

allenviSolutions



Jumeaux numériques

François Christiaens

2023



Historique

2003

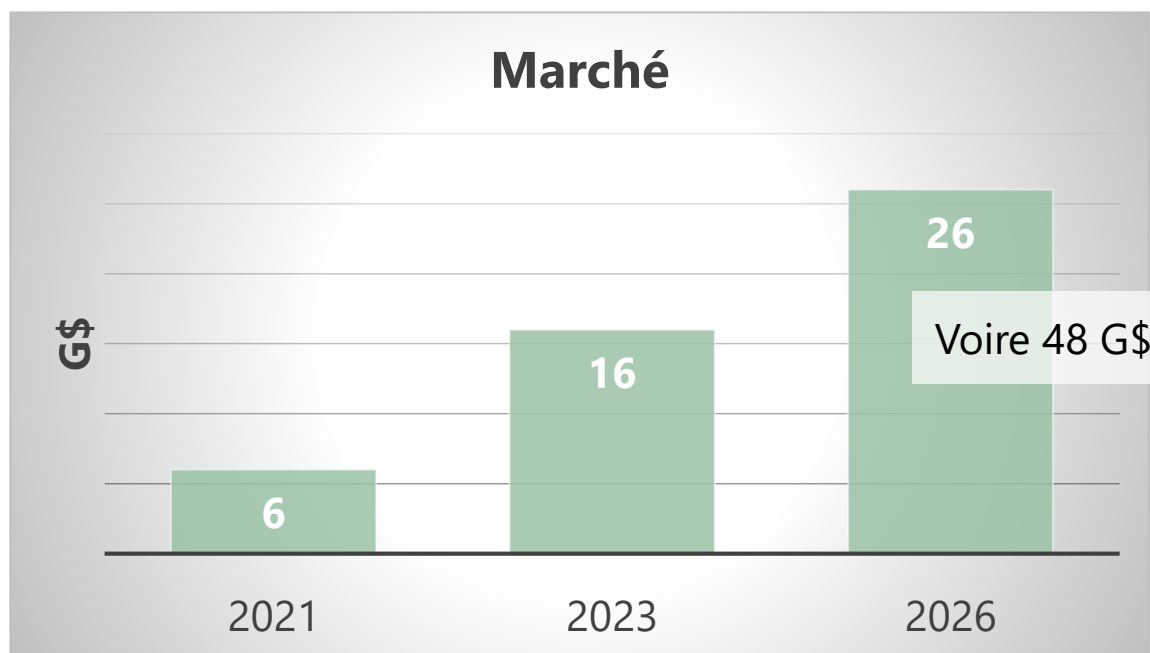
« Digital Twin »
M. Grieves, Univ. Michigan

2013

Premières applications
industrielles

2023

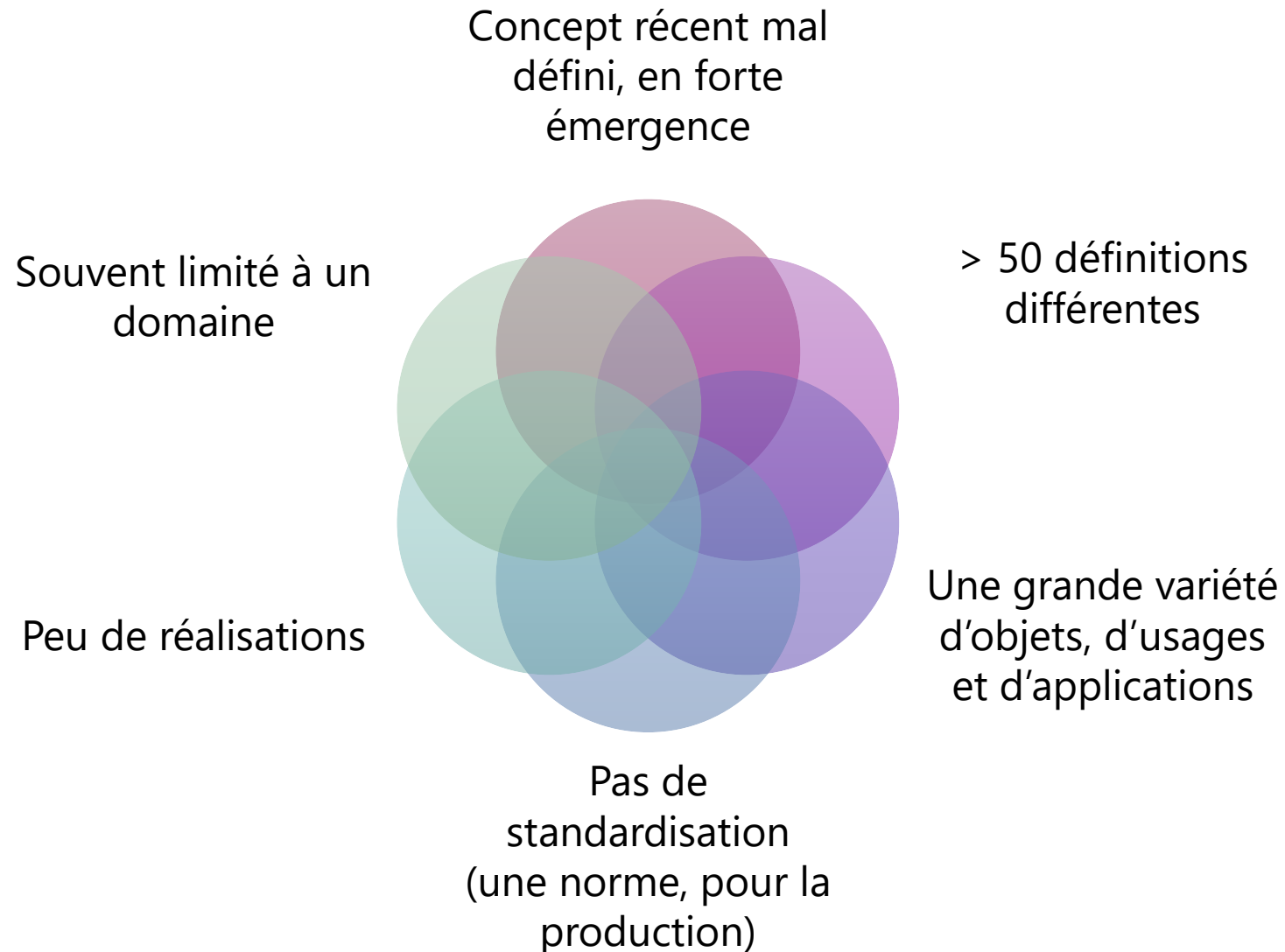
Tous les objets sont
connectés



- 318 G\$ +20% / an
- >24 G objets connectés
85% avec jumeau numérique
- "Transformative Urban Digital Twin and City Modeling Deployments to exceed 500 by 2025"

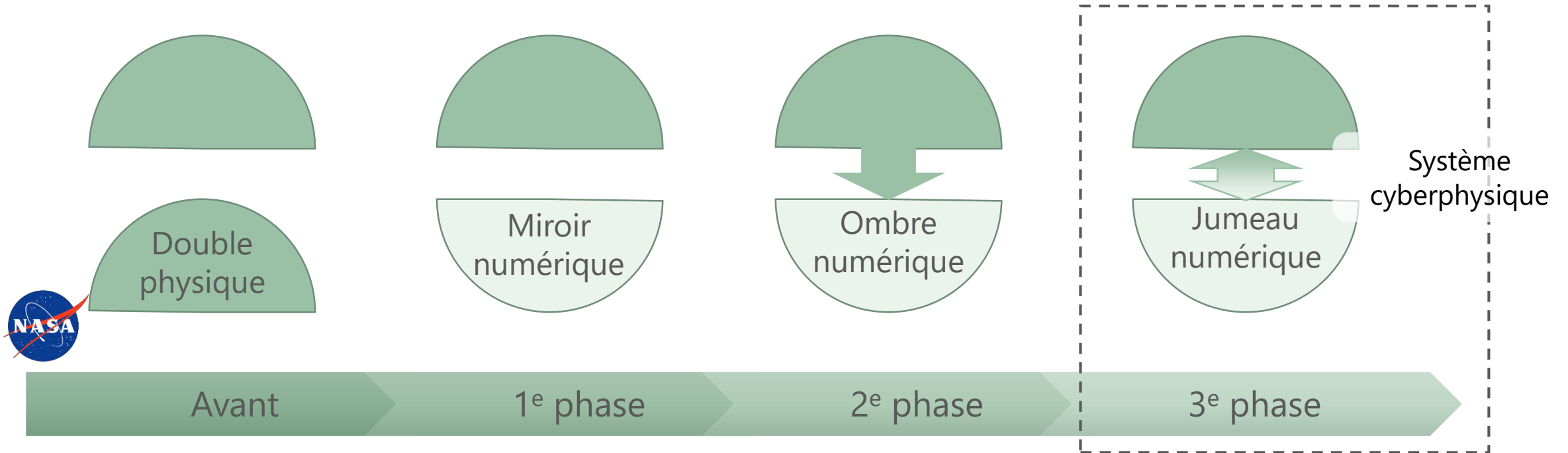
Sources : Arnaud Perrot,
Nathalie Julien ; IBM /
Markets & Markets ; ABI
Research

Un jumeau numérique, qu'est-ce que c'est ?



Sources : Nathalie Julien ; Korenhof et al.

Jumeau numérique : concepts historiques



Un jumeau numérique « vivant » : caractéristiques

Un **flux de données constant** entre les espaces réels et virtuel

Une capacité à gérer des **données sécurisées**, fiables et pertinentes avec un niveau de précision adéquat

Une **architecture** qui permet de valider et d'**améliorer** les modèles

Un **contrôle partiel ou total** sur l'environnement réel

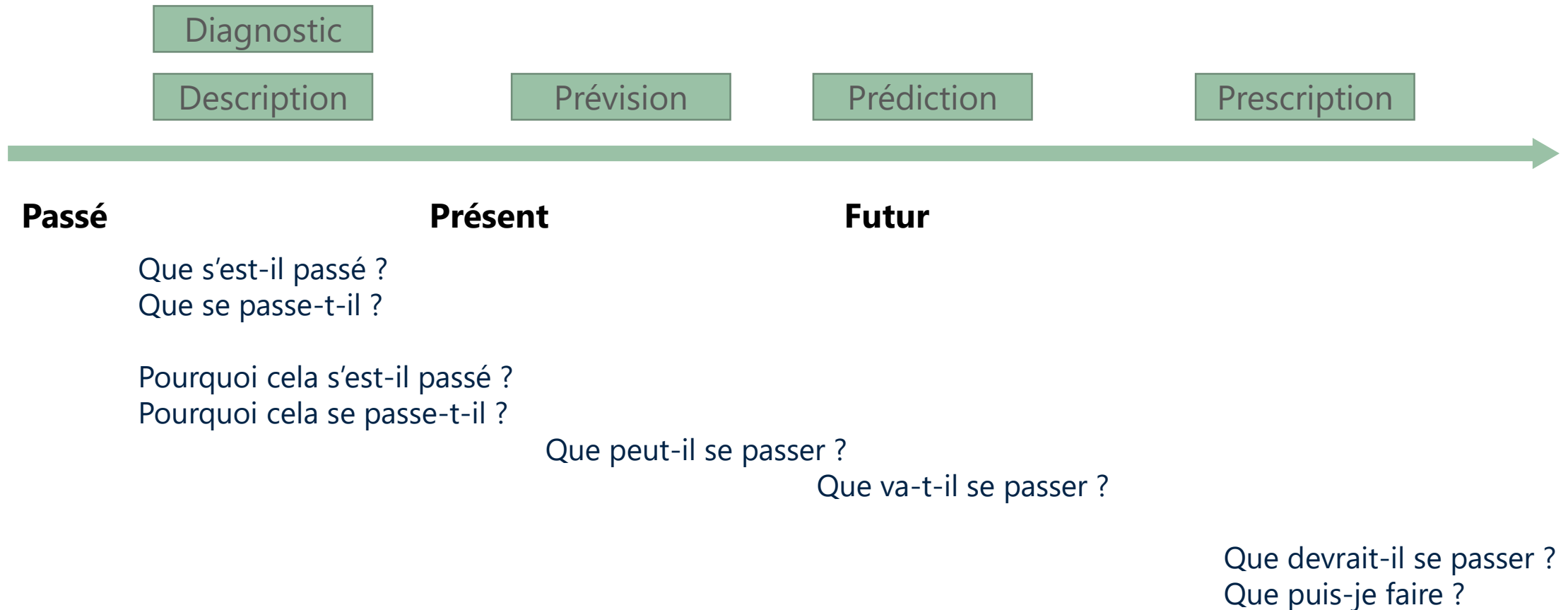
Une capacité d'**apprentissage**

Une capacité de **prédiction**

Une capacité de **prise de décision**

Source : Nathalie Julien

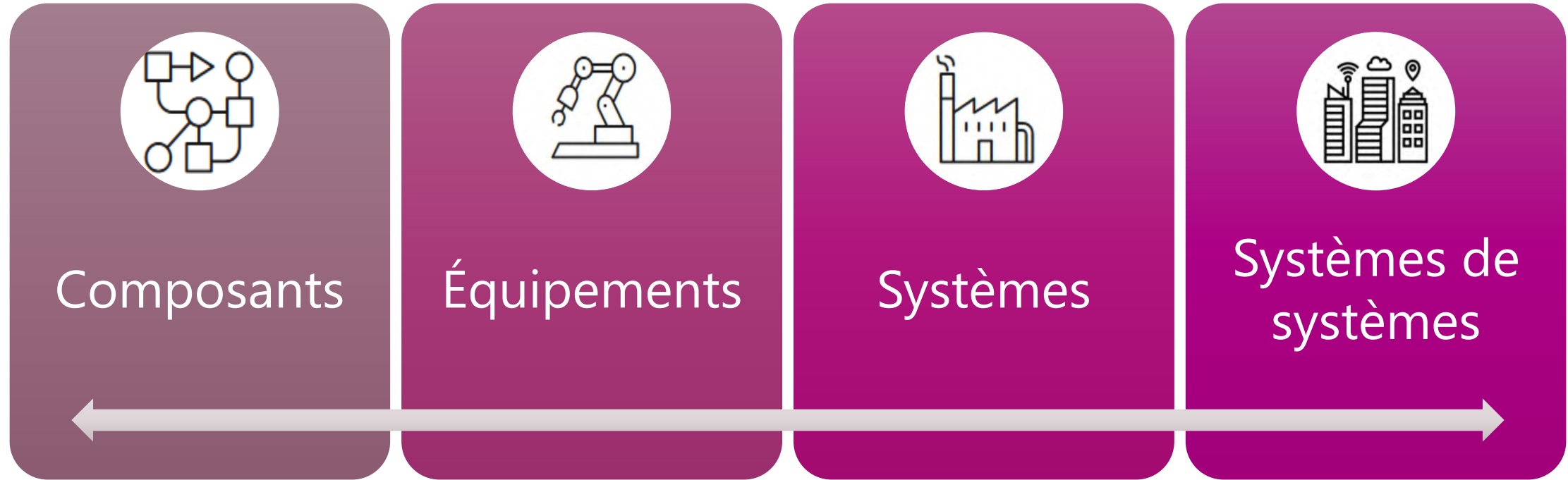
Des propriétés qui découlent de la communication permanente



Données logistiques (quoi / qui est où, quand), de consommation énergétique, d'utilisation d'équipements, d'environnement (météo, air, bruit, topographie...), etc.

Sources : Nathalie Julien ; analyse AllEnvi Solutions

4 niveaux d'objets



- **Approche « bottom-up »** : objet + capteurs → données → modèles de prédiction (+ IA)
- **Approche « top-down »** : (équations mécanistiques + mesures), résolues numériquement → prédire des comportements.

Sources : Nathalie Julien ; Journal du Net ; analyse AllEnvi Solutions

Secteurs applicatifs dominants

- Gros moteurs :
 - Réacteurs
 - Moteurs de locomotive
 - Turbines de production d'électricité
- → calendriers de maintenance

Moteurs



- Aide
 - à la conception,
 - pour augmenter l'efficacité de la fabrication,
 - pour améliorer les performances des véhicules

Transports



- Production de gaz, d'acier, de ciment, industrie pétrolière, transformation alimentaire, exploitation agricole...

Procédés industriels



- Grandes structures physiques :
 - grands bâtiments
 - plates-formes de forage offshore
- Systèmes inclus : climatisation...

Infrastructures



- Afficher des données spatiales 3D et 4D en temps réel, intégrer des systèmes de réalité augmentée dans les environnements construits

Aménagement

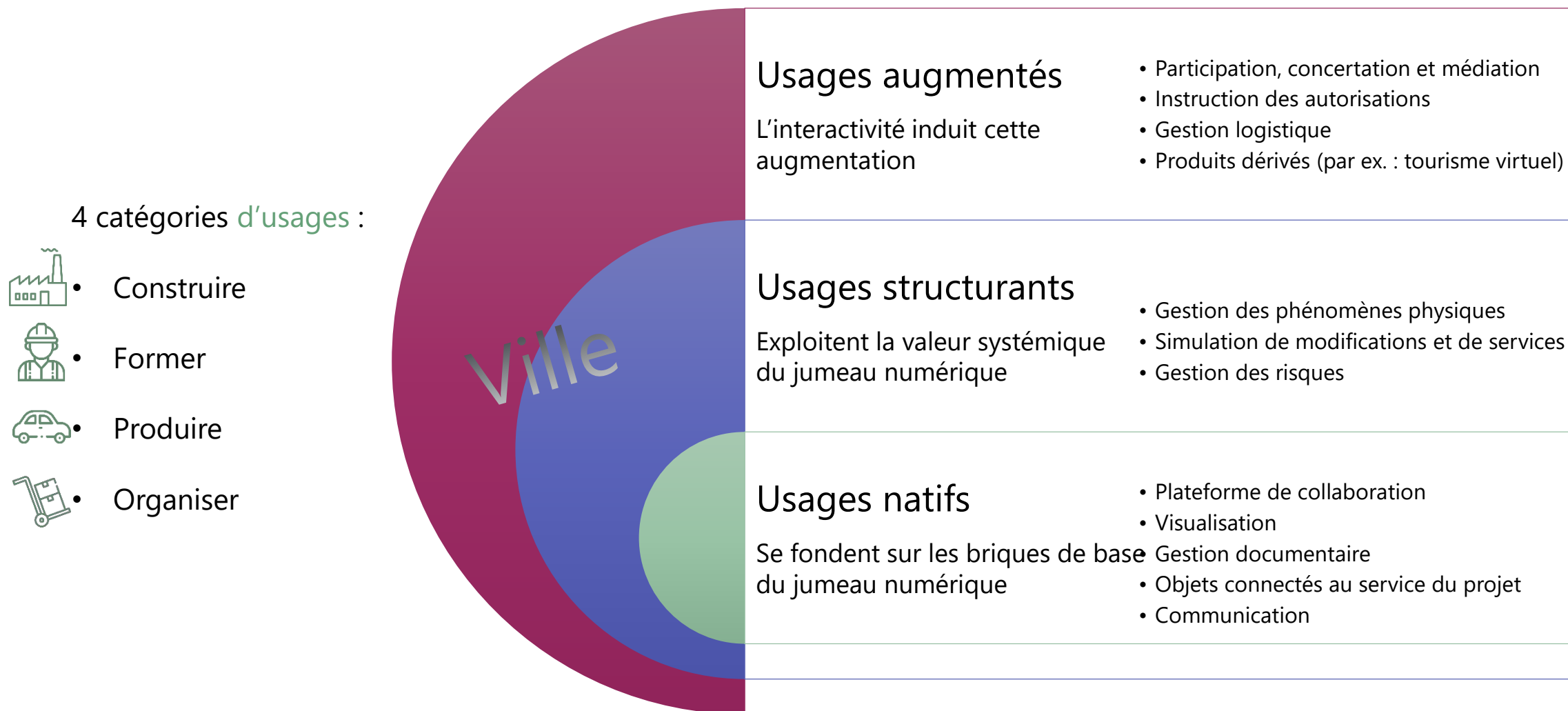


- Aide à évaluer les risques sanitaires avant que les maladies ne deviennent symptomatiques,
- tout en permettant aux médecins de simuler les traitements possibles sur le jumeau numérique d'un patient

Santé



Jumeaux numériques pour l'aménagement : typologie des usages



Sources : Nathalie Julien ; Christelle Gibon

Avantages des jumeaux numériques (leviers d'adoption)



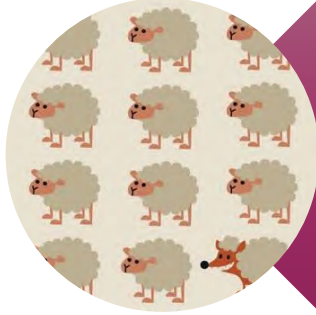
- ROI : coûts évités
- Phase de **R&D**
 - Raccourcissement des cycles de développement + intégration conséquences transverse.
 - Data de résultats de performance probables → infos qui aident à affiner les produits ou services avant de commencer la production / réduction des taux d'échec
- Phase de **gestion**
 - Atteindre et maintenir une efficacité maximale tout au long de la durée de vie.
- **Fin de vie**
 - Déterminer quels matériaux peuvent être récupérés et leur état

Freins à l'adoption



- Manque de clarté des bénéfices
- Manque de standards industriels
- Manque de formation
 - Équipes techniques
 - Utilisateurs finaux
 - Prestataires
- Surcoût
 - Global
 - Métropoles > petites collectivités
 - Pré-requis : transition numérique
 - RH : recrutement et fidélisation des personnes compétentes en numérique (cf. data scientists)
 - ROI
 - Dépend du nombre d'usages (ex. : PLU + trafic routier + gestion des déchets + tourisme...) et d'usagers
 - Potentiellement à long terme
 - Décisions prises avec ou sans données

Risques associés



Contrôle *partiel* de l'objet physique

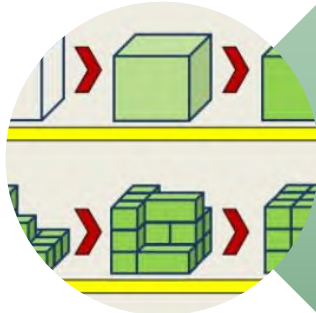
→ Revendication abusive pour bénéficier

- Du caractère nouveau du concept
- De l'image positive (industrie 4.0)



Foi dans le contrôle du monde par la technologie : mode de pensée qui a pu induire des problèmes de ressources naturelles ou de changement climatique.

Coût de l'inaction > expérimentation → pilotes aptes à monter en échelle



L'évaluation des risques associés à l'emploi d'un jumeau numérique nécessite de clarifier sa **capacité d'évolution et d'inclusion de paramètres non modélisés initialement.**

Sources : P. Korenhof et al. ; analyse AllEnvi Solutions

Perspectives

Objets connectés

Capteur

→ Actuateur

→ Recommandations
d'optimisation

→ Système autonome

Jumeaux numériques

Intégration bi-
directionnelle
simulation et monde
réel (cyberphysical
systems)

- Industrie 4.0 : OK
- JN aménagement : en cours
- JN biologique : futur

X

Fusion du jumeau
numérique et du
métavers ?



Le jumeau numérique pour minimiser l'impact environnemental

Modèle vivant : référence unique de données communes

Histoire du passé

Miroir du présent

Visions potentielles du futur

Conception

Construction

Exploitation - maintenance

Fin de vie

Simulation

Traçabilité

Information temps réel

Scénarios

Collaboration

Logistique

Aide à la décision

« **60% des organisations des principaux secteurs s'appuient sur les jumeaux numériques comme catalyseur pour**

- améliorer les performances opérationnelles
- réaliser leur programme de développement durable : aide à
 - mieux utiliser les ressources,
 - réduire les émissions de carbone,
 - optimiser les réseaux d'approvisionnement et de transport,
 - accroître la sécurité des employés. »

Sources : Nathalie Julien ; Journal du Net

Durabilité
Résilience
Soutenabilité