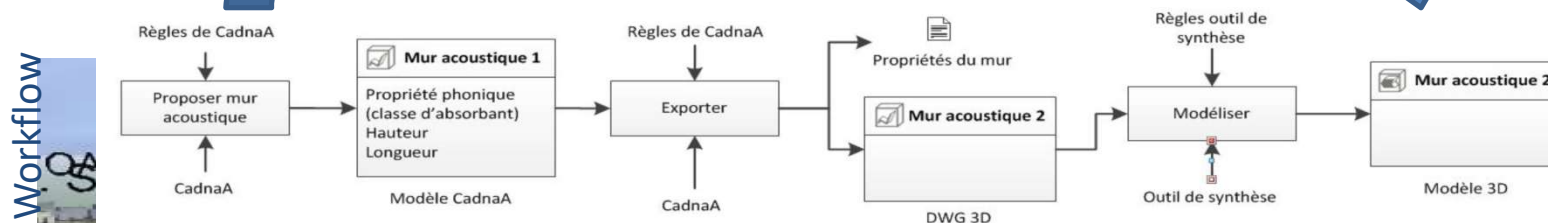
Modélisation des INformations INteropérables  
pour les INfrastructures Durables

## *Granularité et niveau de détail de l'information*



# UC6 – TRANCHE 1 : ÉTUDES ACOUSTIQUES

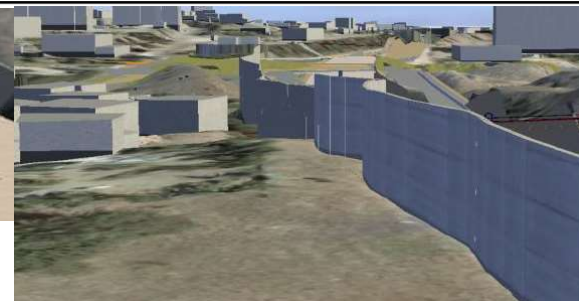
## ► Modélisation des sortants des études acoustiques



Workflow

Modélisation

Etape	Acteur	Action	Commentaire
1	BE acoustique	Proposer mur acoustique	
2	BE acoustique	Exporte	L'export des propriétés des murs n'est pas automatique
3	Equipe MN	Exporte	L'export des propriétés des murs n'est pas automatique ; export ensuite réutilisé par le BE géométrie



# NIVEAU DE DÉTAIL ET TRANSFORMATIONS DES ENTRANTS

Fourni par l'IGN



**Bâtiment**

Hauteur  
Occupation (nombreuses  
catégories)

Transformé pour  
étude acoustique



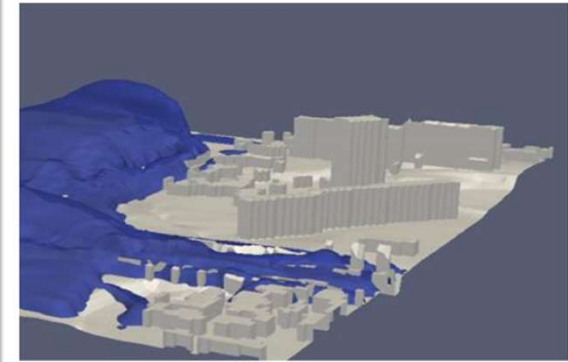
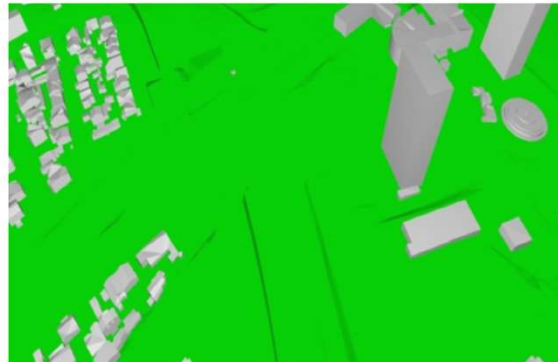
**Bâtiment**

Occupation (catégories  
réglementaires)

Transformé pour  
étude qualité de l'air

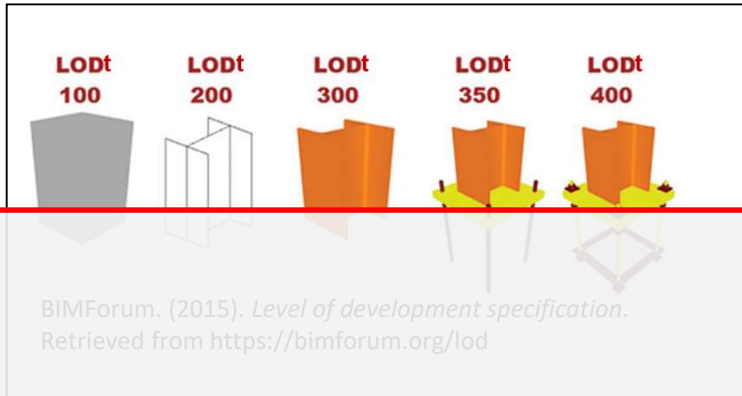


**Bâtiment**



# QUELQUES APPROCHES EXISTANTES

## Level Of Development (or Detail)



## Level Of model Definition

Level Of Détail (LOD)  
Level Of Information (LOI)

PAS 1192-2 (2013). Specification for information management for the capital / delivery phase of construction projects using building information modelling. Technical report, british standard institution.

## Attention aux interprétations simplistes...



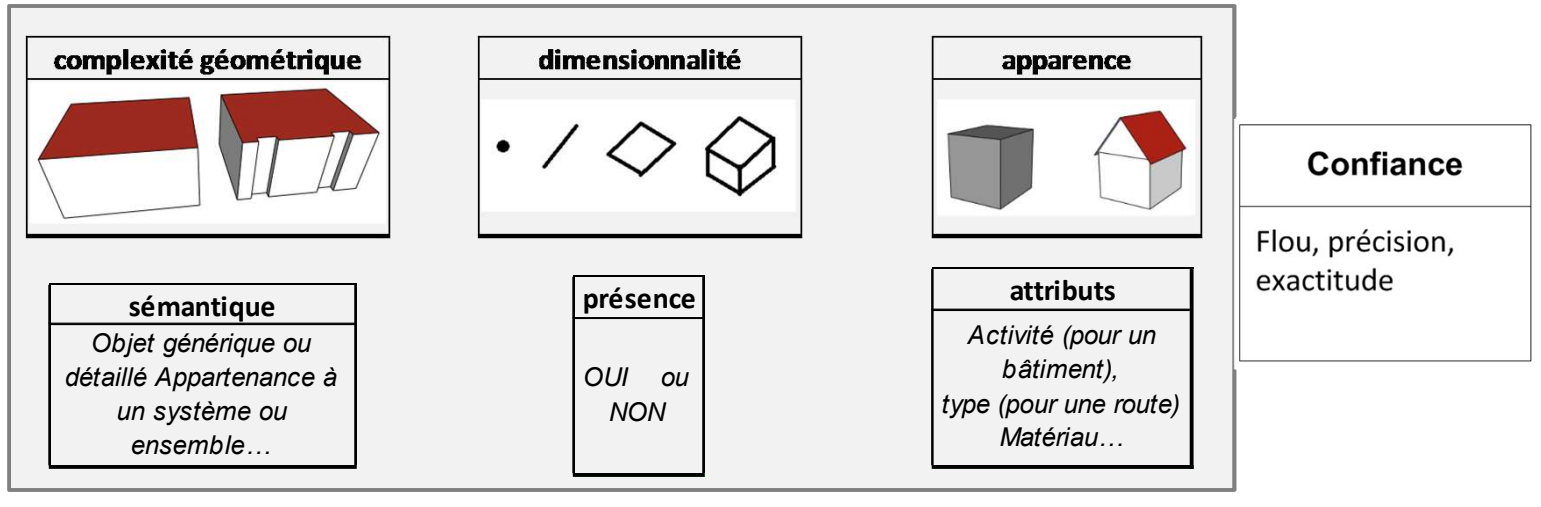
ISO 19 650 : Level Of Information Need (LOIN)



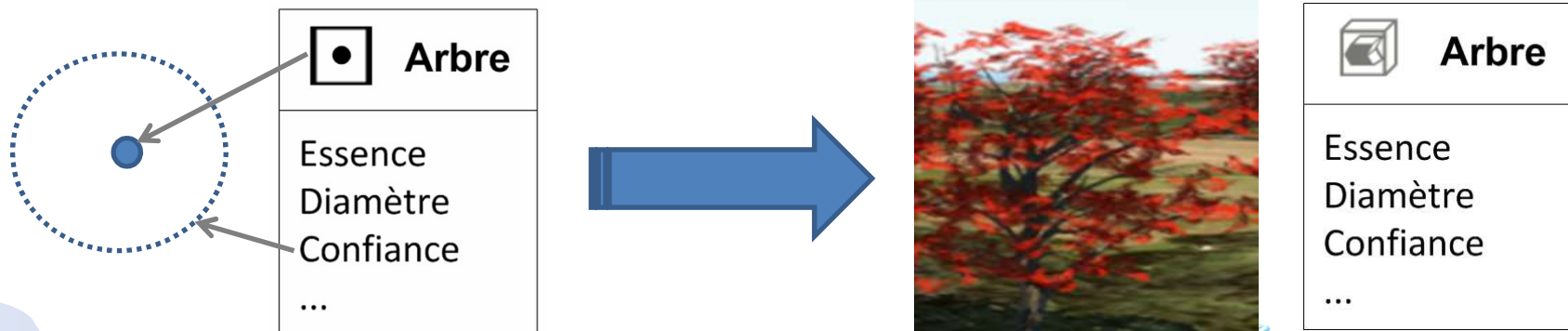
CEN TC442 WG2 TG01 – LOX  
Définition des méthodes pour décrire les LOIN

# DÉCOMPOSITION DES CONCEPTS IMPLICITES AUX LOX

Dimensions classiquement liées à l'échelle, à la phase et corrélées entre elles

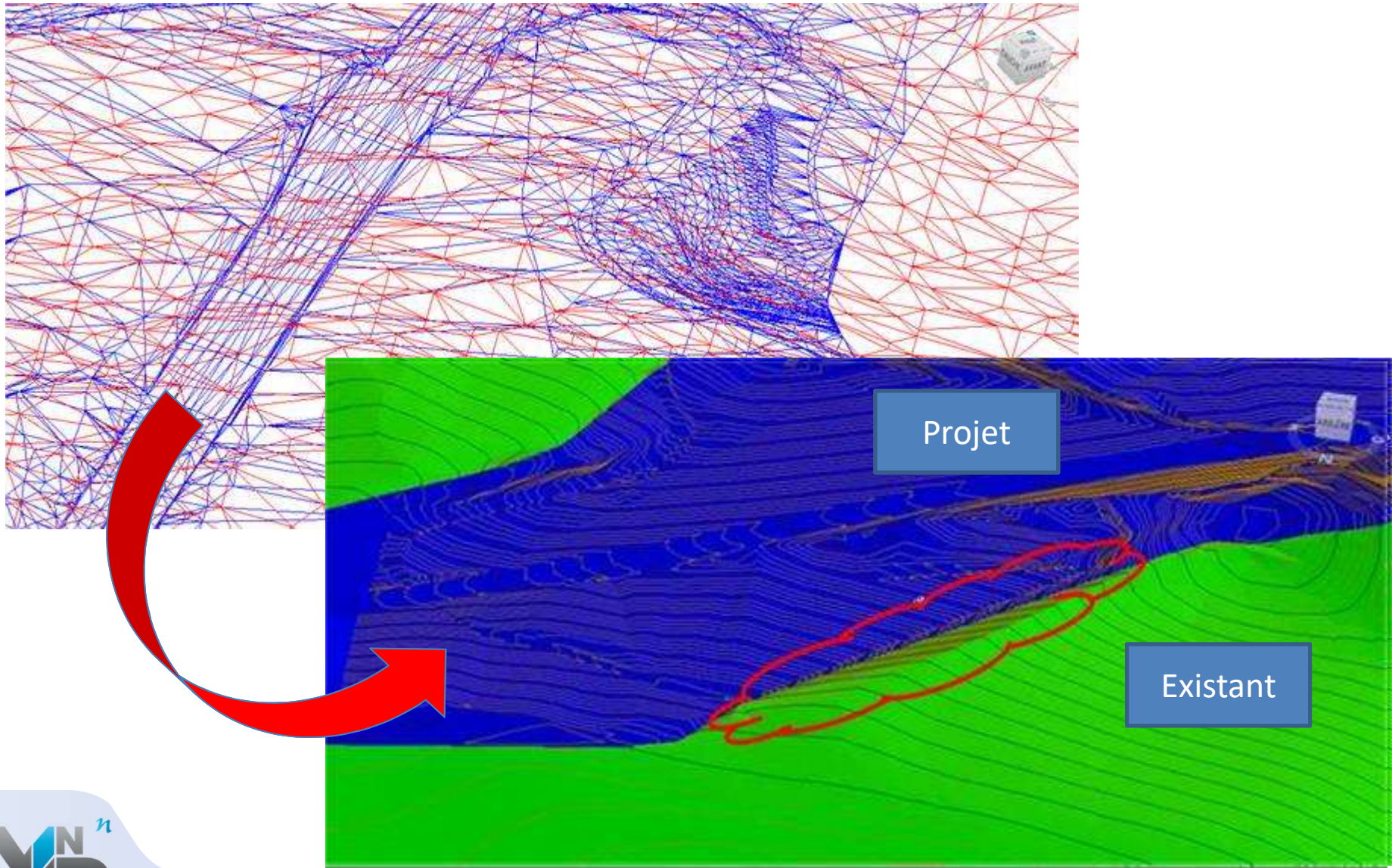


Dimensions basées sur : Biljecki, F., Ledoux, H., and Stoter, J. (2014)  
 Détails dans Tolmer, 2016



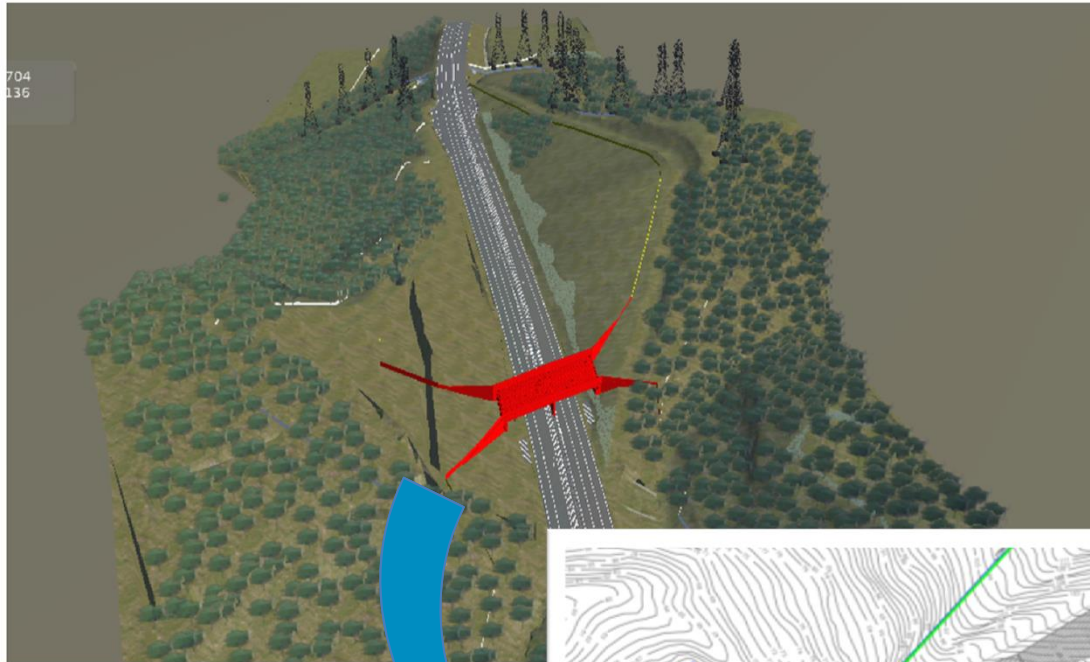


# CO-GESTION DE NIVEAUX DE DÉTAILS





# CO-GESTION DE NIVEAUX DE DÉTAILS

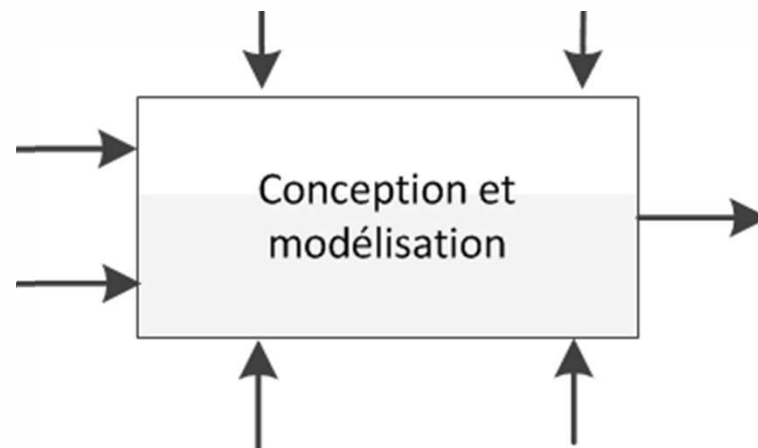


Qui est responsable de la transformation ?  
De la cohérence des  
niveaux de détail ?

Changement de LOD :  
« Généralisation » de  
l'information



# OÙ SE POSE LA QUESTION DES NIVEAUX DE DÉTAIL ?

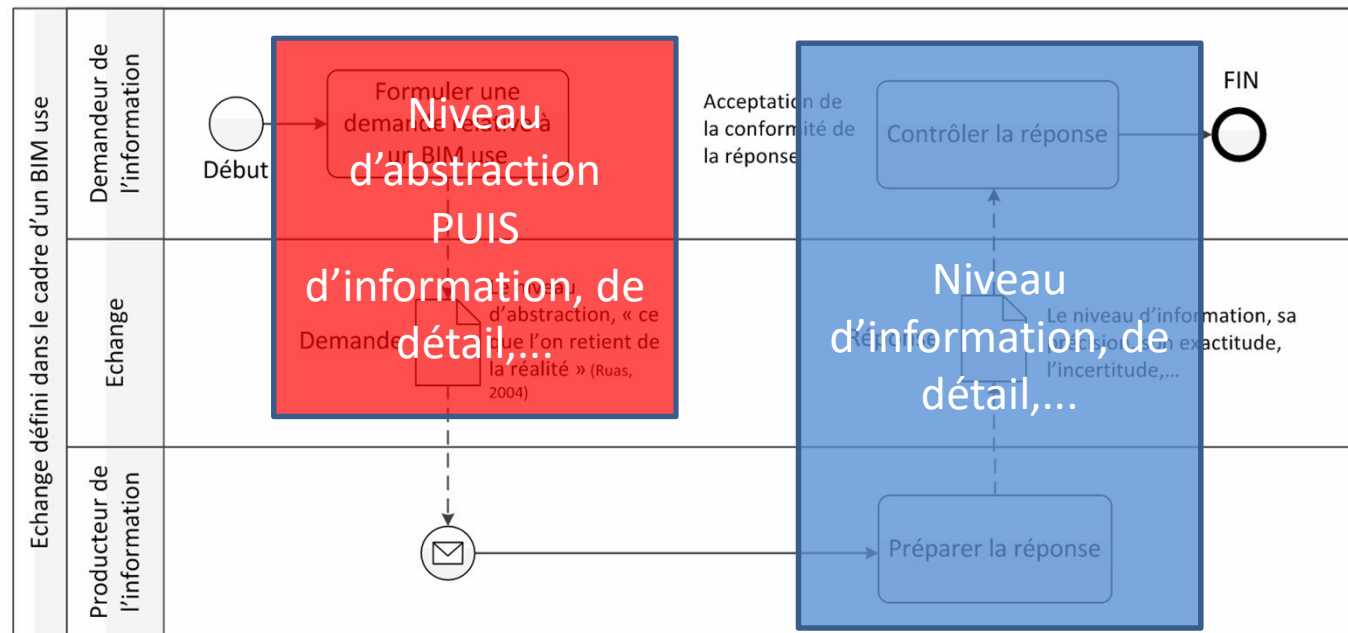


# LES NIVEAUX DE DÉTAIL DE L'INFORMATION POUR LES ÉCHANGES

- Un échange ce n'est pas uniquement « transférer de l'information à l'acteur suivant »...
- Un échange nécessite
  - une demande,
  - une réponse,
  - un contrôle de cette réponse.



Démarche de normalisation  
(IDM, MVD, LOX)





# RAPPEL DES ÉLÉMENTS CLÉS AUTOUR DES LOX

## ► Les LOX :

- Concernent l'information à échanger et à historiser tout au long du processus de conception de l'écopont
- Concernent le lien avec les livrables et l'information créée, échangée et modélisée
- Devraient assurer la cohérence entre les points de vue des acteurs (ouvragiste, écologue, etc.)
- LOX doit contribuer à la confiance dans l'information, et donc à sa qualité  
=> explicitation des dimensions aujourd'hui implicites.

## ► Les questions posées :

- Est-ce que les dimensions implicites des LOX doivent être linéairement croissantes l'une par rapport aux autres ?
- Est-ce que les LOX s'appliquent à tout le projet ? A chaque maquette numérique ? A chaque modèle ou objet ?
- Est-ce que les LOX sont des objectifs à atteindre ? Dans ce sens la norme ISO 19 650 à paraître définit le concept de Level Of Information Need, (LOIN).
- Est-ce un outil de mesure de l'avancement de la conception ?

# BIM

## Infrastructures et Environnement



Modélisation des INformations INteropérables  
pour les INfrastructures Durables

### *Historisation : Enjeux et modèles associés*

**Anne Ruas IFSTTAR**

**20/03/2017**

**BIM, Infrastructure et environnement**



## ► Conserver des données pertinentes dans le temps

- Pourquoi ?
- Pour qui ?
- Quoi ? Quelles informations ?
- Comment ?
- Où ?
- Qui ?

## ► Accéder

- Comment ?
  - Sous quelles conditions ?
  - À quel prix ?

## ► Le passage est-il efficace ?

- Comment évoluent **la faune et la flore** autour de l'infrastructure ?
- Evolution négative ou mitigée (selon les espèces)
  - Faut-il le modifier ? (aménager)
    - 'processus agile'
  - Faut-il prendre d'autres mesures ?
- Evolution positive
  - Est-ce un 'modèle' ?
- Qu'est ce qui avait justifié les choix ?
- Y avait-il des alternatives ?

## ► *Retour d'expérience*

*gestionnaire*



# POURQUOI CONSERVER LES DONNÉES ?

## ► Pour adapter le passage (ses aménagements) au cours du temps

- Analyse des changements
  - L'environnement autour de l'infra a-t-il changé ?
  - L'infra (à cet endroit) a-t-elle évolué ?
    - Ex : élargissement
  - Les aménagements ont-ils évolué ?
- Faut-il faire évoluer les aménagements ?

► *Adaptation*

*gestionnaire*

## ► Pour partager ces données pour d'autres besoins

- **Infra**, flore, habitat, faune, mnt, ...

► *Capitalisation, optimisation*

*tous*

## ► L'infrastructure

- la représentation de la réalité (pas celles des projets)
  - *le dernier projet est parfois la seule représentation*
- À différents niveaux de détail LoD
- A différentes temporalités si l'infra a évolué (**versionnement**)
  - Ex : élargissement de la A63

## ► Le passage

- et ses métadonnées
  - **ses objectifs (espèces)**
- et ses aménagements
- et ses modifications au cours du temps (**versionnement**)

## ► L'environnement géographique

### ■ MNT

- le MNT est parfois la seule représentation de l'aménagement des bas côtés des infra
  - Pourrait être intéressant de créer des objets plus explicites

- A différentes temporalités (versionnement)

### ■ Occupation des sols (nature et usage), rivières

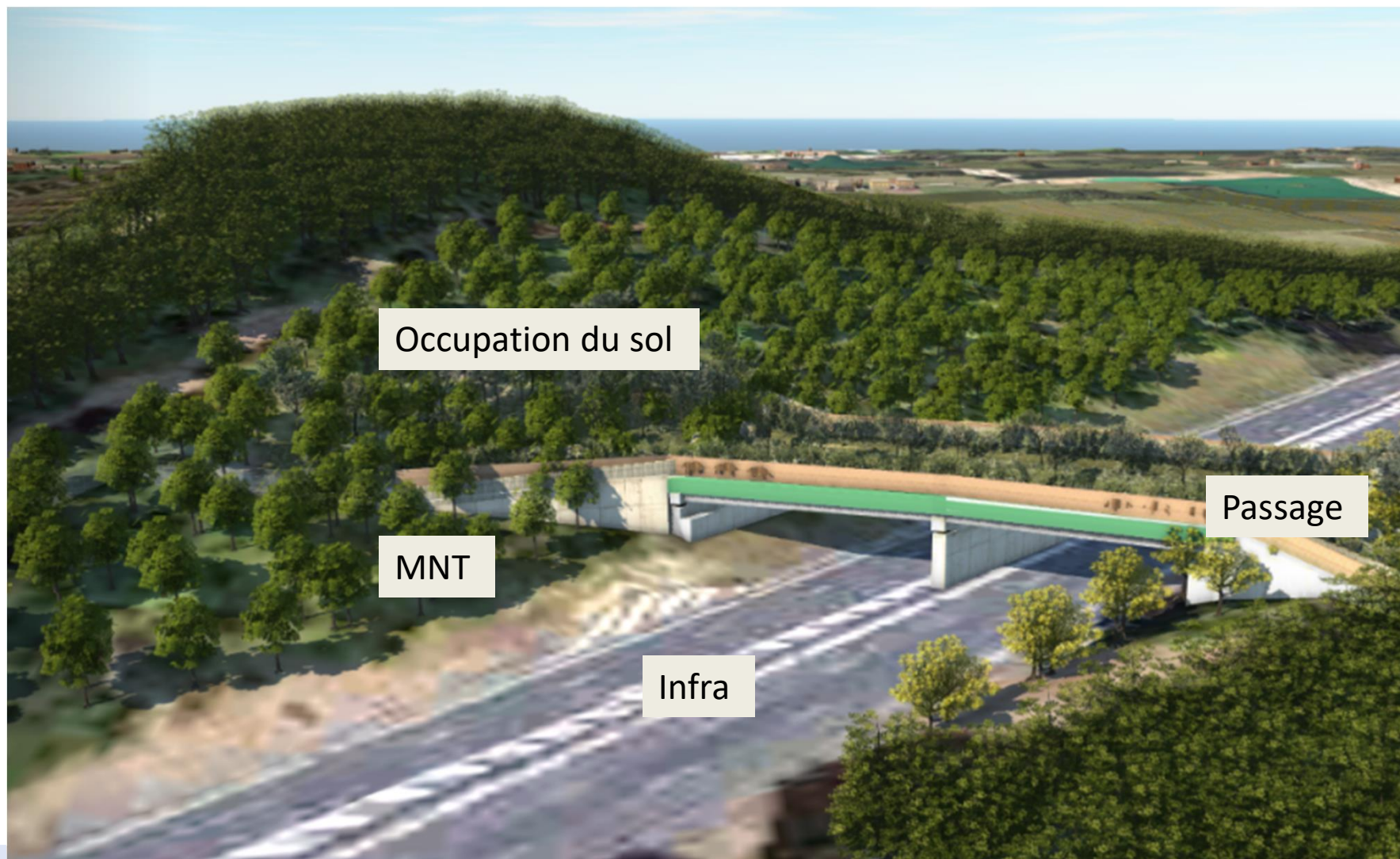
- A différentes temporalités (versionnement)

## ► Les inventaires ou relevés sur la flore et la faune

### ■ Estimation de la taille de la population (t) et des métadonnées associées (t) (versionnement)

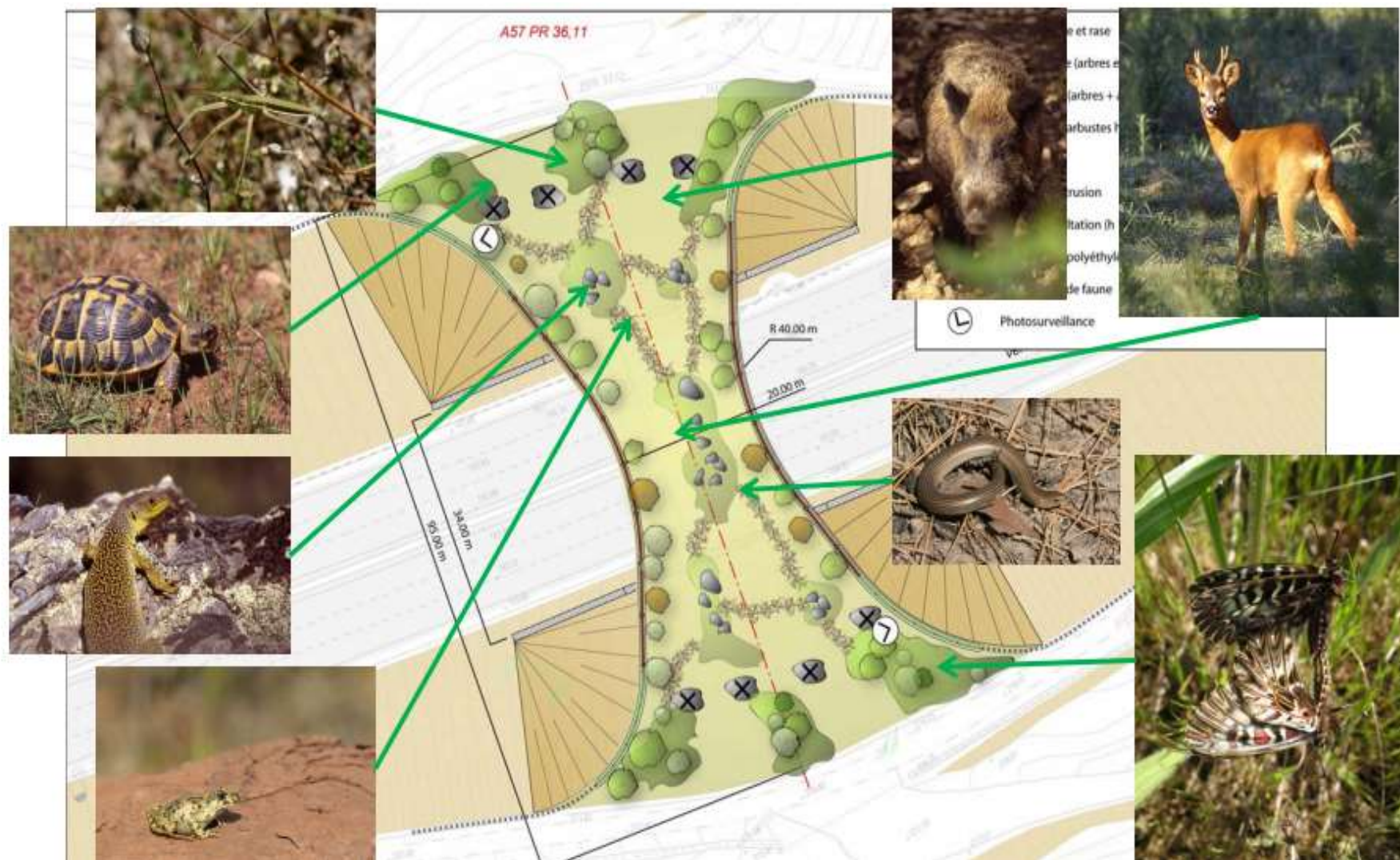
- Méthode de relevé (protocole)
- La nomenclature ( et niveau de généralisation)
- Méthode d'estimation à partir de relevés

### ■ Les appareils de mesure (suivi)





# QUOI : LE PASSAGE ET SES AMÉNAGEMENTS

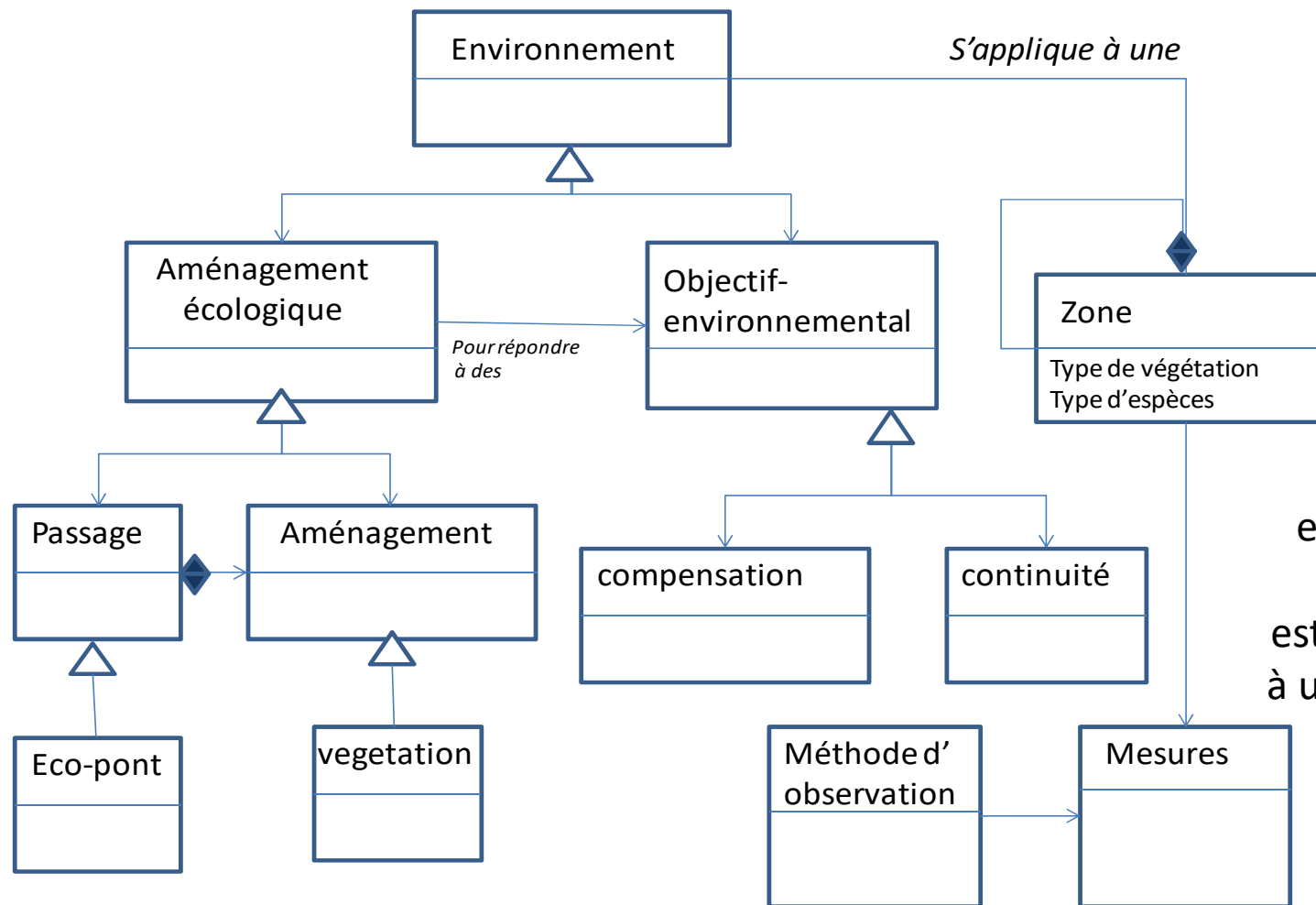




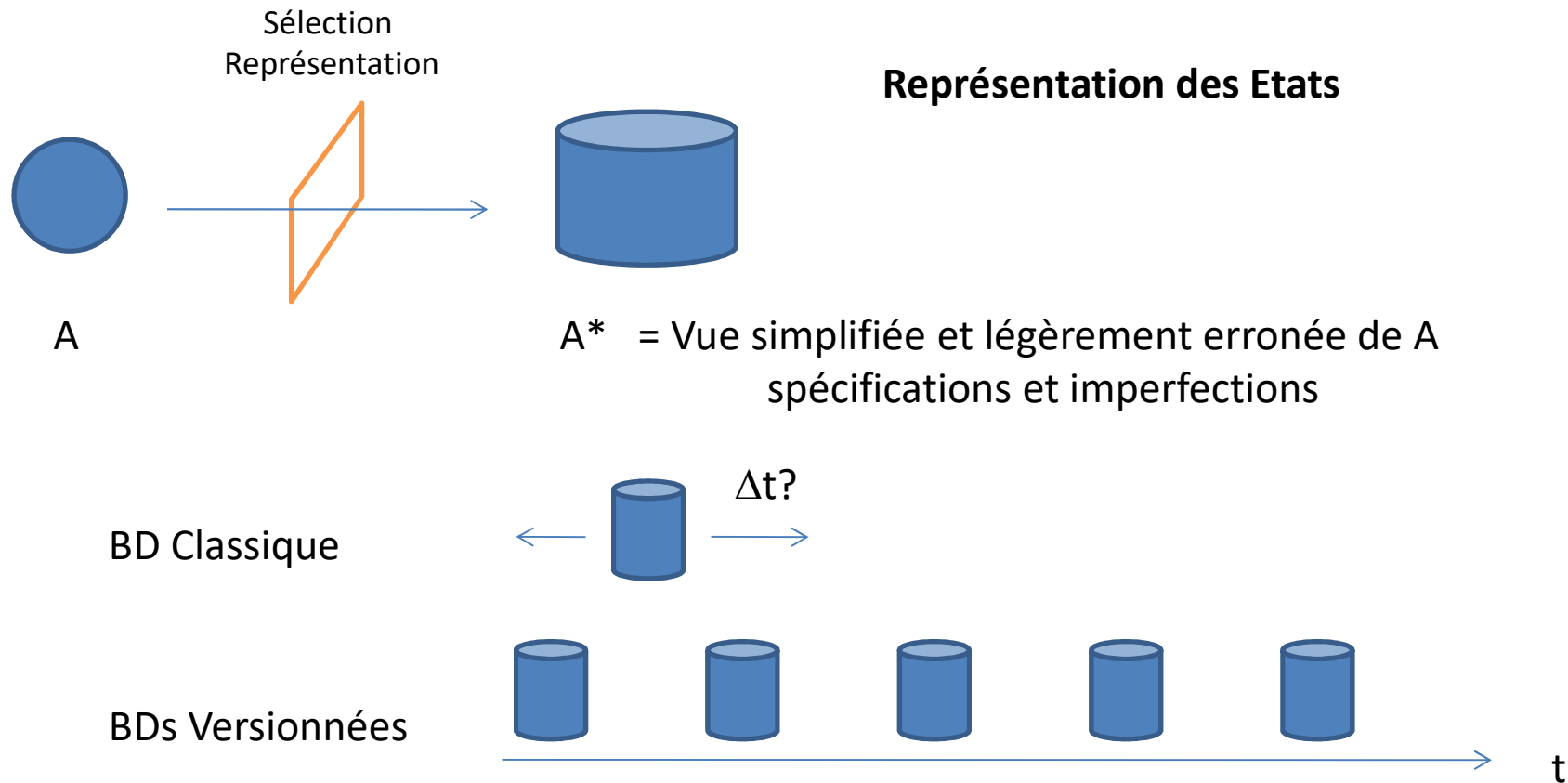
# QUOI : LES INVENTAIRES ET LES APPAREILS DE MESURE



# SCHÉMA CONCEPTUEL



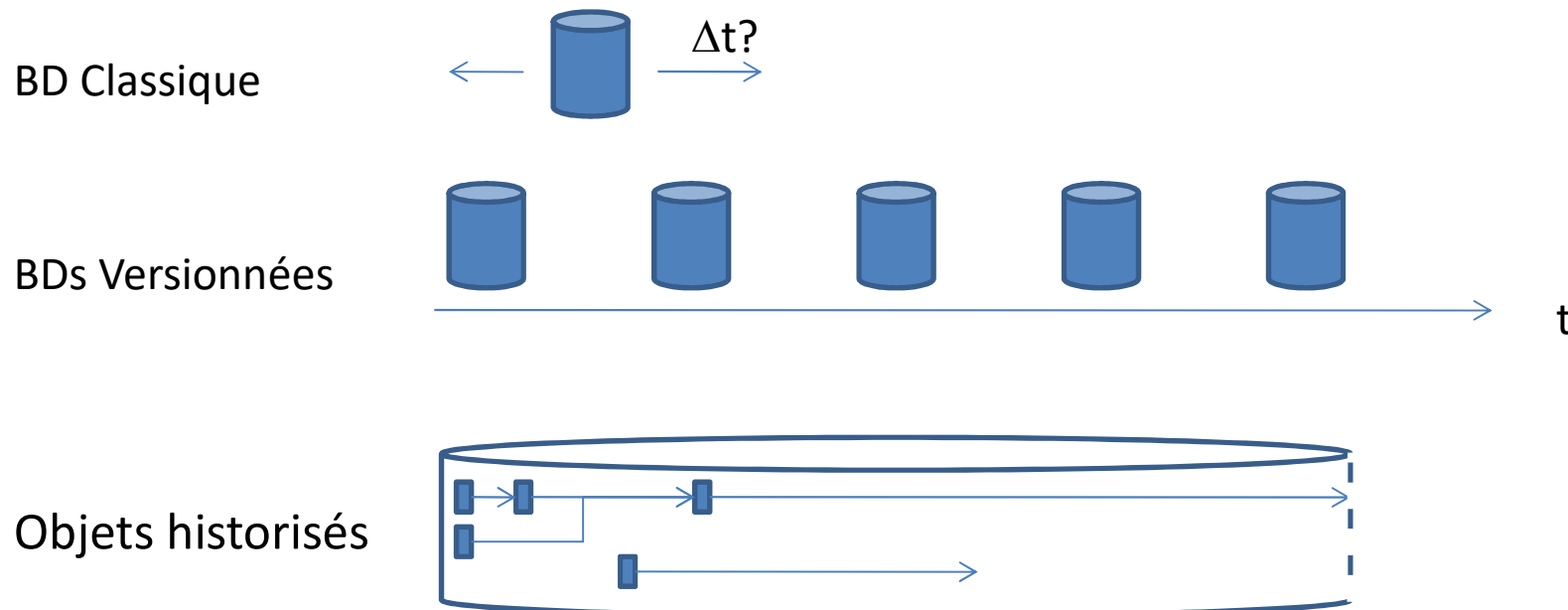
Modéliser les zones et les espèces animales présentes et la taille estimée de la population à un instant t pour suivre les évolutions



*Les modèles 'snapshots'*

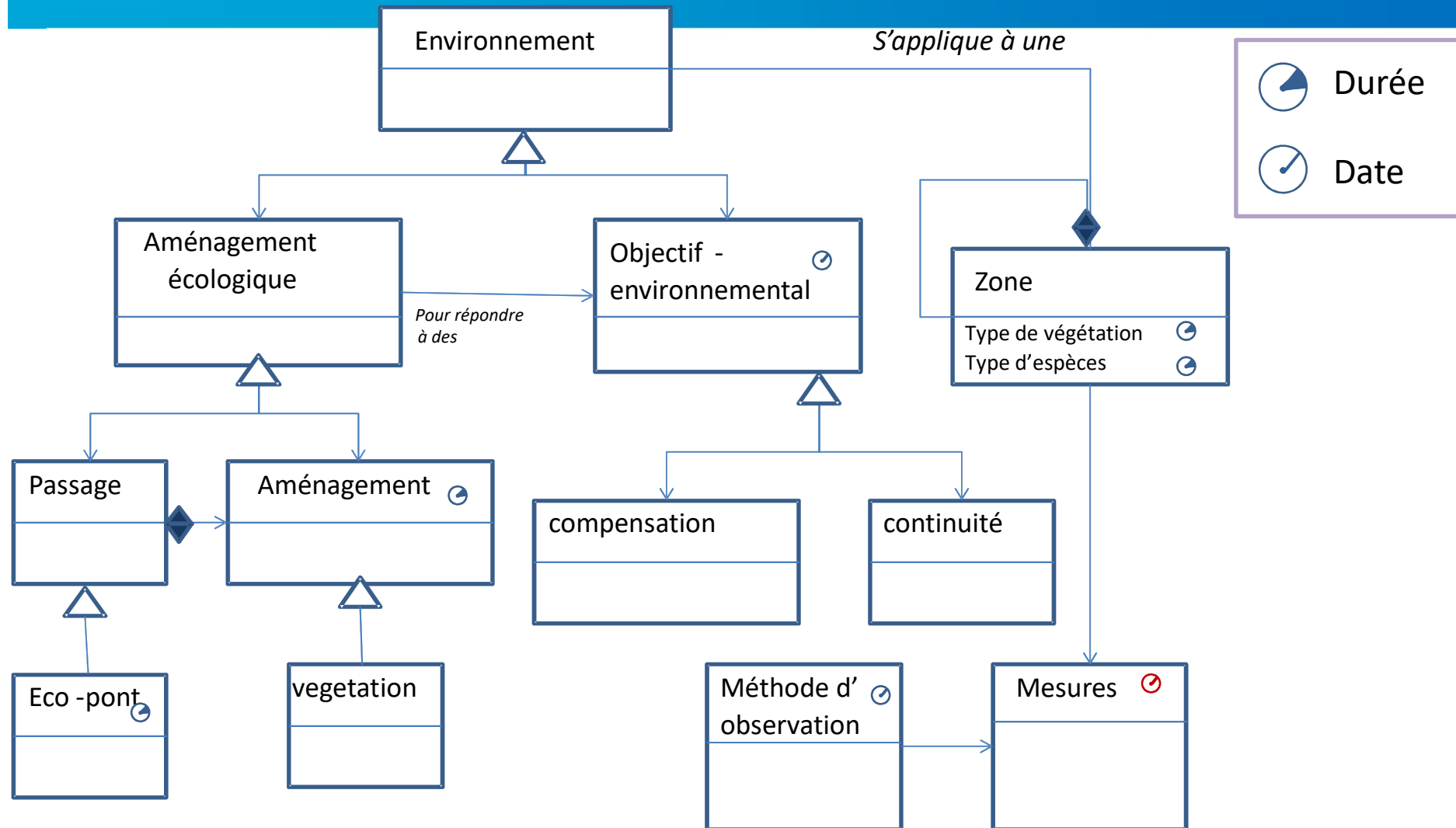


# REPRÉSENTER LE TEMPS



Garder les mêmes objets mais estampiller les attributs  
(valeur, date)

# LES ATTRIBUTS TEMPORELS



- ▶ **Estampiller les objets avec des attributs temporels**
- ▶ **Utiliser des formats interoperables et lisibles**
  - Ex: de type GML
    - Volumineux mais très lisible
- ▶ **Utiliser des taxonomies normées**
  - Et décrire les protocoles et unités de mesures
- ▶ **Externaliser sur des SGBD-Geo standard (et libre )**
  - Surtout pas de logiciels propriétaires
- ▶ **Définir un serveur de données national et un gestionnaire reconnu**
  - Ex : BRGM, IGN, FNTF, ..

## COMMENT ACCÉDER ? A QUEL PRIX ?

### ► Les données peuvent garder

- leurs droits de propriété
- des restrictions d'utilisateurs ou d'usage

### ➤ *Définir des licences adhoc*

### ► Le prix peut inclure :

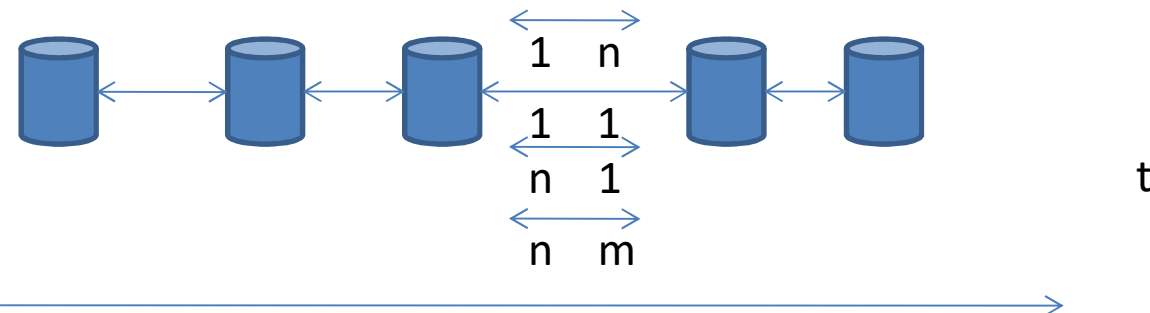
- Le coût de fonctionnement
  - Electricité, personnel, maintenance
    - Ex : les grands équipements
- Le cout d'amortissement

### ► *Définir la tarification adaptée*



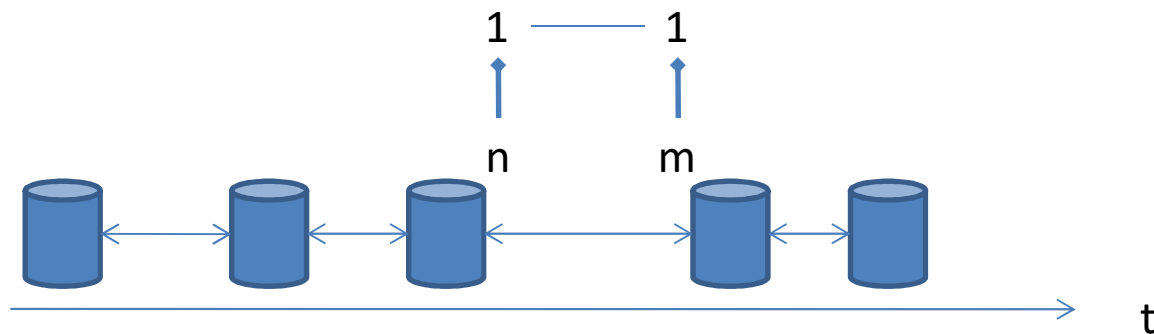
- Importance de ne pas perdre ces données extrêmement riches !
- s'organiser pour les structurer et les partager

Lien entre objets



Qu'est devenue cette entité au cours du temps ? (vue 'objet')

Autre LoD  
Plus simple



Qu'est devenu cet espace au cours du temps ? (vue 'territoire')

# BIM

## Infrastructures et Environnement



Modélisation des INformations INteropérables  
pour les INfrastructures Durables

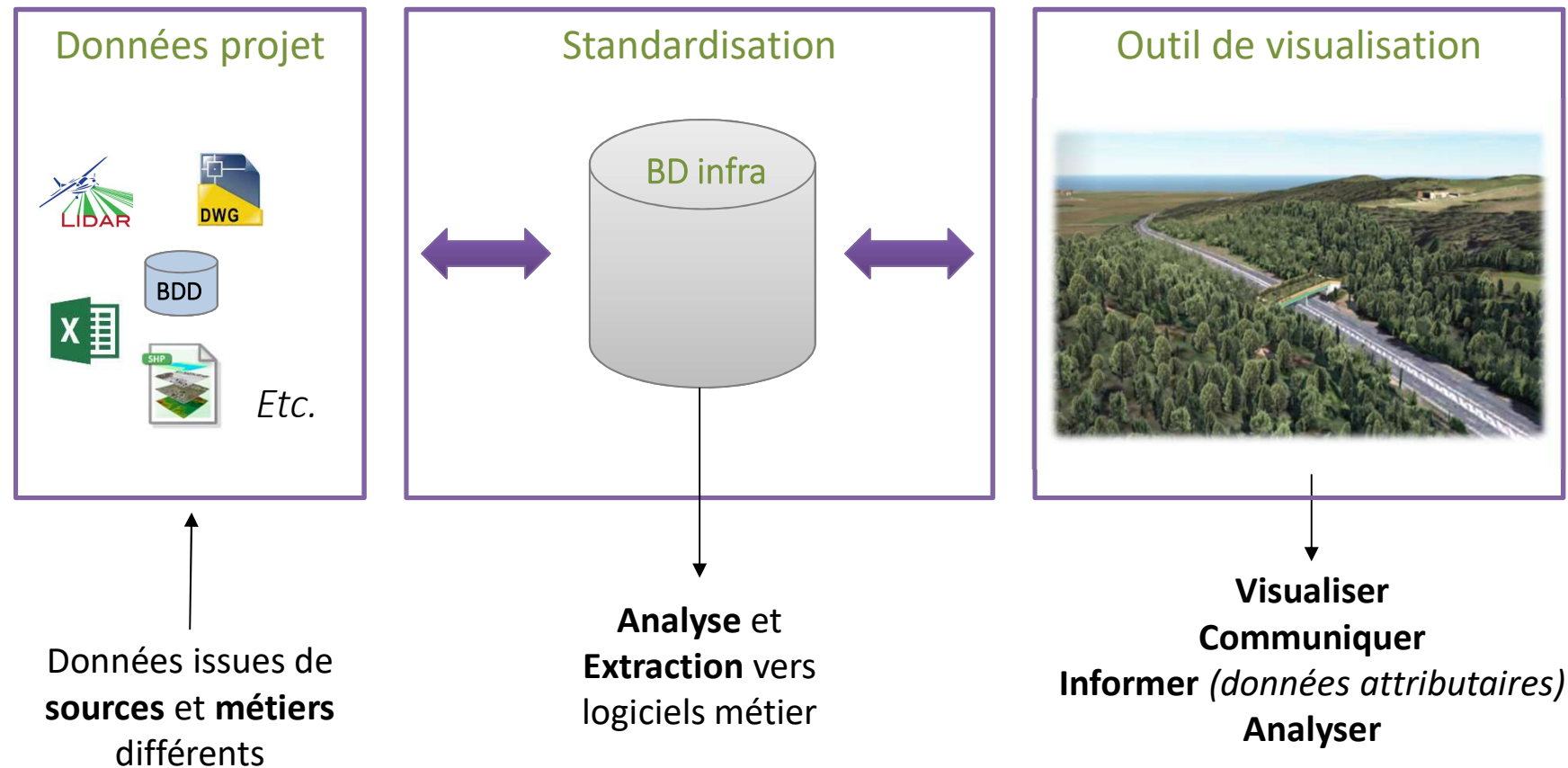
## Conclusions et Perspectives



20/03/2017

BIM, Infrastructure et environnement







## FORMAT, SCHÉMA, INTEROPÉRABILITÉ

- ▶ Manque d'interopérabilité, de format pivot
  - Vers une Co-existence formats : IFC (bâtiments et infrastructures) et GML (CityGML, InfraGML, etc.)
  - Logiciels de changements de format (type FME)
  - Mise en cohérence de la gestion des niveaux de détail
- ▶ Manque de modélisation pivot (schéma/modèle de données)
  - Vers une ontologie
- ▶ Améliorer les normes de bibliothèques graphiques
- ▶ Décrire les échanges de façon normalisée
  - la nature de l'échange dans l'IDM

## HISTORISATION

- ▶ Déposer et sauvegarder les bases de façon externalisée aux outils
  - de type SGBDInfra
- ▶ Ne pas sectoriser infra/environnement/écologie

## DONNÉES DISPONIBLES ET QUALITÉ

- ▶ Manque de données 3D
  - Ex : BD Topo et MNT en cohérence
- ▶ Importance de la qualité géométrique des données
  - et des outils de mise en cohérence géométrique / topologiques
- ▶ Manque d'identification des données pertinentes
  - Approche par l'ingénierie des exigences

## SIMULATION

- ▶ Importance de la modélisation et de la simulation (et donc du numérique) pour diversifier les solutions

### ► Aujourd'hui

- Enorme travail de compilation des données

### ► Demain, avec le BIM

- Fluidité et pertinence des échanges
- Davantage de simulations
  - Plus de scénarios, plus de choix optimisés
  - Sécurisation du choix
  - Cohérence entre phases d'étude et réponse aux besoins
- Historisation (infra et environnement) :
  - REX sur les choix faits, les impacts
- Capitalisation et partage des données

## ► Comment y arriver ...

- Prise de conscience de l'intérêt qualitatif (et économique)
  - mieux et plus vite
- Externalisation des données
- Standardisation, normalisation
  - formats, processus, approche
- Contrôle qualité (données sources et données traitées)
  - et des outils de mise en cohérence
    - Ex : Triangulation <> Maillage
- Meilleure représentation des cycles de vie des différentes données (pas de synchronisation absolue)
  - cycle de vie de chaque donnée
  - conception globale par succession d'étapes
- Contractualiser les exigences sur les formats
  - dans les appels d'offre, reglementations