

Montagne
de
demain

OCOVA 2026

3 février 2026

Les Orres



JUMEAU NUMÉRIQUE ET SMART MONTAGNE : LE VRAI, LE VRAISEMBLABLE, L'INTEROPÉRABILITÉ



Dr/HDR Laurence Vanin

Chercheure CRGN
Chaire ECOT



INTRODUCTION : DE LA SMART MONTAGNE AU JUMEAU NUMÉRIQUE

OCOVA 2026

3 février 2026

Les Orres

Le concept de « smart montagne » fait référence à l'application des technologies numériques et de l'intelligence artificielle pour rendre **les territoires de montagne plus résilients, sûrs, durables et attractifs**.

Cela englobe :

- la gestion des ressources naturelles,
- la prévention des risques (avalanches, glissements de terrain),
- la mobilité,
- l'énergie,
- le tourisme (flux de population) et activités
- la préservation de la biodiversité
- la santé & le bien-être

Intégration des contraintes : manque de neige, pb de ressources, risques montagnes.

Projet vertueux : (Pédagogie, acculturation, secours)

→ **Création du jumeau numérique**



CHAIRE
ÉCoT



OCOVA
ALP MED NET

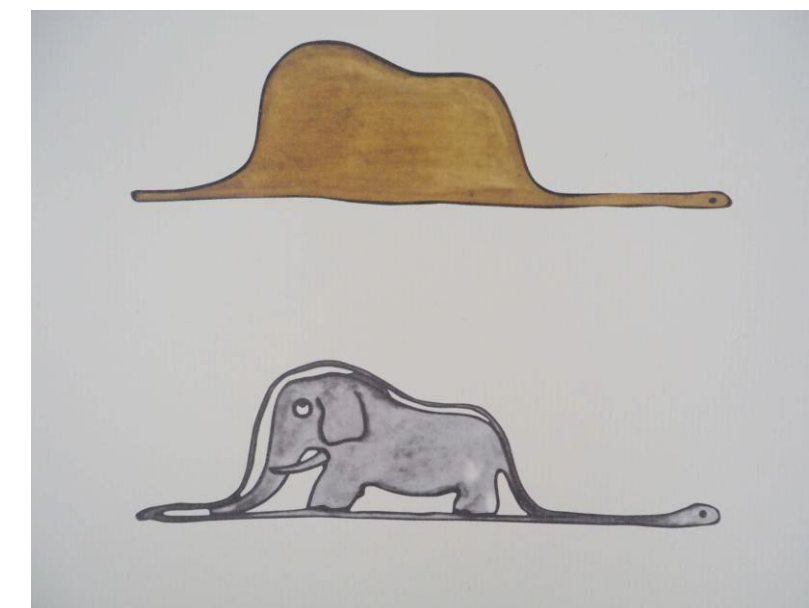
LE VRAI - SEMBLABLE

& POINTS DE VIGILANCE



Caractéristiques du jumeau numérique

1. **Représentation virtuelle fidèle d'un objet ou système** (la question de la représentation ou vision systémique des données – **Pb BIAIS** – **s'extraire de sa position initiale** – **multiplier les points de vue**)
2. **Modèle numérique des montagnes en temps réel ou différé** (utile et objectif mais **un autre rapport subjectif à la présence par la temporalité** – **pas de prise directe avec le Réel** – sauf par jumeau numérique interposé – **rupture avec l'espace** pour entrer dans le simulé)
3. **Reflète les caractéristiques, états et évolutions d'un site** (Aide aux diagnostics - un sens augmenté de la situation. IA outils d'aide à la compréhension//décision. **Pb de confiance**).
4. **Utilise données de capteurs, satellites, observations terrain** (**confiance** dans l'outil numérique/technologie/ une autre forme de **dépendances/souveraineté**)
5. **Permet simulation, prévision et optimisation de gestion, maintenance** = gain de temps et efficacité



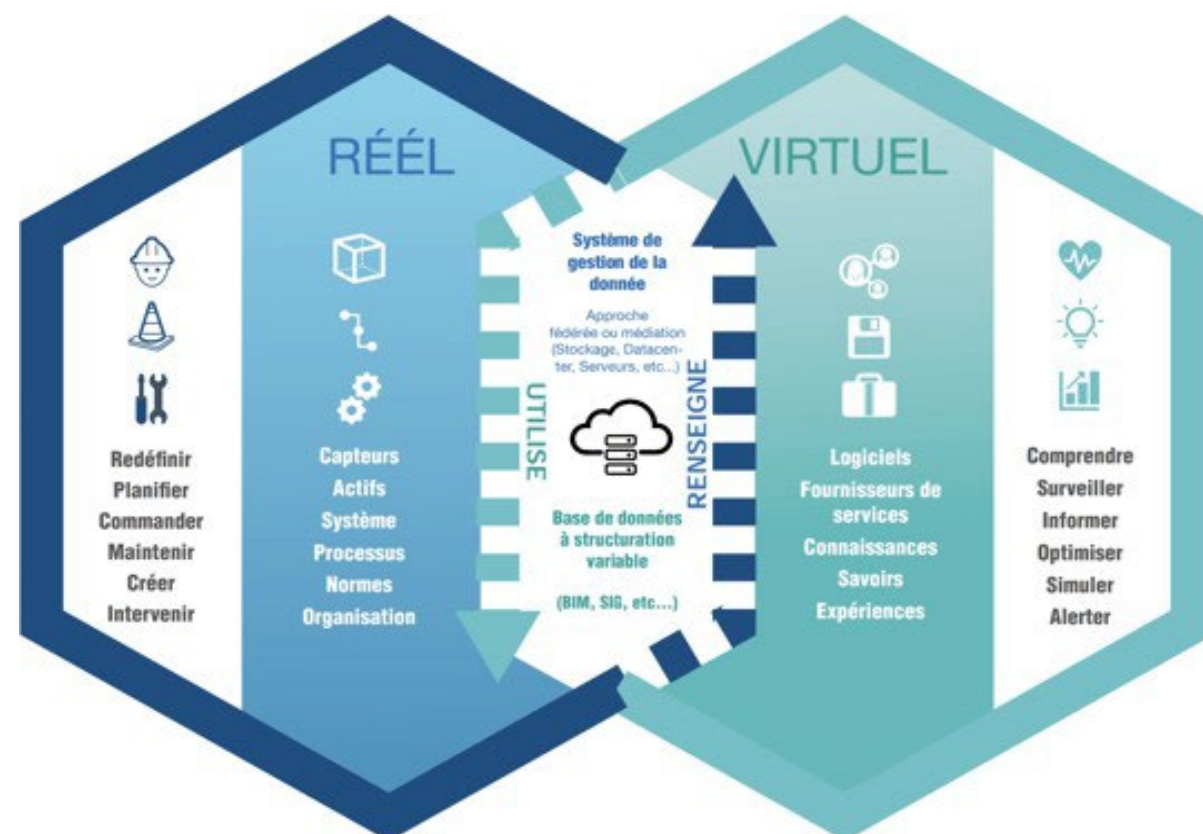
LE VRAI ANTICIPÉ : LE RÉEL ET SON DOUBLE

Avantages des Répliques Virtuelles

1. **Obtenir des informations approfondies** (multiplication des données et combinatoires)
2. **Résoudre les problèmes avant qu'ils ne surviennent** (avantage opérationnel. anticipation des jeux de variables, tests de scénarios possibles)
3. **Explorer des solutions innovantes** (répondre aux différents défis environnementaux, de consommations – former les populations)
4. **Relever des défis complexes, plateforme évolutive** (enjeux de crises systémiques en cascades, scénarisation des effets dominos).
5. **Prévoir les comportements des systèmes** (résilience)
6. **Améliorer l'efficacité opérationnelle** (prévention des crises, des catastrophes naturelles)
7. **Réduire les risques dans divers secteurs** (protection de la diversité)



L'INTEROPÉRABILITÉ : UN ENJEU MAJEUR



L'un des défis majeurs de la gestion intelligente réside dans l'interopérabilité des systèmes et des données.

Les acteurs publics et privés (collectivités, entreprises, citoyens) utilisent des outils et plateformes différents, qui doivent pouvoir communiquer entre eux pour garantir le partage, la cohérence et la valorisation des informations.

L'interopérabilité concerne :

- Les formats de données.
- Les protocoles d'interaction entre capteurs, plateformes et applications.
- Les standards ouverts pour permettre l'intégration de solutions inédites.
- La gouvernance des données (accès, sécurité, confidentialité, conservation...)

L'interopérabilité permet d'éviter la fragmentation des outils, d'optimiser la prise de décision, de stimuler l'innovation au service des territoires de montagne.



LE VRAI ET LE VRAISEMBLABLE : ATOUTS ET LIMITES DU JUMEAU NUMÉRIQUE

Le jumeau numérique tend à reproduire fidèlement la réalité (« le vrai ») : tributaire de la qualité, de la quantité et la capacité à actualiser les données disponibles.

Les modèles peuvent présenter des approximations ou des hypothèses (« le vraisemblable »), notamment lorsque certains paramètres sont inconnus ou difficiles à mesurer.

La distinction entre ces deux notions est essentielle pour les décideurs, afin de bien interpréter les résultats des simulations. ne pas surestimer la fiabilité du modèle.

Le vrai : correspond à la réalité mesurée, issue de données validées et actualisées.

Le vraisemblable : désigne les extrapolations ou interpolations réalisées à partir de données partielles ou estimées.



RISQUE DE SIMULACRE

*Une apparence qui ne
renvoie à aucune
réalité.*

Un leurre



ETHIQUE & VALEURS : ANTICIPATION DES RISQUES



Vulnérables aux menaces cyber (Malveillance, infiltration, piratage)

Risque de manipulation : jumeau numérique malveillant

La sécurité doit donc être une priorité au cours du développement du jumeau.

L'acceptabilité : collecte des données (**modèle intrusif**) favorisée **l'accompagnement éthique** durant toute la conception d'un jumeau numérique. (l'objectif ne doit pas primer sur le subjectif).

Une justification éthique des modes de développement du jumeau numérique et de son utilité. **Dilemme éthique, choix vertueux.**

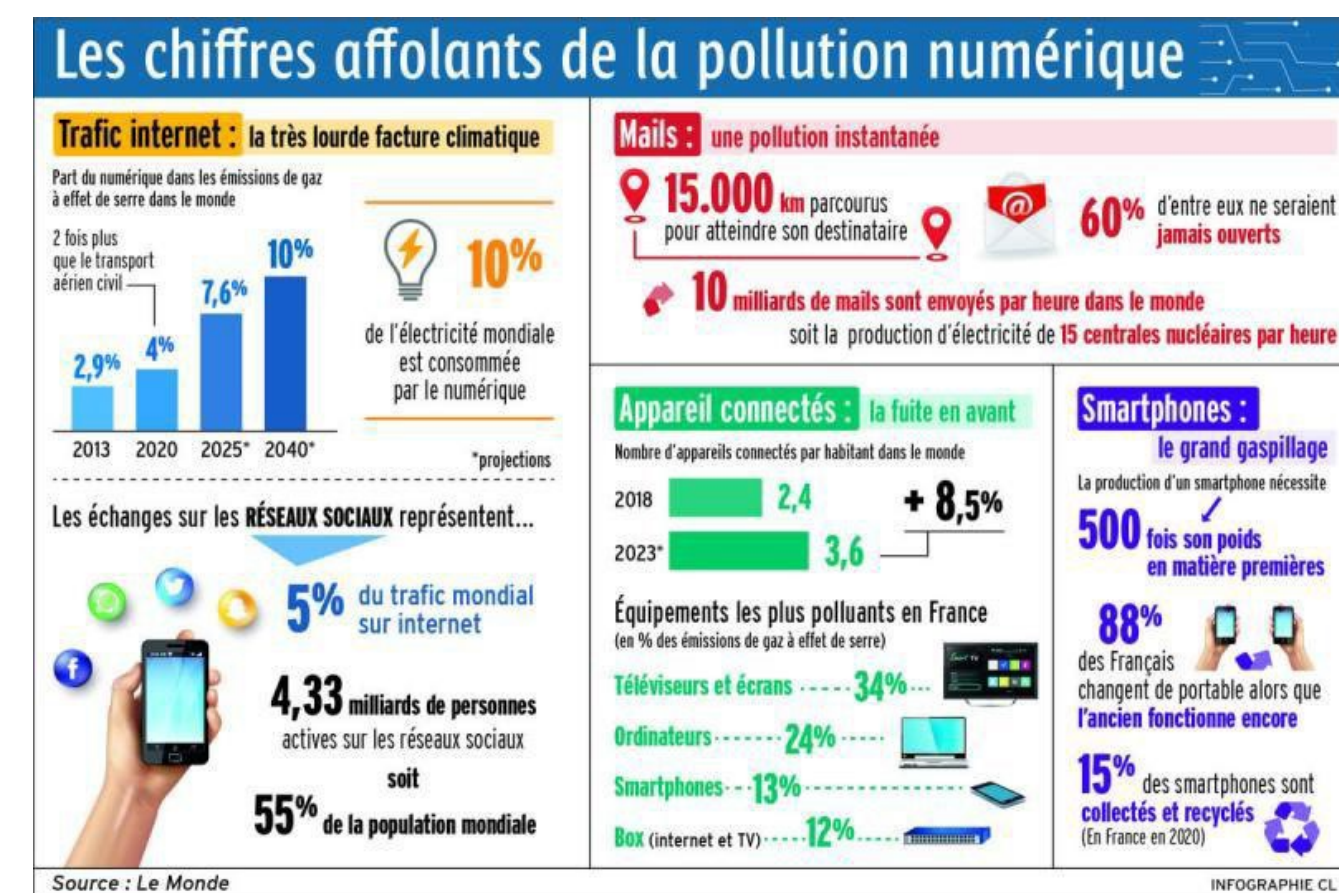
Communication. Formation. Education

Pilotage : vision globale **quid de l'exception, uniformisation à nuancer.**
Penser la place de **tous les vivants.**

L'instantanéité des résultats et aide à la décision :
pas le temps pour l'humain de réfléchir. Aliénation au virtuel

Data center : consommation/notion de pilotage des infrastructures.

Pollution numérique



CONCLUSION

L'avenir de la smart montagne passera par le développement de jumeaux numériques toujours plus performants, intégrant des sources de données variées et sans cesse actualisées.

L'enjeu sera d'assurer la transparence sur ce qui relève du « vrai » et du « vraisemblable », tout en garantissant l'interopérabilité entre les acteurs et les solutions numériques en restant en prise avec le Réel.

Ces avancées permettront d'améliorer la gestion des risques, d'optimiser les ressources et de renforcer l'attractivité des territoires de montagne, tout en préservant leur environnement unique.



Montagne
de
demain

OCOVA 2026

3 février 2026

Les Orres



MERCI POUR VOTRE ATTENTION !
THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!

Laurence Vanin

laurencevanin@yahoo.fr

