



## ACTES DE LA JOURNÉE ALTERRE

**Le numérique, allié de la transition écologique ?**

**Dijon, le 25 avril 2019**



Avec le soutien de



**RÉGION  
BOURGOGNE  
FRANCHE  
COMTE**



Avec la contribution de



# Table des matières

<b>Ouverture</b> .....	<b>2</b>
Jean-Patrick MASSON, Président d'Alterre	
<b>La société du numérique</b> .....	<b>4</b>
Francis JUTAND, Directeur général adjoint de l'Institut Mines Télécom	
<b>Numérique : quels enjeux écologiques et quels leviers ?</b> .....	<b>12</b>
Françoise BERTHOUD, Ingénieure de Recherche au CNRS, EcoInfo	
<b>Table ronde : numérique et écologie, risques et opportunités</b> .....	<b>20</b>
Carine DARTIGUEPEYROU, politologue et prospectiviste	
Asma MHALLA, Maître de conférences à SciencesPo Paris	
Céline COLUCCI, Déléguée générale Réseau des territoires innovants	
Francis JUTAND, Directeur général adjoint de l'Institut Mines Télécom	
Françoise BERTHOUD, Ingénieure de Recherche au CNRS, EcoInfo	
<b>Le design pour comprendre et transformer le monde</b> .....	<b>32</b>
Thomas THIBAUT, designer et cofondateur du collectif Bam	
<b>Questions éthiques autour du véhicule autonome</b> .....	<b>38</b>
Pierre MUSSEAU, conseiller urbanisme, ville intelligente et durable auprès de Jean-Louis Missika, adjoint à la maire de Paris	
<b>Des outils pour préparer les populations locales aux crises</b> .....	<b>44</b>
Gaël MUSQUET, président de hand (Hackers Against Natural Disasters), porte-parole d'OpenStreetMap France	
<b>Les défis des villes à l'heure du changement climatique et de l'ubiquité massive</b> .....	<b>49</b>
Pr. Carlos MORENO, professeur des universités et directeur scientifique de la chaire eTI, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne	
<b>Bibliographie</b> .....	<b>55</b>

# Ouverture



**Jean-Patrick MASSON**

**Président d'Alterre**

J'ai plaisir à vous accueillir au Grand Dijon puisque, outre ma fonction de président d'Alterre Bourgogne-Franche-Comté, je suis élu de la Métropole.

Depuis plus de dix ans, Alterre organise chaque année **La Journée Alterre** dont l'objectif est de sensibiliser et de croiser les regards de spécialistes, de chercheurs et d'acteurs du monde économique, sur une thématique et de réfléchir et débattre tous ensemble pour nous amener mutuellement des éléments de réflexion sur le sujet.

L'agence a été créée en 1995 sous l'appellation d'Observatoire régional de l'environnement en Bourgogne et a pris son nom actuel en 2006. Alterre promeut un développement qui soit soutenable pour tous. Elle a pour vocation d'informer, de sensibiliser et d'accompagner les acteurs qui souhaitent faire évoluer leur territoire pour répondre aux enjeux climatiques, à la nécessité de protection de l'environnement ou adopter un développement soutenable.

Ces 24 années ont permis à Alterre de traiter un certain nombre de problématiques qui impactent notre société. La mobilisation des citoyens ne cesse de croître et nous assistons à une prise de conscience tant au niveau mondial, avec la COP21 par exemple, qu'au niveau local. Ces problématiques touchent également la vie quotidienne. C'est la raison pour laquelle Alterre se préoccupe de champs transversaux, tels que la qualité de l'air, la qualité des eaux, l'alimentation, l'énergie, les transports, etc. Le dernier événement organisé par Alterre, au début du mois d'avril, traitait de la biodiversité par exemple.

Depuis près de 25 ans, le monde, nos sociétés et nos modèles changent. S'agit-il d'une révolution ? En 1995, une minorité de ménages disposaient d'un ordinateur. Très peu de personnes disposaient d'un téléphone portable. Aujourd'hui nous en avons tous au moins un. Nous avons donc vécu une révolution technologique d'importance, qui infuse sur le comportement du monde économique et le nôtre. Les services publics ont également évolué. Nous avons notamment vu émerger la Métropole de Dijon. Enfin, cette révolution a impacté notre quotidien. Nous prenons nos décisions et nous informons d'une manière différente. Des données sont produites, utilisées et partagées de manière différente de celle qui avait cours il y a presque 25 ans. La façon dont vous gérez vos données personnelles et accédez aux différentes informations a évolué.

Ces bouleversements sont nombreux et je ne les citerai pas tous. Ils sont à la fois sources d'opportunité et de progrès, mais aussi d'inquiétude. La position des uns et des autres à ce sujet n'est pas la même, ce qui peut générer des craintes.

Cette année, nous proposons d'explorer ensemble ces deux aspects : la révolution numérique abordée de manière liée avec la transition écologique.

Il me reste à remercier nos intervenants. Je remercie également la Région, la Dreal et l'Ademe, nos soutiens institutionnels. Je tiens par ailleurs à remercier le groupe la Poste qui, pour la première fois, nous soutient dans cette démarche. Il est concerné à la fois par le numérique et la transition écologique.

Enfin, je souhaite remercier la Métropole de nous accueillir et adresser mes remerciements les plus chaleureux aux salariés d'Alterre qui ont choisi le thème, bâti le programme, invité les intervenants.

Je vous souhaite à toutes et à tous une excellente journée



**Carine DARTIGUEPEYROU**

**Politologue et prospectiviste**

**Animatrice de la journée**

Bonjour. J'ai l'honneur d'animer cette journée.

Le sujet est tout à fait intéressant. La transition écologie et la transformation numérique sont au cœur du changement de civilisation de nos sociétés, mais beaucoup de questions demeurent sur les liens qui interagissent entre numérique et écologie. Cette journée est pensée pour interroger ces liens et étudier si le numérique peut être un allié de la transition écologique.

Nous étudierons également quels sont les risques et opportunités de cette transformation numérique. Comment peut-on booster la transition écologique ? Quelle peut être la contribution des technologies ? Nous donnerons aujourd'hui notamment beaucoup d'importance aux notions de « big data » et « intelligence artificielle ». Nous étudierons quels sont les arbitrages, comment les acteurs peuvent s'emparer de ces outils numériques.

Le parti pris de cette journée est d'articuler à la fois des interventions « par le haut », celles de Francis Jutand et Françoise BERTHOUD, avec des discussions autour de données concrètes et pragmatiques. Nous repartirons ainsi de cette conférence avec une meilleure compréhension des enjeux et la connaissance des leviers d'actions à activer, individuellement et professionnellement.

Nous allons immédiatement entrer dans le vif du sujet avec l'intervention de Francis Jutand, directeur général adjoint de l'Institut Mines Telecom, à l'origine du think tank « Futur numérique ». Il a également été membre du Conseil national du numérique. Depuis une dizaine d'années, il a travaillé sur la rétrospective des grandes évolutions numériques de notre société, qu'il appelle « métamorphoses numériques ». Cette révolution numérique est-elle en réalité une transformation ? Nous chercherons à savoir comment mettre le numérique au service de la transition écologique et comment la « métamorphose numérique » peut l'accélérer.

CARINE DARTIGUEPEYROU

Docteure en sciences politiques, elle est chercheuse et intervenante dans le programme Transition énergétique et sociale à l'IMT Atlantique, à l'Institut Mines-Télécom Business School et à l'Institut des futurs souhaitables. Prospectiviste, elle accompagne les entreprises et les organismes publics dans leurs changements de système et dans l'élaboration de leurs stratégies. Elle est l'auteure, notamment de *Un autre monde est possible, lost in transitions ?* (avec Gilles Berhault, éditions de l'Aube, 2018), *Territoires en transition énergétique et sociale : quel rôle pour les dynamiques collectives en pays de la Loire ?* (avec Samuel Aubin et Bernard Lemoult, éditions L'Harmattan, 2018), *Le Futur est déjà là* (éditions Le Bord de l'eau, 2017).

# La société du numérique



**Francis JUTAND**

**Directeur général adjoint de l'Institut Mines  
Télécom**

« *Le numérique est en train de bouleverser le monde. Nous assistons au basculement de l'imaginaire industriel vers l'imaginaire numérique comme force motrice.* »

Le numérique est en train de bouleverser le monde. Ce phénomène que j'ai proposé de nommer « métamorphose » représente une réelle et profonde transformation. Le livre *La métamorphose numérique*<sup>1</sup> résulte d'un projet collectif, de création et de coopération. Par ailleurs à la notion d'intelligence artificielle je préférerais celle d'intelligence numérique et évoquerai ensuite la coévolution à venir entre l'homme et cette intelligence.

## *Un programme prospectiviste*

Je mène depuis plus de vingt ans, avec de nombreux partenaires, un important travail de prospective. Nous devons être capables de faire le point, savoir d'où nous venons et de réfléchir à notre avenir.

Nous ne parlons et ne faisons pas suffisamment de prospective. Nous ne « montons pas assez en haut du mât » pour savoir dans quelle direction nous avançons. Il ne s'agit pas de deviner, ni d'encadrer, ni de modéliser le futur, mais de développer une sorte de vision systémique qui prenne en compte le temps, l'espace, l'information et de réfléchir sur ce qu'est l'imaginaire.

Cet imaginaire est une matrice de création et de conception. Le monde ne se fait pas seul. C'est également une approche historique. Comme les historiens, nous étudions le passé pour comprendre la société d'aujourd'hui et ses contraintes sur celle de demain. Cet imaginaire représente par ailleurs le potentiel de regarder le futur depuis le présent et observer en quoi les innovations vont influencer sur la révolution de notre société. Dans ces périodes de bouleversements, il est intéressant de « prendre du recul en avant », c'est-à-dire regarder le présent vu du futur.

La pensée sans l'action étant peu de choses, elle doit être constructive. Il s'agit également de réfléchir à l'éthique, à l'impact de nos décisions sur l'avenir. Il est nécessaire de définir des valeurs et des leviers pour l'action collective.

## *Les cinq ruptures de l'humanité*

Afin de nous situer dans l'espace et dans le temps, rappelons que nous partons de très loin. C'est-à-dire de l'étude de l'Univers, l'apparition de notre planète, celle de la vie, puis celle de l'Homme. L'Homme s'est développé avec des artefacts. Aujourd'hui le numérique est en train d'amplifier les capacités humaines.

Il y a une trentaine d'années a commencé la réflexion sur la manière de comprendre et d'organiser l'évolution de l'humanité ; elle a proposé une approche autour de quatre grandes ruptures dans l'humanité, enclenchées par des

<sup>1</sup> La métamorphose numérique : Vers une société de la connaissance et de la coopération, 2013

ruptures technologiques mères fondamentales. Cette approche a été reprise dans le livre *Sapiens* de Yuval Noah Harari.

Il y a quelques centaines de milliers d'années la découverte des outils et du feu a constitué la première rupture, qui marque l'entrée dans la Préhistoire. Il y a une dizaine de milliers d'années, l'entrée dans l'agriculture et l'élevage a permis à l'humain de se sédentariser et de thésauriser ses productions et ses savoirs. Ensuite, il y a deux siècles, nous avons commencé à domestiquer l'énergie carbonée, pour développer l'usine et le transport. Nous sommes entrés dans l'ère de l'industrie. La métamorphose industrielle a produit celle des services et de la société de consommation. Enfin, il y a une vingtaine d'années, nous avons assisté à la métamorphose de l'information et de la communication, qui a pris aujourd'hui le nom de numérique. **Dans vingt ou trente ans, nous pouvons envisager une cinquième métamorphose, celle de la coévolution de l'Homme et de l'intelligence numérique.**

À chaque métamorphose se développe une nouvelle forme d'activité et d'économie. L'économie du quaternaire pour le numérique : une économie de production de richesses informationnelles à fort coût de conception et faible coût de duplication, et constituant des biens non rivaux. Mais la métamorphose numérique modifie également l'organisation de l'économie issue des autres métamorphoses. Le tertiaire est bouleversé par le numérique. Il en est de même pour le secondaire, où la transition numérique est forte, et pour le primaire, puisque l'agriculture est également transformée par le numérique.

*« Il s'agit de réfléchir à l'éthique, à l'impact de nos décisions sur l'avenir. Il est nécessaire de définir des valeurs et des leviers pour l'action collective. »*

### ***L'accélération du monde***

Nous observons que les constantes de temps se raccourcissent. La Préhistoire a duré des centaines de milliers d'années, la période d'agriculture et d'élevage s'est maintenue pendant des millénaires. Ensuite, l'ère industrielle a duré quelques siècles tandis que la métamorphose numérique se déploie en décennies.

Ce mouvement d'accélération profonde de la société nous pose beaucoup de questions, amenant certains à parler d'une forme de singularité dans la trajectoire humaine vers 2050.

### ***Les vagues technologiques numériques***

La rupture mère du numérique a pris ses racines dans les télécommunications, l'électronique, les médias, l'informatique.

Une accélération technologique s'est opérée avec l'invention des circuits intégrés, qui ont permis de donner une puissance exponentielle, selon la loi de Moore, au traitement de l'information et à l'automatisation avec le développement des approches logicielles. Cela a enclenché **une première vague de technologies numériques**, dans laquelle nous avons automatisé les composantes fonctionnelles. Nous avons commencé à numériser les machines, les outils de travail de la bureautique avec l'apparition des micro-ordinateurs et les méthodes de conception dans les bureaux d'études, par la modélisation et la conception numérique, la simulation numérique.

Puis sont apparus les protocoles internet et nous avons commencé à numériser les télécommunications. Avec l'apparition du Web, nous avons numérisé les contenus eux-mêmes pour pouvoir les échanger. Cela nous a conduits à une forme de convergence, illustrée par le Smartphone, où nous retrouvons associées les trois composantes que sont les télécommunications, les médias et l'informatique. Symboliquement, l'année 2000 marque l'entrée dans cette nouvelle ère du numérique.

Une fois que nous avons numérisé les composantes, nous avons commencé à numériser l'ensemble du système. Petit à petit s'est organisé un système d'échange de données en temps réel. Nous avons écrit des logiciels pour permettre aux composantes d'inter fonctionner. Par exemple, l'organisation des Jeux olympiques nécessite nombre de machines et de saisies d'informations. Ces informations circulent et sont accessibles partout et par tous, en temps réel, permettant des interactions à distance. Tout cela contribue à produire et à échanger énormément de données. Progressivement, nous avons construit à l'échelle de l'usine, l'entreprise et la société, un système nerveux numérique. Celui-ci permet d'aller observer ce qui se passe -c'est ce que nous appelons l'internet des objets (en anglais Internet of Things), de rassembler, de calculer et d'agir à distance.

La troisième évolution est celle de l'intelligence numérique. Nous nous sommes attachés à transcrire dans ce système numérique toutes les fonctions de l'intelligence. La fonction de mémoire, ce que nous appelons le double numérique - c'est-à-dire, par exemple, la description et la modélisation complète du fonctionnement d'un avion, avec ses composantes et ses interactions. La valeur numérique des fichiers nous permet de réaliser de la modélisation et de la simulation. Nous avons réalisé du traitement massif de données, ce qu'une mémoire sait faire, appelé « big data ». Un médecin en ville, un ingénieur sur le terrain ou un ouvrier opérateur sur une chaîne a la possibilité, où qu'il soit, d'accéder à une réalité augmentée enrichie par des données, des modèles, des conseils et de la connaissance.

Très rapidement, nous avons commencé à exécuter du traitement logique et du calcul à haute performance, qui est une des fonctions cœur de notre intelligence, algorithmique, big data, recherche de données, etc. Nous avons développé l'apprentissage avec l'intelligence artificielle, et dernièrement, l'apprentissage profond (en anglais Deep Learning). Dans ce domaine, à l'exception notoire de l'intelligence artificielle, le numérique permet d'atteindre des performances supérieures à celles de l'humain.

Le numérique peut aussi nous permettre de développer l'imaginaire et créer des mondes virtuels. Le numérique permet d'amplifier nos capacités de projection et de création, amplifie les capacités d'agir à distance, avec les robots et l'Internet des objets.

Mais le numérique génère des complexités nouvelles immenses, en particulier celles liées aux activités autonomes Machine to Machine<sup>2</sup>. Par exemple, dans le cadre des opérations boursières, des programmes travaillent de façons concurrentes pour agir sur le marché. Il est nécessaire de garantir la cohérence de l'ensemble. Cette cohérence est assurée par des approches de tiers de confiance ou de notarisation des transactions dites de blockchain<sup>3</sup>. L'humain n'ayant pas la capacité de surveiller les comportements à haute vitesse des systèmes numériques, la blockchain doit lui fournir des éléments de compréhension et de validation d'un certain nombre d'échanges.

Nous nous trouvons aujourd'hui au cœur de cette troisième vague de l'intelligence numérique qui, pour prendre une métaphore humaine, développe les fonctions du cerveau. Nous construisons une voie d'intermédiation intelligente numérique. Une série de technologies clés se sont développées. Il est difficile de déceler comment tout cela s'interpénètre et va cogénérer de nouvelles technologies.

*« La société ressent alors la possibilité de se projeter en avant, mais aussi le besoin d'aller en avant, parce que la société industrielle et de consommation nous mène à une impasse. Pour en sortir, nous devons nous projeter dans un espace nouveau. »*

### **La métamorphose numérique**

Goethe évoque la métamorphose d'une chenille en papillon. Lorsqu'elle se transforme et acquiert ses ailes, le monde de la chenille change. Sa façon de se déplacer, de se nourrir s'en trouve modifiée.

Une métamorphose s'enclenche sur une innovation de rupture, mais une innovation de rupture n'enclenche pas toujours une métamorphose. Si les conditions ne sont pas réunies, elle peut être à la source d'une évolution très lente, comme c'est le cas de

l'imprimerie. Elle a bouleversé la diffusion des connaissances, mais trois siècles se sont écoulés entre l'invention de l'imprimerie et la rédaction de l'Encyclopédie. Cette invention n'a pas enclenché de basculement ni de bouleversement rapide. Elle a apporté des progrès essentiels pour la suite, mais n'est pas à la source d'une métamorphose.

Il y a métamorphose lorsqu'une innovation mène enclenche un changement d'état du système comme le passage du liquide au gazeux, un changement profond, une bifurcation de trajectoire de la société. Cela peut aller très vite, comme ce fut le cas entre l'apparition du moteur à vapeur et du premier train, en moins de 40 ans. Lors de la métamorphose industrielle, une conjonction d'innovations et d'interactions entre elles a entraîné un basculement très rapide de la société.

<sup>2</sup> Échanges de données effectués entre plusieurs appareils sans intervention humaine

<sup>3</sup> Technologie de stockage et de transmission d'informations, transparente, sécurisée, et fonctionnant sans organe central de contrôle  
(définition de Blockchain France)

Une métamorphose est une forme d'avalanche d'innovations, qui s'agglomèrent les unes aux autres et s'inscrivent dans le cadre d'une rupture technologique mère, par exemple celle de la communication et du traitement de l'information. Cette avalanche déclenche des innovations de ruptures en vagues, qui se succèdent et induisent d'autres innovations. Les innovations appellent des innovations. Petit à petit, des formes nouvelles et complexes se créent. C'est l'exemple des réseaux sociaux, formés d'un ensemble d'innovations, les unes adossées aux autres - échange ergonomique de textes, d'images de vidéo, d'informations, d'opinions, de sentiments-, qui ont permis de changer la façon de communiquer, échanger et produire l'information.

Une métamorphose implique une phase de préparation, car elle ne peut s'opérer sans les infrastructures qui la portent et la diffuse. Dans la deuxième partie du XXe siècle, nous avons installé les infrastructures du numérique, les réseaux de télécommunication, les data centres, etc. À un moment apparaît une forme d'intensification, de complexification et de déstabilisation. La société ressent alors la possibilité de se projeter en avant, mais aussi le besoin d'aller en avant, parce que la société industrielle et de consommation nous mène à une impasse. Pour en sortir, nous devons nous projeter dans un espace nouveau. Quand nous disposons de suffisamment de capacité de mouvement ou de pente, la bifurcation peut démarrer et provoquer l'avalanche. Elle opère rapidement et n'est pratiquement pas maîtrisable du fait de la quantité d'énergies qui se combinent. Mais s'il est impossible de la maîtriser, nous pouvons essayer de la comprendre et penser au jour d'après pour l'orienter, le moment où l'essentiel de cette avalanche étant fait, nous pourrions déployer cette transformation, pour le bien de la société humaine, nous l'espérons.

La transformation numérique va apporter des changements radicaux. Elle crée en effet de nouveaux secteurs économiques, que j'appelle le quaternaire, qui est l'économie des contenus, des logiciels, les doubles numériques (répliques virtuelles d'objets physiques et connectés, mais aussi de comportements et d'interactions dynamiques), les terminaux correspondants, etc. Cette économie du quaternaire a un coût de création et de conception élevé, mais un coût de production et de duplication quasiment nul pour les biens non rivaux et faible pour les supports. Seul le coût de conception compte. Cette économie obéit à d'autres règles que les précédentes.

« Nous sommes en train de faire évoluer la manière dont notre cerveau fonctionne et traite l'information. »

Par ailleurs, de nouveaux usages s'installent avec les réseaux sociaux, le stockage d'informations dans le cloud<sup>4</sup>, les plateformes d'intermédiation. Ce qui permet une production, une numérisation et une industrialisation des services, jusqu'à atteindre des contrats intelligents (en anglais smart contracts, qui s'appuient sur la technologie blockchain) et déléguer une partie de nos actions à des entités intelligentes. La production industrielle elle-même évolue, à la fois par la robotisation, la fabrication agile, l'impression 3D. Tous les postes de travail évoluent dans l'industrie.

Quant à la production agricole, elle est en train de muter, avec l'automatisation de tous les outils, l'utilisation de données météo, etc.

L'analyse de ces évolutions fait apparaître un basculement de l'imaginaire industriel vers un imaginaire numérique. Pour autant, une métamorphose ne fait pas du passé table rase, mais sédimente les différents éléments. L'économie de la nature, sur laquelle était fondée la Préhistoire, a précédé l'économie de la terre, dans laquelle les territoires constituaient l'enjeu de la production. Ensuite, nous avons inventé, dans cette période féodale, le commerce et les bases du capitalisme financier. Survient alors le basculement industriel dans une économie de l'usine, poussée par de nombreuses inventions technologiques mais qui demandent beaucoup de financements et la constitution du capitalisme. Puis, l'économie de la consommation apparaît -avec la manipulation du désir et de l'attention pour pouvoir vendre, nous sommes dans l'économie de l'attention et de la promotion et de la publicité. Arrive ensuite l'économie de la connaissance et de la création, qui nous a permis d'opérer ce basculement numérique. Nous allons peut être devoir, aujourd'hui, initialiser un nouveau cycle avec l'économie de ressources pour faire face aux consommations croissantes de ressources rares ou à limitation de renouvelabilité comme l'eau. Nous devons repenser toute cette économie.

Aujourd'hui, le numérique est à la source de cette métamorphose. Nous agissons sous la pression de la métamorphose précédente, la société de l'industrie et de la consommation, qui nous a légué une terre en surconsommation et nous contraint dans nos évolutions. Le développement du capitalisme financier pèse

<sup>4</sup> Ensemble des solutions de stockage distant.

énormément sur notre manière d'évoluer et sur l'économie physique. Beaucoup s'accordent à dire que la croissance des inégalités constitue un danger et est un des obstacles aux solutions que l'on pourrait apporter.

Dans un contexte de raccourcissement des développements, nous sommes poussés par le numérique, tout en subissant des contraintes et en espérant des développements. Nous nous trouvons au cœur d'une période d'accélération et d'agitation.

### *Économie, entreprise et société*

Pour ce qui est des impacts de notre économie sur l'entreprise et la société, nous connaissons une transition industrielle portant sur la production des biens matériels. Les fabrications se diversifient et la robotisation se développe. Nous devons par ailleurs intégrer de manière croissante l'économie d'énergies et de matières. Nous observons une interaction croissante entre les produits, les services et les contenus. Nous devons veiller à ce que notre industrie produise dans de bonnes conditions et aux caractéristiques de ces productions.

*« Nous allons devoir revenir aujourd'hui à l'économie de ressources, pour faire face aux consommations croissantes. Nous devons repenser toute cette économie. »*

L'industrie produit des biens et des richesses de plus en plus immatérielles. Nos catégories économiques deviennent en partie obsolètes et nous devons les redéfinir. Aujourd'hui, l'industrie entre dans les services, c'est le cas de Google qui offre un service d'accès à l'information derrière lequel s'est construite une industrie du traitement de données.

Par ailleurs, l'industrie a aujourd'hui largement externalisé ses processus. Par exemple, la réalisation d'un double numérique correspond à la production de biens immatériels. Nous devons développer les entreprises qui les produisent.

Nous devons réfléchir à la part des biens matériels et immatériels (formation, enseignement, recherche) au sein de nos besoins. Cette industrie devra par ailleurs être citoyenne, car elle doit répondre aux besoins de la société. Nous devons également repenser la gestion des compétences et bannir la notion d'emploi « sans qualification ». Quant à la gestion de l'empreinte écologique, elle est inévitable.

Nous devons remettre en avant l'entreprise, car nous ne pourrons pas tous être des travailleurs indépendants. L'entreprise, qu'elle soit industrielle ou commerciale ou même une collectivité, et bientôt une entreprise d'infoactivité, est le cœur de l'évolution. C'est en son sein que l'action collective humaine se développe. Nous devons donc étudier ses marchés, l'organisation de sa production, ses flux d'innovation, la compétition des autres entreprises, voire l'ubérisation. Les compétences des partenaires de l'entreprise constituent un point d'évolution clé. Le fonctionnement de l'entreprise elle-même mérite toute notre attention.

Pour alimenter la dynamique de consommation, nous connaissons aujourd'hui un rythme d'innovation très élevé, sans que soit posée la question de l'utilité des produits et des services qu'elle propose. **Nous mènerons également une réflexion sur les pratiques et les usages, tels que l'arrivée du Slow, la fin de l'obsolescence programmée.** Nous observons néanmoins la transformation des comportements de consommation. La conscience écologique du consommateur est travaillée par plusieurs forces. Il fait de plus en plus attention à ce qu'il consomme et à son impact sur la planète. Paradoxalement, le flux publicitaire incite à toujours plus de consommation. Quoi qu'il en soit, la conscience écologique du consommateur ne cesse de croître.



Les modèles d'entreprise (en anglais business models) se transforment. Ils ont commencé par l'être de manière sauvage, avec Uber ou Booking.com par exemple, qui se sont placés en tant qu'intermédiaires entre le client et le fournisseur de produits. Puis nous avons observé des transformations profondes du fonctionnement des entreprises avec l'évolution de l'imaginaire numérique. Ces modèles d'entreprise seront « disruptés », c'est-à-dire chamboulés, car nous allons voir apparaître une nouvelle manière de créer des chaînes de valeurs.

La société et les liens sociaux se transforment. Aujourd'hui la courbe d'apprentissage des enfants est plus rapide. Les identités numériques se complexifient. Une grande sensibilité à des manipulations positives et négatives est donnée par cette capacité d'universalisation des réseaux sociaux. Le challenge du sens est croissant. **Nous passons d'une génération sans avenir (No Future) à une génération qui veut agir au présent pour le futur.** Cette transformation des liens sociaux est fondamentale.

« L'esprit d'open source constitue l'antithèse de l'organisation industrielle. Les individus se mettent ensemble, de façon souple, pour produire. Ce germe peut être très puissant. »

Nous sommes confrontés à un phénomène d'individuation. Les personnes ne se perçoivent plus appartenir à une catégorie et chacun souhaite se différencier. Les identités se construisent et sont de moins en moins héritées.

La contraction-dilatation du temps est éprouvante tout en étant source d'opportunités. Les espaces de vie virtuels, les multiples identités et « amis » et la présence du passé par les photos et vidéos entraînent une sollicitation forte de la personnalité. **Nous sommes en train de faire évoluer la manière dont notre cerveau fonctionne et traite l'information.** Tout d'abord avec l'arrivée de l'image qui accompagne désormais l'écrit comme vecteur

d'information. L'image occupe à présent une grande partie de notre cerveau, qui se trouvant saturé entraîne par exemple la production croissante de fautes de français. Nous travaillons aujourd'hui de manière multi sensorielle. Nous avons accès à un flux de connaissances que nous devons être capables de trier.

### *L'imaginaire numérique*

Une société qui se métamorphose crée des complexités nouvelles, que nous allons chercher à maîtriser.

La pensée précède toujours l'action par l'imagination. Une métamorphose démarre toujours sur l'imaginaire précédent, et un certain nombre d'infrastructures qu'il a permis de créer. Par exemple, le point de départ de la métamorphose numérique se trouve dans l'imaginaire industriel et la création des infrastructures numériques. En même temps apparaissent des germes nouveaux d'imaginaire. Le numérique s'est établi sur les infrastructures des télécommunications et des médias ainsi que sur le terrain d'individuation créé par la société de consommation, mais a poussé à partir d'un germe différent qu'est l'esprit d'open source. L'esprit d'open source est à l'antithèse de l'imaginaire d'organisation industrielle. Les individus se mettent ensemble, de façon souple, pour produire hors de schéma de propriété et de structure de production classique. C'est la combinaison de la production de l'imaginaire, de la société industrielle et des germes du nouvel imaginaire qui va fournir les conditions de l'avalanche.

La métamorphose industrielle s'est opérée sur l'imaginaire féodal avec les germes du capitalisme marchand. L'économie royale a basculé vers l'entrepreneuriat individuel. L'Encyclopédie a permis de thésauriser et de diffuser les savoir-faire techniques. Sur ces germes nouveaux, le basculement industriel a pu s'opérer.

L'imaginaire numérique c'est l'ubiquité, la simultanéité, la fluidité et le partage.

Cet imaginaire se caractérise par de la création, des données, des plateformes d'échanges, une attention qui sera le guide dans une offre démesurée du numérique et enfin un concept d'accès gratuit à des richesses dont le coût de duplication est faible.

Les modalités d'organisation et de pouvoir évoluent sans cesse. L'échange et le partage se développent. Nous pourrions décrire toutes les étapes de l'imaginaire numérique et la manière dont nous explorons et maîtrisons ce nouvel espace numérique par l'expérimentation, la coopération et le partage. Aujourd'hui, les jeunes veulent expérimenter, au sens de vivre des expériences. Cette expérimentation est un moyen d'avancer dans ce monde complexe. Nous disposons des moyens que sont l'intelligence du Web et l'intelligence artificielle pour saisir le monde.

L'approche « Glocal » (contraction de Global et Local) se développe. Elle demande d'acquérir une vision locale pour agir globalement et fait réapparaître l'idée du bénévolat.

L'autonomie, le « fun », le partage, l'expérience et la quête du sens sont l'esprit de l'imaginaire numérique.

### *Les menaces pour le futur*

Tout cela est source de nombreuses opportunités. Ces opportunités peuvent également représenter des menaces. L'hubris (notion grecque qui se traduit souvent par « démesure »), c'est-à-dire l'argent, le pouvoir, etc., est toujours présente.

La complexification représente le premier problème. Nous pouvons perdre le contrôle et la cohérence du pilotage des machines. Le numérique fait aussi perdre des compétences métier avec la suppression des tiers de confiance. L'absence de ces compétences dans les programmes des machines a déjà entraîné des mini krachs boursiers. La cybersphère peut s'hypertrophier et la souveraineté individuelle et collective disparaître, notamment avec les smart contracts.

Le deuxième niveau de menaces se situe au niveau de la coévolution de l'Homme et de la Terre. À l'horizon 2050, la population de la Terre devrait s'élever à 10 milliards d'individus. Jusqu'à présent, nous avons pu repousser la bataille pour l'eau, la nourriture et l'énergie, la guerre des matériaux rares, le dérèglement climatique, la pollution, les maladies, qui maintenant s'imposent à nous. La répartition des richesses reste un enjeu. L'accroissement des inégalités se poursuit. Nous serons confrontés à des approches de pilotages financiers de court et moyen termes, à la confiscation de savoirs et de ressources, notamment des données et à des problèmes de flux migratoires.

### *L'éthique, les valeurs*

Nous ne pouvons prendre en main une société complexe en construction, avec des individualités croissantes dotées de capacités d'actions, sans travailler à de nouvelles valeurs. En effet, dans une société diversifiée, entreprenante et répartie, les valeurs nous synchronisent.

Les valeurs de la société industrielle, telles que la compétition, ont été fondatrices. Aujourd'hui, la compétition ne permet plus une utilisation optimum des ressources. Ainsi, la production de celui qui perd la compétition est perdue. Pour plus d'efficacité, la coopération devient essentielle. La compétition était une valeur instituée au sein même des entreprises. Les grandes entreprises ont compris qu'il fallait y mettre fin au profit de la coopération.

Ensuite, nous avons compris que la valeur de l'usage est supérieure à celle de la possession. Pour les transports par exemple, l'usage est plus efficace et se révèle moins cher que la propriété de véhicules individuels.

La transparence constitue une autre lubie de la société dans laquelle nous vivons. Or j'estime qu'elle est souvent hypocrite dans sa préconisation ou dans sa mise en œuvre. Dans un monde complexe aux interactions croissantes, nous ne pouvons pas être transparents parce que c'est impossible, et cela serait même dangereux au risque de perdre toute personnalité. Par contre, la loyauté est essentielle. Lorsque nous échangeons avec quelqu'un nous avons besoin de le croire, d'avoir confiance pour échanger et partager. De la même manière, une société doit dire ce qu'elle fait et faire ce qu'elle dit dans le champ de l'échange que vous avez avec elle et toutes ses implications.

Puis, nous commençons à privilégier les talents face à l'excellence. Dans les entreprises, peu importe la place de la personne qui a du talent et propose ses idées. Avec l'arrivée d'une multitude, nous privilégions peu à peu l'intelligence collective aux dépens de l'intelligence de quelques-uns. La coopération devient une force. Nous devons veiller à ce que l'engagement des élites ne prenne pas la forme d'une captation, mais qu'elle développe la capacité de travailler avec la multitude dans une optique de régénération. Par ailleurs, nous souffrons d'un manque de diversité des réflexions et prises de décision.

La société de compétition nous amène à nous concentrer sur quelques-uns, les « people ». Or nous devons à tout prix organiser la diversité et la différence pour préserver la diversité et conserver le potentiel d'évolution et de robustesse.

Il est important d'organiser ces nouvelles valeurs, et nous en avons les moyens, pour que tous travaillent ensemble et en confiance.

## Agir maintenant

Nous devons au moins travailler sur les trois actions suivantes.

**Traduire l'imaginaire numérique qui se développe au service des écosystèmes de création.**

**Faire évoluer notre approche démocratique.** Le système démocratique d'aujourd'hui correspond au monde industriel et de consommation qui l'a créé. La démocratie aujourd'hui possède un certain nombre de vertus, mais a aussi ses limites. Nous devons la faire évoluer en s'appuyant sur l'imaginaire numérique, qui dispose déjà de tous les éléments nécessaires.

**Travailler notre projet humain** contre une vision déracinante et prométhéenne d'apprentis sorciers. Le projet humain se trouve en effet confronté à la fois à la pression écologique, à la transformation numérique et à l'arrivée de l'intelligence artificielle. Nous devons continuer de construire ce projet en connaissant nos racines. Pour cela, nous devons travailler sur les sept piliers de la maîtrise de l'évolution : sécurité, entreprise, famille, bien-être, bonté, éducation, spiritualité.

Aujourd'hui, les trois archétypes suivants sont à l'œuvre :

- l'approche Business First, notamment incarnée par les États-Unis, qui considère que tout ce qui produit de l'argent est légitime. L'utilisation des données est ainsi permise par cette approche ; c'est l'approche du veau d'or ;
- l'approche State First, promue par la Chine, détermine la manière d'agir du citoyen. Ce dernier risque gros s'il ne respecte pas cette ligne de conduite. C'est l'approche des « 10 commandements » ;
- l'approche Human First promeut l'autonomie, la diversité et la spiritualité d'un humain enraciné et se projetant sur l'avenir.

Nous devons être vigilants à tout ce qui se joue dans le monde aujourd'hui pour explorer et effectuer les bonnes synthèses.

FRANCIS JUTAND

Directeur général adjoint de l'Institut MinesTélécom après en avoir été le directeur scientifique pendant 9 ans. Il a été formé à l'ENS Cachan, est agrégé de physique appliquée. Au cours de sa carrière, il a notamment fondé le département électronique de Télécom ParisTech, puis le Réseau national de recherche en télécommunications, le pôle de compétitivité de dimension mondiale Cap Digital Paris Région et la Fondation Télécom. Il fut le premier directeur du département des sciences et technologies de l'information et de la communication du CNRS, en 2000. Il est le coordinateur de l'ouvrage **La métamorphose numérique : vers une société de la connaissance et de la coopération** (éditions Alternatives, 2013).

## Carine DARTIGUEPEYROU

Votre intervention nous apporte de nombreuses thématiques que nous pourrions développer au cours de la table ronde. Elle m'évoque par ailleurs le travail que j'ai personnellement conduit sur les valeurs des pionniers ordinaires de la transition énergétique (POTEs) en Bourgogne Franche-Comté. Ce territoire est très acteur. Nous avons observé que les valeurs d'innovation et de durabilité relient les POTEs et que l'efficacité présidait la mise en œuvre de cette transition. L'efficacité, au sens d'efficience, représente un point d'équilibre entre numérique et écologique.

Comment utiliser les outils numériques pour accélérer la transition écologique ? Comment cette dernière peut, de manière mesurée, se servir du numérique sans créer de nouveaux risques ?

# Numérique : quels enjeux écologiques et quels leviers ?



**Françoise BERTHOUD**

**Ingénieure de Recherche au CNRS, Ecolnfo**

## **Carine DARTIGUEPEYROU**

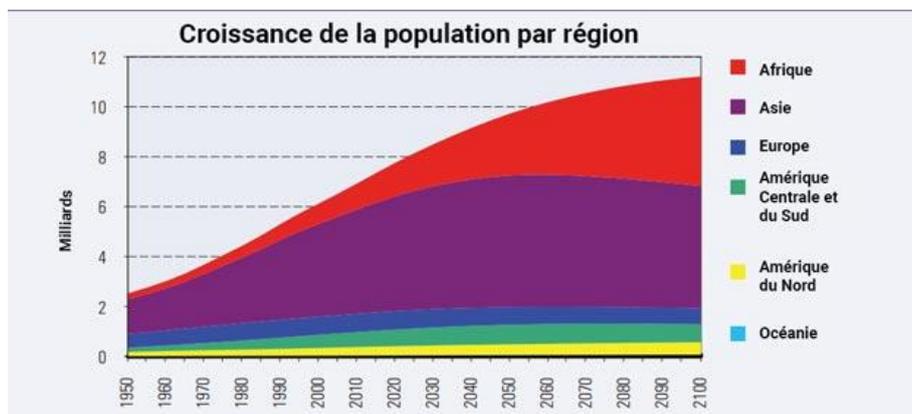
Françoise BERTHOUD est ingénieure de recherche au CNRS à Grenoble et a créé Ecolnfo, un groupe de chercheurs et ingénieurs qui étudie les impacts des nouvelles technologies sur l'environnement. Vous nous proposez, dans votre exposé, d'aborder la question par le biais de la transition écologique et d'interroger le rôle du numérique.

## **Françoise BERTHOUD**

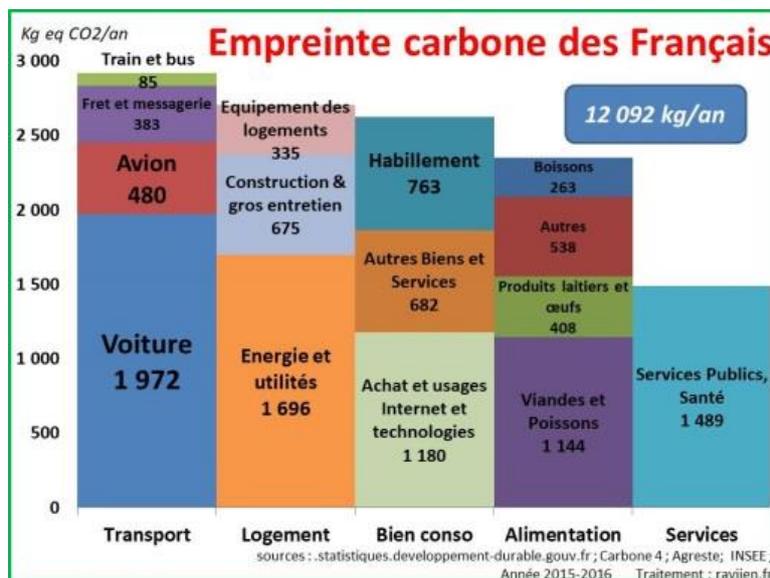
Bonjour à tous. Avant de commencer, je tiens à préciser que je ne travaille pas seule ; pour bâtir ma présentation j'ai beaucoup échangé avec Pierre-Yves Longaretti et Emmanuel Prados de l'Inria, Jacques Combaz et Kévin Marquet d'Ecolnfo.

J'ai orienté ma présentation sur la place du numérique au sein de la transition écologique. Avant de parler du numérique, il m'a paru important de revenir sur les aspects écologiques, puisque c'est l'état de la planète qui nous préoccupe avant tout.

Les problématiques écologiques trouvent leur source au niveau de la pression que nous exerçons sur l'environnement. Cette pression est un produit des activités et de la population. En sachant que l'Afrique et l'Asie sont les deux zones géographiques dont la population est amenée à croître le plus.



Cette pression génère des impacts. Un travail recense l'impact en CO<sub>2</sub> (gaz carbonique) des différentes activités d'un Français moyen. En sachant que ces activités se traduisent toutes en services, en industrie, en flux. Il est intéressant d'envisager la place du numérique par rapport à celle du chauffage, par exemple.



Je tiens à rappeler les enjeux majeurs pour notre planète que sont :

- le réchauffement climatique qui induit notamment la montée des eaux. Même si nous cessions toute émission de gaz à effet de serre (GES) dès aujourd'hui, étant donné que nous accusons du retard, la température sur Terre augmenterait tout de même de 1,5 degré. Les perspectives actuelles établissent que cette augmentation atteindrait au moins 3 degrés. Il est urgent que nous commençons à agir ;
- la pollution et les risques sanitaires associés ;
- les ressources en eau et en métaux ;
- la biodiversité qui s'effondre, par un phénomène en cascade. En effet, si 80 % des insectes disparaissaient, 80 % des fleurs et des animaux seraient aussi conduits à l'extinction.

Tout cela ne représenterait pas un problème, si nous n'avions pas atteint les limites de la planète. Nous les avons atteintes et même dépassées sur plusieurs plans : le réchauffement climatique, la pollution, les problématiques autour des nitrates et du phosphore et la biodiversité.

Dans ce contexte, la transition écologique se traduit par des actions destinées à réduire nos impacts. Quant à la transition numérique, sa définition ne met pas en avant d'action de notre part, mais la considère comme une force agissante provenant de l'écosystème dans lequel nous vivons. Accoler les deux définitions laisse penser que la transition numérique pourrait nous aider à réduire les impacts de nos activités sur notre environnement. Nous verrons si c'est vrai.

Je vais distinguer trois catégories d'impacts :

- les impacts directs, de premier ordre, liés à la fabrication, l'utilisation et au recyclage du numérique ;
- les impacts induits qui résultent de l'utilisation du numérique dans d'autres secteurs ;
- les impacts de troisième ordre qui touchent les changements sociétaux.

« Chaque action du numérique laisse des microtraces dans les endroits du monde où sont extraits les métaux et là où ils sont informellement recyclés. Nous laissons tous ces microtraces. »

## Numérique : quoi, combien et quelles tendances ?

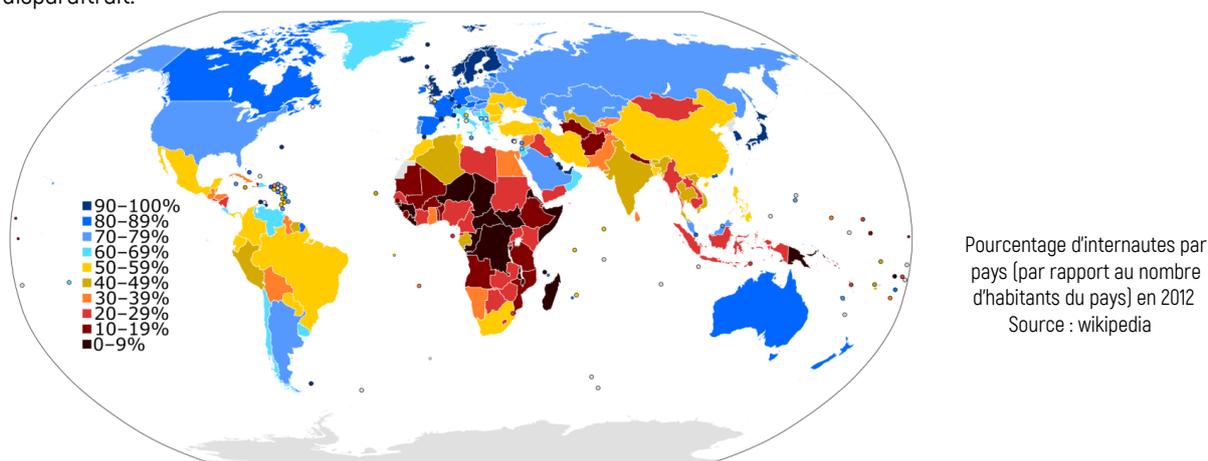
Dans un premier temps, je vais m'attarder sur la notion de « numérique » et présenter quelques tendances d'évolution. Le numérique désigne d'abord les équipements terminaux, puis les serveurs avec leur infrastructures et les réseaux qui permettent d'interconnecter l'ensemble.

Le nombre d'unités vendues a beaucoup augmenté depuis les années 2000, mais nous pouvons observer depuis 2014 un effet de saturation sur les ordinateurs fixes ou portables et sur les smartphones. Pour autant, il se vend chaque année 10 fois plus de smartphones que les autres équipements, soit 1,5 milliard d'unités. Le numérique inclut également les télévisions numériques, les objets connectés et tout ce qui est lié à la robotisation, à l'intelligence artificielle et au big data. Autant de nouveaux objets qui eux explosent en nombre d'unités.

Nous pouvons également évoquer le véhicule autonome, qui n'est pas à proprement parler un objet numérique, mais se trouve surdoté en équipements numériques. Comme de nombreuses autres technologies, il transporte un très grand nombre de données.

La demande relative à la bande passante utilisée par les réseaux mondiaux augmente de 25 % chaque année. Par ailleurs, les couches logicielles jouent sur le déploiement des technologies numériques.

L'étude de la proportion d'internautes par pays en 2012 démontre que les régions du monde dont la population va croître le plus sont celles dans lesquelles le nombre d'internautes est le plus petit. Si les inégalités se réduisaient dans le monde, ce qui est souhaitable, ces populations seraient aussi équipées en numérique et l'effet de saturation disparaîtrait.



## Les impacts directs du numérique

Les technologies du numérique impliquent énormément de métaux. Aujourd'hui un smartphone utilise 50 métaux différents, qui ne sont pas tous indispensables à son fonctionnement de base, mais lui ajoutent des fonctionnalités extraordinaires, telles que la finesse de l'objet.

La demande en métaux, qui concerne l'ensemble des activités humaines, ne cesse de croître de manière exponentielle depuis 1950. La croissance de la demande d'aluminium augmente par exemple de 5 % par an, et celle du cuivre de 3 %. Tous les 25 ans, la demande totale en cuivre double.

Or, ces ressources sont limitées. Ces métaux se trouvent dans des minerais, présents de manière non homogène dans la croûte terrestre. De nombreux métaux se trouvent en concentration faible et très peu en concentration exploitable. L'homme a commencé par exploiter les mines les plus concentrées. Au fur et à mesure du temps, il se tourne vers les mines les moins exploitées. Cela ne serait pas un problème si nos progrès technologiques pouvaient indéfiniment s'améliorer. Malgré la baisse de la concentration de ces métaux, l'énergie nécessaire pour les extraire a progressivement diminué. Néanmoins, nous avons aujourd'hui presque atteint la limite thermodynamique et l'énergie va augmenter beaucoup plus vite. Nous aurions par exemple atteint le pic d'exploitation du cuivre en 2015.

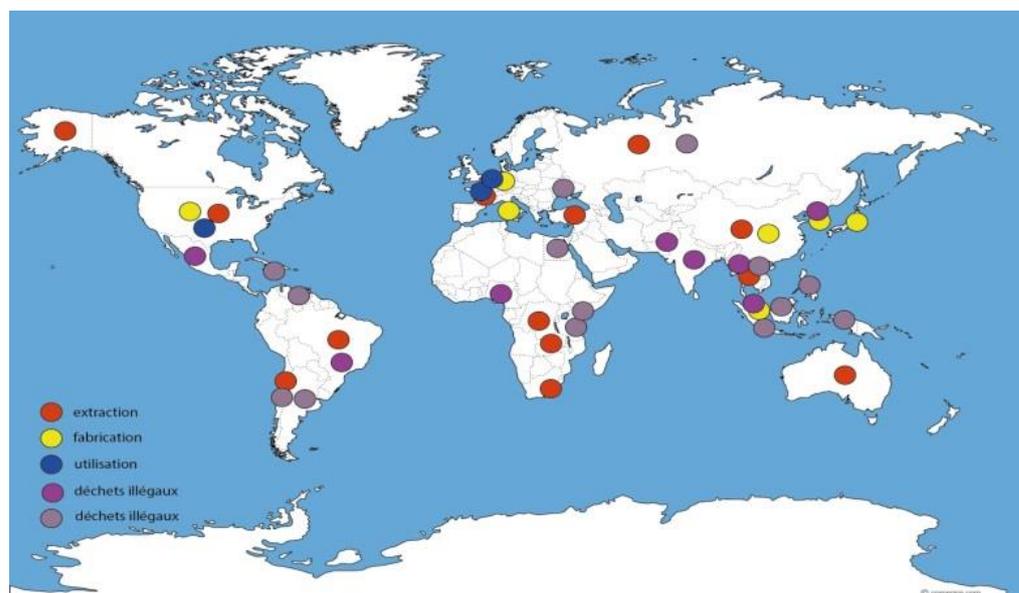
Du côté du recyclage, l'espoir pourrait se nicher dans l'atteinte d'un taux de recyclage voisin de 100%. Malheureusement, tant que la demande en métaux croît exponentiellement, cet espoir d'économie circulaire est

vain, l'exploitation des mines reste nécessaire. Prenons l'exemple du cuivre. La demande de cuivre augmente de 2,85 % par an. Or, les déchets traités aujourd'hui pour récupérer ce métal ont été produits il y a 35 ans, en quantité plus faible. Donc, même si on recyclait à 100%, il faudrait extraire du cuivre primaire pour satisfaire la demande. Aujourd'hui, seul 33 % du cuivre ancien est recyclé et réinjecté dans l'industrie, le reste étant perdu. Donc c'est près de 65 % du cuivre nécessaire à la fabrication de nos objets qu'il faut extraire des mines.

Si la croissance de la demande n'était pas exponentielle, alors le recyclage qui est nécessaire dans tous les cas, serait évidemment la solution. Mais aujourd'hui, la faible capacité à recycler s'explique aussi par un défaut de collecte des déchets. Dans le monde, on ignore le cheminement de 80 % des déchets d'équipements électriques et électroniques. En France, 50 % de ces déchets ne sont pas orientés vers la bonne filière, malgré les points de collecte. Même lorsque les déchets sont bien orientés, nous sommes capables, dans le meilleur des cas, de récupérer une vingtaine de métaux. De nombreux métaux sont donc perdus. De trop nombreux déchets sont envoyés dans des sites (villes parfois) où est pratiqué ce qu'on appelle pudiquement du recyclage « informel » qui génère non seulement des pertes irrémédiables de ressources, mais surtout de la pollution diffuse entraînant de très graves problèmes de santé pour les habitants et travailleurs de ces sites.

D'autres problèmes sont encore plus graves. En effet, l'exploitation des mines provoque la pollution des sites et la réduction des ressources en eau. L'eau nécessaire à cette exploitation entre en concurrence avec celle dont ont besoin des agriculteurs. L'exploitation des métaux génère de la pollution des sols, de l'air et de l'eau. Un site pollué contamine les terres cultivables alentours.

*Impacts : pollution*



Chaque action du numérique laisse des microtraces dans les endroits du monde où sont extraits les métaux et là où ils sont informellement recyclés. Nous laissons tous ces microtraces.

Il existe d'autres impacts de premier ordre. Aux conflits liés à l'usage de l'eau à proximité des mines s'ajoutent les conflits armés, comme c'est le cas en République démocratique du Congo autour de l'exploitation du tantale.

Par ailleurs, le numérique a un impact sur la santé. Les ophtalmologues parlent aujourd'hui d'épidémie de myopie. Les jeunes ayant toujours leur écran devant les yeux, ils développent une myopie, d'autres pathologies pourraient se développer ensuite. Aujourd'hui, plus de 40 % des jeunes sont myopes. De plus, il est aujourd'hui démontré que l'usage excessif des écrans provoque des problèmes de sommeil, des troubles musculo-squelettiques et un déficit des capacités de concentration.

En ce qui concerne l'impact énergétique et électrique du numérique, il est nécessaire de s'attarder sur toutes les phases du cycle de vie de l'équipement et pas seulement sa phase d'usage, qui n'est parfois pas très représentative.

L'« analyse de cycle de vie » est la méthode scientifique permettant d'analyser l'ensemble des impacts d'un produit ou d'un service. Elle permet, sur l'ensemble du cycle du service ou du produit, d'estimer tous ses impacts, liés à tous les processus utilisés dans les phases de ce cycle de vie.

Le numérique (à l'exclusion des objets connectés) représente entre 6 et 10 % de la consommation électrique mondiale, soit 3 à 4 % d'énergie. Cette proportion est significative, mais pas excessive. Une petite moitié de l'énergie est liée à la fabrication des équipements, le reste se répartit entre les équipements terminaux, le réseau et les data centres.

Le rapport *The Shift Project*<sup>5</sup> « *Pour une sobriété numérique* » qui offre des perspectives d'évolution de la consommation d'énergie de ces technologies, estime qu'elle augmente de 8 % par an. C'est le secteur qui croît le plus vite. La croissance de cette consommation électrique, qui pourrait atteindre 14 % en 2020, est par conséquent très rapide alors qu'elle devrait aujourd'hui décroître.

L'ensemble des technologies du numérique représente 3 à 4 % des émissions de gaz à effet de serre (GES), ce qui équivaut aux émissions de l'aviation civile. Or nous avons tous conscience qu'il est nécessaire de réduire les vols transatlantiques, moins de la réduction de notre usage du numérique. Par exemple, 95 % des GES sont générés pendant la fabrication et le transport d'un ordinateur portable utilisé en France pendant trois ans (en excluant l'usage d'Internet). L'impact du transport seul est supérieur à celui de l'utilisation de cet ordinateur (sans utiliser Internet).

**Ainsi, les impacts du numérique sur l'environnement augmentent. Pour les atténuer, nous pouvons ne pas posséder d'équipement ou doubler, voire tripler, leur durée de vie.** La durée de vie moyenne actuelle d'un smartphone est de 2 ans, celle d'un ordinateur de 5 ans. La fabrication des équipements représentant un lourd impact sur l'environnement, il est donc nécessaire d'augmenter ces durées. Pour y parvenir, nous pouvons acheter nos équipements d'occasion, prolonger leur durée d'utilisation, ou nous rendre dans des cybercafés. Concernant l'usage de nos équipements, le visionnage de vidéos représente la plus grosse part de l'usage des réseaux. Réduire leur consommation est la mesure individuelle la plus efficace à mettre en œuvre.

D'autres actions peuvent être mises en place par les développeurs de logiciels, d'applications et les acheteurs. Ils peuvent ainsi faire attention à ce que les services ou le développement des logiciels soient éco-conçus.

Enfin, rappelons l'urgence d'améliorer la collecte des déchets et de perfectionner le recyclage. Aujourd'hui, en France, un à deux kilogrammes de déchets électroniques, par personne et par an, sont encore jetés dans la poubelle normale !

« Nous avons tous conscience qu'il est nécessaire de réduire les vols transatlantiques, moins de la réduction de notre usage du numérique. »

### *Les impacts de deuxième ordre*

Ces impacts sont liés à tout ce qui est déployé par le numérique, par des techniques d'optimisation et de substitution dans le but de réduire les GES émis dans d'autres secteurs. Par exemple, le numérique peut permettre d'optimiser les transports et la production d'énergies renouvelables. Il travaille également sur les smart buildings et smart cities. Tout cela est pensé dans le but de réduire les GES. Les technologies de dématérialisation et le télétravail sont des outils de substitution.

Il y a quelques années, les impacts environnementaux du télétravail ont été largement étudiés aux États-Unis et en Australie, au moment de sa mise en place. A priori, impliquant moins de déplacements, le télétravail permet une réduction des émissions de GES. De plus, puisqu'il réduit le nombre de voitures sur les routes, les bouchons diminuent et les émissions de GES par la même occasion. Le salarié restant chez lui, il est par ailleurs inutile de chauffer son bureau, voire d'en construire un. Ce n'est pas ce qui se passe réellement. Le salarié étant parfois présent pour préserver une communauté de travail, son bureau est bien réel et il reste chauffé.

Mais, télétravailler implique d'acquérir des équipements supplémentaires, tels qu'un ordinateur, un écran, une imprimante, la fibre optique, ce qui a des impacts significatifs sur l'environnement. De plus, le télétravail nécessite de chauffer le domicile et de consacrer une des pièces de la maison à cette activité. Par ailleurs, certains

<sup>5</sup> *The Shift Project* est un think tank qui œuvre en faveur d'une économie libérée de la contrainte carbone.

déplacements personnels qui étaient associés aux déplacements professionnels, deviennent alors des déplacements distincts qui s'ajoutent. Finalement, le gain du télétravail s'établit à environ 0,5 %. Par ailleurs, lorsqu'ils savent qu'ils vont télétravailler, les salariés vont habiter loin de leur travail pour améliorer leur qualité de vie. Leurs trajets s'en trouvent allongés.

Il existe aujourd'hui de nombreuses solutions d'optimisation et de substitution, telles que les plateformes. Je prendrai l'exemple de Blablacar pour illustrer l'« effet rebond » qui résulte d'une augmentation d'efficacité. À l'origine du projet se trouvent deux personnes ayant besoin de se déplacer en voiture. Blablacar propose de les regrouper, ce qui contribue immédiatement à la réduction des émissions de GES et à une économie financière. Or l'argent gagné est souvent réinvesti en trajets supplémentaires. D'autant que cette solution Blablacar devient avantageuse financièrement par rapport au train, qui constituait pourtant une « excellente solution » pour réduire les émissions de GES. C'est ce qu'on appelle « l'effet rebond direct ». Il existe également des effets rebonds indirects : l'argent gagné peut être réinvesti dans un élément non vertueux pour l'environnement, par exemple un trajet en avion.

Finalement lorsque l'on tient compte de tous ces aspects, et bien que le calcul n'ait pas été fait jusqu'au bout, il est très probable que ce type de solution soit beaucoup moins avantageuse pour l'environnement que l'intuition initiale.

Le numérique comprend une multitude d'effets rebonds. Ces technologies sont les championnes des gains d'efficacité (comparons nos smartphones aux premiers ordinateurs, les réseaux d'il y a 20 ans aux réseaux actuels etc.). Par exemple, un serveur physique est remplacé par plus de dix serveurs virtuels, ce qui aurait dû engendrer la chute des ventes de serveurs. Ce n'est pas le cas, car l'augmentation des possibilités entraîne la multiplication des serveurs virtuels.

Au regard de la courbe de croissance des indicateurs, la production de papier ne diminue pas, car le nombre de points d'impression a augmenté. Avant la démocratisation du numérique, le nombre d'imprimantes personnelles était moindre. Les indicateurs des transports et des télécommunications augmentent de la même manière, entraînant par conséquent l'augmentation des émissions de GES. En France, elles ont augmenté de 3 % en 2018. On

*« Il existe une croyance ambiante selon laquelle le numérique permettra de réaliser plein de choses et notamment de réduire nos impacts sur l'environnement. Pour l'instant, cette croyance ne se vérifie pas et les impacts augmentent. »*

ne peut évidemment pas attribuer l'ensemble de cette augmentation aux impacts indirects du numérique mais on ne peut pas l'exclure. Et une chose est certaine, on n'observe pas la fameuse réduction des GES « promise » par les technologies numériques.

Nous avons malheureusement tendance à penser en silo et non de manière systémique. Nous pensons la solution sans en envisager les effets indirects.

Sans le numérique nous ne connaîtrions pas les problèmes de la planète et que nous devons y faire attention. De nombreuses études sur la biodiversité résultent de sciences participatives permises par le numérique. Mon intention n'est pas de dénigrer cette technologie, mais de vous amener à la penser autrement.

Je vous invite par exemple à résister aux injonctions contradictoires, telles que continuer à consommer tout en réduisant les émissions de GES. Lorsque vous réalisez des économies de temps, d'argent ou de place, grâce à l'augmentation de l'efficacité du numérique, je vous invite à réinvestir ces gains dans des actions non polluantes et positives pour l'environnement.

### **Les impacts de troisième ordre**

Ces impacts désignent les changements de la société.

Je considère le numérique comme un réel booster de la grande accélération, et ce pour plusieurs raisons. Le numérique ajoute notamment de la dépendance. Par exemple, plus d'un tiers des fermes agricoles françaises ont besoin de robots et autres technologies numériques pour produire. Les secteurs d'activité, comme la distribution, l'administration, l'industrie, etc. connaissent ces niveaux de dépendance et d'augmentation de la complexité.

Lorsque tout est interdépendant, l'ensemble accélère quand une des parties accélère. Effectivement, grâce au numérique, tous les flux s'accroissent. C'est le cas des flux logistiques, ceux de marchandises, de personnes et financiers, mais aussi des procédés de production. L'obsolescence directe et même l'obsolescence indirecte

augmentent. Ainsi, de nombreux équipements comportent du numérique, dont les couches logicielles évoluent. Or si vous remplacez un des éléments interconnectés de cette brique, vous êtes contraints de changer d'autres éléments. Déjà vous pouvez piloter votre réfrigérateur connecté depuis votre smartphone, on se demande vraiment où est le progrès... Aujourd'hui, pour utiliser une trottinette, un vélib, vous avez besoin d'installer une appli sur votre smartphone. Pas de smartphone à jour, pas de possibilité de louer ces équipements de mobilité douce !

Enfin, nous vivons dans un monde (en occident au moins) où l'innovation rime quasi obligatoirement avec numérique, renforçant par-là tous les effets cités précédemment. Il existe une croyance ambiante selon laquelle le numérique permettra de réaliser plein de choses et notamment de réduire nos impacts sur l'environnement. Pour l'instant, cette croyance ne se vérifie pas et les impacts augmentent.

Si je devais vous laisser un seul message, il serait le suivant : « *Pensez global et systémique et introduisez dans vos actions d'autres champs que celui de la technologie, tout en visant un certain nombre de propriétés pour préparer l'adaptation au monde de demain* ».

Je vous ai précédemment proposé des conseils pour atténuer nos impacts de premier et deuxième ordre sur l'environnement. **Avec les impacts de troisième ordre, je vous offre à présent de nous adapter au monde de demain.** Nous viserons donc les propriétés suivantes : la résilience, c'est-à-dire la capacité du système à résister à des ruptures d'approvisionnement, la polyvalence, etc. Il est aujourd'hui important d'écoconcevoir en pensant à la satisfaction du besoin. Avons-nous par exemple besoin de toutes les applications de notre smartphone ? Avons-nous besoin de l'infinité de possibilités que nous propose Word ? En réalité, nous avons besoin de choses plus simples. Nous devons y revenir, de façon systémique, pour éviter les transferts de pollution, les effets indirects et les effets d'accélération.

### **En conclusion**

**Le numérique a un impact direct, en partie invisible, mais significatif, qui est problématique et fait souffrir de nombreuses personnes partout dans le monde.**

**Les impacts indirects du numérique sont supérieurs aux impacts directs, et sont masqués.**

Nous devons maintenant **inventer des alternatives sociotechniques résilientes, low-tech** (à faible impact environnemental) où le numérique pourrait jouer un rôle ou pas. Nous pourrions réfléchir aux utilisations, à la nécessité, aux inventions du numérique, qui différeront demain de ce qu'elles sont aujourd'hui.

**Pour pouvoir imaginer tout cela, nous avons besoin d'avoir le temps d'y penser.** Or aujourd'hui nous avons sans cesse l'esprit occupé par des sollicitations diverses (en grande partie issus de nos fameuses applis). Nous devons pouvoir nous libérer du temps, pour pouvoir penser à l'imaginaire, développer sa vision, comprendre ce qui se passe, agir ensemble (il est très important de travailler ensemble) et évaluer ce que nous faisons, pour le rectifier le cas échéant.

FRANÇOISE BERTHOUD  
Docteure en biomathématiques, Françoise Berthoud est ingénieure de recherche au CNRS, où elle dirige depuis plus de 10 ans le groupe Écoinfo, collectif national dont les travaux portent sur les moyens de rendre l'économie numérique écoresponsable. Elle avait auparavant travaillé pendant plus de 15 ans dans le domaine informatique, dans le privé et le public. Elle est « *la voix verte de l'informatique* » selon le journal La Croix, « l'écologue du numérique » selon Le Monde.

### **Carine DARTIGUEPEYROU**

Je vous remercie. Si l'assemblée souhaite approfondir les travaux des deux intervenants, je l'invite à se procurer l'ouvrage dirigé par Françoise Berthoud, **Impacts écologiques des Technologies de l'Information et de la Communication : les faces cachées de l'immatérialité**, ainsi que deux contributions de Francis Jutand, la première à l'ouvrage collectif **Un autre monde est possible - Lost in Transitions ?** qui s'interroge sur les finalités des transitions et la possibilité de construire un autre monde, et la seconde à la postface de **Le Futur est déjà là**, qui reprend beaucoup de problématiques de valeurs. À noter aussi le site web de Ecoinfo : [ecoinfo.cnrs.fr](http://ecoinfo.cnrs.fr)

## Questions de la salle

### **Philippe Patrice MOUGEL**

La rencontre du numérique et du biologique, avec la bio-informatique, le biohacking, le biomimétisme, la biorobotique, l'ingénierie informatique génétique, etc. interroge sur la forme que prendra la coévolution du numérique avec l'ensemble du vivant. Comment sera préservée la biodiversité, notamment au regard des risques que représentent les OGM ? Comment augmenter les différentes formes d'intelligences. Comment les interconnecter ? Comment rendre l'IA compatible avec le biologique et l'écologique ?

### **Michel DE BROISSIA**

Je suis maire d'une commune de 300 habitants et président d'une association de défense de l'environnement. Mme Berthoud a indiqué comment optimiser les énergies renouvelables. Cette formulation me choque, car elle traduit un syndrome de silo. J'aurais accepté l'idée d'optimiser toutes les énergies. Je pense que nous devons raisonner globalement. Nous faisons face aux catastrophes que sont le réchauffement climatique et la raréfaction des matières premières et nous ne pouvons pas exclure une solution qui, depuis 40 ans, nous apporte de l'énergie.

### **Perrine MOULINIE**

Je vous remercie pour ces interventions enrichissantes. J'ai apprécié l'interrogation de Mme Berthoud quant à la place du numérique et aux moyens de veiller à ce qu'il reste un outil et que nous ne soyons pas dépendants de solutions qui ne résolvent aucun problème, voire en causent. Elle a également soulevé la question du maillage du numérique avec l'humain. Cela pose la question des langages propriétaires, de l'obsolescence. Les constats et les propositions de solutions me semblent paradoxaux. Par exemple, les réseaux de gestion technique des bâtiments fonctionnent avec des langages propriétaires qui sont devenus obsolètes et pour lesquels les processeurs ne sont plus fabriqués. Cela engage également la sécurité de plusieurs personnes. En sachant que le cerveau reste l'outil le plus puissant, comment pourrions-nous remettre de l'humain dans le numérique ? Le numérique mime le fonctionnement quantique du cerveau. L'humain est un animal grégaire ayant besoin d'échanger.

### **Jean CAVAILLES**

Malgré le fait que les exploitations agricoles soient de plus en plus connectées et numériques, nous assistons depuis une vingtaine d'années à une stagnation des rendements agricoles.

Par ailleurs, les économistes observent une stagnation des innovations, qui provoquerait un ralentissement de la croissance dans les pays développés. Deux explications économiques sont avancées : le caractère invisible de certaines innovations et la monopolisation, qui freine les innovations futures. Les GAFAs en étant la cause. Je voulais savoir ce que vous en pensiez.

### **Guy PERETZ**

Je suis directeur de l'Environnement au Conseil départemental de l'Yonne. L'homme n'est jamais que le produit d'une évolution. Cette évolution nous a placés en interaction avec notre environnement. Cette transition numérique modifie notre environnement de manière extrêmement rapide. En quoi le numérique va venir modifier notre environnement et en quoi peut-il nous aider à évoluer et à nous adapter à cet environnement ?

### **Bruno DORBANI**

Je travaille à la Dreah sur les sujets de la biodiversité. M. Jutand a évoqué les différentes valeurs et archétypes actuellement portés dans le monde. Cependant, son intervention ne mentionne pas l'aspect « Planet First », c'est-à-dire la prise de conscience de l'entreprise de l'aspect humain au regard de la préservation de la planète. Comment l'entreprise peut-elle intégrer la sauvegarde de la planète ?

# Numérique et écologie, risques et opportunités



Table ronde animée par Carine DARTIGUEPEYROU, politologue et prospectiviste.

**AVEC :**

**Asma MHALLA**  
Maitre de conférences à SciencesPo Paris



**Céline COLUCCI**  
Déléguée générale Réseau des territoires innovants



**Francis JUTAND**  
Directeur général adjoint de l'Institut Mines  
Télécom



**Françoise BERTHOUD**  
Ingénieure de recherche au CNRS, EcoInfo



## Carine DARTIGUEPEYROU

Céline Colucci est déléguée générale des Interconnectés, le réseau national qui accompagne le développement des usages du numérique auprès des territoires.

Asma Mhalla est maître de conférence à SciencesPo Paris et consultante dans les entreprises. Elle travaille sur l'enjeu des métaplateformes internationales.

Pour ouvrir le débat de nos quatre invités, j'aimerais donner la parole à Céline Colucci. Du point de vue des territoires, l'écologie peut être l'alliée de cette transition numérique. Que voyez-vous à l'œuvre entre numérique et écologie sur les territoires ?

## Céline COLUCCI

### Déléguée générale du Réseau des territoires innovants

Les Interconnectés, premier réseau national de collectivités sur les sujets du numérique, a été créé par l'Assemblée des Communautés de France (AdCF) et France Urbaine, deux associations d'élus qui représentent l'intercommunalité française et les grandes villes. Notre objectif est d'accompagner les collectivités face au défi de la transformation numérique et de l'innovation et les aider à réfléchir à l'utilisation du numérique, ou pas, au profit des politiques publiques.

Pour répondre à Carine, le premier constat – que nous regrettons de manière collective aujourd'hui – est que ces deux forces du numérique et de l'écologie vivent de manière séparée. Les spécialistes du numérique et de l'écologie n'ont pas, le plus souvent, suivi les mêmes parcours initiaux, ne se croisent pas naturellement, n'ont pas de langage commun et n'ont pas d'endroits pour se rencontrer. C'est d'ailleurs un point d'attention pour nous et l'objet de discussions avec le ministère de la Transition écologique et solidaire. Il nous semble important que les smart cities tiennent vraiment compte de l'écologie et associent les populations. Nous avons le sentiment que ce n'est pas suffisamment le cas.

Le numérique est porteur d'innovation, de technologies de pointe, induit des notions de performance, et porte des enjeux industriels forts. Les grandes réussites du numérique au niveau mondial sont des entreprises dont les chiffres d'affaires se comptent en centaines de milliards. Quand la notion de data a été évoquée pour la première fois, elle était présentée comme le nouvel or noir de l'économie mondiale. Et de fait les acteurs locaux ont commencé par protéger leur trésor, même s'ils ne savaient pas précisément quelle en était la valeur.

A l'inverse, les acteurs du développement durable et de l'écologie considèrent la technologie comme potentiellement très consommatrice d'énergie, mobilisant des ressources rares, et questionnent son usage.

Les deux mondes ont eu tendance à s'ignorer plutôt que de coopérer. Pour autant, dans les collectivités, il existe une véritable envie et la nécessité de faire cohabiter les deux. En effet, les collectivités, en tant qu'aménageurs du territoire, sont confrontées à l'ensemble des pressions évoquées par Francis Jutand. Il est nécessaire de rassembler écologie et numérique pour garantir le bien vivre ensemble, pour accroître l'efficacité et pour que les villes ne soient pas saturées. Ce n'est pas un hasard si en matière de smart city les questions de mobilités ont été les premières priorités des villes.

Écologie et numérique ont de forts points communs : ce sont des dynamiques de transformation fortes, transversales, qui bouleversent les organisations, questionnent l'existant et ouvrent la voie à de nouveaux comportements.

Pour le réseau des Interconnectés, le numérique doit être au service des politiques publiques. Il est une force, mais pas un objectif en soi. Certains portaient l'idée d'un effet magique du numérique, or ce n'est évidemment pas le cas. Le numérique est à la fois un ensemble d'outils et une démarche. La bonne nouvelle pour ceux qui se lancent c'est que la technologie est aujourd'hui efficace et globalement abordable, ce qui n'était pas le cas il y a dix ans, les collectivités

#### CÉLINE COLUCCI

Elle est déléguée générale du Réseau des territoires innovants – Les Interconnectés, dont elle a contribué à la création en 2009 avec l'association des communautés de France (AdCF) et France urbaine. Ce réseau est aujourd'hui la première association nationale qui appuie les collectivités locales dans le développement du numérique et de l'innovation. Diplômée de sciences politiques, elle avait co-fondé une web agency dès la fin des années 1990 avant de rejoindre l'association LyonInfocité pour contribuer à l'animation des entreprises du numérique à Lyon.

pionnières ont eu beaucoup de mérite à mettre en œuvre ces nouvelles approches !

En ce qui concerne les projets, il faut noter que les collectivités françaises sont volontiers innovantes dès lors que les solutions permettent de répondre à des problématiques concrètes.

Beaucoup de projets sont menés dans le domaine de l'énergie, pour optimiser les consommations et diversifier les sources. Les smart grid engagent une réflexion sur la construction de bâtiments plus efficaces mais aussi sur les possibilités de réduire les consommations sur le bâti existant, comme c'est le cas dans le projet SunRise de l'université de Lille 1 par exemple. Autre sujet très développé par les territoires, l'optimisation des consommations en matière d'éclairage public, en profitant du renouvellement du parc urbain pour miser sur les technologies LED et lampadaires « intelligents ». D'autres réflexions sont menées sur les moyens d'améliorer la production d'énergie et on voit notamment émerger des réflexions en matière d'autoconsommation collective.

Autre domaine de projets très répandu : le covoiturage qui fait l'objet de nombreuses initiatives soutenues ou portées par les collectivités depuis de nombreuses années avec des modalités différentes selon la typologie et la taille du territoire. De même, les projets de maillage des territoires de tiers lieux, ou espaces de coworking sont fortement développés.

Des recherches plus récentes se concentrent sur la végétalisation des villes, avec des projets de serres bioclimatiques sur les immeubles ou la végétalisation des façades, voire l'installation de fermes urbaines. Dans ce cas l'objectif n'est plus seulement de limiter les consommations mais aussi de travailler à l'autosuffisance des villes.

Pour autant, comme le souligne l'intervention de Françoise Berthoud, afin de faire les bons choix il est nécessaire de disposer de véritables données concernant les effets induits de ces projets. Afin de changer d'échelle il semble indispensable de pouvoir disposer de mesures d'impact. La partie « évaluation » reste difficile. C'est un point faible qui fragilise la capacité des villes à faire des choix éclairés.

L'autre point essentiel de la réussite de ces projets réside dans l'adhésion des populations et notre capacité collective à adopter des changements profonds de comportements. Le caractère culpabilisant de l'écologie peut avoir un effet repoussoir. C'est pourquoi les politiques publiques et les élus réfléchissent à des solutions alternatives : gamification des démarches (ou ludification en français), mise en place de systèmes de récompense pour les bons comportements...

C'est probablement dans le travail autour de la gouvernance, cette intelligence collective, que se trouvent les réponses. Il est nécessaire de nourrir la réflexion commune de vraies données.

## **Carine DARTIGUEPEYROU**

Je vous remercie Cécile Colucci. Je souhaite à présent donner la parole à Asma Mhalla. Le numérique peut réellement servir les territoires. En outre, la trajectoire technofinancière concentre à la fois les richesses et les oligopoles, alors qu'elle doit développer notre capacité d'autonomie, de collaboration et de partage.

Asma Mhalla vous travaillez sur la question des idéologies des technologies, à commencer par le rôle des métaplateformes. Cela rejoint les questions posées jusqu'alors.

Pouvons-nous entrevoir un numérique qui puisse contribuer à cette transition écologique ? Ou au contraire, ne sommes-nous pas autonomes ni souverains ? Quelle est votre vision de la situation ?

## **Asma MHALLA**

### **Maître de conférences à SciencesPo Paris, consultante en innovation**

Je vous remercie d'avoir précisé l'endroit d'où je suis partie. Mes travaux de ces dernières années avaient pour but d'analyser l'idéologie, les enjeux politiques, de ce que nous appelons les métaplateformes. Nous sommes aujourd'hui confrontés à un effet monopolistique de ce que nous appelons en Occident les GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Apple et Microsoft) et en Chine les BATX.

Le monde a été reconfiguré en deux pôles, informationnellement indépendants, qui reconfigurent en réalité une guerre informationnelle entre ces deux blocs.

La question sous-jacente que je tente de poser et celle du rôle de l'État. Ainsi, j'essaie d'analyser, sous le prisme des souverainetés, fonctionnelles pour les métaplateformes et territoriales pour les États, quel nouvel ordre politique et économique nous sommes en train de dessiner. Par le prisme de l'écologie, j'ai tenté d'attaquer le sujet par la polysémie du terme. Le premier sens de l'écologie est celui de l'environnement, mais d'autres définitions sont induites par ce nouvel ordre économique, c'est-à-dire l'écologie cognitive, celle des territoires, une forme d'écologie culturelle, un respect des ressources créatives. L'économie de la connaissance a été captée par ce que nous appelons aujourd'hui le capitalisme cognitif.

Nous avons beaucoup parlé ce matin de l'économie numérique. L'imaginaire répandu dans les médias, présente le numérique comme immatériel. Par l'exposé de Françoise Berthoud, nous réalisons que l'économie numérique est matérielle et peut être extrêmement polluante. En réalité, nous ne nous trouvons pas au cœur d'une économie post fordiste ou post industrielle, mais nous pénétrons dans une économie hyper industrielle et néo-tayloriste. Les métaplateformes reconfigurent l'industrie ou appliquent les critères de l'industrie fordiste ou tayloriste à l'économie de la connaissance et aux idées. Il existe une convergence entre l'industrie matérielle, la production industrielle, et la production des idées auxquelles on applique les mêmes process. Cela produit deux conséquences : la polarisation du travail. L'écologie sous-tend une notion explorée par le concept de développement durable, à savoir l'égalité. L'écologie du travail questionne notre capacité à proposer du travail décent. Les « gilets jaunes » en ont été un exemple flagrant ces derniers mois. Par le numérique, nous observons en réalité une polarisation entre les métiers de conception d'une part et les métiers de production d'autre part. Émerge également la Geek-économie, une économie des précaires, qui se traduit par les livreurs Deliveroo ou les chauffeurs Uber par exemple. C'est également une nouvelle forme de colonialité Nord/Sud. Des sociologues, comme Antonio Casilli, ont travaillé sur la sous-traitance dans les pays du Sud d'un certain nombre de tâches sous-qualifiées, peu payées et protégées par aucun droit du travail. Cela crée une nouvelle spécialisation entre le Nord et le Sud et une nouvelle forme, non pas de colonialisme, mais de colonialité.

Cette écologie du travail induite par la société hyper industrielle est amplifiée par un autre phénomène que sont les « hub » que l'on voit apparaître au niveau mondial. Le monde est censé être beaucoup plus fluide, mais cette fluidité est accompagnée par une hyperpolarisation. Ces grands hubs concentrent les ressources créatives, les élites et se déconnectent progressivement de leurs périphéries. Là encore, les « gilets jaunes » en sont un exemple. Les périphéries se trouvent également à l'échelle mondiale.

« L'économie de la connaissance a été captée par ce que nous appelons aujourd'hui le capitalisme cognitif. »

Que faisons-nous de ces périphéries, de ces marges ? L'écologie suppose un questionnement politique qui est essentiel. L'écologie est environnementale, parce que c'est dans ce domaine que réside l'urgence, pour autant l'urgence est aussi ailleurs.

Il est nécessaire de réfléchir à tous ces sujets en même temps, de les embrasser d'une même façon, avec le même niveau d'urgence. C'est la question de la société que nous voulons bâtir.

Mon premier point était de dire que nous ne nous trouvons pas dans quelque chose d'ordre immatériel ou de post-industriel, mais dans un ordre numérique hyper-industrialisé et néo-tayloriste. Il peut être contrintuitif de penser que nous pouvons « processer » la production d'idées. En réalité les métaplateformes le font très bien. Nous avons peu parlé de la partie idéologique. Nous avons parlé du numérique comme un outil. Or le numérique est plus qu'un outil, il est une technologie. Contrairement à la technique, toute technologie n'est pas neutre, car elle porte en elle une vision du monde. Aujourd'hui, la maîtrise technologique du numérique se trouve entre les mains des métaplateformes. Leur vision du monde est extrêmement claire.



A l'heure où nous parlons de la loi PACTE et où on somme les entreprises d'avoir une vision, une raison d'être et une mission de penser le temps long, les métaplateformes le font nativement. Elles ont d'une part une vision du monde très claire, que nous la partagions ou pas, mais aussi une vision du temps long. Les investissements réalisés dans les domaines de l'IA ou des nanotechnologies, par Google ou Amazon, même s'ils ne sont pas rentables aujourd'hui, traduisent une vision claire du monde. Cette vision est matérialisée par le data monde. Les métaplateformes portent une vision idéologique très forte, à laquelle par notre silence ou par nos usages nous souscrivons. Leur enjeu hégémonique, que ce soit pour le bloc chinois ou le bloc occidental est la mainmise sur les données mondiales.

Ces données sont la matière première essentielle pour faire fonctionner les algorithmes d'IA. Nous assistons à une sorte de course effrénée à la donnée mondiale entre ces métaplateformes.

Cela suppose que l'idéologie initiale du Web, qui était ouverte, égalitaire, gratuite, avec une connaissance infinie pour tous, a été verticalisée par cette plateforme. Le fonctionnement des métaplateformes vise à nous faire produire des données, de manière permanente. Par l'économie de l'attention, ces plateformes vont nous faire produire en permanence de la donnée. Elles nous maintiennent dans des stimuli psychologiques permanents, de façon à ce que nous soyons en permanence connectés. Des applications addictives s'infiltrent dans nos fragilités psychologiques que sont l'ego, le narcissisme, la narration de soi, etc. de façon que nous produisions des traces numériques de manière permanente. Il s'agit de la problématique de l'écologie cognitive.

Comment pourrions-nous imaginer un « slow web » qui nous accorde un temps de déconnexion et de recul qui nous permette de penser le monde ? En réalité, par les addictions induites, pensées par les designers de la Silicon Valley, nous n'avons plus le temps de penser le monde. Nous n'avons plus le temps ou l'espace de cerveau disponible pour aiguïser l'esprit critique dont nous avons besoin pour construire la vision du futur.

L'économie de l'attention est un des premiers critères du data monde. Le deuxième est le capitalisme cognitif, qui représente une autre forme de mainmise sur les biens communs. La production culturelle et scientifique est produite et financée par l'État. Ces métaplateformes, par leur idéologie libertarienne et leur évasion fiscale permanente, ne participent pas au financement de la source de cette production sur laquelle ils auront un comportement prédateur. Ce comportement se matérialise par les droits de propriété. Google a un taux de croissance annuel de dépôt de brevets de 10 %. Il est un des premiers dépositaires de brevets dans le monde.

L'économie numérique était censée apporter l'économie de la connaissance et du savoir. En réalité, les comportements prédateurs de ces métaplateformes ont déplacé le problème.

Cette idéologie libertarienne s'est formalisée sur l'idée que l'État était lourd et archaïque. Les smart cities sont une réponse pragmatique, une forme de solutionnisme technologique qui court-circuite les collectivités locales. Par exemple, la ville de Toronto a délégué totalement à Google la création de la smart city d'un des quartiers de Toronto.

Nous assistons à un basculement de la souveraineté nationale, locale, vers des métaplateformes qui maîtrisent beaucoup mieux la technologie que les institutions publiques.

Voici où se situe la convergence entre le modèle économique des plateformes et l'idéologie hégémonique du data monde, mâtinée de libertarisme. Aujourd'hui, les métaplateformes pèsent aussi lourd que les États. Les 5 GAFAM valent l'équivalent de l'État allemand. De plus, elles sont traitées comme des États. Quand Mark Zuckerberg<sup>6</sup> arrive à Paris, il est reçu à Versailles. Ce signal interroge la souveraineté de ces plateformes.

L'État a été adjuvant ou a laissé ce nouvel ordre se mettre en place. Devant ces multitudes d'urgences, pourrait-il devenir un contre-pouvoir et réguler ces métaplateformes ?

Nous devons penser l'État comme un maillon indispensable entre le local et le global, ce qu'il peine à faire aujourd'hui, ainsi que le rôle des services publics et donc celui de l'école. Comment éduquons-nous les futures générations ? La dernière préoccupation est liée à la culture.

ASMA MHALLA

Maître de conférences à SciencesPo Paris, spécialiste de l'économie numérique et consultante en innovation. Diplômée de l'ESCP Europe, Asma Mhalla est une spécialiste des enjeux économiques et politiques de l'économie numérique des plateformes. Elle est également experte des stratégies d'innovation et des nouveaux modèles économiques émergents.

<sup>6</sup> Cofondateur du site web de réseau social Facebook dont il est le président-directeur général.

## Carine DARTIGUEPEYROU

Je vous remercie. Votre exposé répond à la question de fond de notre journée. Je propose à Francis Jutand de rebondir sur ces propos. Il travaille sur la question du numérique, mais a également beaucoup œuvré sur la question des plateformes. Il est d'ailleurs à l'initiative d'une loi sur le sujet. Ensuite, Céline Colucci nous présentera les programmes big data dans les territoires.

## Francis JUTAND

Tout d'abord, le numérique n'est pas qu'une technologie, mais également un mouvement d'enclenchement d'une avalanche et de la métamorphose. Ce monde est en train de se transformer, sans faire table rase du passé. Les GAFA se sont développés avec les modèles économiques du monde industriel de l'économie de l'attention et de l'usage, en utilisant les failles des marchés bifaces.

Le roman *Le Cercle*<sup>7</sup> imagine la fusion de trois GAFA dirigée par trois personnes. La première souhaite le bien du monde, le deuxième sa transparence et le troisième de l'argent. Il y a là une forme de récit transhumaniste très dangereux.

Face à un tel bouleversement, nous avons plusieurs attitudes possibles. La première consiste à bloquer et revenir à des modèles de vie féodaux. Par exemple, ce qu'avance Pierre RABHI ne fonctionne pas à l'échelle des 10 milliards d'habitants que nous serons bientôt. L'islamisme radical constitue un autre type de féodalisme.

La question qui se pose n'est pas celle d'utiliser ou pas le numérique, même s'il fait partie intégrante du problème. La transformation qu'enclenche le numérique fera partie des solutions ou des non-solutions.

Par ailleurs, le développement industriel nous a fait parvenir à la limite d'utilisation de la Terre, avec une interdépendance croissante et donc tout influe sur tout.

Nous exagérons peut-être la valeur des données. Pour les GAFA, les données sont des outils. Mais ils vivent de la publicité, ou de la vente de biens matériels ou logiciels. La donnée possède une force de contrôle, mais ne constitue pas forcément l'aspect de valorisation le plus fort. D'ailleurs, les GAFA investissent d'autres domaines de contrôle plus rentables. Google n'est plus seulement un moteur de recherche, mais au centre d'une galaxie de secteurs pour lesquels les applications numériques sont des outils de captation et de contrôle.

Même si les GAFA sont en état de prédation et les alliés objectifs de ceux qui veulent contrôler militairement le monde, je ne serais pas si pessimiste que cela. Notamment parce que l'Europe a mis en place le RGPD (règlement général sur la protection des données). De nombreuses grandes entreprises américaines apprécient cette initiative. L'Europe peut faire des choses. Nous n'avons pas que le choix d'alimenter ces acteurs très puissants. Nous pouvons établir et défendre notre souveraineté.

La souveraineté est à la fois un problème d'État et un problème individuel. Elle est la capacité d'agir et donc de choisir. Pour cela, les technologies, la puissance économique et le soft power (puissance de régulation) sont nécessaires. Le RGPD est un élément de ce soft power. Cela peut contribuer à notre souveraineté. Nous avons besoin d'acteurs européens, qui peuvent faire comme Google, mais sans conserver de données personnelles comme le propose Qwant. Nous avons la possibilité de faire les choses, à condition que nous nous constituions des champions européens. La multitude issue du numérique est puissante. Monsanto va être mis à genou par cette multitude. Cette dernière peut agir. Les GAFA ne sont pas une fatalité.

## Carine DARTIGUEPEYROU

Je vous remercie. Je souhaite donner la parole à Céline Colucci. En tant qu'observateurs, nous entendons beaucoup parler du big data. Comment est appréhendée la question du big data au niveau des territoires ? Comment contrôlons-nous, développons-nous et valorisons-nous les données ? Comment les protégeons-nous ? Comment s'assurer, dans les territoires, que ces données sont destinées au bien commun ?

---

<sup>7</sup> Roman d'anticipation de l'auteur américain Dave Eggers, paru aux États-Unis fin 2013

## Céline COLUCCI

Je souhaitais d'abord rebondir sur la question du RGPD, qui démontre selon moi, qu'il n'y a pas de fatalité à subir la dure loi des GAFAs comme on l'entend trop souvent. C'est au contraire un exemple de réussite collective où l'Europe a imposé sa vision en matière de données avec un règlement qui place le respect de la vie privée et la confiance des usagers comme pierre angulaire aux usages de la donnée.

« Plus globalement, la data pose la question de la souveraineté, du rôle et du pouvoir d'action de la collectivité et de l'intérêt général. »

La manière de considérer le numérique est essentielle. Si nous nous plaçons du point de vue des forces économiques et de la puissance, nous nous trouvons écrasés. Mais si nous réfléchissons du point de vue des valeurs, cela nous permet de re-questionner profondément, différemment les choses, de rallier des acteurs très divers, et d'avoir un impact y compris auprès des industriels.

Parmi les discours qui émergent des mouvements sociaux actuels, on entend une forte défiance envers les gouvernants mais aussi les industriels et une vraie colère envers les GAFAs. Cette « haine » des GAFAs ne survient pas par hasard. Sans en avoir

les codes ni l'expertise, je pense que chacun comprend que le fonctionnement actuel induit une perte de pouvoir de l'individu face à une technologie puissante mais sans contrôle. Implicitement la maîtrise exclusive de la data par les industriels est une forme d'aliénation.

Le constat au quotidien est que malgré la production de nombreux services censés nous faciliter la vie, l'impact sur nos vies est au mieux faible : les assistants de Google ou autres ne changent rien à la précarité du quotidien, et au pire négatif : « ubérisation » des métiers et impacts écologiques forts.

À ce jour, nous ne possédons pas collectivement les éléments cognitifs pour aller plus loin. C'est là que nous devons reparler de culture numérique au-delà de l'instruction stricte à l'usage du numérique. Le fait de posséder les données individuellement, aussi bien qu'au niveau des décideurs, est essentiel pour pouvoir prendre les bonnes décisions.

Sur les territoires, les évolutions suivent les temps forts du numérique. La vague digitale est arrivée il y a 10 ans environ de manière puissante et a fasciné un grand nombre. Elle a simplifié un grand nombre d'actions et permis d'envisager la création de nombreux services.

Ensuite, le mouvement de l'open data prônait l'ouverture des données de manière gratuite et transparente afin de partager la connaissance. Cette idéologie du Web est positive et ouverte.

Petit à petit, l'idée que la data avait une forte valeur marchande s'est répandue, ce qui a eu pour conséquence de refermer son accès et de privatiser un certain nombre de segments.

Les collectivités ont suivi ces phases. Dans un premier temps, elles ont considéré l'open data comme un vecteur de transparence publique. Ensuite, elles ont encouragé l'ouverture des données afin d'alimenter les Start Up, de créer de nouveaux services, et donc des emplois et dynamiser l'économie locale.

Plus récemment, nous avons atteint une phase de maturité dans laquelle la donnée est un moyen de comprendre et d'agir. Un travail se met en place aujourd'hui pour réunir l'information et la partager afin de mieux comprendre ce que nous faisons et analyser le territoire. Les doubles numériques des villes peuvent par exemple contribuer à modéliser la ville de manière à agir sur les flux de circulation, les bâtiments, les zones de chaleur, la qualité de l'air, etc. Nous tentons de récolter le maximum d'informations, que nous pouvons croiser, pour essayer de résoudre des problématiques complexes. En combinant les données à des modèles prédictifs, il devient plus simple de comparer les hypothèses et d'étudier les impacts de nos actions.



Mais surtout le partage de la donnée est selon nous un puissant vecteur d'intelligence collective. Si on reprend l'exemple de la qualité de l'air, des équipes pluridisciplinaires se réunissent autour de la collectivité et des agences spécialisées. Ces expériences concrètes d'intelligence collective se révèlent productives et engagent à poursuivre ces dynamiques sur d'autres sujets. La métropole de Lyon -en parallèle de sa démarche data- s'est ainsi dotée d'un Tube à expérimentations urbaines (le TUBA) qui réunit pouvoir publics, entreprises et usagers pour exploiter les données au service du projet urbain.

Plus globalement, la data pose la question de la souveraineté, du rôle et du pouvoir d'action de la collectivité et de l'intérêt général. Cette réflexion est menée également au sein de l'État français. Un mouvement se dessine, notamment avec le projet de cloud souverain, qui vise à ce que les pouvoirs publics reprennent la main et la maîtrise de leurs données pour savoir où elles se trouvent, comment elles sont exploitées. Pour rappel, la loi sur la République numérique<sup>8</sup> a été la première à inscrire dans les textes l'obligation de transparence des algorithmes. Il est important de reconnaître que la manière dont est traitée la donnée n'est pas neutre. Il est essentiel d'avoir prise sur le traitement pour espérer avoir une maîtrise des effets de l'exploitation des datas.

La question de la réappropriation au niveau local se pose également. Certains territoires tout en organisant l'open data, engagent des formes de contractualisation avec les écosystèmes locaux concernant les usages des données publiques et privées (Charte métropolitaine de la donnée de Nantes) et tentent d'instaurer un dialogue avec les grands opérateurs afin de trouver des formes de participation plus équilibrées (modèle de licence défendu par la métropole de Lyon).

Enfin les questions de l'éthique de la donnée, de l'intelligence artificielle, se posent de manière de plus en plus forte dans les collectivités. Les politiques ont la volonté d'investir ces domaines. C'est d'ailleurs un des sujets qui a été inscrit dans les objectifs de travail de notre commission numérique qui réunit les élus de l'AdCF et France urbaine pour l'année 2020.

Nous nous trouvons au début d'une nouvelle phase qui me paraît intéressante, parce que les modèles européen et français portent de manière forte la priorité à l'humain. Au niveau local l'utilisateur et le citoyen sont replacés au cœur du dispositif. Le service public défenseur de l'intérêt général replace la donnée au service de la population.

Trois collectivités, La Rochelle, Nantes, Lyon, accompagnées par la FING travaillent sur la notion de self data territorial. L'idée est que si nous voulons nous assurer que le citoyen reprenne la main sur ses informations, il faut inverser le mode de production et de partage des informations. Ces collectivités travaillent à partir de l'idée que chacun est propriétaire de ses informations et choisit de les partager ou pas. Cela questionne tout le cycle de l'utilisation de la donnée ainsi que la relation contractuelle entre celui qui utilisera ces informations et son propriétaire. C'est intéressant, car cela inverse concrètement le sens des priorités.

### **Carine DARTIGUEPEYROU**

Par la dématérialisation, l'humain est reconvoqué. En effet, les services ne pourront jamais être totalement dématérialisés, car certaines personnes ne sont pas en capacité d'accéder au Web. Les territoires doivent se mettre en capacité de faire cette interface humaine entre le numérique et le citoyen.

### **Céline COLUCCI**

La dématérialisation des services publics était envisagée comme le moyen de simplifier l'accès aux services mais aussi d'automatiser les démarches et de réduire le nombre de fonctionnaires. Cependant, l'expérience montre que la réalité est plus complexe. D'une part il nous faut accepter le fait que tout le monde ne pourra pas utiliser les services dématérialisés. D'autre part, les études montrent qu'à partir d'un certain niveau de dématérialisation des échanges, il devient nécessaire de réintroduire du contact humain pour redonner du sens et conserver le lien social.

Je donnerai l'exemple de la ville d'Orléans qui, engageant une nouvelle phase de modernisation des services publics, a étudié la demande des citoyens. Dans le domaine de la petite enfance il est ressorti clairement que si les parents ne souhaitent pas prendre une demi-journée pour remplir un formulaire d'inscription, ils sont par contre favorables à prendre ce temps dans le cadre d'un rendez-vous qui leur permette de s'informer plus globalement sur la prise en

---

<sup>8</sup> LOI n° 2016-1321 du 7 octobre 2016

charge de leur enfant. Dans cet exemple la démarche en ligne est vécue comme plus simple mais l'interlocuteur de la collectivité est valorisé pour sa capacité de conseil et d'écoute.

Le plan national pour un numérique inclusif, auquel nous avons participé en tant que rapporteur, place la réflexion dans le cadre de l'objectif fixé par l'État de mener la dématérialisation totale de ses services publics d'ici 2022. Dans ce cadre, 13 millions de personnes se trouveront de fait exclues de l'accès aux services publics et de leur accès aux droits. Parmi ces personnes, certaines peuvent être formées pour être autonomes, d'autres ne le seront jamais.

Par conséquent, l'État et les territoires doivent engager au plus vite un plan d'action fort pour remédier à cette situation. Cela questionne la prise en charge des personnes au lieu d'accueil des différents services et en particulier les services publics de proximité.

La dématérialisation réinterroge le maillage du territoire et le maintien de suffisamment de points d'accueil pour permettre à chacun d'accéder à l'ensemble des services publics. Cela revient à valoriser les mairies, les agents d'accueil dans les CCAS etc., mais aussi à recréer-ce que l'on a parfois démantelé il y a 10 ans- des lieux en proximité et des services itinérants qui s'installent dans les villages. Le service public dématérialisé est ainsi apporté au plus près des citoyens. La tendance est à la formation d'agents polyvalents qui peuvent guider les usagers, dans un même point d'accueil, pour accéder à un bouquet de services.

Au final c'est en remettant l'humain au cœur des transformations que l'on peut faire se rejoindre les dynamiques de progrès technologique et de développement durable. Les territoires –parce qu'ils sont porteurs de l'intérêt général et proches des écosystèmes– en sont un maillon essentiel.

### **Carine DARTIGUEPEYROU**

Nous avons le sentiment que cette humanisation survient toujours après le reste, comme s'il fallait replacer l'homme au cœur des processus et comme si les expériences menées n'étaient pas concluantes et demandaient une répétition et un ré-expérimentation.

Je souhaite que nous abordions à présent la question des leviers et les moyens de faire en sorte que l'écologie soit l'alliée du numérique.

Françoise Berthoud, quels sont les leviers collectifs pour faire autrement et ne pas cantonner cette problématique à l'individu ? Comment faire en sorte que cet imaginaire écologique soit porteur et rallie à lui-même un numérique plus responsable, écologique et éthique.

### **Françoise BERTHOUD**

Je souhaite répondre à la question relative aux énergies renouvelables, posée par M. De Broissia. Il a raison et je le remercie de me permettre de reprendre ce point. Par nature, les énergies renouvelables sont intermittentes. Par conséquent, comment alimenter un data centre avec des énergies éoliennes ou solaires, sachant que l'utilisateur veut un service permanent. Des outils et optimisations logiciels sont utilisés pour le permettre.

Je travaille depuis plusieurs années dans un bâtiment hyper-connecté. À ma connaissance il n'existe aucune étude prenant en compte le cycle de vie des équipements du bâtiment hyper-connecté, notamment l'ensemble des capteurs, qui permette de démontrer leur apport sur le plan énergétique. Nous l'ignorons.

Ne ferait-on pas mieux, sans pour autant culpabiliser les usagers, d'apprendre à mieux utiliser nos bâtiments. La question de l'usage d'un bâtiment hyper-connecté est mise de côté. Dans le bâtiment dans lequel je travaille existe une commission développement durable pour essayer d'avoir des mesures. Une grande partie de l'énergie est prise par le data centre, dont une partie pour des serveurs qui n'ont aucune utilité. S'interroger sur les besoins et les usages est un préalable dont on ne devrait pas se passer avant de penser solution technologique à la pointe. Ne pas fonctionner en silo est essentiel.

Par ailleurs, je tiens à remercier Asma Mhalla pour son exposé que j'ai trouvé brillant et qui m'a beaucoup nourrie.

En ce qui concerne les leviers, je crois que nous sommes beaucoup trop lents pour réagir face à l'urgence de ce à quoi nous sommes confrontés. Nous ne parvenons pas à modifier le système, qui est très complexe.

Nous pouvons activer quelques leviers pour atténuer notre impact. Mais l'essentiel des leviers que nous devons activer aujourd'hui est destiné à nous préparer à « l'Après ». Viendra un temps où nous ne pourrons plus vivre comme aujourd'hui. Les leviers se trouvent autant au niveau de la recherche qu'au niveau des citoyens. Comment imaginer un système qui nous rende des services, mais ne dépende pas des métaux extraits en Afrique ou au Pérou ? Nous ignorons si nous serons encore capables de réaliser tous ces transports internationaux dans 30 ans. Comment pouvons-nous apprendre à réparer ce que nous possédons, à réutiliser des bouts de nos objets actuels pour un monde de demain qui sera plus local et un « petit peu » dégradé.

La recherche doit contribuer à bâtir un système résilient. La nature est par nature extrêmement résiliente, sauf quand elle est frappée d'un « coup de marteau » trop violent, qui entraîne son effondrement. C'est ce que nous sommes en train de faire.

Nous devons y réfléchir, quitte à nous passer du numérique et des technologies gourmandes.

*« La vraie question n'est pas celle de l'outil, mais du modèle que nous souhaitons. »*

### **Francis JUTAND**

Plus je vous entends, plus je pense que l'approche par l'imaginaire est importante et la bonne clef. L'imaginaire industriel correspond à la rationalisation et l'efficacité.

Pour permettre l'efficacité, éliminer l'humain du système est nécessaire, car il coûte cher. Aujourd'hui, nous devons passer d'un système efficace à un système d'efficacité au service des fonctions. Pour résoudre la complexité du système, nous devons y réintégrer massivement l'humain. Ainsi, nous pourrions trouver les solutions à nos problématiques. L'imaginaire numérique s'appuie sur l'humain dans le cadre d'une intelligence distribuée, coopérative, expérientielle et de partage. Cette approche est plus rapide et efficace que les approches industrielles centralisées à constantes de temps longues. Elle permet d'avancer, d'explorer, d'échanger et de réorienter de façon plus efficace et souple.

Lorsque nous présentons les services publics en campagne, nous concevons quelque part le système à l'envers. Nous réfléchissons à l'organisation des écosystèmes de campagne en utilisant tous les humains et leurs ressources, pas nécessairement de manière optimisée.

Ce basculement vers l'humain comme moteur et non comme exécutant est nécessaire. D'autant que si nous devons procéder à une relocalisation, les savoir-faire devront être réimportés. Nous devons changer notre point de vue sur la manière d'organiser le monde. Sans cela, notre monde sera divisé en trois : le monde international, le monde des périphéries et le monde des campagnes.

Je suis optimiste en estimant qu'il existe une prise de conscience de l'enjeu humain. Nous voulons et nous pouvons.

### **Carine DARTIGUEPEYROU**

Dans les grandes entreprises, beaucoup d'énergie humaine est placée au service de l'IA pour former des intelligences technologiques, s'empêtrer dans des systèmes informatiques, à perdre le contrôle de processus absurdes, superpositionner des systèmes informatiques incompatibles. Beaucoup d'énergie humaine est mise au service de grandes organisations.

### **Francis JUTAND**

Le block chain enlève du pouvoir au tiers de confiance, c'est-à-dire aux humains. Or si la robotisation prend le pas sur les humains, la performance des systèmes robotisés ou algorithmisés va se dégrader et s'abaisser du fait de la disparition de la compréhension d'un tiers humain qui permet de comprendre et de faire évoluer. C'est comme imaginer l'IA sans les humains. C'est une catastrophe annoncée.

## Carine DARTIGUEPEYROU

Asma Mhalla, pourriez-vous nous présenter les leviers de culture, information et éducation ?

## Asma MHALLA

Je souhaitais reparler du rôle de l'entreprise. Nous avons beaucoup parlé du numérique sous l'angle technique ou technologique, idéologique et économique. Nous n'avons peut-être pas abordé le cœur du sujet, à savoir le capitalisme financiarisé.

La vraie question n'est pas celle de l'outil, mais du modèle que nous souhaitons. Le capitalisme a la capacité à se réinventer en permanence. Avons-nous la capacité de le redessiner pour qu'il soit plus pérenne, plus juste, plus respectueux d'un certain nombre d'écologies ?

Le rôle de l'entreprise sera prédominant, si tant est qu'elle parvienne à dépasser sa vision du profit avant tout comme seul horizon indépassable et qu'elle réussisse à participer à l'intérêt général.

Par ailleurs, nous avons assisté à l'apparition du Greenwashing, mâtiné de capitalisme vert. Le marketing s'est « verdi ». Comment pouvons-nous dépasser le greenwashing pour parvenir à une raison d'être, une mission et à des modèles économiques qui soient réellement intégrés à leur écosystème ?

Le modèle économique que nous avons utilisé dans les écoles de commerce est celui du revenu, du chiffre d'affaires et du profit. Comment pouvons-nous mixer un modèle de revenu et de profit avec un modèle d'impact ? Comment les deux pourraient-ils se parler ? Nous en sommes encore aux balbutiements de ces nouveaux modèles. La loi PACTE a voulu impulser une réflexion des dirigeants d'entreprises autour de la gouvernance et la participation de l'ensemble des strates hiérarchiques de l'entreprise.

En plus du rôle de l'entreprise, le rôle individuel représente également un levier. La culpabilisation patente de nos usages personnels a une limite et pose la question de l'État. Cette question de l'État est complexe parce que l'économie est globale et mondialisée et la notion de frontière devient donc artificielle et factice. Comment l'État peut-il se réinventer comme maillon intermédiaire indispensable entre le global et le local et s'immerger dans des instances internationales et multilatérales qui sont le seul contrepoids possible face aux métaplateformes ?

Il ne s'agit pas tant de légiférer, mais d'agir. Peut-être que l'État va devoir « faire » et réintégrer une main très visible de l'État, par la formation de ses fonctionnaires, qui se trouvent dans une ignorance numérique et digitale. Les personnels politiques les plus qualifiés ignorent les enjeux numériques.

Comment l'État peut-il se repenser comme un fort porteur de service public, à commencer par l'école. Il est nécessaire de repenser l'école, par la réflexion autour des cursus et des parcours, en y réintégrant de la littérature informatique et des humanités. Il va devenir impossible de repenser le monde et de créer une vision du monde sans savoir d'où nous venons, sans connaître le monde des idées et sans posséder les instruments cognitifs permettant de développer un raisonnement. C'est fondamental. Nous devons repenser l'école comme une nouvelle institution. Bernard Stiegler<sup>9</sup> nous alertait sur le fait que l'école publique ne doit pas être la voiture balai de ses nouveaux concurrents que sont les MOOC et les écoles privées de codage, et redevenir un ascenseur social, par la culture, la littérature informatique et surtout les humanités.

Les mouvements populistes ont émergé et se sont opposés aux questions de l'environnement pur. Aux États-Unis, les villes se sont rassemblées pour faire contrepoids. Potentiellement, les villes, les maires et mairies auront un rôle politique prédominant dans le modèle que nous allons construire dans le futur. Elles participeront à construire une autre forme de contre-pouvoir.

Enfin, l'écologie ne peut pas être exclusivement punitive. Elle doit pouvoir dessiner un avenir vers lequel nous voulons nous projeter, un avenir désirable. Peut-être que le Nord de l'Europe, qui a manqué son tournant économique, ne reproduira pas les mêmes erreurs sur l'écologie.

---

<sup>9</sup> Philosophe contemporain

## Questions de la salle

Michel HAVOT

Je travaille au Crous de Bourgogne Franche-Comté et suis POTES. Je vous remercie Asma Mhalla pour la force de votre discours. J'ai commencé une thèse dans les années 1995 sur le sujet « Méthodes et stratégies innovantes de l'enseignement et de l'apprentissage induits par les nouvelles technologies informatives ». Les propos relatifs à la nécessité de changer l'école m'interpellent. C'est en effet nécessaire.

Le jeu est un moyen de le faire. Le jeu est la prochaine révolution, il va changer la façon d'agir, de faire en sorte que nous agissions sur notre environnement. Le jeu « Feelings » (sur les émotions) a notamment contribué à la réduction de 30 à 40 % de harcèlement moral dans les écoles.

L'intelligence collective provient du Web, car sans Internet nous n'aurions pas pu nous réunir aujourd'hui. Nous devons changer les choses avec cette intelligence collective.

Howard Gardner, psychologue du développement, indique qu'il est nécessaire de maîtriser cinq sens, ceux de la discipline, la créativité, la synthèse, moral et existentiel.

Je remercie Francis Jutand pour la force de son intervention, en particulier au sujet des leviers d'action. Je vous donnerai deux autres leviers : quand vous rentrez dans vos institutions, faites en sorte que l'open source se développe. J'essaie de faire entendre depuis 25 ans qu'il est nécessaire de remplacer Microsoft et Google par Qwant, ce qui est fondamental en termes de souveraineté.

En outre, pour ses 18 ans j'ai offert à ma fille un disque dur, pour qu'elle apprenne à conserver ses données personnelles. Elle doit en être responsable. Si vous confiez la gestion de vos données à quelqu'un d'autre, vous ne vous trouvez plus en état de souveraineté et n'êtes plus ni autonome, ni indépendant. Je vous invite à sauvegarder vos données et à amener vos institutions à cette sauvegarde.

### Carine DARTIGUEPEYROU

Je vous remercie et remercie infiniment tous les intervenants d'être venus à Dijon partager leurs inspirations.



# Le design pour comprendre et transformer le monde



**Thomas THIBAULT**

**Designer et cofondateur du Collectif Bam**

## **Carine DARTIGUEPEYROU**

Je vous remercie d'être présents pour cet après-midi de séance. Elle proposera quatre conférences d'inspiration, suivies de temps de questions-réponses. Les sujets abordés seront très différents et compléteront ceux évoqués ce matin par des approches plus pragmatiques sur l'alliance entre le numérique et l'écologique. Quels sont les leviers permettant de rendre le numérique plus écologique et ceux permettant un usage de la dimension technologique raisonné, raisonnable et éthique ? Je laisse la parole à Thomas THIBAULT, designer et cofondateur du collectif Bam.

## **Thomas THIBAULT**

J'ai constitué un collectif, un studio de design. Il travaille de façon globale et stratégique pour des structures ou le bien commun.

Le métier de designer vous est peut-être peu familier. Le terme de design est souvent utilisé mais peu compris. C'est une pratique protéiforme (design graphique, design produit, design espace, design interface...), qui évolue avec son temps. Le design est défini comme une pratique de conception. Il est partout et ce terme est utilisé par tous. Toutefois, comme la cuisine, chacun le pratique sans être professionnel.

Notre pratique et notre domaine de prédilection sont la mise en forme de concepts d'idées et de valeurs. Elle peut être visuelle, graphique, spatiale, physique, fonctionnelle et organisationnelle. Nous connaissons et maîtrisons le sens des signes, des matières et des interactions. Nous mettons cette pratique au service de projets. Les designers rendent communicables, lisibles et tangibles des objets qui peuvent être conceptuels ou théoriques lorsque l'idée est imaginée. Le design est vu comme un moyen de résoudre des problèmes. Il peut également proposer une vision pour une entité, imaginant le monde tel qu'il pourrait être (design fiction ou design spéculatif).

Je vais vous présenter les différents niveaux d'intégration du design dans un projet. Les designers utilisent souvent la métaphore du pont. Si vous demandez à un designer de dessiner un pont, vous le contraignez à travailler uniquement sur le style. Cela n'aura d'impact que sur l'aspect esthétique du projet. En revanche, si vous lui demandez de réfléchir à un moyen de traverser la rivière, vous l'intégrez au problème même. Le designer déploiera son potentiel et réfléchira à des moyens de résoudre le problème en testant et en analysant les habitudes des habitants... Le troisième moyen d'intégrer le designer au projet est de lui demander si la rivière doit être traversée. Il s'agit de design stratégique. Il intervient au moment de la prise de décision. Le design créera des méthodologies

pour aider à dessiner et réfléchir à une cohérence du propos et de la raison du projet avec les choix de celui-ci dans son ensemble. La réponse du design pourrait finalement être de ne pas traverser la rivière. À titre d'exemple, si la création du pont avait pour objectif d'atteindre un lieu de vente de tomates, la réponse pourrait être de les cultiver à domicile avec un système d'aquaponie.

Les sujets que nous traitons au collectif Bam sont ceux de la révolution numérique et de la transition écologique. Nous travaillons à leur convergence. Je citerai Jacques-François MARCHANDISE, Directeur de la FING, qui dispose d'un programme sur le numérique et l'écologie : « *La transition écologique connaît sa destination mais ne sait pas comment y parvenir. Alors que la révolution numérique fait un peu l'inverse : elle transforme le monde au quotidien mais ne poursuit pas d'objectifs collectifs particuliers* ».

Au regard de cette transition, de nombreux choix de conception ont conduit à des conséquences inattendues sur notre environnement, notre empreinte ou notre cerveau. Ces choix sont parfois des choix de design ou des choix techniques. Ils ont pu être vus comme des innovations. Les cimetières de vélos en Chine sont un exemple<sup>10</sup>.

En tant que designer, et en tant que citoyen, nous nous demandons comment éviter ces impacts et ces conséquences indésirables. Comment bien concevoir ? Qu'est-ce qu'un bon design ? Il est difficile voire impossible de définir ce qui est bon ou mauvais. À titre d'exemple, le vélo comme alternative à la voiture était une bonne idée. Celle d'imaginer Facebook comme un moyen de rapprocher les peuples l'était également. Il est un peu naïf de vouloir définir ce qui est bon ou mauvais. C'est imposer sa valeur et sa vision du bon. Pourtant, l'envie est forte de l'imposer.

**Plutôt que de décider et dessiner les contours de ce que serait un monde idéal, nous allons nous attarder à créer les conditions pour qu'un monde ait la capacité d'être souhaité.** Les objets qui nous entourent ne laissent pas la possibilité de projeter quelque chose de meilleur. Le monde est complexe et changeant. Il est impossible de savoir ce qui est bon pour les autres. Nous dirons que le design permet un monde souhaitable plutôt que de proposer un monde souhaité. Nous travaillerons sur cette capacité.

Afin d'y parvenir, il faut tout d'abord comprendre ce monde. De manière imagée, cela consiste à ouvrir le capot d'une voiture pour en voir le moteur. Aujourd'hui, la désinformation et la mauvaise compréhension sont un frein. Pour mémoire, un Français sur dix pense que la Terre est plate<sup>11</sup>. Il faut donner la capacité aux individus de comprendre ce qui se passe sous leurs yeux avec le moins de connaissances possibles.

Il faut ensuite pouvoir agir, mettre les mains dans le cambouis, transformer ce moteur et donc modifier ce monde. Nos environnements doivent être adaptables, transformables et praticables afin d'y parvenir avec peu de connaissances et à l'aide d'outils les plus accessibles possibles.

**Si nous regardons autour de nous, nous constatons que la situation va à l'encontre de cette nécessité de comprendre le monde et de percevoir nos environnements.**

Avec les technologies, la miniaturisation des techniques et les algorithmes, les informations sont de plus en plus cachées et complexes. Le déficit d'information est intentionnel ou non. À titre d'exemple, les assistants vocaux, tels que Siri (développé par Apple), donnent des réponses inadaptées. Google Duplex est une technologie qui permet de prendre des rendez-vous à la place d'un individu. La voix est tellement parfaite que les utilisateurs n'ont pas conscience qu'il s'agit d'une intelligence artificielle. Google doit ajouter en introduction de la conversation une annonce qui l'explique.

Les changements et les processus écologiques ne se voient que sur la durée. Nous avons des difficultés à percevoir les causes de ces changements. À titre d'exemple, l'incendie de Notre Dame est un événement perceptif. Les changements sur le long terme sont moins perceptibles. Nous ne devons pas être anxiogènes et culpabilisants. Nous devons créer un feedback perceptif sur l'impact des produits que nous consommons.

S'agissant de l'impact écologique du numérique, les individus n'ont pas conscience de l'infrastructure et de l'énergie nécessaires à l'utilisation d'un smartphone : une recherche Google équivaut à chauffer une tasse de thé, les

---

<sup>10</sup> En Chine, la location de vélos en libre-service n'a pas fonctionné. Retrouvés abandonnés, les vélos ont été rassemblés près de Xiamen, pour former un véritable cimetière de bicyclettes.

<sup>11</sup> National Geographic <https://www.nationalgeographic.fr/sciences/un-francais-sur-10-pense-que-la-terre-est-plate>

courriers électroniques d'une entreprise de cent personnes représentent chaque année quatorze allers-retours Paris-New York...

La non-perceptibilité de nos environnements nous empêche de les comprendre, de percevoir les mécanismes et l'effet de nos actions.

Le langage et l'emploi de certains mots participent également à la mauvaise compréhension. À titre d'exemple, l'usage du terme « cloud » génère de fausses perceptions : il évoque l'image d'un nuage et de quelque chose de léger.

S'agissant de l'idée de transformer, pratiquer et détourner nos environnements, la simplicité des échanges et des fonctions a réduit les possibilités de réglage, de retournement et de réparation. En augmentant l'assistantat serviciel et technologique, nous oublions de laisser du jeu au sens mécanique du terme. Il ne suffit pas d'un clic pour sauver le monde, comme le propose un site internet. De même, Apple permet de visualiser le temps passé sur des applications, détournant la responsabilité sur l'utilisateur sans lui laisser la possibilité de modifier les choix de design qui ont créé les mécanismes d'addiction. Il est inutile de montrer si la possibilité d'action n'existe pas.

« La non-perceptibilité de nos environnements nous empêche de les comprendre, de percevoir les mécanismes et l'effet de nos actions »

Il existe donc un réel challenge pour le design. La simplicité est vue comme le sacre du design et de l'usage. Alain DAMASIO, auteur de science-fiction français, dit dans son livre *La zone du dehors* : « *Il n'y a pas de sainte simplicité. Toute simplicité est suspecte. Vouloir simplifier nos relations au monde, nos relations aux autres, c'est la volonté du malade, de celui qui ne peut plus, qui abdique sa force* ». Pourtant, l'individu aime la simplicité. Il ne souhaite pas davantage de paramètres, accepter ou refuser les cookies. Nous sommes dans un environnement où nous manquons de temps. L'attention des individus est tellement précieuse que la notion « d'économie de l'attention » est utilisée. **Le défi est donc d'apporter davantage de compréhension et de praticabilité de notre monde.** C'est un réel défi pour le design. Sans apporter les réponses aujourd'hui, évoquons des pistes.

Nous avons deux axes de réflexion. Le premier est la notion de design perceptible. La perceptibilité est la capacité d'un objet à être perçu par son expérience sensible et à le transformer en une connaissance.

Comme nous l'avons vu, le design permet de rendre le caché visible et le complexe compréhensible. Ces objets perceptibles sont des choix de conception clairs. Le design lui-même est visible. Ces objets invitent à la compréhension, l'identification et l'analyse en présentant ce qu'ils ont et ce qu'ils font. Ce sont par exemple des jeux pédagogiques pour apprendre l'électronique ou encore la « blockchain vaisselle », un objet pédagogique que nous avons conçu. Il permet de comprendre cette technologie complexe, ses risques et ses opportunités par la métaphore et la personnification.

D'autres pratiques de design perceptible existent. La visualisation de données (data visualisation) consiste en un traitement graphique ou physique sur un set de données pour en produire une connaissance. Le traitement peut être un graphique très simple. Il peut également consister en une visualisation spatiale et en 3D des données de géolocalisation des téléphones, tel que l'a réalisé Orange. Ce traitement permet d'identifier où vivent et travaillent les individus. Il montre que les données de géolocalisation apportent des informations sur leurs données personnelles.

Le blog du Low-Tech Magazine (revue de basse technologie) est un autre exemple. Le site est hébergé sur un Raspberry Pi (nano-ordinateur) branché sur une batterie à énergie photovoltaïque et positionné sur un toit à Barcelone. L'utilisateur peut voir sur le site web le niveau de la batterie de l'ordinateur. Il peut ainsi adapter son usage du site. Afin de réduire son impact écologique, le Low-Tech Magazine évite également d'utiliser des animations et réduit le poids des images par un traitement graphique spécifique. L'ambition du site est claire : montrer la consommation d'énergie, information qui est habituellement cachée.

La pile à gravité, inventée par James AUGER<sup>12</sup>, inspirée par la topologie de Madère et ses grandes falaises, est également une réalisation de design perceptible. Une grande bonbonne d'eau fait office de poids. En descendant,

<sup>12</sup> James Auger est designer et professeur agrégé à l'Institut des Technologies interactives de Madère au Portugal.

elle actionne un transformateur qui permet de produire de l'électricité. Cette création aide à la perceptivité de la consommation de certains usages : en fonction de l'appareil électrique utilisé, la bouteille descend plus ou moins lentement.

La perceptivité est également évoquée dans l'univers du jeu vidéo (boucle perceptive ou feedback perceptif). En fonction du feedback renvoyé par le jeu suite à une action de l'utilisateur, il adaptera son modèle mental : les règles du jeu et les mécanismes acquis seront compris de manière instinctive. Le jeu est donc un moyen de percevoir les mécanismes sous-jacents de son environnement. Dans le jeu, ces mécanismes peuvent être une perte de points, une migration, un son...

Le jeu que nous avons créé pour la CNIL permet d'utiliser l'identité d'un personnage virtuel. En choisissant Captain Tricot, un personnage fictif de 80 ans, l'utilisateur recherchera des informations sur des escaliers mécaniques. Il pourra ensuite visualiser les cookies associés et constater la réception de publicités liées à ses recherches. L'utilisateur percevra ainsi les mécanismes d'utilisation de ses données personnelles et leur vente par différents tiers.

Notre projet API Dou explique le numérique aux enfants grâce à une peluche programmable et connectée sans passer par internet. Les niveaux de lecture et de compréhension du numérique sont poétiques et imagés. Au fur et à mesure que l'enfant démonte l'objet, d'autres niveaux de lecture, de plus en plus techniques, sont accessibles. Nous avons désigné l'intérieur, l'extérieur et les taps flow -ce sont les zones où les difficultés du jeu augmentent en même temps que les compétences du joueur. Les game designers sont doués pour maîtriser la complexité.

La deuxième piste que nous suivons afin d'apporter davantage de compréhension et de praticabilité au monde est celui du design praticable. Il s'agit de créer des objets offrant des possibilités de réglage de notre environnement plutôt qu'imposant un mode automatique. L'idée est de transformer et de détourner le monde. À titre d'anecdote, un maire<sup>13</sup> a récemment installé un feu rouge dans une rue afin de détourner l'algorithme de l'application GPS Waze et éviter que les véhicules utilisent ce chemin.

Le design praticable rend les choses manipulables. Le design lui-même est praticable par le choix de formes et d'assemblages qui permettent la modification avec peu de connaissances de l'outil. Elle permet à l'objet d'être durable. Le design, lui, ne l'est pas forcément. L'objet doit pouvoir être modifié en fonction de l'évolution du monde. Pour allonger sa durée de vie, un ordinateur doit pouvoir être réparé, ses pièces changées et sa fonction détournée lorsqu'il est en fin de vie.

La praticabilité peut être permise par des choix de design ; elle l'est aussi par l'utilisation de fichiers open source, partageables et accessibles à tous via des plateformes internet. Des licences libres permettent également le partage. La praticabilité des choses est étroitement liée à la notion de la légalité.

Le numérique est formidable en ce qu'il permet l'accès à n'importe quel fichier ou savoir. Sa capacité accélérante l'est également. 75 ans ont été nécessaires pour que le téléphone soit adopté par cent millions d'utilisateurs, seulement dix ans pour internet et un mois pour Pokémon Go. Pourquoi ne pas mettre cette rapidité au service d'une transition écologique rapide ?

Proposer des modes d'emploi et des notices qui ne soient pas infantilisants mais qui apportent de la connaissance répond également à la notion de praticabilité.

Le design praticable s'illustre aussi par le hacking. Il s'agit du détournement d'environnements existants : rendre praticable ce qui, au départ, ne l'est pas. Il peut s'agir par exemple d'un module perturbant le fonctionnement de l'assistant virtuel, de bancs anti-SDF réhabilités ou d'une application qui permet de supprimer les mécaniques d'addiction aux applications telles que Facebook, Amazon, Youtube ou Google. Pourquoi ne pas disposer de tels outils qui permettent de changer l'impact de nos environnements numériques ?

Les notions de perceptivité et de praticabilité sont souvent associées dans le design. Certaines créations en témoignent, telles que la cuisine alternative, l'imprimante 3D ou le fairphone, un smartphone éthique. L'utilisateur peut identifier la provenance des métaux utilisés pour sa conception et les composants peuvent être changés.

---

<sup>13</sup> Lieusaint, en Seine-et-Marne.

Pour conclure, le collectif Bam tente également de rendre sa propre pratique perceptible et praticable. Les personnes doivent avoir conscience que les choix de conception peuvent les manipuler et conduire à des conséquences inattendues. Elles doivent donc être mises dans la position de designer ou de designé. Les personnes doivent-elles être les propres concepteurs de leur environnement ? Si elles ne le sont pas, elles seront elles-mêmes designées. Les environnements qui seront imposés par les élites, imposeront et transformeront leur façon de penser et de « faire société ».

Changer le monde en modifiant sa façon de penser ou de consommer ne suffit pas. Il faut aussi agir sur la façon de travailler ou de « faire société ». Le collectif Bam a donc décidé que 20 % du total de ses prestations iraient au bien commun : recherche de solutions, documentation libre de ces solutions, financement d'opérations que nous ne portons pas nous-mêmes à hauteur de 2 %... En incluant une fiche explicative de notre démarche à nos devis, nous essayons aussi d'inciter les commanditaires à s'engager dans le même type d'initiatives.

De la salle

Comment l'idée de créer ce collectif est-elle née ? Comment travaillez-vous chez Bam ?

### **Thomas THIBAULT**

L'idée a émergé lorsque j'étudiais à l'École Boule. Le co-fondateur Anthony FERRETTI était élève à l'École Olivier de Serres. J'ai parallèlement travaillé à la FING, un think tank réalisant de la veille et de l'analyse sur la transition numérique. Le co-fondateur a, quant à lui, travaillé à la RATP. Je regrettais le décalage fort entre les sujets imposés à l'école et la réalité du monde. L'étincelle a ainsi jailli. Ce collectif de freelances fondé sur certaines valeurs est né. Nous avons ensuite créé l'entreprise et l'association.

Notre façon de travailler réside dans la notion de réflexivité. Nous essayons de créer les conditions nous permettant de prendre du recul, de nous accorder des temps de pause pour comprendre ce que nous réalisons. À titre d'exemple, les individus méconnaissent le design. Le contrat est le premier objet avec lequel nos clients sont en contact. Nous nous attachons donc à redessiner ce document.

### **Carine DARTIGUEPEYROU**

J'ai été interpellée par la citation de Jacques-François MARCHANDISE, cofondateur de la FING. Il pense que le numérique n'est qu'un moyen et que l'écologie nécessite une réflexion sur les finalités. Or les interventions de ce matin nous ont prouvé que nous ne devons pas être faussement naïfs : le numérique n'est pas qu'un outil. Nous interrogeons l'interrelation entre durabilité et numérique. Nous pouvons donc réinterroger aussi le sens final de notre civilisation et de sa transformation. Je trouvais que cette citation était en contrepoint de nos échanges.

### **Thomas THIBAULT**

Nous devons nous questionner sur l'utilisation et notre besoin du numérique et des technologies dans leur ensemble. Il manque une finalité et un but commun au numérique et plus largement aux technologies. Nous devons collectivement nous interroger sur les finalités. À l'inverse, nous connaissons l'objectif commun de l'écologie. Il s'agit de limiter notre impact sur l'environnement. Toutefois, nous ne savons pas comment y parvenir. Le collectif ne travaille pas seulement sur la convergence des deux notions. Il réfléchit aux moyens de parvenir à la finalité de l'écologie et interroge la capacité du numérique à y participer.

### **Carine DARTIGUEPEYROU**

Vous évoquez dans votre exposé ce qui constitue un bon design. Or la question n'est pas le jugement de valeur du design. Au contraire, cette discipline peut convoquer cette médiation entre l'écologie et le numérique afin de poser la question des valeurs : les besoins réels qui sous-tendent un service ou un produit. Le design est intéressant en cela. L'exposé proposé ce matin sur les valeurs potentielles qui pourraient réinterroger l'avenir de l'humanité prouve que le design peut s'en emparer et poser une réflexion sur l'avenir du monde. Cet avenir n'est pas du tout neutre.

De la salle

J'interprète votre discours d'une autre façon. Je crois que nous avons vécu dans une époque très idéologique. Nous constatons des retours de fondamentalisme idéologique avec des pensées binaires (le bien, le mal). Nous découvrons une autre façon de penser. Elle est plutôt ternaire (justice, soutenabilité...) et consiste en la recherche

d'un équilibre entre deux excès. Elle suppose une problématisation et la recherche de solutions. L'écologie s'ouvre donc également au design thinking, à la vision et manière de procéder suivante : faire par soi-même, par excès, par erreur, par transfert de technologie, par expérimentation... Nous sortons d'une ère très idéologique et entrons dans une nouvelle ère aux nombreux possibles. Le design nous convoque à développer notre imaginaire.

### **Thomas THIBAUT**

Le design est médiateur sur un sujet mais n'en est pas un expert. Il crée des outils et des méthodologies pour connaître les Hommes et leur rendre leurs réflexes de cohérence. Le design est un travail de cohérence. Je suis un peu humaniste et considère que l'Homme est bon par nature. Il doit toutefois être mis en cohérence avec ses valeurs et les choix de conception. Nous essayons donc de montrer à l'individu quelle est sa vision et de l'incarner dans tous les choix de conception.

De la salle

Vous avez raison : l'Homme est bon par nature. Toutefois, le designer est payé par le commercial. Vous en avez témoigné, vous êtes partagé par deux types de projets : des projets de design produit (mobilier) et des sujets étudiés par la FING. J'estime que le design est corrélé au marketing. Il consomme et alimente le design. Dans le secteur du numérique, le design est uniquement utilisé pour inciter l'utilisateur à consommer plus d'applications et à les utiliser plus longtemps. J'aimerais connaître la part du design et la part de sociologie psychologique dans le développement de Fortnite qui paraît-il est un jeu extrêmement addictif. Je salue votre présentation sur les possibilités du design. Toutefois, étant moi-même designer, je suis sidéré par le non-usage du design aujourd'hui. Nous ne sommes pas des vendeurs d'armes. Toutefois, nous tournons le dos aux impératifs sociétaux et environnementaux car nous sommes payés par la consommation.

### **Thomas THIBAUT**

Il serait intéressant de placer le design là où il doit être incarné : au niveau stratégique. Le design n'est qu'un outil du marketing et n'a pas d'influence sur la décision. Il n'agit que sur l'aspect esthétique. Je reconnais qu'un design éthique ne veut rien dire si le modèle économique ne l'est pas. Le designer doit questionner le rapport entre les valeurs et les choix de conception et parler du modèle économique comme nous le faisons avec les clients du collectif Bam.

### **Carine DARTIGUEPEYROU**

Le design a une véritable responsabilité dans cette transformation du monde et dans le monde que nous voulons voir advenir.

THOMAS THIBAUT

Designer, Thomas Thibault a co-fondé en 2013, le collectif parisien Bam dont la vocation est de « rendre notre monde plus perceptible et praticable par le design, en réalisant divers objets, services, lieux, interfaces ou expériences ». Au carrefour de la révolution numérique et de la transition écologique, il est aujourd'hui le « veilleur en chef » de ce collectif, véritable studio de design dont les projets, innovants et participatifs, ont pour objectif de mieux comprendre et de transformer le monde.

# Questions éthiques autour du véhicule autonome



**Pierre MUSSEAU**

**Conseiller urbanisme, ville intelligente et durable auprès de Jean-Louis Missika, adjoint à la Maire de Paris**

Je travaille depuis trois ans auprès de Jean-Louis Missika, élu chargé de l'urbanisme, du développement économique et de l'innovation à la Ville de Paris. J'agis auprès de lui sur la question de la ville intelligente et durable. Cette smart city était au programme de l'actuelle équipe municipale. Elle a donné naissance à un plan stratégique : « Paris intelligent et durable ». Nous croyons que l'innovation et le numérique peuvent être mis au service de l'écologique. Je suis heureux de participer à ce colloque : ses débats et remises en question du numérique sont ceux qui nous animent à la mairie de Paris.

Je vais essayer de vous parler de ces sujets à travers un objet : le véhicule autonome. Il a été l'origine de notre rencontre avec Jean-Louis Missika en 2015. Il avait une passion pour le rôle que pourrait jouer le véhicule autonome dans la transformation de la ville. Ayant travaillé à l'ADEME, j'avais moi-même une passion pour le rôle que cette technologie pourrait jouer dans la transition écologique. La prospective 2050 de l'ADEME avait identifié le véhicule autonome comme un levier possible et un accélérateur de la transition écologique dans les mobilités.

Ma présentation sera axée sur l'éthique. Je me suis intéressé à un auteur, philosophe, Ruwen Ogien, dont les ouvrages m'ont passionné. Il n'a pourtant jamais écrit sur le véhicule autonome. Il est davantage spécialisé sur les questions de bioéthique. Je me suis inspiré de ses travaux dans le cadre de l'atelier sur la « vie robomobile », piloté par le Ministère des Transports, de l'Écologie et la Direction Générale des Transports. Experts, collectivités, acteurs de terrain travaillent sur les enjeux de transformation de ces robots qui pourraient entrer dans nos villes. Nous y avons eu de nombreux débats, notamment sur les questions éthiques.

Une intelligence artificielle pourrait-elle décider qui sacrifier en cas d'accident ? Des dilemmes éthiques sont souvent cités. De nombreux articles dans la presse les ont évoqués. À titre d'exemple, la machine morale<sup>14</sup> du MIT permet de mener des expériences morales de pensées. L'une d'entre elles interroge la situation où le véhicule autonome risque de rencontrer un obstacle. Doit-il sacrifier le passager ou dévier sa trajectoire pour le sauver mais tuer le passant sur l'autre voie ? D'autres questions sont posées. Le véhicule doit-il tuer la personne dans son bon droit qui traverse au feu vert ou celle qui passe au feu rouge ? L'outil propose également des situations qui mettent en scène des animaux, des enfants ou des personnes plus ou moins vertueuses, telles qu'un médecin.

<sup>14</sup> Lancé en 2016, le site *Moral Machine* propose aux internautes de juger les situations éthiques auxquelles seront confrontées les véhicules autonomes.

Certaines données sont intéressantes. Par exemple, 75 % des personnes estiment qu'il est moral que le véhicule sacrifie le passager pour sauver dix piétons. Toutefois, elles ne seraient que 40 % à acheter un véhicule qui sacrifierait leur vie au profit de dix piétons.

Des incertitudes éthiques et des dilemmes sont suggérés par ces exercices. Cette schématisation est souvent critiquée par les spécialistes des véhicules autonomes. En effet, une machine ne serait pas en capacité par exemple d'identifier un médecin. L'enjeu est donc de chercher à éviter les collisions avec les usagers vulnérables.

Nous l'avons vu avec le premier accident mortel provoqué par un véhicule Uber l'année dernière en Arizona. Le véhicule n'a pas reconnu le piéton qui traversait avec un vélo. Il n'a pas cherché à éviter la collision ni à éviter de tuer le conducteur. Cet événement prouve que la machine a encore de nombreuses défaillances et n'est pas encore prête à traiter ce type de dilemme éthique.

Je trouve intéressant que ces problèmes souvent identifiés sur les véhicules autonomes ne fassent que renouveler les expériences de pensées qui le précèdent de loin. Des travaux de 1967 évoquent déjà ces problèmes avec le dilemme du tramway ; son concept est simple : peut-on sacrifier une personne si cela permet d'en sauver plusieurs ? Le conducteur d'un tramway dont les freins ne fonctionnent plus doit-il changer la trajectoire, aller tout droit et tuer cinq ouvriers ou utiliser le levier pour n'en tuer qu'un seul ? Une solution alternative propose de sauver les cinq personnes en jetant du pont une seule personne susceptible d'arrêter le tramway. Nous voyons que cette expérience de pensée existe depuis très longtemps. Les interrogés considèrent à 80 % qu'il faut dévier le tramway pour sauver cinq personnes et n'en tuer qu'une seule. En revanche, ils ne sont que 11 % à être prêts à sacrifier une personne en la jetant du pont pour sauver les autres.

Avant les études sur le véhicule autonome, des logiciels informatiques ont déjà testé plusieurs milliers de personnes. Ces études montrent que 70 % des personnes interrogées ne sont pas capables de justifier leur jugement. Nous pouvons donc en conclure, comme le philosophe Ruwen OGIEN à l'issue de ses travaux sur le tramway, que nos intuitions morales sont fragiles. Face à des cas compliqués, lorsqu'un nombre important de personnes entre en jeu ou que des qualités personnelles interviennent, nos intuitions perdent de leur solidité. Dans son ouvrage *L'influence de l'odeur des croissants chauds sur la bonté humaine et autres questions de philosophie morale expérimentale*, Ruwen OGIEN défend l'éthique et le pluralisme des doctrines. Il explique à travers un certain nombre d'exemples de philosophie morale pourquoi cela l'amène à refuser tout fondement inamovible à la morale. Il rejette l'approche maximaliste de l'éthique et les maximalistes moraux : ceux qui pensent que les individus ont une morale de base très riche qui permette de fonder leur jugement (fondements religieux, politiques...). Il défend une éthique minimale, qui se limite à des principes très réduits, une morale très pauvre qui serait mieux partagée et qui éviterait d'entrer dans des exercices de pensée fastidieux.

Une question éthique très concrète se pose sur le véhicule autonome. Faut-il attendre que le véhicule soit sûr avant de l'autoriser et lancer sa commercialisation ? La promesse qui nous est faite est que le véhicule autonome permettrait des gains en vies humaines, l'essentiel des accidents étant aujourd'hui causés par le conducteur. Cependant, la technologie étant encore faillible, les gains espérés ne seraient peut-être pas atteints au démarrage. Des chercheurs ont calculé que le lancement immédiat du véhicule autonome sur les routes américaines permettrait de réduire le nombre de morts de 2,4 à 1,3 million. Si la commercialisation n'intervenait pas avant 2040, le nombre serait de 500 000 morts de plus que dans le premier scénario. Faut-il attendre que le véhicule autonome soit beaucoup plus fiable avant de le commercialiser ? Ou faut-il mieux le commercialiser immédiatement dès lors qu'il permet d'éviter des morts à cause d'erreur de conducteur humain au risque que ce soit le véhicule autonome qui tue ?

Nous voyons que dans le cas de l'accident du véhicule Uber, d'autres intuitions morales nous amènent à être prudents. Dans l'Arizona, des expérimentations de véhicules autonomes ont toutefois continué. Waymo<sup>15</sup> circule activement en utilisant toujours des conducteurs de sécurité à bord. La société espérait commercialiser rapidement son système. Mais des attaques ont été constatées sur des véhicules et des conducteurs de sécurité. L'opinion publique a évolué dans sa perception du véhicule autonome.

---

<sup>15</sup> Waymo, filiale d'Alphabet Google a ouvert en avril 2017 son service de taxis autonomes dans la banlieue de Phoenix en Arizona (États-Unis)

De la même façon, il est désormais reconnu que le véhicule électrique n'est écologiquement pas neutre. Faut-il investir et développer cette technologie ou attendre la conception de véhicules plus performants comme le moteur à hydrogène qui aurait un impact environnemental plus faible ?

Malgré ces questions éthiques, nous avançons et expérimentons. La mairie de Paris encourage l'expérimentation et la défend depuis longtemps en tant que ville intelligente. Paris doit être un laboratoire. Nous avons, avec Jean-Louis MISSIKA, incité les industriels à expérimenter. La navette autonome circulant dans le bois de Vincennes en est un exemple. Cette navette roule aujourd'hui à la vitesse d'un cheval au pas. L'objectif est d'atteindre la vitesse du trot, au-delà de 13 km/h. Le système est totalement sécurisé. Aucun incident n'a été constaté à l'issue de la phase de tests conduits sur une année. Nous en concluons que le véhicule autonome a une pertinence pour des usages lents et pourrait donc être lancé rapidement. Il ne reste qu'un obstacle : les usagers à l'intérieur peuvent être malmenés si des personnes jouent avec la navette et qu'elle s'arrête brusquement. La RATP souhaite toutefois l'expérimenter avec nous dans les quartiers très denses de Paris. Elle envisage de l'utiliser sur des voies ouvertes où cyclistes et piétons ne sont pas interdits. Nous ne savons pas si le projet aboutira mais nous l'expérimentons et observons les réactions.

Compte tenu des difficultés de circulation en zone dense, j'estime que le véhicule autonome se développera d'abord par le biais de véhicules sans passager. De nombreux usages sont à l'étude tels que les valets de parking qui permettent que le véhicule se stationne seul et en ouvrage. Des robots livreurs et robots suiveurs sont déjà testés par la Poste. Franprix teste également des robots qui portent les courses. Ces véhicules peuvent également assurer des fonctions urbaines. Les robots balayeurs pourraient nettoyer la rue sans intervention humaine. Nous n'avons pas encore expérimenté ces solutions. Elles posent des questions sociales. Nous pourrions envisager une complémentarité des fonctions pour améliorer le travail autour de ces robots. Elle mérite d'être expérimentée. Libérer la fonction de conduite peut améliorer les conditions de travail. La Poste se convertit par exemple à la livraison à pied en tirant une K-Ryole à assistance électrique. Les livraisons en vélo se développent également. Les retours d'expérience sont positifs. Ils ont plus d'échanges avec les passants, ils restent en relation avec la rue. Sortir du véhicule peut avoir des bénéfices.

Une autre question reste en suspens sur le véhicule autonome : celle des véhicules rapides sur des voies réservées et connectées afin d'assurer toutes les protections nécessaires notamment vis-à-vis des autres usagers. Elles seraient donc non accessibles aux piétons et aux vélos. Cette idée ne plaît pas à la mairie de Paris dont la politique cycliste et piétonnière est très avancée. La question est même posée de transformer le boulevard périphérique en boulevard urbain où, demain, des cyclistes pourraient circuler.

Sans transition, je vous propose de revenir à l'éthique minimale en l'appliquant à la mobilité. L'éthique minimale pourrait se réduire à ne pas nuire aux autres. Ce principe de base est le mieux partagé par les enfants. Ruwen OGIEN a complété ce principe par deux autres : celui d'égalité de considération et celui d'indifférence morale du rapport à soi. Ce que nous nous faisons à nous-mêmes ne relève pas de la morale. Ces principes ont été utilisés dans les débats bioéthiques et autres débats de société comme le mariage pour tous.

Les définitions de ces principes sont données sur le site internet [www.ethique.xyz](http://www.ethique.xyz). Ne pas nuire aux autres signifie ne pas causer délibérément ou directement des dommages injustes. Ce principe nous demande de ne pas nuire aux autres personnes vivantes et de n'intervenir que si quelqu'un tente de leur causer du tort.

Ces principes sont anti-paternalistes. L'individu refuse que lui soit dicté ce qui est bon pour lui sans qu'il soit consulté. Ruwen Ogien a posé ces concepts sur la question des nudges (dispositifs d'incitation) et des moyens mis en place pour orienter les décisions. Elles sont, de son point de vue, totalement paternalistes. Le design en fait potentiellement partie. Un homme politique, par exemple, peut induire le comportement d'un individu contre son souhait, parce qu'il estime ce comportement meilleur. En référence à l'exposé de Thomas Thibault sur la question du design, l'éthique minimale préférerait donc, plutôt qu'un citoyen « design-é », un individu qui soit le designer de ces politiques.

La philosophie de Ruwen Ogien est très dense. Je rajouterai également une trilogie qu'il a développée comme critère d'évaluation des politiques publiques. Je parlerai dans ce cadre de la mobilité et de l'éthique de la mobilité, en tentant de l'appliquer à une relecture du feuilleton des gilets jaunes.

Pour éviter les nuisances aux autres, le politique doit intervenir. À chaque fois, il utilise une force (réglementation, fiscalité...). Les principes de l'éthique minimale appellent un usage le plus parcimonieux de la force afin d'éviter les nuisances. Pour évoquer de nouveau le véhicule automobile, il tue, crée des accidents et nuit à l'environnement. Un usage parcimonieux de la force publique est de limiter la vitesse à 80 km/h. Le principe est respecté. Des vies peuvent être sauvées par la restriction des libertés. La mise en œuvre d'une taxe carbone légère et progressive est un autre exemple. Elle induira un changement de comportement. Les technocrates défendent ainsi cette taxe. Nous pouvons considérer que ces politiques d'un point de vue éthique, tant décriées aujourd'hui, respectent les critères d'évaluation.

Elles ne respectent peut-être pas le principe de considération égale, notamment ce critère d'évaluation qui consiste à rejeter les inégalités sociales et économiques. Or cette politique, en particulier celle de la taxe carbone, a des incidences sur les prix de l'énergie et pourrait augmenter les inégalités. En outre, certains individus ont senti qu'ils n'étaient pas écoutés dans leurs revendications lorsqu'ils exprimaient leur inquiétude vis-à-vis de ces politiques publiques.

Le dernier critère d'évaluation est la permissivité morale qui consiste à ne pas juger ce que les autres se font à eux-mêmes. Pour en finir avec ce parallélisme avec le feuilleton des gilets jaunes, nous voyons qu'aujourd'hui, dans les politiques publiques menées sur la mobilité, les choix du périurbain, de la maison individuelle et de la dépendance à la voiture ont été beaucoup critiqués. Les politiques publiques sont-elles en droit de sanctionner lourdement ceux qui dépendent de la voiture ? Ne faut-il pas tenir compte de ces choix et reconnaître qu'ils ne sont pas forcément les plus impactants d'un point de vue environnemental ? De nombreuses évaluations environnementales ont montré que, même en vivant en périurbain, un individu peut utiliser sa voiture avec parcimonie et avoir une empreinte carbone limitée, comparativement à un autre individu qui vit en ville et prend régulièrement l'avion. L'impact environnemental serait le même. Pourquoi sanctionner davantage le périurbain en taxant l'essence alors que le Parisien utilise son vélo mais également l'avion, mode de transport moins taxé ? Cet exemple montre que ces politiques publiques ne respectent pas l'ensemble des critères définis par Ruwen Ogien.

Sur les enjeux de mobilité, une question nous taraude. Le véhicule autonome répondra-t-il aux enjeux du périurbain et du rural ? Certains territoires ruraux s'en emparent. Pouvons-nous espérer que le véhicule autonome permettra de connecter ces territoires excentrés ? Le véhicule autonome ne sera pas la solution miracle et son rôle doit être pensé en relation avec d'autres solutions qui peuvent être mises en œuvre plus rapidement même en périurbain : notamment des aménagements mieux adaptés pour la marche et le vélo ou encore des voies réservées pour des bus express et le covoiturage.

Afin d'illustrer cette problématique, je vous présente plusieurs études que nous menons dans le cadre des travaux au niveau métropolitain avec la Région, l'État et la Métropole sur la transformation. Quatre équipes y travaillent. Demain, les autoroutes d'Ile-de-France pourront accueillir des transports collectifs qui s'interconnecteront avec le réseau ferré. Elles permettront de mailler plus facilement une région comme l'Ile-de-France et de toucher les territoires les plus excentrés. La solution du bus express permettrait de mieux utiliser les infrastructures sans les détruire. Cette approche pourrait présager demain du véhicule autonome, sans que nous en soyons sûrs.

Les promesses écologiques du véhicule autonome expliquent ma passion pour cette technologie. Une étude conduite à Lisbonne a modélisé des taxis robots. Leur utilisation permettrait de diviser par dix le nombre de véhicules en circulation. Une telle approche intéresse les urbanistes. Le stationnement en surface pourrait en effet être supprimé permettant de gagner 20 % d'espace public, aujourd'hui occupé par des voitures stationnées. Toutefois, cette étude identifie un effet rebond possible. Si ces robots sont partagés, une augmentation de la mobilité de 6 % serait constatée puisque les coûts seraient réduits. S'ils n'étaient pas partagés, le trafic serait augmenté de 47 %. Cette hausse de la mobilité du fait d'une réduction des coûts peut conduire à davantage de circulation voire à une dégradation de la situation selon certains auteurs.

D'autres ont cherché à défendre une approche intégrée de cette mobilité en utilisant les outils d'économie circulaire et en regardant l'ensemble des bénéfices. Une étude de la Fondation Ellen MacArthur de 2015 sur l'économie circulaire porte sur la manière dont la mobilité se transformerait en mettant le véhicule autonome au cœur de cette mobilité. Elle pointe les enjeux de maîtriser l'effet rebond et de s'assurer que la baisse du coût de la mobilité n'induit pas une hausse du trafic.

J'aurais pu développer d'autres enjeux de cette mobilité autonome. Elle doit par exemple s'accompagner d'un travail sur la fin de vie du véhicule, sur son recyclage et l'usage des énergies renouvelables.

D'autres solutions numériques accompagneraient cette mobilité autonome : la mobilité servicielle et l'usage du smartphone pour accéder à de nombreux services de mobilité autres que le véhicule autonome. Nous constatons l'arrivée de nouvelles applications et services de mobilité plus légers et répondant à nos objectifs de politiques publiques tels que les trottinettes et les vélos en libre flotte. Ces véhicules envahissent nos rues à Paris. Je reviendrai ultérieurement sur ce sujet.

Les enjeux de gouvernance par la donnée étaient la dernière question éthique que je souhaitais aborder aujourd'hui. Je voulais citer les enjeux éthiques du big data. Cédric Villani (mathématicien et député français) a produit un rapport sur l'intelligence artificielle où il cite un livre qui, comme moi, l'a marqué. Aux États-Unis, le big data est analysé depuis trente ans. L'ouvrage *Algorithmes : la bombe à retardement* de Cathy O'Neil montre les dérives existant depuis longtemps sur les usages de la donnée dans les évaluations des universités pour les recrutements de professeurs, dans le ciblage publicitaire... Ces dérives sont peu acceptables. Toutefois, la conviction de Cédric VILLANI, que j'ai tendance à partager, est qu'il faut des garde-fous, tels le RGPD européen (Règlement Général de Protection des Données). La Chine a trouvé une solution au risque d'arrêt du véhicule autonome par un passant, situation que j'ai évoquée précédemment. Elle est utilisée pour les personnes qui traversent en dehors des passages piétons. Les individus sont scannés et perdent des points de crédit social. La méthode est radicale mais permettrait d'éviter ce genre d'incivilités. En Europe, elle ne serait pas applicable, le RGPD n'autorisant pas ce type de pratiques. Toutefois, certains pourraient envisager cette solution afin de permettre la circulation de ces mêmes véhicules.

Le véhicule robot reste un objet de science-fiction mais nous l'expérimentons. Toutefois, la ville de Paris est déjà confrontée aux problématiques de régulation par la donnée des plateformes numériques. Depuis 2010, les services de VTC ont transformé le marché. Nous n'avons aucun outil de régulation. Aujourd'hui, nous voyons débarquer à Paris de nouveaux engins : les vélos et trottinettes en libre-service (free-floating en anglais). Ces véhicules sont partout et commencent à agacer les autres usagers de la rue puisqu'ils gênent la circulation des piétons. Cette situation nous permet de nous entraîner à la régulation des plateformes numériques par la donnée.

Nous avons obtenu de quasiment la quinzaine d'opérateurs proposant ces services de nous fournir leurs données de plateforme numérique. Nous travaillons à l'organisation du stationnement de ces objets en libre-service. Ces plateformes numériques permettent, comme Uber ou le VTC, de déposer l'objet en porte à porte, sans se soucier des conséquences. Une équipe de designers nous accompagne pour agir sur le stationnement afin de participer au changement de ces comportements.

La donnée est essentielle pour réguler ces nouveaux services. En ayant accès aux données des opérateurs, nous pouvons savoir où se déplacent les utilisateurs, où ils souhaitent s'arrêter et envisager où il est possible d'organiser les places de stationnement. L'exercice est en cours. Ce projet serait le début de ce que nous appelons de nos vœux : la gouvernance du numérique par le territoire et la métropole comme plateforme (la ville-plateforme comme l'appelle Jean-Louis MISSIKA). Il s'agit d'utiliser les mêmes outils que ces plateformes numériques, leurs forces et leur agilité. Elles sont déjà utilisées pour certaines politiques de la ville telle que la supervision énergétique des bâtiments. Nous souhaitons l'appliquer à des opérateurs privés dans une logique de communs.

Cette notion de communs relève de la définition d'Elinor Ostrom, Prix Nobel d'économie. Elle a travaillé toute sa vie sur les communs qu'elle définit comme une ressource, une communauté qui gère cette ressource et des règles de gouvernance dont la communauté participe à la définition. Cette définition est une trilogie qui n'est pas le bien commun. Je pense que cet enjeu de gouverner le numérique par une logique de communs doit être adapté à la complexité des nouveaux enjeux que soulève le numérique. Il faut articuler différentes dimensions.

La dimension des communs de la connaissance est la première. Pour mémoire, Elinor Ostrom a commencé à travailler sur les ressources naturelles. Dès les années 1980, elle a étudié les communs de la connaissance et immatériels, et notamment internet. Aujourd'hui, il en existe beaucoup et de plus en plus. Citons Wikipédia. L'enjeu est d'avoir des ressources ouvertes (open data) et des données partagées et, ainsi, de disposer d'algorithmes qui puissent être audités. Si le territoire doit disposer d'outils de type plateformes, il faut qu'ils soient auditables par le citoyen. Il doit pouvoir participer. Nous sommes déjà de plus en plus incités à utiliser des outils numériques de participation citoyenne (civic tech en anglais). Notez qu'aujourd'hui, la première technologie civique en matière de

participation est Facebook. Nous devons chercher à mieux maîtriser ces outils et permettre au territoire de se les approprier.

La deuxième dimension renvoie aux pratiques collectives qui sont essentielles à structurer un commun. Il faut partir des initiatives, associer les citoyens aux choix soulevés par le numérique, aux conséquences des plateformes digitales sur leur ville et faciliter la réappropriation des données individuelles. C'est un enjeu important déjà évoqué. Il me tient à cœur.

La troisième dimension est celle de communs comme bien commun. Je différencie les deux notions. Le bien commun peut être défini comme l'intérêt général mais qui intègre toutes les dimensions du développement durable, notamment des enjeux environnementaux. Ce bien commun est de plus en plus complexe à définir, d'autant plus dans les territoires denses, comme Paris, où il existe des conflits d'usage fréquents et des conflits liés à des enjeux environnementaux plus globaux et de plus long terme. J'ai donc tendance à penser que le numérique est indispensable pour dépasser toute la complexité, même si la réappropriation collective reste, selon moi, le cœur d'une définition de communs.

#### PIERRE MUSSEAU

Conseiller urbanisme, ville intelligente et durable auprès de Jean-Louis Missika, adjoint à la maire de Paris, Pierre Musseau est ingénieur des Ponts et Chaussées. Il a travaillé à l'Ademe et à France Stratégie. Il a co-écrit avec Jean-Louis Missika *Des Robots dans la ville* (édition Taillandier, 2018), pour décrypter ce que seront nos villes à l'ère de l'intelligence artificielle. Il s'intéresse notamment dans cet ouvrage à l'avènement de la « robomobile », remplaçante de l'automobile, et défend la thèse selon laquelle « ce n'est pas la technologie qui rendra la ville plus intelligente et plus vivable. mais notre capacité collective à l'orienter ».

# Des outils pour préparer les populations aux crises



**Gaël MUSQUET**

**Président de hand – Hackers Against Natural Disasters**

## **Carine DARTIGUEPEYROU**

Nous accueillons deux intervenants très passionnants et très différents. Le parti pris de cette journée était de parvenir à offrir un panorama des représentations qu'il s'agisse d'un citoyen actif, d'un collectif, d'un entrepreneur, d'une entreprise, d'un État ou d'une collectivité territoriale. L'objectif était de comprendre ces points de reliance entre le numérique et l'écologique du point de vue d'une sociologie des acteurs.

J'ai fait la connaissance de Gaël hier soir. Il aurait pu intervenir sur de nombreux sujets de notre journée. Vous vous décrivez comme un hacker éthique. Vous nous direz ce que cela signifie. Nous l'avons vu, nous avons besoin d'éthique sur les sujets qui nous intéressent. Vous êtes également Président de la HAND et allez nous en parler. Vous nous présenterez les outils pour préparer les populations locales aux crises. Il sera donc question de résilience. Elle est essentielle à notre sujet.

## **Gaël MUSQUET**

Je vous remercie de m'avoir invité. C'est toujours un plaisir pour moi de venir en région. Je suis né en Guadeloupe en 1980 et arrivé en Europe en 2001. Je suis hacker et un ancien du Ministère de l'Ecologie et du réseau scientifique et technique aujourd'hui appelé CEREMA, anciennement le CT Méditerranée. J'ai réalisé pendant six ans du recueil et de l'analyse de données. Les sujets évoqués lors de cette journée me sont donc familiers en tant qu'ancien agent de l'État et de la Région Ile-de-France. C'est toujours un plaisir pour moi qui vis en Normandie de traverser les régions de France pour évoquer ces sujets. Vous verrez que les activités de HAND y sont liées.

Je donnerai deux définitions du hacker. La première est celle de Keren Elazari une hackeuse israélienne. Elle considère le hacker comme le système immunitaire d'internet. L'ensemble des interactions entre le réseau et la vie devient par extension le système immunitaire de la vie.

L'autre définition que j'apprécie est celle donnée par le Chaos Computer Club, le plus ancien club de hackers allemands. Le hacker est quelqu'un qui doute et ne fait pas confiance aux systèmes. Il a besoin de les vérifier, de s'assurer qu'ils soient sûrs et de savoir comment les détourner de leur usage premier. Comment rendre ces systèmes plus robustes et leur permettre de réaliser des choses pour lesquelles ils n'étaient pas prévus ?

Peut-être connaissez-vous le Général Gustave Ferrié ? L'histoire de notre pays a fortement contribué au développement du numérique. Il est important d'évoquer la genèse des systèmes déployés aujourd'hui. En 1902 a lieu la plus grande catastrophe naturelle jamais connue en France. 30 000 personnes sont mortes brûlées vives à cause de mauvaises décisions politiques, locales, régionales et nationales. Les villes de Saint-Pierre et du Morne-Rouge ainsi que le nord de la Martinique ont été balayés par l'éruption de la Montagne Pelée.

Cet événement est le fondement de la première utilisation de la radio en situation de crise. À l'époque, les câbles télégraphiques qui reliaient la Martinique à l'Hexagone ont été cassés par le tsunami qui a partiellement détruit le port de Castries à Sainte-Lucie, île au sud de la Martinique. Il a donc fallu transporter des émetteurs radios entre l'Hexagone et la Martinique pour relier la Martinique à la Guadeloupe. Le câble télégraphique entre la Guadeloupe et l'Hexagone a été utilisé pour transmettre les bilans et les besoins des populations. Rappelons que la ville de Saint-Pierre a disparu pendant dix ans du code officiel des communes françaises. Cette ville était le poumon économique de la Martinique.

L'éruption a eu lieu le 8 mai 1902. Gustave Ferrié y a été présent jusqu'en 1903 afin de coordonner les techniciens et scientifiques pour comprendre les volcans. Il a fallu toutefois 30 000 morts. Combien de messages la nature a-t-elle envoyé ? Tous les animaux sont partis. Les ouvriers sont morts à cause des lahars (coulées de boue volcanique). La population a été maintenue dans cette zone pour des raisons électorales.

En 1903, Gustave Ferrié revient dans l'Hexagone et installe des émetteurs sur la Tour Eiffel. La télégraphie commence alors à être utilisée avec ces émetteurs. À l'époque, nous ignorions que les ondes pouvaient contourner les reliefs. La Tour Eiffel est pour la première fois utilisée pour synchroniser des horloges. Elles permettent aux bateaux de calculer des longitudes. Gustave Ferrié devient le responsable du bureau des longitudes. Il a donné lieu plus tard à des constellations de satellites transportant eux aussi des horloges permettant de se positionner : Géodesis GPS, Glonass russe, GPS américain, Beidou chinois, QZSS japonais, Galiléo européen.

Ces satellites sont aujourd'hui vitaux. Le premier vecteur d'effondrement qui nous guette serait un événement qui balayerait ces constellations. Non seulement nous nous positionnons grâce aux satellites, mais nous synchronisons aussi nos horloges, nos transactions financières... Toutes les bourses du monde sont synchronisées par ces constellations de satellites, de même que nos télécommunications afin d'être sûrs que l'heure soit identique d'un bout à l'autre de deux fibres transocéaniques. Sans ces satellites, nous ne pouvons pas synchroniser les horloges des antennes relais. Nos téléphones ne seraient pas capables de se stabiliser sur les antennes. Ces satellites sont vitaux pour le numérique tel que nous le connaissons aujourd'hui.

Avons-nous tiré les leçons de cette catastrophe naturelle ? Oui, car nous connaissons les volcans. Nous disposons de technologies modernes et des réseaux sociaux. Nous sommes capables d'envoyer des messages et de surveiller la croûte terrestre.

La photographie de la plage de Grande Baie que je partage avec vous me rappelle que j'ai été victime en 1989 d'une catastrophe naturelle majeure : l'ouragan Hugo. Je suis ensuite venu en Europe pour me former et devenir météorologue. Ma spécialité est la conception des capteurs et l'étude des nuages et des vortex. Mon deuxième déclic s'est produit suite au séisme en Haïti. À l'époque, le pôle SIGMA a été fortement mobilisé. Qui ne connaît pas le projet Open Street Map ? C'est l'équivalent de Wikipédia : un atlas libre du monde.

Ces données cartographiques sont vitales et nous ont été demandées à chaque crise depuis 2010 afin de cartographier rapidement en quelques heures ou quelques jours les territoires en proie à ces catastrophes. Nous savons que ces événements vont se produire. Ne pourrions-nous pas maximiser l'efficacité et l'intérêt du numérique pour porter assistance aux populations en amont des crises ?

Je constate que notre pays est mal préparé aux catastrophes majeures. Nous avons une mauvaise culture du risque. Afin d'illustrer mon propos, je demanderai aux habitants de Dijon dans l'assistance s'ils connaissent le DICRIM (document d'information communal sur les risques majeurs), les itinéraires d'évacuation de Dijon, les sites refuges... Le territoire présente quelques sites et situations à risques : les rivières Suzon et l'Ouche, les Raffineries du Midi, le transport de matières dangereuses à travers la ville... Parmi ceux ayant lu le DICRIM, combien ont préparé leur kit d'urgence ? Qui dispose de réserves d'eau ? L'Histoire récente nous montre, qu'en cas de catastrophes majeures, il faut être prêt à se confiner ou quitter la ville. Vous êtes pourtant les personnes les plus concernées par les enjeux environnementaux, écologiques et les théories de l'effondrement. Certains d'entre vous ont-ils des réserves

alimentaires, des lampes de poche, un transistor ou une radio ? Je tenais à communiquer ces messages. Je tiens également à ancrer mes interventions dans les territoires. À Dijon, il existe des risques mais le territoire dispose d'un DICRIM de qualité et d'un système de télé-alerte téléphonique.

Revenons au cliché de la plage de Grande Baie. Elle est la plus touristique de l'île. Tous les risques naturels y sont possibles. Il faut donc être capable de mettre en place un système d'alerte pour les étrangers qui ne parlent pas français et qui ne connaissent pas les risques auxquels ils sont exposés, notamment le tsunami. La France est un territoire fortement exposé à ce risque sur toutes ses côtes. Or nous y sommes très mal préparés. Pour mémoire, 50 000 personnes sont mortes suite à un tsunami à Messine en 1908 (Sicile). Cet événement est à l'origine de la première vague de migration des populations européennes vers les États-Unis. Nous connaissons de nombreux phénomènes tsunamigènes en Méditerranée.

Pour bien gérer une crise, les populations doivent être bien informées, formées et alertées. Or nous ne disposons pas de système d'alerte en France. Les trois alertes au tsunami lancées durant les quatre dernières années sont toutes arrivées en retard. Les activités des Jeux Olympiques de 2024 s'organiseront dans le sud de la France. Qu'est-il prévu pour les populations locales et les étrangers accueillis pour les épreuves ? Nous disposons de cinq ans pour mettre en place le système d'alerte, informer, former les populations et réaliser des tests. Nous avons été précurseurs en 1902. Or, aujourd'hui, nous ne sommes pas préparés à affronter un cataclysme tel qu'un tsunami.

Le risque de tsunami reste un risque prévisible. Il est en effet consécutif à une faille, un glissement de terrain sous-marin ou une éruption volcanique. Toutefois, la réaction et l'information des populations doivent intervenir en moins de dix minutes et jusqu'à une heure sur les côtes méditerranéennes. L'exercice d'alerte aux séismes et tsunamis Caribe Wave permet de constater que les personnes sont conscientes du risque et capables de réagir rapidement.

Les personnes sur la photographie sont celles qui ont participé à l'exercice d'alerte organisé en Guadeloupe en mars 2018. Elles y prennent part depuis huit ans. Je m'y rends durant une semaine avec des photographes, des journalistes, des hackers et des vidéastes qui aident à documenter.

Au Japon, qui fait pourtant figure de très bon élève, le tsunami de 2011 a entraîné 18 000 morts. Le Chili a créé un site internet [familiapreparada.cl](http://familiapreparada.cl). Ce site institutionnel permet aux familles d'indiquer leur adresse, celle de l'école de leurs enfants et de leur lieu de travail. Le site identifie un lieu de rencontre idéal pour les familles. En situation de crise, les moyens de communication sont aussi importants que l'eau ou la nourriture car ils créent de la tension sociale lorsque les victimes cherchent leurs proches. Les personnes doivent pouvoir se projeter, anticiper et gérer le pire.

Sur notre camp sont installés nos équipements radio et les avions que nous affrètons. Ces solidarités, créées par les exercices, ont été importantes au moment de l'ouragan Irma (août 2017).

Sur le véhicule que vous voyez, l'antenne permet de relier l'île de Marie-Galante à la Guadeloupe continentale et de créer une liaison radio. Dès 2015, nous avons mis en place ces réseaux. En octobre 2017, l'ouragan Maria ravage le sud de la Guadeloupe et la Dominique. Les maires des communes de Marie-Galante sont restés sans nouvelle de l'État pendant trois jours alors que la Préfecture se situait à 34 kilomètres. Alors qu'en 1902, Gustave Ferrié parvenait à envoyer des télégrammes de la Martinique à la Guadeloupe, éloignées de 200 kilomètres, nous n'avons pas été capables en 2017 de communiquer, malgré notre richesse, notre confort et nos infrastructures.

Notre véhicule montre que peu de moyens et d'argent sont nécessaires pour relier des populations entre elles. Le numérique, malgré sa profitabilité, la richesse qu'il crée et son intérêt comme moyen de communication, ne permet pas de ne pas se sentir seul au moment d'une catastrophe. Il faut savoir rester autonome pendant quelques heures voire quelques jours. En effet, une coupure électrique génère immédiatement un arrêt des réseaux de télécommunication. L'autonomie d'une batterie bien entretenue est de 45 minutes, de 2 heures pour un émetteur FM à condition que la batterie, le groupe électrogène et les batteries des onduleurs aient été vérifiés. Or beaucoup de collectivités manquent de moyens pour assurer cette maintenance.



Nous sommes équipés d'une petite antenne relais 4G. En 2016, nous entendions dans de nombreux cabinets ministériels que l'alerte en 4G ne fonctionnait pas en France. L'alerte cellulaire a pourtant été inventée à Sophia Antipolis. C'est un

protocole qui permet instantanément, en appuyant simplement sur un bouton, de prévenir toutes les personnes d'une zone impactée par une catastrophe majeure. Trois niveaux d'alerte existent : l'alerte extrême, l'alerte sévère, l'alerte AMBER (alerte enlèvement) et l'ETWS (Earthquake and Tsunami Warning System). Au Japon et au Chili, ce dernier permet d'alerter les populations quatre secondes avant la secousse. Nous sommes aujourd'hui le seul pays qui n'a pas implanté cette norme d'alerte cellulaire alors que nous en sommes les inventeurs. L'Union Européenne a voté une loi afin de contraindre la France : dès 2022, l'alerte cellulaire sera obligatoire dans tous les pays de l'Union.

S'agissant de la bande FM, nous avons hacké les autoradios avec de petits émetteurs FM afin de diffuser une alerte. La norme RDS est prévue pour transmettre ces alertes comme celles concernant le trafic sur les autoroutes. Encore une fois, la France est le seul pays à ne pas avoir mis en œuvre ce système d'alerte.

Lors de l'exercice, nous supervisons également le transport aérien. En tant que hackers, nous estimons que nous devons utiliser tous les moyens à notre disposition afin d'appeler à l'aide en cas de catastrophe. L'une de nos stations écoute tous les transpondeurs des avions qui transmettent leurs positions. Nous sommes ainsi capables, avec des logiciels libres et des radios, de transmettre un message d'alerte ou un SOS à un avion qui nous survolerait.

Les avions peuvent aussi être un danger. Je suis également radioamateur. L'une des missions des radioamateurs est de rechercher les balises de détresse et les boîtes noires pour, et/ou avec les autorités en cas de crash d'un avion.

Pendant l'exercice, nous souhaitons être capables de maîtriser cet espace aérien afin de pouvoir transmettre les informations aux autorités. L'ensemble des rotations sur la Guadeloupe représentait soixante aéronefs. Or, en cas de tsunami, la structure aéroportuaire serait la première à être touchée. Les avions ne pourraient plus atterrir ni décoller.

Nous avons également surveillé les navires en établissant la liste de l'ensemble des bâtiments naviguant au large de la Guadeloupe. Nous nous sommes particulièrement intéressés à un super tanker. Nous voulions en effet pouvoir gérer la crise s'il venait à connaître une avarie. Non seulement nous devons gérer une surcote maritime, mais également l'entrée de matières dangereuses et d'hydrocarbures dans la ville de Pointe-à-Pitre.

Aujourd'hui, nous sommes en capacité de communiquer avec les radios HF sur l'ensemble de la planète avec un équipement de 25 watts et un petit capteur. Pendant les inondations provoquées par la Seine en 2016, nous avons construit un outil pour mesurer la hauteur du fleuve et être capable d'anticiper ses mouvements. La Seine monte alors de deux centimètres par heure. C'est un tsunami très lent qui a causé moins d'une dizaine de morts. L'armée a été déployée sur l'A10. La crise était pourtant très lente.

Nous avons dans notre association toutes les solutions techniques et des citoyens motivés. Tous les ans, nous refusons environ 300 participants à l'exercice conduit en Guadeloupe. Nous avons accueilli dix nouveaux radioamateurs. 2 000 personnes étaient présentes en ligne pour assister à l'exercice. Le prochain sera organisé en 2020 sur les trois océans.

L'objectif de HAND est d'amener cette culture du risque en métropole. Il faut inciter les territoires à mener des stratégies de résilience et apprendre aux citoyens à être autonomes et sans aide de l'État pendant quelques heures, jours ou semaines.

Je terminerai ma présentation en partageant une vidéo et en écoutant vos questions.

## **De la salle**

Rappelons que le service d'alerte SAIP (Service d'Alerte et d'Information des Populations) existe toujours.

## **Gaël MUSQUET**

L'application a été désactivée par le Ministère de l'Intérieur. Les sirènes ont toutefois été maintenues. L'État a préféré assurer la maintenance des sirènes d'après-guerre plutôt que la modernisation du système d'alerte. Une sirène correspond à un risque non défini. Auparavant, elle correspondait à un bombardement. Nous ne saurions donc pas quelle attitude adopter si la sirène de Dijon retentissait. Nous ne l'entendrions peut-être pas là où nous sommes. Nous devons donc utiliser les moyens dont nous disposons aujourd'hui tels que les téléphones mobiles. L'application pour l'information des populations a été désactivée au profit des réseaux Google, Twitter et Facebook.

Le film que je vous présente montre que depuis 2015 des réseaux de solidarité se sont créés. Vous voyez les équipements dont nous disposons et les équipes à l'œuvre.

J'espère vite revenir à Dijon afin de réaliser des exercices avec la Gendarmerie Nationale.

### **De la salle**

Le risque nucléaire est présent en France. Vous n'avez pas évoqué ce sujet. Le DICRIM de la ville de Dijon n'y fait d'ailleurs pas référence.

### **Gaël MUSQUET**

Les centrales nucléaires en France sont très sûres. Les populations ont toutefois conscience qu'une catastrophe naturelle peut engendrer un risque technologique. Cet élément est nouveau. Un risque important serait plutôt une rupture de barrage comme celui de Vouglans (Jura). Les populations ne sont pas formées ni informées et ne seront pas alertées. Cela équivaldrait à un tsunami même s'il s'agirait d'un tsunami contenu.

Je suis attristé de voir que nous ne sommes pas capables d'acter qu'un jour, nous serons faillibles. Lorsque la population est interrogée, elle dit compter sur l'État pour la sauver. Or, si elle est questionnée sur la confiance qu'elle lui porte, la population affirme ne pas avoir confiance en l'État. Nous avons l'impression que les services de l'État ne veulent pas inquiéter les populations. Or les personnes sont capables de se rassurer. Les catastrophes majeures créent de grands moments de solidarité. Notre pays est capable d'une grande générosité. Or cette qualité n'est pas intégrée aux scénarios. Il faut casser les doctrines sur les risques, tant techniquement que socialement.

En cas de crise, il est inutile de demander aux populations de ne pas aller chercher leurs enfants. Les parents tueraient pour pouvoir les récupérer. La stratégie du gouvernement chilien est ainsi basée sur le principe « risque = famille ». Le Chili étant un pays latin, nous pourrions penser que l'organisation laisse à désirer. Or le pays est capable d'évacuer 1,1 million de personnes en 45 minutes avec une technologie française. Nous pouvons avoir des stratégies numériques innovantes qui tiennent compte de la structure de la société.

Un accident nucléaire entraînerait une coupure des réseaux téléphoniques. C'est la coupure qui engendrerait la panique et non l'événement en lui-même. En cas de crise, les individus paniquent non pas parce qu'ils ne sont pas informés, mais parce qu'ils ne savent pas comment agir.

### **De la salle**

Je n'avais jamais entendu parler de DICRIM. Pouvez-vous nous dire ce dont il s'agit ?

### **Gaël MUSQUET**

Vous trouverez le DICRIM de Dijon en réalisant une recherche sur internet. Il est bien documenté et illustré. Peu de villes ont une stratégie de résilience aussi développée.

Je suis étonné d'entendre parfois des hauts fonctionnaires me dire que nous sommes dans un pays civilisé et de ne pas m'inquiéter. Voyez les scènes de bagarres lors des pénuries d'essence. Les individus se transformaient en animaux. Or ils n'avaient pas encore faim. Ils se battaient juste pour de l'essence.

Le DICRIM prépare les populations à un risque propre à chaque territoire et les incite à anticiper et s'équiper matériellement.

#### GAËL MUSQUET

Gaël Musquet a été victime de l'ouragan Hugo qui a frappé la Guadeloupe en 1989. Décidé à aider les populations à gérer ce type de crises, Gaël a réuni hacktivistes technophiles et spécialistes pour prévenir les catastrophes naturelles. Ainsi est née HAND, ou Hackers Against Natural Disasters, une initiative qui vise à mettre la technologie au service de la prévention des crises humanitaires.

# Les défis des villes : changement climatique et ubiquité massive



**Carlos MORENO**

**Professeur des Universités et  
Directeur scientifique de la Chaire Entreprenariat  
Territoire Innovation, Université Paris 1 Panthéon  
Sorbonne**

« Aujourd'hui, la  
France comporte 22  
métropoles alors  
qu'aucune n'existait il  
y a cinq ans. »

## **Carine DARTIGUEPEYROU**

Nous accueillons Carlos Moreno, Professeur des Universités et Directeur scientifique de la chaire Entreprenariat territoire innovation à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne et à l'IAE Sorbonne Business School.

Vous êtes un spécialiste des villes. Nous avons vu à quel point la ville est un nouvel acteur incontournable de la gouvernance mondiale dans la recherche de nouvelles formes de gouvernance entre le très local et le très global. L'idéologie des plateformes dominantes, des métaplateformes, nécessite que l'État s'empare des sujets qui nous intéressent. Or, nous le voyons, l'État ne peut pas être le seul acteur de cette régulation. Chaque type d'acteur a son mot à dire. Nous voyons l'émergence des villes à travers le témoignage de Pierre Musseau et la façon dont elles expérimentent cet avenir et cette transformation de civilisation.

## **Carlos MORENO**

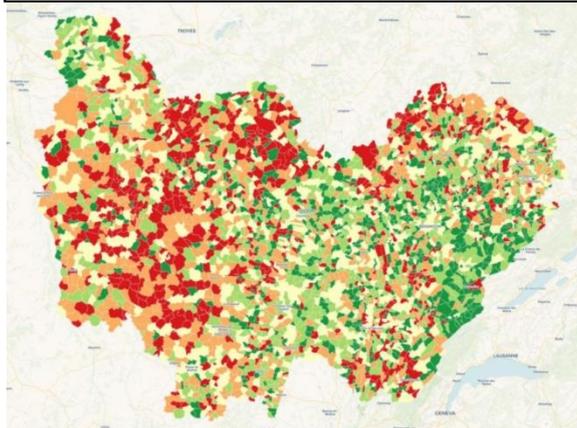
Je vous remercie pour cette introduction. C'est un plaisir de revenir à Dijon.

La problématique de l'habitat urbain, de la vie à la ville, est portée, non par la technologie comme vecteur d'information, mais par la nécessité d'offrir au citoyen une qualité de vie à la hauteur de ce qu'il mérite quel que soit son lieu de résidence ou la taille de sa ville.

La question qui se pose depuis longtemps est « à qui appartient la ville et qui a le droit à la ville ? ».

La région Bourgogne-Franche-Comté dispose d'une métropole récente appelée une agglomération. La cartographie du territoire montre les mouvements de populations. Outre cette métropole, la région est tissée par une ruralité très forte qui

Évolution de la population en BFC entre 2013 et 2018  
(rouge : moins d'habitants ; vert : plus d'habitants)



soulève des problématiques majeures et appelle à réinventer la notion de solidarité territoriale.

A la création de France Urbaine, association d'agglomérations à laquelle adhère le territoire de Dijon, j'ai évoqué l'idée d'imaginer un futur urbain dans lequel nous pouvons construire, un futur dans lequel la métropole ne grandit pas au détriment de son tissu de petites et moyennes villes et de la ruralité. La ruralité peut dépasser cet affrontement avec la ville. À ce sujet, j'ai écrit un texte qui s'intitule *Entre la ville et la campagne : je t'aime, moi non plus* (<http://www.moreno-web.net/>).

Il est nécessaire de dézoomer pour comprendre les enjeux qui se posent aux habitants des grandes métropoles à l'échelle du continent européen et du monde. Les habitants sont aujourd'hui majoritairement urbains en France et en Europe. Le continent européen est constitué à 77 % d'urbains. Ils sont 54 % au niveau mondial. L'Amérique latine, mon continent d'origine, est le plus urbain au monde avec 80 % de personnes résidant en ville. Elles n'étaient que 30 % il y a 40 ans.

Une photographie prise par Thomas Pesquet permet de constater la « banane bleue », l'arc urbain qui laisse apparaître les lieux les plus urbanisés en Europe et où la vie économique bat son plein. Pour mémoire, le PIB européen est porté par un peu moins de 140 villes.

Une autre photographie de la France montre que 80 % des Français occupent 20 % du territoire. Ceci nous questionne sur le poids des urbains, de la ville et des métropoles. Aujourd'hui, la France comporte 22 métropoles alors qu'aucune n'existait il y a cinq ans. Cette situation témoigne de la démarche de métropolisation dans laquelle la France est engagée. Elle connaît une crise territoriale avec de fortes attentes sur la définition des liens entre les métropoles et les territoires dans lesquels elles se situent.

L'empreinte urbaine et métropolitaine en France ne peut pas être comprise si les grandes tendances mondiales et les problématiques du poids économique, sociologique et culturel des villes sont méconnues. Les villes seront confrontées à des défis et menaces majeurs dans les trente prochaines années.

La réflexion que nous menons se réalise dans le cadre de relations tendues entre ces métropoles et leurs territoires. Elles sont vues comme une menace par les villes moyennes qui vivent en harmonie avec la ruralité et permettent à la métropole d'être une soupape dans son développement. Elles sont soumises à une vision politique centralisatrice et jacobine dont nous sommes toujours prisonniers 72 ans après la Révolution. Cette politique nous empêche de respecter la décentralisation, le phénomène urbain en croissance. Le phénomène métropolitain doit disposer de son propre ADN. Elle ne nous permet pas d'imaginer de nouvelles structures administratives et politiques de gestion urbaine et territoriale. Si nous comparons la France et l'Allemagne, nous constatons l'hypercentralisation de notre pays et l'ADN fédéral allemand.

Ces phénomènes doivent conduire à une remise en question du développement du modèle urbain. Or, en France, le Ministère de l'Intérieur a très longtemps eu la charge de l'aménagement du territoire. La pratique électorale de découpage était donc soumise à la pluralité politique. Cela ne constitue pas une politique d'aménagement du territoire. Elle ne peut être basée que sur le triptyque du développement durable : un équilibre économique, social et environnemental. L'aménagement du territoire s'est transformé en politique régulatrice voire administrative ou fonctionnaire alors que le monde se métropolisait face aux nouveaux défis.

Le monde change profondément. L'espérance de vie augmente et le numérique nous permet de vieillir dans de meilleures conditions. Ces changements doivent influencer la manière de construire, d'urbaniser et de développer le fait métropolitain. Il faut également prendre en compte la pauvreté générée par la métropolisation. Les maux de la France ne sont pas liés à la pauvreté dans la ruralité. Aujourd'hui, la pauvreté se réinstalle dans le milieu urbain. La sociologie urbaine a fortement changé lors des quarante dernières années. Les familles monoparentales explosent et le cadre de vie se dégrade. L'essentiel du revenu des ménages est consacré au besoin locatif, alimentaire, de transports et de communication. Ces nouvelles problématiques du fait urbain ne peuvent pas être gérées comme auparavant. Malgré la création d'un Ministère de la Cohésion des Territoires et la définition de la métropole donnée par la loi NOTRE votée au Parlement, nous restons en attente d'une vraie politique. Qui sait aujourd'hui ce qu'est une métropole ? Nous restons suspendus à la parole du Président de la République afin de comprendre quel est le projet de cette vie urbaine et centralisatrice.

Il faut comprendre cette problématique du développement urbain et du rôle des villes dans un vaste système interconnecté et interdépendant. En témoigne cette anamorphose avec l'Europe du TGV. En 1930, des lignes d'interconnexion ferroviaire régionale maillaient le territoire. Elles ont aujourd'hui disparu au profit de lignes radiales et notamment du TGV. Cette situation a conduit à une désincarnation des villes moyennes et de certains territoires. L'absence de communication entraîne les populations à se rapprocher des lieux de radialité. Des oppositions se créent entre métropole, villes moyennes et ruralité.

Cette politique d'aménagement du territoire remonte à l'époque du Baron Haussmann. L'ingénieur Eugène Belgrand a proposé ce qui est aujourd'hui appelé l'Etoile Belgrand : un chemin de fer reliant Paris à Marseille. Cette politique ne produit pas de transversalité et entraîne une attractivité forte de Paris. La photographie de Thomas Pesquet témoigne de ce rapprochement des villes dans toute l'Europe.

Cette problématique territoriale métropolitaine doit donc être vue de manière plus large. Il y a moins de 70 ans, la population mondiale était de deux milliards d'individus. Aujourd'hui, nous sommes plus de sept milliards. Parallèlement, les taux de concentration de CO<sub>2</sub> atteignent 413 ppm (parties par million) de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère en décembre 2018. D'après les scientifiques, la situation sera irréversible lorsque le seuil de 450 ppm sera atteint à la fin de ce siècle. L'augmentation de ces taux est dramatique et constitue un problème majeur pour l'humanité. En outre, la croissance de la population mondiale continue et atteindra les dix milliards d'individus en 2050. Elle se produit en Afrique et en Asie, la population européenne restant stable.

Depuis la révolution industrielle, nous avons été confrontés à un mode de vie dans lequel la science et la technologie ont été apprivoisées par les Européens et les Américains du nord. Ils ont transformé les moyens de production (fordisme et taylorisme) participant au développement des villes et du monde urbain et à la concentration des populations. Le mode de consommation massif associé y a également contribué. Désormais, la science et la technologie sont à la portée de tous les pays du monde. Le phénomène de vie urbaine s'est généralisé mondialement voyant la naissance de villes qui représentent de nouveaux centres d'attraction de l'activité économique, sociale, culturelle et politique.

La carte des navigateurs de Mercator<sup>16</sup> est un leurre. À travers le temps, quelle que soit la portée des royaumes, des empires, des blocs, des pays, elle a beaucoup évolué. Des pays n'existent plus. Certains se transformeront. Seules les villes ont toujours existé et survivent aux États. Dans certains pays où la démocratie n'est plus respectée, cette continuité urbaine existe et représente un contre-pouvoir. Les tensions entre les villes et les États se développent.

La carte *Anthropocene Worlds* proposée par Benjamin Henning<sup>17</sup> représente le monde selon la surface occupée par les populations. Nous voyons le changement démographique avec la surreprésentation de l'Asie et de l'Afrique, la présence des mégalopoles qui concentrent 20 % de la population mondiale et la conquête des fonds marins par les fibres optiques qui permettent l'ubiquité massive dans le monde.

Le monde des villes ne change pas. En Europe, les villes resteront de taille identique dans les quarante prochaines années. Seule la ville de Londres continue de grandir de 8 habitants par jour, quand les villes de Lagos, Dhaka et Delhi augmentent respectivement de 85, 75 et 80 habitants par jour. Le monde urbain continuera à développer une attractivité de plus en plus forte. Les populations acquièrent la technologie et des capacités de développement local grâce à l'ubiquité massive.

La France et l'Allemagne réunies représentent à peine trois mégalopoles mondiales (Shenzhen, Mexico City et Honshu). La totalité des pays nordiques n'équivaut même pas à Delhi. Nos démarches urbaines doivent donc être empreintes de modestie afin de mieux comprendre les enjeux territoriaux. La concurrence entre les territoires est à prendre en compte sur une échelle beaucoup plus importante.

Wellington Webb, ancien maire de Denver, dans un discours de 2007 devant l'association des maires des États-Unis, estime que « *le XIX<sup>ème</sup> siècle a été le siècle des empires, le XX<sup>ème</sup> siècle celui des États-Nations, le XXI<sup>ème</sup> sera celui des villes* ». Cette phrase n'a jamais été aussi vraie qu'aujourd'hui. L'enjeu est territorial. Nous ne pouvons pas

---

<sup>16</sup> Gerhard Kremer dit Mercator (1512-1594) est l'un des fondateurs de la cartographie mathématique. Il publie en 1569 la première carte du monde à l'usage des navigateurs.

<sup>17</sup> Géographe anglais contemporain utilisant la cartographie en anamorphose qui a pour but d'adapter la forme de la carte pour rendre compte d'un phénomène (comme la population, PIB...).

miser sur le développement de la France avec un État centralisateur dans un monde où la métropolisation est plus forte.

Le monde est devenu globalisé par la naissance des relations entre les villes et par la containerisation du monde via le commerce électronique. Shanghai, qui compte trente millions d'habitants, est reliée en à peine trois quarts d'heure à Ningbo, le premier port au monde. Les quinze premières villes portuaires mondiales sont toutes asiatiques. Les douze premières sont chinoises. Les mers sont l'enjeu de nouvelles batailles. En témoigne la création d'une nouvelle route maritime autour de l'Arctique.

Nous constatons également que le fait urbain européen est lié au trafic aérien. La vie urbaine européenne est faite de brassages d'interdépendance. Les villes sont cosmopolites. Cette qualité doit être acceptée. Les temps de transport se sont réduits fortement depuis plusieurs années. Le monde est interdépendant et globalisé. Il devient totalement interconnecté. L'ubiquité massive de la mobilité (la mobiquité) change le rapport entre les individus, avec leur ville et les services.

Chaque année, la population augmente d'1,2 % et enregistre trois fois plus d'utilisateurs de réseaux sociaux. Cette mobiquité fait partie de cette virtualisation des actes de la vie quotidienne. Si nous additionnons les principaux réseaux sociaux en Occident et en Orient, un peu moins de la moitié de la population mondiale est branchée de manière quotidienne dans cette logique de connectivité. Or ces individus sont urbains. La question est donc de savoir dans quelle bulle les individus veulent vivre. Nous sommes aujourd'hui hyper connectés et en même temps massivement déconnectés socialement.

Alexander Von Humboldt<sup>18</sup>, premier écologiste et fondateur de la géographie moderne, a développé un concept d'harmonie entre l'Homme et son environnement dans son traité *L'invention de la nature*. Il est méconnu et pourtant son concept devrait être utilisé afin de s'interroger sur la ville dans laquelle nous voulons vivre. Il faut identifier la part vivante de la ville. Elle doit être vue, traitée et développée comme un organisme vivant. Les responsables doivent avoir l'humilité de ne pas bâtir de programme politique pour être élu sur des promesses qui ne seront pas tenues. En effet, le principe même d'un organisme vivant est qu'il est incomplet, impermanent et imparfait. La ville sera toujours incomplète, fragile et imparfaite.

*« Nos actes quotidiens doivent être axés sur l'environnement, l'inclusion sociale et l'économie afin de développer des richesses partagées dans les territoires. »*

Le grand défi des trente prochaines années est d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 afin de pouvoir survivre. Pour cela, il nous faut réduire de 45 % au minimum les émissions de CO<sub>2</sub> d'ici 2030. Sans cela, l'augmentation de la température sera supérieure de trois degrés. Notre survie sera difficile.

La ville doit être gérée autrement et j'appelle donc à une décentralisation. Le maire et les gouvernances locales doivent s'impliquer afin de parvenir à une ville décarbonée. Des initiatives existent déjà tel que le réseau mondial de villes C40 (Cities Climate Leadership Group). Les villes représentent 2 % de la surface de la planète et 54 % de la population. Elles consomment 80 % de l'énergie mondiale et produisent 75 % des émissions de CO<sub>2</sub>. 40 % de la richesse y est concentrée. La ville est tout à la fois le problème et la solution.

Les manifestants (gilets jaunes) du 8 décembre 2018 à Paris ont affirmé la nécessité de penser le changement et d'agir face à celui-ci.

J'apprécie la sculpture réalisée par Isaac Cordal<sup>19</sup> à Berlin en 2011 qui caricature des politiciens discutant du changement climatique. Cet artiste est originaire de Pontevedra (Nord-Ouest de l'Espagne). Cette ville de 100 000 habitants où le piéton est roi témoigne qu'un monde différent est possible. Les déplacements à pied et à vélo sont privilégiés. Le commerce fonctionne. La qualité de vie s'améliore.

Aujourd'hui, les températures extrêmes concernent de plus en plus les plateaux continentaux.

<sup>18</sup> Naturaliste, géographe, explorateur, Alexander von Humboldt (1769-1859) est le grand scientifique des Lumières.

<sup>19</sup> Artiste espagnol spécialisé dans le « Street Art » connu pour ses figurines insérées dans des décors urbains et illustrant un monde en crise.

Désormais, la technologie ne peut plus être le vecteur de transformation. L'échelle de valeurs est d'abord l'environnement et appelle de nouvelles considérations économiques. De nouveaux services qui apportent de la valeur doivent être imaginés. La technologie jouera un rôle dans la création de cette économie de service qui pourra gérer les exigences du monde urbain. Il y a urgence. Si le vecteur des décisions politiques, économiques et sociales n'est pas couplé à la vie urbaine et à l'environnement, il sera trop tard. Le pilier de l'intelligence urbaine doit être la survie de l'humanité. Nous devons nous attacher à mettre l'humain au cœur de l'intelligence urbaine. Nos actes quotidiens doivent être axés sur l'environnement, l'inclusion sociale et l'économie afin de développer des richesses partagées dans les territoires.

La photographie que j'ai réalisée dans une banlieue parisienne le 4 juillet 2016 montre la vandalisation d'une borne d'incendie pour créer un geyser et servir de fontaine rafraîchissante en pleine rue. Trois générations font les frais de la faillite de l'urbanisme bétonneur qui a accompagné un mode de production tayloriste et a développé des cités et des lieux de production inexistantes aujourd'hui. La misère est restée. Dans toutes les villes, des actes d'incivilité sont perpétrés.

*« Le plus important n'est pas d'avoir une ville intelligente mais une ville heureuse dans laquelle les espaces publics et les possibilités de rencontres sont maximisés. »*

Cette image reflète le monde d'aujourd'hui et les nouveaux défis urbains. Ils s'accompagnent de la découverte des nouveaux communs : le commun de l'eau, de l'air et de l'ombre. Paradoxalement, dans un monde qui s'urbanise et qui est massivement connecté, trois nouveaux communs sont indispensables : le commun de l'espace tout d'abord est la façon dont l'espace public est aménagé. Le commun du temps est indispensable dans un monde où le temps n'existe plus et est utilitaire (je me loge, je me transporte et je reviens, sans temps de vie). Le commun du silence est enfin essentiel dans un monde noyé d'informations, les fake news constituant le principal vecteur de désinformation auquel participent les 2,2 milliards de personnes connectées chaque jour. Ces nouveaux communs sont les nouveaux combats qui permettront de changer nos vies. Nous devons prendre conscience que la lutte contre la pauvreté, pour l'inclusion sociale et pour le climat appelle à exercer une nouvelle démocratie de proximité et participative.

CARLOS MORENO

Professeur des universités, Carlos Moreno dirige la chaire « Entreprenariat territoire innovation » (ETI) de l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne et de l'IAE Sorbonne Business School. Arrivé en France de sa Colombie natale à l'âge de 20 ans, en 1979, il s'investit aussitôt dans la recherche sur la robotique, à l'UT de Cachan-université Paris Sud. Quelques années plus tard, à l'université d'Évry, il fonde un groupe de recherche qui développe des liens avec le monde industriel et fonde lui-même la start-up Innovia. Précurseur, il travaille dès 2006 sur « la ville numérique et durable ». Il sera nommé conseiller du président de GDF-Suez chargé du programme Smart Cities. Il est enfin à l'origine du forum « Live in a living city », qui réunit des experts du monde entier autour de la réflexion sur l'avenir des espaces urbains.

Nous sommes interpellés par les violences et les extrémismes dont nous sommes témoins. À titre d'exemple, le mouvement des gilets jaunes nous interroge sur les liens avec le territoire et la gestion de certaines fonctions sociales telle que la mobilité. Il faut resituer l'humain dans la ville et dans sa relation territoriale. Si l'individu n'est pas apaisé dans son territoire, notre pays restera en proie à une forte vulnérabilité et au risque d'explosions.

La situation s'aggrave car le marqueur climatique devient un indicateur fort de la qualité de vie. Il faut réinventer la ville, amener de la verdure, de la diversité, créer du lien social et, au travers de la technologie, apporter de la valeur sociale et culturelle. Le plus important n'est pas d'avoir une ville intelligente mais une ville heureuse dans laquelle les espaces publics et les possibilités de rencontres sont maximisés. Le pari est de créer des villes vivantes afin que la transition urbaine permette de pallier la perte de liens de confiance.

La perte de ces liens est un problème majeur. Le monde urbain qui devait permettre une socialisation très forte est devenu le lieu dans lequel il y a le plus d'isolement. Les liens existent sur les plateformes mais ils désincarnent la vie. Il faut retrouver la confiance dans la technologie pour créer des économies, des monnaies locales, des applications de service via les open data et les block chains... Nous devons quitter cette horrible anamorphose en ayant un nouveau regard du citoyen, de la gouvernance locale, de la ville et de son territoire. Il faut réinventer la solidarité territoriale. Les enjeux sociaux, économiques, culturels et écologiques, tirés par la lutte pour le climat, doivent être au cœur de la construction d'un futur urbain durable et vivable d'ici la fin de ce siècle.

De la salle

Les sociologues s'interrogent sur la façon de régler le problème du 1 % de personnes qui accaparent les richesses, ne payent pas leurs impôts, spéculent dans les paradis fiscaux, sont irresponsables vis-à-vis de l'environnement et n'ont qu'une vision à court terme. Comment revitaliser les classes moyennes ? Comment mieux répartir les richesses ? Comment renforcer la démocratie et la responsabilité citoyenne ?

### **Carlos MORENO**

Vous avez résumé les problèmes majeurs de ce monde. En effet, cinquante personnes possèdent 70 % de la richesse mondiale. Le monde carbo-sceptique et conservateur est au pouvoir dans plus de la moitié de la planète. Ce problème nous dépasse. La seule réponse possible est l'action des individus qui croient encore à d'autres modalités sociales, économiques et environnementales.

De la salle

Nous constatons une concentration urbaine de plus en plus forte et une carence voire un épuisement des ressources. Cette situation nous interpelle. Ne serait-il pas intéressant de modéliser la crise et les conflits éventuels à venir ?

### **Carlos MORENO**

Je ne préfère pas spéculer. Toutefois, la problématique climatique engendre aujourd'hui davantage de réfugiés que la guerre elle-même. C'est une constatation factuelle. Certaines zones deviennent invivables et incompatibles avec les activités humaines. Si nous continuons dans la trajectoire qui conduit à un réchauffement climatique de trois degrés, la recherche de l'eau, de l'air et de l'ombre sera le vecteur de conflits majeurs. Il existe un mouvement qui se nomme « Il n'est pas encore trop tard ». Toutefois, plus les années passent, plus il devient tard pour agir. Cette nouvelle conflictualité est transcendée par la puissance des nationalismes et des populismes qui concentrent le débat sur d'autres sujets. Nous ne nous interrogeons pas sur la production carbone de nos activités quotidiennes. Or la maison brûle.

### **Carine DARTIGUEPEYROU**

Je vous remercie pour ces débats passionnants et leurs perspectives. Je laisserai Jean-Patrick Masson partager avec vous un mot de conclusion.

### **Jean-Patrick MASSON**

J'ai apprécié cette journée et j'espère que ce sentiment est partagé. Nous remplissons notre rôle en organisant chaque année ces journées d'échange. Je remercie les intervenants et la qualité des informations partagées. Je vous invite à les engranger, à en tirer profit et à agir dans le bon sens. Je vous remercie de votre participation.

# Bibliographie

Sélection de ressources sur les sujets abordés lors de la Journée Alterre

---

Bibliographie disponible en ligne sur le site Internet d'Alterre, en lien avec le service d'information et de documentation. Bibliographie non exhaustive.

 *Documents disponibles en prêt au service d'information et de documentation d'Alterre*

---

Samuel Aubin, Carine Dartiguepeyrou, Bernard Lemoult. *Territoires en transitions énergétique et sociétale : quel rôle pour les dynamiques collectives en Pays de la Loire ?* L'Harmattan, février 2018

 Philippe Balin, Françoise Berthoud, Amélie Bohas, Carole Chabuillet, Jean-Daniel Dubois, Eric Drezet, Cédric Gossart, Marianne Parry. *Les impacts écologiques des technologies de l'information et de la communication : les faces cachées de l'immatérialité*. EDP Sciences, 2012

 Gilles Berhault, Carine Dartiguepeyrou. *Un autre monde est possible. Lost in transitions ?* Editions de l'Aube, 2018

Françoise Berthoud, Laurent Lefèvre. *Impact écologique du Big Data*. In : *Les Big Data à découvert*. M. Bouzeghoub et R. Mosseri. CNRS Editions, 2017

Françoise Berthoud, Dominique Boutigny. *17 : Informatique et développement durable*

In : *Le développement durable à découvert*. [en ligne]. Paris : CNRS Éditions, 2013 [consulté le 11 avril 2019]. Disponible sur Internet : <http://books.openedition.org/editions-cnrs/10860>

 Philippe Bihoux. *L'âge des low tech*. Seuil, 2014

 Carine Dartiguepeyrou. *Le futur est déjà là*. Le bord de l'eau, 2017

Francis Jutand (dir.). *La métamorphose numérique. Vers une société de la connaissance et de la coopération*. Editions Alternatives, 2013

 Jean-Louis Missika, Pierre Musseau. *Des robots dans la ville : comment les voitures autonomes vont changer nos vies*. Editions Tallandier, 2018

 Guillaume Pitron. *La guerre des métaux rares : la face cachée de la transition énergétique et numérique*. Les liens qui libèrent, 2018

Jacques Priol. *Le big data des territoires : Open data, protection des données, smart city, civic tech, services publics... Les nouvelles stratégies de la donnée au service de l'intérêt général*. FYP éditions, 2017

## Rapports, études

ADEME, Deloitte Développement Durable (Benoît TINETTI, Arnaud LADEPECHE, Alexis LEMEILLET, Pierre-Alexis DUVERNOIS, Astrid MICHEL, Agathe VIANO), Deloitte In Extenso (Noémie KELLER, Stéphane FAUSSURIER, Clélia FISCHER), G-SCOP (Valérie ROCCHI, Peggy ZWOLINSKI), SATIE (Javier OJEDA).

*Impacts du numérique au sein de l'industrie, au regard de la transition énergétique et écologique*. 2017

*Cette étude a pour objet de quantifier les impacts du numérique dans l'industrie, au regard de la transition énergétique et écologique, et d'identifier des leviers permettant de faire converger industrie du futur et transition écologique et énergétique.*

[www.ademe.fr/comment-allier-transition-numerique-transition-energetique-ecologique](http://www.ademe.fr/comment-allier-transition-numerique-transition-energetique-ecologique)

Iddri, Fing, WWF France, GreenIT.fr. *Livre blanc Numérique et environnement. Faire de la transition numérique un accélérateur de la transition écologique.* 2018

*Les auteurs du Livre blanc proposent, aux acteurs publics, des pistes d'action pour réduire l'empreinte écologique du numérique, mieux concevoir les politiques environnementales, soutenir l'innovation numérique en faveur de l'écologie et mobiliser le potentiel des données.*

[www.wwf.fr/vous-informer/actualites/livre-blanc-numerique-environnement](http://www.wwf.fr/vous-informer/actualites/livre-blanc-numerique-environnement)

The Shift Project. *Pour une sobriété numérique.* Octobre 2018

*Ce document est un rapport sur l'impact environnemental du numérique, réalisé par le groupe de travail « Lean ICT » dirigé par Hugues Ferreboeuf, pour le think tank The Shift Project (think tank de la transition carbone).*

<https://theshiftproject.org/article/pour-une-sobriete-numerique-rapport-shift/>

Fing, Transition<sup>2</sup>. *L'agenda pour un futur numérique et écologique.* Mars 2019

*Ce document s'appuie sur les travaux du programme Transitions<sup>2</sup>. Il est organisé autour de 20 défis de la transition écologique : l'énergie, les mobilités, l'économie circulaire, la « démocratie écologique », l'empreinte environnementale du numérique, la qualité de l'air... Pour chacun d'eux, il décrypte la contribution actuelle du numérique, et propose des nouveaux « chemins » pour engager une plus juste contribution du numérique aux enjeux écologiques. Transition<sup>2</sup> est un programme collectif initié par la Fing avec l'ADEME, l'Iddri, Inria, GreenIT.fr, le Conseil National du Numérique, Explorables. Objectif : mettre le potentiel transformateur du numérique au service de la transition écologique.*

<http://fing.org/agenda-futur-numerique-ecologique>

Eric Peres. *Les données numériques : un enjeu d'éducation et de citoyenneté.* Avis du Conseil économique, social et environnemental, janvier 2015

[www.lecese.fr/travaux-publies/les-donnees-numeriques-un-enjeu-deducation-et-de-citoyennete](http://www.lecese.fr/travaux-publies/les-donnees-numeriques-un-enjeu-deducation-et-de-citoyennete)

## Dossiers, articles, conférences

Bertrand Boisson, Empreinte communication. *Numérique et Développement Durable : liaisons dangereuses ?* Cerdd, novembre 2018

*Ce dossier documentaire dresse un état de lieux des réflexions en cours et des ressources disponibles, pour apporter des éléments de réponses et de décryptages sur le sujet des transitions numérique et écologique.*

[www.cerdd.org/Parcours-thematiques/Transitions-economiques/Numerique-et-Developpement-Durable](http://www.cerdd.org/Parcours-thematiques/Transitions-economiques/Numerique-et-Developpement-Durable)

Cerdd. *Numérique et développement durable.* [en ligne]. [Consulté le 18/04/2019]. URL :

[www.cerdd.org/Parcours-thematiques/Transitions-economiques/Numerique-et-Developpement-Durable](http://www.cerdd.org/Parcours-thematiques/Transitions-economiques/Numerique-et-Developpement-Durable)

*Le Cerdd, Centre de ressources du développement durable, propose sur son site Internet une rubrique consacrée à une sélection de ressources pédagogiques sur le numérique et le développement durable.*

Richard Lavergne, Hélène Serveille. *Transition numérique et transition écologique.* Les annales des Mines. Responsabilité & Environnement. N° 87, juillet 2017

*Ce numéro de la revue est consacré à la transition numérique et à la transition écologique, et a pour objet les interrogations suscitées par chacune de ces transitions. Ce dossier est organisé en trois parties : le numérique et*

*l'écologie : deux domaines en transition ; Le numérique, outil et accélérateur de la transition énergétique ? ; Au-delà de l'énergie : le numérique et l'environnement.*

[http://Annales.org/re/2017/re\\_87\\_juillet\\_2017.html](http://Annales.org/re/2017/re_87_juillet_2017.html)

Association française d'agronomie. *Agronomie et agriculture numérique : ce qui change pour les agronomes*. Revue Agronomie, Environnement et société vol. 8, n° 1, juin 2018

*Ce numéro, consacré au numérique en agriculture, propose des articles répartis en trois thèmes : Etat des lieux des pratiques et dynamiques à l'œuvre ; La place des agronomes et le besoin de compétences ; Débats et controverses autour des apports de l'agriculture numérique.*

<https://agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/revue-aes-vol8-n1-juin-2018-agronomie-et-agriculture-numerique/>

ADEME. *La face cachée du numérique. Réduire les impacts du numérique sur l'environnement*. 2017

[http://ret-ademe-region-hdf.fr/docs/2018/20-11-2018\\_numerique\\_TEE/guide-pratique-face-cachee-numerique.pdf](http://ret-ademe-region-hdf.fr/docs/2018/20-11-2018_numerique_TEE/guide-pratique-face-cachee-numerique.pdf)

ADEME et Région Hauts-de-France. Réseau d'échanges thématiques. *Le numérique est-il un vecteur de la transition écologique et énergétique sur les territoires ?* Réunion organisée le 20 novembre 2018

<http://ret-ademe-region-hdf.fr/le-numerique-est-il-un-vecteur-de-la-transition-ecologique-et-energetique-sur-les-territoires/>

GDS EcoInfo. *Le numérique et l'environnement*. 2014

*Cette exposition a pour objet la sensibilisation aux aspects environnementaux des TIC (technologies de l'information et de la communication) à destination des utilisateurs « ordinaires ».*

<https://ecoinfo.cnrs.fr/2014/03/17/le-numerique-et-lenvironnement/>

Françoise Berthoud. *Numérique : menace ou espoir pour l'environnement ?* Conférence, 15 novembre 2018. INRIA de Grenoble. 43 mn

<https://ecoinfo.cnrs.fr/2019/01/21/conference-francoise-berthoud>

Dominique Cardon. *Nos vies à l'heure des big data*. Université de Nantes, 2015

[www.franceculture.fr/conferences/universite-de-nantes/nos-vies-lheure-des-big-data](http://www.franceculture.fr/conferences/universite-de-nantes/nos-vies-lheure-des-big-data)

France Stratégie. *Mutations sociales, mutations technologiques*. Compte rendu du séminaire octobre 2015-juin 2017, publié en novembre 2017

*Ce séminaire, organisé par France Stratégie, en partenariat avec l'École des hautes études en sciences sociales et Inria, l'institut national de recherche dédié au numérique, est consacré aux doubles mutations, sociales et technologiques.*

[www.strategie.gouv.fr/publications/compte-rendu-seminaire-mutations-sociales-mutations-technologiques](http://www.strategie.gouv.fr/publications/compte-rendu-seminaire-mutations-sociales-mutations-technologiques)

Olivier Vidal, CNRS Grenoble. *Ressources minérales pour les TIC : besoins, modélisation de la production et des réserves*. Intervention dans le cadre de la conférence « Des déchets électroniques aux ressources! », GPS EcoInfo, le 25 août 2016

[http://ecoinfo.cnrs.fr/IMG/mp4/ecoinfo-3-olivier\\_vidal\\_questions.mp4](http://ecoinfo.cnrs.fr/IMG/mp4/ecoinfo-3-olivier_vidal_questions.mp4)

Gaël Musquet. *Avec les véhicules connectés, on est en train de créer un cauchemar*. Entretien vidéo à la revue We demain, publié le 12 Septembre 2017, Joseph Bancaud. [En ligne]. [Consulté le 18/04/2019]. URL :

[www.wedemain.fr/Gael-Musquet-Avec-les-vehicules-connectes-on-est-en-train-de-creer-un-cauchemar\\_a2978.html](http://www.wedemain.fr/Gael-Musquet-Avec-les-vehicules-connectes-on-est-en-train-de-creer-un-cauchemar_a2978.html)

Gaël Musquet. « *Contre les catastrophes climatiques, les outils les plus simples sont parfois les plus efficaces* ». Propos recueillis par la rédaction Les clés de demain, 5 novembre 2018. [En ligne]. [Consulté le 17/04/2019]. URL :

[https://lesclesdedemain.lemonde.fr/point-de-vue-clesdedemain/-contre-les-catastrophes-climatiques-les-outils-les-plus-simples-sont-parfois-les-plus-efficaces-\\_a-96-6949.html](https://lesclesdedemain.lemonde.fr/point-de-vue-clesdedemain/-contre-les-catastrophes-climatiques-les-outils-les-plus-simples-sont-parfois-les-plus-efficaces-_a-96-6949.html)

Numérique et collectivités locales : une affaire qui marche ?

Entretien avec Céline Colucci, déléguée générale du Réseau national des territoires innovants. [En ligne]. (Consulté le 18/04/2019). URL :

[www.lemonde.fr/la-france-connectee/article/2016/09/27/numerique-et-collectivites-locales-une-affaire-qui-marche\\_5004017\\_4978494.html](http://www.lemonde.fr/la-france-connectee/article/2016/09/27/numerique-et-collectivites-locales-une-affaire-qui-marche_5004017_4978494.html)

Tribune Asma Mhalla. « L'État de droit mute doucement vers une forme ultra-sécuritaire ». Le Monde, 6 novembre 2018. [En ligne]. (Consulté le 18/04/2019). URL :

[www.lemonde.fr/idees/article/2018/11/06/l-etat-de-droit-mute-doucement-vers-une-forme-ultra-securitaire\\_5379355\\_3232.html](http://www.lemonde.fr/idees/article/2018/11/06/l-etat-de-droit-mute-doucement-vers-une-forme-ultra-securitaire_5379355_3232.html)

Fondation Nicolas Hulot pour la Nature et l'Homme. *Les dessous pas très écologiques du numérique*. Publié le 29 mai 2018. [En ligne]. (Consulté le 18/04/2019). URL :

[www.fondation-nature-homme.org/magazine/les-dessous-pas-tres-ecologiques-du-numerique/](http://www.fondation-nature-homme.org/magazine/les-dessous-pas-tres-ecologiques-du-numerique/)

Pour en savoir plus sur les travaux et les structures des intervenants

Chaire eTI entrepreneuriat territoire innovation <http://chaire-eti.org>

« L'objectif de la Chaire eTI est de développer, partager et diffuser des réflexions récentes et novatrices par ses chercheurs et partenaires associés autour du Territoire comme pivot d'aujourd'hui dans la création de valeur économique, sociale et écologique. Le travail produit par les chercheurs est proposé sous des formats différents (courts, écrits, visuels ou des vidéos), pour les rendre accessibles à tous. »

Collectif Bam [www.collectifbam.fr](http://www.collectifbam.fr)

« Fondé en 2013, le Collectif Bam travaille pour rendre notre monde plus perceptible et praticable par le design, en réalisant divers objets, services, lieux, interfaces ou expériences. Les thèmes de la révolution numérique et de la transition écologique sont des sujets qui nous passionnent. »

GDS EcoInfo <http://ecoinfo.cnrs.fr>

Le GDS EcoInfo rassemble des ingénieurs, des chercheurs, des étudiants des secteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur en France autour d'un objectif commun : agir pour réduire les impacts (négatifs) environnementaux et sociétaux des TICs (Technologies de l'Information et de la communication).

HAND, hackers against natural disasters <http://hand.team>

« HAND est une association à but non lucratif régie par la loi de 1901 dont l'objectif est de préparer aux catastrophes naturelles, afin de réduire le nombre de victimes; cette préparation est réalisée à travers des solutions technologiques ainsi que des exercices civils avec les pouvoirs publics et les populations ; elle fait également intervenir l'ensemble des objets similaires, connexes ou complémentaires ou susceptibles d'en favoriser la réalisation ou le développement. »

Institut Mines Télécom [www.imt.fr](http://www.imt.fr)

L'institut Mines-Télécom est un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel (EPSCP). Il regroupe 13 écoles d'ingénieurs et de management, positionnées sur les transformations numérique, industrielle, énergétique écologique et urbaine, économique et sociétale, numérique de la santé. Des chercheurs et doctorant

travaillent dans ces écoles sur 12 axes thématiques à la rencontre de l'ingénierie et du numérique, de la science et des technologies et des grandes dimensions du management.

Les Interconnectés, le Réseau des Territoires Innovants [www.interconnectes.com](http://www.interconnectes.com)

Le Réseau des territoires Innovants est la première association nationale de diffusion des usages numériques pour les collectivités françaises, appelé communément « Les Interconnectés ». Le réseau se définit comme un espace de dialogue et d'expertise, une boîte à outils au service de l'innovation numérique des territoires.

Plateforme de cartographie communautaire OpenStreetMap France [www.openstreetmap.fr](http://www.openstreetmap.fr)

OpenStreetMap France (OSM-FR) est une association à but non lucratif régie par la loi de 1901, dont l'objectif est de promouvoir le projet OpenStreetMap et notamment la collecte, la diffusion et l'utilisation de données cartographiques sous licences libres.

OpenStreetMap est bâti par une communauté de cartographes bénévoles qui contribuent et maintiennent les données des routes, sentiers, cafés, stations ferroviaires et bien plus encore, partout dans le monde.

Les partenaires de la Journée Alterre

ADEME Bourgogne-Franche-Comté : [www.bourgogne-franche-comte.ademe.fr](http://www.bourgogne-franche-comte.ademe.fr)

Conseil régional de Bourgogne-Franche-Comté : [www.bourgognefranche-comte.fr](http://www.bourgognefranche-comte.fr)

DREAL Bourgogne-Franche-Comté : [www.bourgogne-franche-comte.developpement-durable.gouv.fr](http://www.bourgogne-franche-comte.developpement-durable.gouv.fr)

Pour accéder aux documents en prêt à Alterre

Retrouvez tous les documents du fonds documentaire d'Alterre dans le catalogue en ligne du service d'information et de documentation : [www.alterrebourgognefranche-comte.org](http://www.alterrebourgognefranche-comte.org).



Le service d'information et de documentation d'Alterre met à votre disposition ses ressources sur l'environnement et le développement durable, en consultation et en prêt.

Horaires : du lundi au vendredi, de 9h à 12h et de 14h à 17h, 2 allée Pierre Lacroute à Dijon

Pour tout renseignement, vous pouvez contacter la documentaliste :  
au 03 80 68 44 30 ou par courriel à [info.environnement@alterrebfc.org](mailto:info.environnement@alterrebfc.org)



[www.alterrebourgognefranchecomte.org](http://www.alterrebourgognefranchecomte.org)



## Alterre en bref

Alterre Bourgogne Franche-Comté, agence pour l'environnement et le développement soutenable, poursuit quatre objectifs : améliorer la connaissance, construire une culture commune, favoriser la mise en pratique du développement durable, et repérer les enjeux de demain. Ses domaines de compétences sont l'observation, l'animation de réseaux d'acteurs, l'éducation à l'environnement et au développement soutenable et l'information-sensibilisation.

Alterre intervient dans de nombreux domaines tels que la biodiversité, les déchets, l'énergie, le climat, l'écologie territoriale, l'eau, la santé-environnement et les démarches territoriales de développement durable en croisant, autant que possible, les aspects sociaux et économiques avec les aspects environnementaux.

Centre de ressources, Alterre est une association loi 1901, majoritairement financée par le conseil régional, l'ADEME, l'État et l'Europe à travers le fonds FEDER.

