

# Pour une nouvelle approche de la mobilité

Par Jean-Claude RAOUL  
Académie des Technologies

Les approches conventionnelles visent à contraindre la mobilité afin de préserver l'environnement. Les avancées réalisées en matière de transports non polluants sont faibles, si l'on prend en compte le cycle global. Les réponses apportées au besoin de mobilité sont du type « offre de transport », mais :

- la mobilité est mal connue dans sa segmentation, et dans ses effets ;
- les besoins de mobilité pour le développement d'une société féconde sont à définir.

Les possibilités prévisibles (ou qui le deviendront) que nous offrent les technologies numériques peuvent permettre de faire émerger des projets de mobilité plus propres et davantage au service d'une société humaine harmonieuse. Pour développer cela, une collecte structurée d'informations et la constitution d'équipes pluridisciplinaires paraissent nécessaires. En France, le moment est propice pour ce faire, nous devons donc nous engager sur cette voie.

## Un panorama des mobilités

Doit-on parler de la mobilité, ou des mobilités ? La mobilité se manifeste par des aspects très divers dans les activités humaines collectives et personnelles. Elle nécessite des moyens mobiles et des infrastructures pour se développer, l'ensemble constitue l'un des systèmes les plus complexes que l'on puisse observer.

Quelques chiffres permettent d'apprécier l'importance en France de la mobilité dans les activités humaines et, de manière générale, dans l'économie :

- Environ une heure par jour et par personne lui est consacrée, et les ménages lui affectent environ 14 % de leurs dépenses. Mais si l'on ajoute la part des impôts et des taxes prélevés par les organismes territoriaux pour la financer, cette part du budget passe à près de 20 %.
- Les emplois directs liés à la production de mobilité sont, en France, au nombre de 465 000. Si l'on y ajoute les emplois induits par le secteur des transports – ceux de la production des véhicules, de la maintenance des matériels et des infrastructures, de la formation, etc. –, ce chiffre s'élève à plus de 2,5 millions, soit environ 10 % de la population active.
- L'impact des transports en termes de rejets de CO<sub>2</sub> a été, en 2014, d'environ 75 millions de tonnes (contre 340 millions produites toutes activités confondues, soit 22 %). Il serait aussi intéressant de connaître l'emprise au sol des infrastructures de transport et d'en suivre l'évolution.
- Pour les entreprises, le coût de la mobilité est plus difficile à évaluer, les plans de déplacements d'entreprise

(PDE), s'ils sont complets, doivent permettre d'en déterminer la valeur (temps passé et valorisé par toute la hiérarchie, coût des moyens, coûts induits).

- Enfin, si le nombre de tués sur les routes a été divisé par 5 en 40 ans. La mobilité a causé la mort d'environ 3 800 personnes, en 2014. Mais à ce chiffre, il faut ajouter celui des décès causés par la pollution induite par les moyens de transport mécaniques, qui est donné comme étant bien supérieur à celui des victimes de la route.

Ce bref panorama montre que la mobilité n'est pas un phénomène marginal, son impact national est en effet de l'ordre de 10 à 20 %, selon le secteur et le point de vue adopté. Peu de secteurs d'activité humaine ont un impact aussi important, ce qui justifie pleinement l'intérêt que lui portent les pouvoirs publics et les autres acteurs économiques.

## Les caractéristiques de la mobilité

La mobilité est une constante dans l'histoire humaine. Sa structuration la plus ancienne présente des territoires parsemés de villages le plus souvent distants d'environ cinq kilomètres, ce qui permettait à tout un chacun de mener son activité de cultivateur ou d'éleveur dans la journée, et de regagner chaque soir son habitat, en se déplaçant seul ou accompagné de ses animaux de trait durant une heure par jour, à une vitesse d'environ 5 km/h.

Cette heure de déplacement quotidien par personne paraît être une constante depuis la plus haute Antiquité, ce serait elle qui aurait conditionné tant la distance entre les villages que le dimensionnement des villes.

Cela semble montrer que l'être humain est casanier : s'il est nomade le jour, il cherche à rejoindre son habitat chaque soir.

Aujourd'hui, la mobilité a gagné en vitesse grâce au développement de modes mécanisés qui sont de plus en plus rapides : chaque individu parcourt en moyenne de l'ordre de 80 km par jour (inclus les déplacements à longue distance sur une moyenne annuelle), permettant, entre autres choses, une évolution sensible de la taille des villes qui deviennent des mégalo-poles de 40 à 50 km de rayon, voire plus, en fonction de la vitesse atteinte par les modes de transport implantés sur certains corridors.

Ainsi, la mobilité et la vitesse de déplacement structurent l'espace de vie des populations, et ce à toutes les périodes historiques.

Les courbes présentant les évolutions des distances parcourues en France et aux États-Unis qu'a établies Cesare Marchetti (voir les Figures 1 et 2 ci-après) montrent entre elles de grandes similitudes. Si le diagramme basé sur les données de la France ne prend en compte que la mobilité assistée par un mode de transport, celui qui correspond aux États-Unis inclut, outre cette même mobilité, la mobilité piétonne, ce qui explique la différence entre 2,7 % de croissance par an aux États-Unis, contre 3 % pour la France.

La constante d'un temps de une heure de mobilité par jour est accompagnée, malgré l'augmentation des vitesses permise par les différents modes de transport à disposition, par la constante du poids économique de la mobilité dans les budgets des ménages, qui reste proche de 14 % en moyenne. Les évolutions technologiques des moyens de transport existants et l'arrivée régulière de nouveaux modes de transport ont permis de maintenir ce coût moyen.

Au cours des dernières décennies (les diagrammes disponibles remontent aux années 1800), les moyens de communication autres que la mobilité ont eux aussi fortement évolué. La comparaison établie par Arnulf Gröbler de leurs évolutions en France montre que la mobilité et la communication immatérielle affichent une croissance équivalente (voir la Figure 3 ci-dessous).

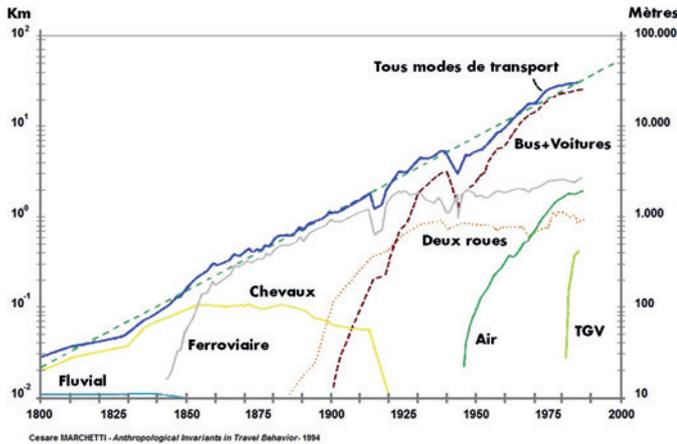


Figure 1.

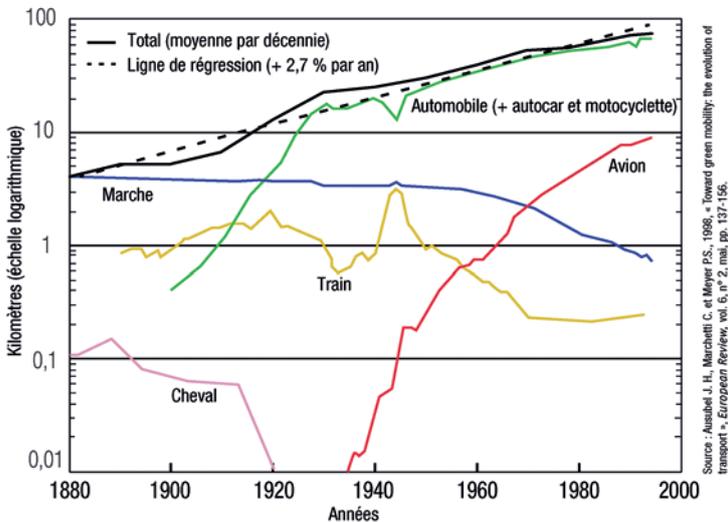


Figure 2.

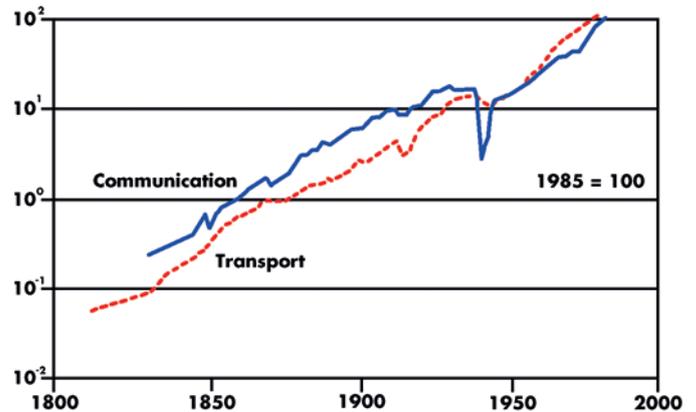


Figure 3.

Suite à l'installation du téléphone à Londres, dans les années 1880, les chauffeurs de taxi se sont mis en grève pour défendre leur métier, qu'ils craignaient de voir périr si les habitants pouvaient à l'avenir se parler sans avoir à se déplacer. Alexander Graham Bell, lors de la présentation de son invention, n'avait-il pas déclaré qu'elle éviterait aux personnes qui en seraient dotées d'avoir à sortir de chez elles pour communiquer avec autrui ?

Cesare Marchetti, qui a mis en évidence cette constante d'une heure de mobilité par jour et par personne, et son caractère avéré quels que soient non seulement les pays, mais aussi les évolutions technologiques des autres moyens de communication, en a déduit qu'elle représente une permanence anthropologique et que, par conséquent, il est quasi impossible de la modifier (« *Anthropological Invariants in Travel Behavior* » et « *Basic instincts* »).

Cette indépendance de la croissance de la mobilité vis-à-vis de celle de la transmission immatérielle résistera-t-elle aux avancées offertes par les technologies du numérique ? Il est encore trop tôt pour pouvoir mesurer les effets du numérique. Alors qu'est intervenu un ralentissement de cette croissance depuis une ou deux décennies, ce qui a laissé penser que l'impact du numérique, allié à celui des mesures coercitives prises pour réduire la mobilité, allait permettre de sortir de cette courbe inflationniste,

on a constaté que cette croissance est remontée à 2,6 % au titre de chacune des deux dernières années.

Yves Crozet, dans son article sur l'hyper-mobilité (*Lettre de l'Académie de l'Air et de l'Espace*, n°14, septembre/octobre 2017), pointe un événement qui s'est produit pour la première fois dans l'histoire de l'humanité : la stagnation, voire la régression des vitesses des moyens de transport.

Les figures 1 et 2 de la page 7 montrent que les vitesses moyennes enregistrées ont bénéficié régulièrement non seulement de l'apparition de nouveaux modes de transport (le chemin de fer vers 1850, la voiture vers 1900, puis l'avion vers 1945, et, enfin, la grande vitesse ferroviaire vers 1980), mais aussi d'une amélioration permanente de la vitesse d'exploitation de chacun de ces modes de transport : le chemin de fer est ainsi passé de 30 km/h à plus de 200 km/h, l'automobile de 30 à plus de 150 km/h, les avions de 300 km/h à la vitesse supersonique, la grande vitesse ferroviaire de 260 à 350 km/h.

Mais cette évolution s'est interrompue aux alentours des années 2000, du fait :

- de la limitation des vitesses sur toutes les infrastructures routières : 50, voire 30 km/h au lieu de 60 km/h en ville, 90 (et bientôt 80 km/h) sur route et 130 sur autoroute, et ce, tant pour des raisons de sécurité que dans une optique de réduction de la consommation d'énergie et de la pollution ;
- de l'arrêt des vols commerciaux supersoniques et d'un retour à des vitesses de croisière plus économes en énergie ;
- pour ce qui est du ferroviaire, il faut noter que même si les vitesses n'ont pas été réduites, les temps de parcours sur les lignes classiques (hors réseaux à grande vitesse) ont été rallongés.

Compte tenu de cette constante d'une heure de mobilité par personne et par jour, cette réduction générale de la vitesse des moyens de transport ne devrait plus permettre la croissance de la mobilité (en nombre de kilomètres parcourus par unité de temps), contrairement à ce qui avait été constaté depuis que les premiers moyens de transport mécaniques sont apparus. La croissance de la mobilité sera désormais attribuable à l'accession d'un plus grand nombre de passagers aux modes de transport les plus rapides (avion et grande vitesse ferroviaire) et à l'amélioration des vitesses moyennes des modes classiques (à vitesse maximale constante ou plus faible), par exemple grâce à une réduction de l'encombrement des réseaux (en particulier, du réseau routier).

### Les différents types de mobilité

Nombreux, les différents types de mobilité sont peu connus. Les travaux induits par le lancement et la réalisation des plans de déplacement tant sur les territoires que dans les entreprises doivent nous permettre de mieux les connaître.

Nous pouvons cependant constater dès aujourd'hui que nous sommes passés, en deux ou trois décennies, d'une

mobilité des personnes résultant principalement des activités professionnelles (les déplacements domicile-travail, le « métro-boulot-dodo » des années 1960) à une répartition qui a tendance à s'équilibrer entre :

- les activités professionnelles (1),
- l'enseignement (2),
- les loisirs et la culture (3 et 4),
- les soins de santé (3 et 4),
- les achats (3 et 4).

Les deux dernières enquêtes sur la mobilité de proximité (moins de 80 km) réalisées en 2008 et 1994 classent les trajets effectués en quatre motifs agrégés : domicile/travail (1) ; domicile/école (2) ; affaires personnelles (3) ; domicile et secondaire (4). Les tableaux correspondants permettent de constater que les parts de chacune des catégories précitées ne sont pas très différentes, alors que les déplacements domicile/travail étaient dominants, il y a de cela quelques décennies.

Ce mode d'agrégation statistique ne permet pas d'apprécier certains des aspects importants de la mobilité, non pas de par leur volume, mais de par leur impact sociétal et économique.

L'accès à la formation et à l'emploi est lui aussi conditionné par la mobilité : l'enquête « Mobilité et accès à l'emploi » (du Laboratoire de la mobilité inclusive) de janvier 2017 montre ce lien étroit.

Les formations dispensées par les collèges et lycées professionnels conduisent trop souvent à des choix par défaut de spécialités qui ne correspondent pas aux souhaits des élèves, ces choix étant guidés par la proximité des établissements concernés en raison d'une offre de transport insuffisante qui ne permet pas aux élèves d'accéder à des offres plus larges en termes de formation et sur le plan culturel. Ce manque de mobilité devient synonyme alors d'échec scolaire, puis de chômage, voire de délinquance.

La construction de grands espaces administratifs ou économiques ne peut être envisagée sans avoir l'assurance d'une offre de mobilité permettant d'accéder à ces espaces.

D'un point de vue historique, il est connu que les grands empires ont nécessité la construction d'infrastructures de communication (les voies romaines, des ports régulièrement répartis) pour pouvoir contrôler leur territoire, le gérer et permettre son essor économique.

Pour pouvoir durer, ces grands espaces ont besoin de voir se développer les échanges culturels entre les populations qui les occupent. Nombreux sont les exemples historiques du déclin de ces espaces suite à l'effondrement de leurs infrastructures de communication.

En Europe, après la Seconde Guerre mondiale, ces échanges ont été suscités et favorisés, en plus de ceux générés par l'activité économique. Il faut bien sûr citer non seulement les opérations de jumelage entre des villes et des villages français et allemands, mais aussi, plus récemment, le programme Erasmus qui a permis à plus de 400 000 jeunes Européens d'aller étudier dans

un autre pays de l'Union européenne. La politique volontariste de l'Union européenne d'équiper l'ensemble de son territoire d'infrastructures de transport efficaces va dans le sens de la construction d'une Europe tant politique qu'économique.

Même si elle n'a que peu d'impact sur les modes de transport, cette mobilité n'en est pas moins importante qualitativement, il est donc essentiel de la préserver, et même de la développer.

### Les apports du numérique en matière de mobilité

Tous les modes de transport et la mobilité, dans son essence même, sont ou seront impactés par les effets connus ou prévisibles du numérique. Mais ses effets réels à moyen et long terme ne sont pas prévisibles, comme le démontre les évolutions observées dans le domaine de l'industrie au cours des dernières années.

Lorsque les premières stations de travail ont été installées pour remplacer les planches à dessin des bureaux d'études, personne n'imaginait l'impact que cette numérisation allait avoir sur l'ensemble des chaînes de production, pour aboutir à l'« usine 4.0 », qui nous réserve probablement encore bien des surprises.

Le numérique a des effets directs et connus en expérimentation ou en application sur les différents modes de transport. Il est difficile d'en établir une nomenclature, mais ils portent principalement sur l'efficacité tant de l'utilisation qui est faite des infrastructures (métros automatiques, ERTMS pour le ferroviaire) que de l'utilisation de l'énergie (pilotage des sources d'énergie et récupération de celle-ci sur les véhicules routiers, gestion globale de l'énergie au profit de véhicules plus propres), ainsi qu'en matière de remplissage des véhicules (trains, avions...), d'amélioration de la sécurité et du confort (pilotes automatiques, voitures autonomes...), ou encore en matière de mobilité partagée ou de comobilité (BlaBlaCar et les nouveaux développements du type Govoit).

Plus généralement, la mobilité évolue, comme les autres activités humaines, grâce ou à cause du déploiement des technologies dites numériques.

Deux grands axes de transformation sont souvent évoqués :

- d'une part, la possibilité tout en restant chez soi, confortablement installé dans son fauteuil, d'avoir accès à tous les événements se déroulant dans le monde, de voir et de communiquer avec qui l'on souhaite, ce qui permet à certains de prédire une réduction considérable des besoins de mobilité. On retrouve là l'espoir déçu de Bell, car il est plus que probable qu'un nouvel équilibre entre déplacements et communication sera trouvé dans les prochaines années et que, dans son évaluation prospective, il ne faudra pas sous-estimer le fait que plus de communication suscitera plus de mobilité ;
- d'autre part, une réorganisation des systèmes de transport reposant sur une redéfinition de la répartition entre les modes de déplacement grâce à une information

instantanée et à une puissance de calcul inégalée, qui offrent au passager une sorte de don d'ubiquité à travers la capacité octroyée aux entreprises de transport de lui offrir instantanément le service optimisé et le plus adapté à sa demande.

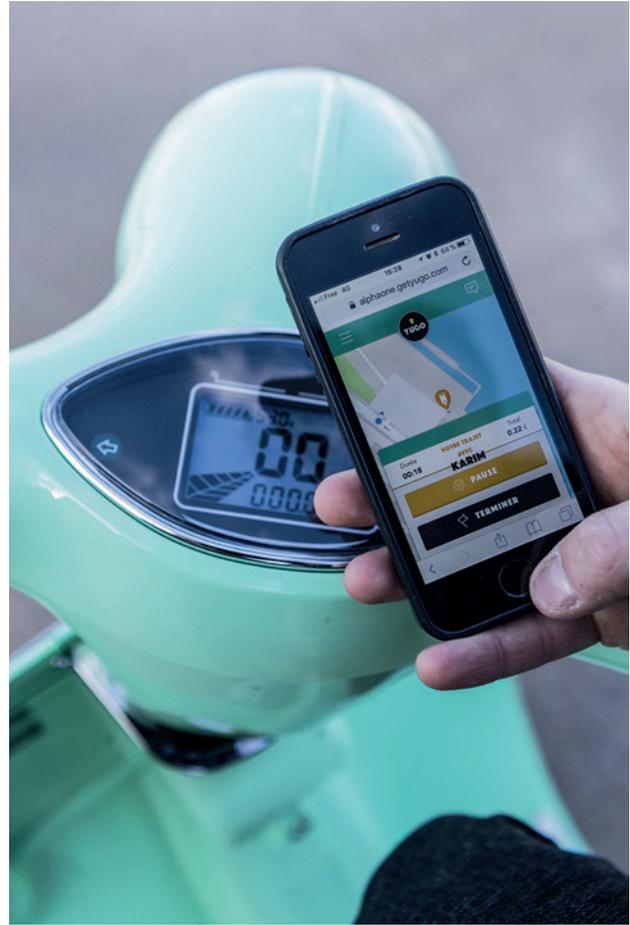


Photo © Sébastien ORTOLA/REA

Arrivée à Bordeaux des scooters électriques en libre-service, un service baptisé « Yugo ».

**« Une réorganisation des systèmes de transport reposant sur une redéfinition de la répartition entre les modes de déplacement grâce à une information instantanée et à une puissance de calcul inégalée, qui offrent au passager une sorte de don d'ubiquité à travers la capacité octroyée aux entreprises de transport de lui offrir instantanément le service optimisé et le plus adapté à sa demande. »**

Les technologies numériques permettent de passer d'une offre de moyens de transport à une satisfaction efficace des besoins de mobilité.

Efficace, car elle doit permettre à chacun de nous de satisfaire nos propres besoins de mobilité liés à nos différentes activités, mais efficace aussi car elle doit proposer, pour chacun de nos besoins, des solutions optimisées en termes de temps, de coût, de réduction de la pollution, d'efficacité énergétique et en termes d'usage de l'espace.

## Vers une nouvelle approche

### **BMA Bretagne Mobilité Augmentée qui devient Booster de Mobilité Active**

Réalisé par un consortium regroupant des universités, des associations et des entreprises bretonnes et financé dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir via le canal de l'Ademe, le projet BMA a permis de mener quatre années d'expérimentation sur dix-huit types d'activités différentes et d'en tirer des propositions générales. Celles-ci ont été reprises dans le manifeste de BMA « Réinventer la mobilité », qui a été publié à l'issue de deux séances de consultation organisées au niveau national.

BMA propose de considérer la mobilité comme étant partie intégrante de chacune des activités et d'optimiser le couple « activité/mobilité associée ».

Deux exemples peuvent permettre d'éclairer cette démarche :

- Une entreprise moyenne ou petite du bâtiment a besoin, pour réaliser ses chantiers de s'approvisionner en matériaux – ce qui sera fait soit par des livraisons directes, soit via un déplacement d'un ou de plusieurs acteurs du secteur chez ses fournisseurs. Le nombre des livraisons ou des déplacements pour un chantier donné ramené au chiffre d'affaires généré est un des indicateurs de l'efficacité de l'entreprise.

Le suivi de cet indicateur et la mise en place d'un plan d'actions visant à réduire le nombre des déplacements permettent non seulement de réduire le coût transport, de rendre efficace la mobilité engendrée, mais aussi, en améliorant la préparation du chantier, d'en améliorer la rentabilité.

- Un service d'oncologie d'un CHR a mesuré son budget ambulances, qui était supérieur à 10 millions d'euros/an. Pour le réduire, le parcours du patient, qui nécessitait 5 à 6 visites du patient au CHR avant une intervention chirurgicale, a été ré-analysé. Il en est résulté une profonde modification de ce parcours, la mise en place de nouvelles compétences pour un meilleur suivi et une réduction du nombre des visites à 2 ou 3. La réduction du budget ambulances a été de près de 60 %, l'économie dégagée a pu être attribuée à l'exercice effectif des soins.

Ce type de démarche pourra être reproduit systématiquement au travers des plans de déplacement des entreprises, quel que soit leur secteur d'activité, afin de rendre la mobilité générée plus efficace. Mais il permettra aussi de ré-analyser les processus internes et externes appliqués par l'entreprise non seulement pour elle-même mais aussi vis-à-vis de ses clients, de ses fournisseurs et même de tout son personnel.

On perçoit la richesse de cette démarche qui permet de développer l'efficacité des activités humaines, tout en réduisant les ressources mobilisées.

Associée aux démarches visant à rendre chaque mode de transport plus économe et plus propre, une telle démarche

doit permettre une évolution vertueuse des dépenses en énergie et une réduction de la pollution associée.

BMA propose aux acteurs une méthode d'application dans le cadre de la mise en place des plans de mobilité des entreprises, qui est aussi une dynamique de co-conception de solutions qui ne pourra que dynamiser l'ensemble des acteurs et des activités des entreprises qui participeront à l'exercice.

### **De nouvelles applications Transports pour le numérique**

L'idée du transport à la demande est ancienne. Une première tentative de réalisation urbaine a vu le jour de façon expérimentale à Paris, dans les années 1980. Il s'agissait d'un métro automatique constitué de petits véhicules autonomes circulant sur un réseau maillé et capables de s'accoupler tout en circulant, pour former des rames à parcours compatibles sur une partie de leur trajet, mais aussi de desservir finement, et à la demande des utilisateurs, tel ou tel territoire.

Ce système a été décrit par Bruno Latour dans son ouvrage *Aramis ou l'amour des techniques*.

L'arrivée des véhicules autonomes, associée à la gestion des mobilités partagées, peut faire espérer un réseau capable de s'adapter instantanément à la demande, sur la base des infrastructures existantes, pour effectuer des déplacements de porte à porte avec un nombre de correspondances et des délais d'attente limités, dans des véhicules dont les déplacements et les occupants seront suivis, tracés pour apporter le niveau de confiance requis.

Cela devrait permettre d'apporter une réponse plus globale aux besoins de mobilité en associant, le cas échéant, divers modes de déplacement pour permettre et optimiser (en termes de confort, de consommation d'énergie, d'émissions de gaz à effet de serre...) le transport de porte à porte.

## Conclusion

Issue d'une vision négative de la mobilité, l'approche actuelle, principalement basée sur une offre de transport contrainte afin d'en limiter les effets négatifs, ne peut être suffisante, au vu des éléments qui précèdent, pour répondre à la complexité et à l'importance du domaine.

La mobilité est un élément important de la structuration non seulement des territoires, mais aussi des êtres humains, la mobilité physique et la mobilité intellectuelle n'étant pas totalement indépendantes.

La mobilité est un élément indispensable aux activités humaines, il est donc nécessaire de la connaître dans tous ses aspects et d'en favoriser l'épanouissement au service de ces activités, et de leur économie (au sens large de ce terme).

Les apports potentiels des technologies numériques doivent être mis au service d'une nouvelle mobilité qui soit active et efficace, au service de l'aventure humaine du XXI<sup>e</sup> siècle et de son développement durable.

Pour cela, un grand programme paraît nécessaire, il doit être basé sur une connaissance complète de la mobilité, dans chacun de ses domaines d'application qu'ils soient physiques, politiques, moraux, intellectuels, sanitaires ou économiques. Ce programme pourra susciter et accompagner des projets que la vision actuelle ne pourrait qu'étouffer s'ils venaient à voir le jour, ce qui est peu probable, en l'état actuel des choses, tant cette vision leur est peu favorable.

Cela nécessite d'associer de nombreuses disciplines existantes. Les plans de mobilité, tels qu'ils ont été lancés

en France, peuvent être la source de données riches et utilisables, à la condition qu'elles aient été structurées dès leur saisie.

Puissance nouvelle du numérique, compétences existantes, données à portée de main, constat d'une efficacité limitée due à des errements habituels : tout est réuni pour lancer un tel programme sur la base d'une nouvelle vision de la mobilité.

Aurons-nous la sagesse et la force de saisir cette opportunité ? L'avenir le dira.