

La transformation numérique au cœur des transitions

Leviers d'innovation territoriale



Plus que jamais au moment où se termine la COP 28, il est urgent de rappeler que la réussite de l'Agenda 2030 ne se fera pas sans l'accélération de l'innovation territoriale. Cette dernière joue un rôle stratégique mis en valeur lors du 8^{ème} anniversaire de la signature des Objectifs de Développement Durable. Dans les leviers de son activation, le numérique joue une place structurante pour réussir les transitions. Nous vous en proposons une grille de lecture concrète dans ce 60^{ème} bulletin trimestriel de veille et d'analyse de l'innovation sociétale.

Dans un contexte de transformation systémique mondial, l'innovation territoriale est au cœur de notre capacité de résilience. C'est ce que retrace le [cahier de recherche « ODD 17 : Economie\(s\) & Territoire\(s\) »](#), publié par l'Institut pour la Recherche de la Caisse des Dépôts en ce 21 décembre. Il livre les premiers enseignements du programme Ecosystème 2023-2027 de l'Observatoire des partenariats.

Tout au long du mois de décembre, les « Jeudis de l'ODD 17 » ont ainsi mis en valeur les 4 leviers de l'innovation territoriale : la [valorisation des connaissances empiriques](#), la [qualification des compétences transversales](#), [l'investissement dans l'ingénierie d'alliance](#), et aujourd'hui [la place de la capitalisation numérique](#). Ce dernier joue un rôle très spécifique.

Pour aller plus loin, le [dossier du mois du bulletin trimestriel de veille et d'analyse de l'innovation sociétale](#) vous propose un [regard croisé sur le numérique](#) entre :

- **Cédric VILLANI** au travers de son regard sur l'Intelligence Artificielle (IA) nous invite à le mettre au service des Territoires,
- **Francis JUTAND**, ancien Directeur général de l'Institut Mines Télécom (IMT), nous retrace l'historique de la montée en puissance du numérique et de ses enjeux actuels,
- **Caroline ALAZARD**, présidente-fondatrice de Newmeric, nous illustre au travers de l'innovation d'usage des données l'art et la manière d'un numérique responsable.

En ces temps où la digitalisation de la Société n'a jamais été autant au cœur des débats, prenons du recul pour en comprendre les impacts concrets, et la manière de la mettre au service des transitions au plus près des réalités de terrain, des besoins, des fragilités, des ressources et des envies d'engagement.

Bonne lecture !

Charles-Benoît HEIDSIECK, Président-Fondateur du RAMEAU

Intelligence Artificielle : le point de vue de Cédric VILLANI

Pour présenter les spécificités et le levier possible de l'IA pour le bien commun, le LinkedIn Live mensuel des « Jeudis de l'ODD 17 » a reçu, le 21 décembre, Cédric VILLANI, Mathématicien, Rapporteur de la mission ministérielle sur l'Intelligence Artificielle en 2018.

Le 28 mars 2018, Cédric VILLANI remettait au Gouvernement son [rapport](#) « *Donner du sens à l'intelligence artificielle : pour une stratégie nationale et européenne* ». Ce rapport aborde successivement différentes facettes de l'IA : politique économique, recherche, emploi, éthique, cohésion sociale. Cinq annexes insistent par ailleurs sur des domaines d'intérêt particulier : éducation, santé, agriculture, transport, défense et sécurité.

Six ans après, l'intelligence artificielle suscite toujours de nombreux débats. C'est à la fois une source de potentiel énorme pour inventer les modèles de demain, et une source d'inquiétude devant des chemins et des conséquences que nous ne connaissons pas encore.

Aussi, dans le cadre du thème du mois des jeudis de l'ODD 17 "Les impacts du numérique", est intervenu le **jeudi 21 décembre à midi** [en direct sur LinkedIn](#), **Cédric VILLANI, Mathématicien**.

Ce même jour, cette interview inédite a ouvert les échanges du webinaire « *Cap 2030 vers l'ODD 12, les nouveaux modèles du numérique responsable !* », qui a également fait intervenir les co-auteurs du dossier du mois de ce bulletin : Francis JUTAND, personnalité qualifiée de la Chaire économie des communs de données, de l'Institut Mines-Télécom, et Caroline ALAZARD, présidente et fondatrice de l'entreprise Newmeric, et co-responsable de la Chaire.

Cette interview a succédé à celles accordées respectivement, en octobre, à la Présidente de **l'AFM-Téléthon**, **Laurence TIENNOT-HERMENT**, au sujet de l'aventure humaine de cette association atypique, qui a co-construit la médecine de demain, grâce à la mobilisation unique du Téléthon dans toute la France, et à des alliances avec des acteurs publics et privés (cf. l'interview à voir [en replay](#)), dans le cadre du thème du mois d'octobre « *Inventer de nouveaux modèles pour demain* », et de **Caroline GERMAIN**, Déléguée générale de **l'ADASI**, au sujet de l'accompagnement des porteurs de projets d'innovation sociétale, dans le cadre du thème du mois de novembre « *Vers de nouveaux équilibres socio-économiques* » (cf. l'interview à voir [en replay](#)).

Interview du jeudi 21 décembre 15e LinkedIn Live des « Jeudis de l'ODD 17 » !



Invité :
Cédric VILLANI
Mathématicien



Son intervention a éclairé 3 questions :

- Quelles sont les spécificités de l'intelligence artificielle ?
- Pourquoi l'IA impacte toutes les organisations publiques et privées ?
- En quoi l'IA peut-elle devenir un levier stratégique pour les acteurs, actions et alliances d'intérêt général ?

Qu'en retenir en synthèse ?

Le mathématicien Cédric VILLANI a rappelé que :

- L'IA est un algorithme visant à reproduire et améliorer des tâches de traitement de l'information, comme l'analyse d'images, la synthèse de sources d'informations ou l'appui à la conception
- Cela nécessite une **coopération** entre des spécialistes du sujet et les experts de la programmation informatique
- Le développement de l'IA est un sujet passionnant, source d'opportunités, lorsqu'on en prend connaissance avec un regard neutre
- Dans le rapport remis en 2018, il avait préconisé de développer **3 leviers**, pour se saisir au mieux des opportunités offertes par l'intelligence artificielle : **expérimentation, partage et souveraineté**

Le développement et les défis de l'IA

La métamorphose numérique

La métamorphose numérique de la société et la gestion de la crise écologique, héritage des dérives de consommation et d'oligopolisation financière de la société industrielle, sont au cœur de la construction du futur de la société humaine et de la maîtrise des sources géopolitiques conflictuelles qui s'intensifient et font obstacles aux nécessaires transformations.

La métamorphose numérique amorcée dans les années 70, s'est déployée en trois étapes, une phase de rupture avec la convergence numérique qui a associé les potentiels des télécommunications, de l'informatique et des média (1980 à 2000) ; une deuxième phase de création des services de l'internet (2000 à 2020) ; une troisième phase qui débute la transmutation numérique et cognitive de la société.

Elle se traduit par la construction et la sédimentation de trois sphères numériques fonctionnelles.

En s'appuyant sur les infrastructures de télécommunication, l'**Ubisphère** crée une forme d'ubiquité communicationnelle : être partout sur terre en capacité d'être en relation avec des humains et leurs avatars et avec des machines, d'échanger des contenus et de voir, veiller, vibrer avec le monde.

En s'appuyant sur l'Ubisphère, la **Cybersphère** crée des services pour organiser et médiatiser les interactions, développer les infrastructures de traitement des données (*cloud*), des automatismes et des robots, des réseaux de capteurs et de calcul, pour contrôler, piloter, opérer et augmenter le pouvoir d'action humain ou s'y substituer dans la réalisation de tâches.

La troisième **Noosphère** est celle de l'intelligence numérique : des capacités d'apprentissage, de coopération, de création et de décision, pour une coévolution entre humain et technologie, une augmentation cognitive de ses potentiels et une substitution maîtrisée du pilotage de la Cybersphère et de l'Ubisphère.

Les capacités fonctionnelles conjuguées de ces trois sphères impactent l'ensemble des activités humaine, cognitive, sociale et économique : elles créent les bases de **l'économie de la connaissance** (quaternaire) et transforment celles des services (tertiaire), de l'industrie (secondaire) et des ressources (primaire).

Au fur et à mesure des avancées, ces trois sphères s'enrichissent, interagissent et vont permettre de construire **une civilisation cognitive nouvelle** de science, de connaissance et de création ou, comme certains le craignent une société de surveillance, d'asservissement qui nous ferait quitter la route du progrès et de l'élévation de la société humaine.

L'intelligence artificielle

Les **prémices de l'intelligence artificielle** vue comme la possibilité de doter des artefacts de capacités humaines de reconnaissance, de raisonnement et de pilotage de tâches sont connues de longue date : dans l'imaginaire, avec le golem ou Pinocchio, intriguent avec le faux joueur d'échec, et source d'émerveillement, des automates de la cathédrale de Strasbourg aux robots japonais.

Puis il y eut le calcul avec la machine à calculer siècle de Pascal (au XVII^{ème} siècle), Charles Babbage et Ada Lovelace inventrice des algorithmes (au XIX^{ème} siècle).

A partir des années 50, c'est aux **sources de l'intelligence systémique** que l'on s'affronte avec la perception du développement de la vie et de sa complexité et la notion de *feed back* source d'émergence de comportements nouveaux. Il y eut ensuite du côté du raisonnement la capacité de reconnaissance de formes avec le perceptron, **le développement des langages, de programmation** avec un des pionniers de l'IA, John McCarthy créateur du langage récursif LISP, et Alain Colmerauer inventeur de prolog, un langage de raisonnement logique et linguistique. L'ambition était bien de se confronter à l'intelligence humaine

Ces prémices de l'IA ont conduit peu ou prou à des impasses et c'est la voie du traitement massif des données, l'apprentissage statistique et l'usage de réseaux de neurones massifs qui ont permis dans la dernière décennie les percées de l'IA statistique, grâce au développement de la puissance de calcul, aux progrès des algorithmes d'apprentissage, et à la disposition de grandes quantités de données.

Les années 2010 ont vu le développement du *big data* et du *Machine Learning* et avec les réseaux neuronaux du « Deep Learning », utilisées pour des fonctions d'identification et de reconnaissance. Enfin se sont développées les LLM ou **IA Génératives**, capables de modéliser les corrélations statistiques entre les mots d'une langue au sein d'un grand corpus de texte et à partir de ces corrélations et occurrences successives construire une réponse en langage naturel à une question posée elle aussi en langage naturel. Avec le lancement d'un service ouvert au public de *Chat GPT*, on a eu une démonstration spectaculaire de la puissance des IA Génératives. L'approche utilisée repose sur l'apprentissage réalisé à partir de réseaux de neurones massifs, avec des milliards de paramètres, travaillant sur un large corpus de textes, l'usage des techniques de transformation et d'attention pour générer les éléments de réponse à une question (Prompt), et des phases d'alignement par apprentissage sur un corpus de réponses types pour assembler la réponse en langage naturelle

Les résultats sont impressionnants par la performance en termes d'exploration des connaissances, de synthèse générative des connaissances puisées dans le modèle issu de l'apprentissage et de mise en forme en langage naturelle, réalisant de fait une forme d'agent intelligent d'assistance au service de l'humain pour ses travaux de recherche, de synthèse et instituant une forme de dialogue avec l'utilisateur.

Bien sur *les limitations sont à la hauteur des performances* : erreurs liées à la nature des textes choisis pour l'apprentissage, hallucinations liées au raisonnement par corrélation « qui ne sont pas raison », limites de pertinence et de niveau de langage et d'abstraction liée aux deux raisons précédentes et à l'approche probabiliste et non causale, dépendance culturelle liées aux biais du corpus d'apprentissage et des concepts lors de la phase d'affinement ; possibilités d'auto influence régressive du fait de l'usage de probabilité en génération, insensibilité au signaux rares ou pensées en rupture du fait des approches statistiques.

Les IA génératives de dialogue, les IA d'automatismes (décision autonome d'un robot intelligent) correspondent à une IA dite faible comparativement à l'intelligence humaine, mais du fait de leurs performances et d'une approche orthogonale au raisonnement humain, elles offrent des **capacités réelles de développement des compétences** (coévolution), et **d'augmentation des capacités d'action** qui vont avoir un impact très important dans la phase de transmutation numérique d'aujourd'hui.

Nous sommes en effet encore loin, malgré le côté magique de Chat GPT, des « IA fortes » qui se rapprocheraient des compétences de l'intelligence humaine liées à la capacité de créer, d'inventer de nouveaux sujets, d'imaginer et aussi de bricoler pour résoudre. Et cela pour plusieurs raisons, la première est que les IA génératives moulinent de la connaissance et de l'expression humaine mais elles ne pensent pas. Leur créativité est limitée à la mise en évidence de corrélation dans les connaissances produites par l'humain qui nous ont échappées ou à la création d'images artificielles. Les

apprentissages des connaissances sont de type boîte noire, sans épistémologie, ni sémantique, ni interprétation, une modélisation statistique. Mais cependant quels potentiels si l'humain sait en prendre la mesure !

Les défis de l'IA : Intelligence Artificielle, Artefactuelle, ou Algorithmique

Les potentiels d'usage et d'expression des IA Génératives sont une étape importante du développement cognitif et organisationnel de l'humain. Elle pose de nombreux défis de maîtrise de leur usage, de compréhension des impacts, de souveraineté géopolitique, de sécurité et d'éthique et de ce fait posent des problèmes aigus de confiance et de souveraineté française et européenne.

Les défis sont nombreux : scientifiques, technologiques, méthodologiques, sociétaux, environnementaux, philosophiques, éthiques.

Ils sont principalement de quatre natures :

- Les défis de **coévolution des capacités humaines** pour savoir utiliser les IA Génératives et les développer pour qu'elles soient au service de l'humain et ne pas au contraire limiter ou canaliser leurs usages dans le sens de ceux qui les accapareraient.
- Le défi **pour les entreprises** d'utilisation des IA Génératives en interaction et cohérence avec leur processus et outils non langagiers, et en maîtrise des délégations faites *de facto* par l'usage de ces outils. Avec des besoins de sécurité, de traçabilité et de confiance dans les apprentissages des modèles de base (fondationnels).
- Les défis **scientifique et technologique** pour explorer des voies alternatives à ces grosses IA Génératives permettant de créer des IA Génératives spécialisées, maîtrisables, adaptables, et plus frugales en énergie. Et de fait se donner les moyens d'éviter la monopolisation toujours dangereuse des grandes plateformes numériques mondiales.
- Les défis de **souveraineté économique, culturelles, de compétence, d'usage, de valeur et d'éthique**. Car ce développement de l'Intelligence artificielle, toujours aux mains de l'humain, car c'est bien de l'intelligence algorithmique dont il s'agit, créée par les humains est un facteur de transmutation cognitive essentiel dans la réussite de la noosphère dans sa diversité culturelle et ses pouvoirs harmoniques.

Francis JUTAND

Stratégie, Prospective et Innovation

Membre associé du Conseil général de l'économie

Numérique responsable : vers les communs de données ?

Intelligence Artificielle, numérique responsable et territoires, autrement dit : Comment mettre l'Intelligence Artificielle au service des territoires en appliquant les principes du numérique responsable ? Tenter de répondre à cette question, c'est en premier définir ce qui relie ces trois notions.

Le **numérique responsable** est souvent associée à la réduction de l'empreinte environnementale. Serait-ce par le prisme de la sobriété numérique que nous pourrions répondre à notre question ? Ce serait oublier que nous sommes entrés dans une société informationnelle et que les données sont devenues l'équivalent du sang pour le corps humain. Dès lors, la question du numérique responsable n'est pas seulement celle de la sobriété mais aussi celle du pouvoir d'agir individuel et collectif rendu possible par les données.

La **donnée** est aussi un des principaux « carburants » de l'Intelligence Artificielle. Sans données de qualité, et en quantité suffisante, il est impossible d'entraîner les Intelligences Artificielles, et dans le cas des IA génératives de produire du langage.

La donnée, c'est aussi ce qui façonne nos territoires en alimentant des logiciels qui régissent de plus en plus les lieux du quotidien. De véritables doubles territoriaux émergent constitués de données traitées par des algorithmes, qui donnent corps aux territoires intelligents.

Si la donnée est bien ce qui relie Intelligence Artificielle, numérique responsable et territoires, quelle est la problématique à laquelle nous sommes collectivement confrontés ? Quel est l'enjeu ?

Je fais l'hypothèse que **la donnée**, en se concentrant **entre les mains d'acteurs mondiaux pour produire et alimenter des systèmes d'Intelligence Artificielle**, peut **conduire à une standardisation du monde** et ce faisant à une « **dévitilisation voire dissolution** » de nos territoires.

Nous serions en effet condamnés à recevoir « le dernier kilomètre des solutions » pour répondre « au premier kilomètre des besoins », avec dans le cas de l'IA, des solutions conçues avec des données qui ne seraient même pas les nôtres.

En effet **la donnée n'est pas neutre**, elle est un assemblage socio-technique à la fois **objet technique et production du social** : « Les données sont in fine le fruit de l'articulation des différentes dimensions sociales, économiques, politiques, culturelles, techniques dans lesquelles interviennent diverses caractéristiques des sociétés qui les produisent (système de pensée, formes de connaissances, système économique et politique, système juridique, niveau de développement technique, organisation institutionnelle, imaginaire collectif ... » (Géopolitique de la donnée - Amael Cattaruzza, 2019)

Il peut exister **une autre voie**, celle que **promeut Newmeric** avec les **Communs de données** pour alimenter les systèmes d'Intelligence Artificielle.

Newmeric est une jeune société innovante co-fondée en 2019 pour accompagner les organisations, entreprises et territoires dans leur démarche de mise en commun de données. Dans une économie qui devient « data-driven », nous avons la **conviction que de nouveaux systèmes collectifs sont à construire fondés sur le partage des données**, pour produire de **nouvelles connaissances**, favoriser la **pollinisation des idées** et libérer les **potentiels d'une innovation utile** aux enjeux de notre époque.

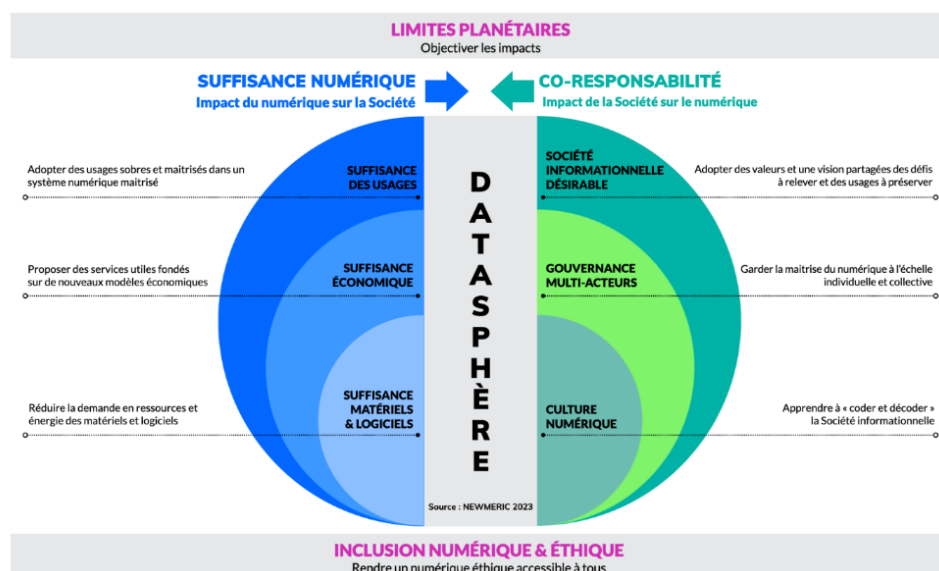
Newmeric s'est donné comme **mission** de participer avec les données, au **développement d'une « économie de l'action collective »** dont la finalité est d'accélérer la transformation des modèles économiques exigée par les basculements énergétique, climatique et écologique. Les individus, les organisations et les entreprises qui socialisent les innovations technologiques par leurs usages et/ou

leurs « pratiques industrielles », ont tous à voir avec cette transformation. C'est pourquoi la responsabilité numérique des acteurs socio-économiques est au coeur du projet de Newmeric depuis sa création.

Dans notre vision, le numérique responsable repose sur les deux piliers de la suffisance (ou sobriété) numérique et de la co-responsabilité. À la façon de l'économie du donut de l'économiste Kate Raworth, le numérique responsable a son plancher, l'inclusion et l'éthique, et son plafond les limites planétaires, avec en son centre la datasphère et les données sans lesquelles les systèmes numériques ne pourraient tout simplement pas fonctionner.

La **suffisance numérique** renvoie à l'impact du numérique sur la Société : elle est systémique en incluant la suffisance des matériels et logiciels (ce qu'on appelle le Green IT) mais aussi la suffisance économique sans laquelle il ne peut y avoir de véritable portée sur la suffisance des usages.

Quant à la **co-responsabilité**, elle renvoie à l'impact de la Société sur le numérique et à notre capacité d'action collective face à un enjeu de bien commun, qui ne peut pas se résoudre à coup d'injonctions à la sobriété individuelle. Education, gouvernance multi-acteurs et Société informationnelle désirable sont l'essence de la co-responsabilité.



Développer un commun de données, c'est tout à la fois faire preuve de :

- Suffisance numérique : mutualiser des fonctions de production et des data, sortir du tout marchandisation ou tout open data avec des modèles économiques inscrits dans l'économie de la contribution ;
- Co-responsabilité : partager une sémantique/culture du numérique communes, sans lesquelles on ne peut ni gouverner ensemble, ni se doter de l'intérêt commun qui fera « tenir la coopération ».

Le Commun de données est à l'IA ce que les infrastructures sont aux territoires. Un moyen pour **relier des acteurs avec un intérêt commun** qui tient compte à la fois des **spécificités territoriales** et de leurs **préférences individuelles**.

Caroline ALAZARD

Présidente et co-fondatrice de Newmeric (newmeric.eu)

Coordinatrice de la Chaire Économie des Communs de données portée par l'Institut Mines-Télécom