

TELECOM

LA REVUE DE L'ASSOCIATION TELECOM PARIS ALUMNI

LES MOBILITÉS À L'HEURE DE LA SOBRIÉTÉ



Page 44

**Le numérique au
service du bien vieillir**

Page 89

**Entretien avec
Michel Devoret (1975), prix
Nobel de Physique 2025**



INSTITUT
POLYTECHNIQUE
DE PARIS

votre vrai réseau pour la vie

#220

MARS 2026



TELECOM n°220 - MARS 2026

est édité par l'Association Télécom Paris alumni.
Dépôt légal à parution.

Directeur de la publication :

Hélène Delahousse-Haverbeke (1993)

Direction de la rédaction :

Marylin Arndt (1981) et

Michel Cochet (1973)

Secrétaire de rédaction :

Néhémie Monteiro

Rédacteurs en chef du dossier *Les Mobilités à l'heure de la sobriété* :

Gérard Cambillau (1973)

Rédacteur en chef du dossier *Le numérique au service du bien vieillir* :

Michel Barth (1984)

Comité de rédaction :

Marylin Arndt-Vincent (1981),
Marc Bethenod (1981), Gérard Cambillau (1973),
Michel Cochet (1973), Wilfred Doré (2014), Alexis
Ferréro (1987), Louis-Aimé de Fouquières (1982),
Grégoire Galievsky (2000), Philippe Ginier-Gillet (1985),
Wenceslas Godel (2015), Paul Jolivet (1995), René Joly
(1979), Sylvain Lamblot (1996), Jean-Marie Pillot (1978),
Aude Schoentgen (2015), François Vanheeckhoet
(1978) et Michelle Wetterwald (2012)

Conception et réalisation :

Agence Megalyte

Photographies et illustrations : Unsplash, Pexels. Les
illustrations des articles sont fournies par les auteurs,
sous leur responsabilité concernant les droits de
reproduction. Les idées exprimées dans cette revue
engagent la seule responsabilité de leurs auteurs.
Reproduction autorisée avec mention d'origine après
accord de la publication.

Rédaction & Abonnements :

Télécom Paris alumni - L'association des diplômés de
Télécom Paris

19 place Marguerite Perey 91120 PALAISEAU

Site : www.telecom-paris-alumni.fr

Régie Publicitaire :



Edif Éditions d'Île-de-France
102 avenue Georges Clemenceau
94700 Maisons Alfort
Tél. : 01 43 53 64 00

Imprimé en France par Dupliprint Mayenne

Abonnement annuel 2026 : 40 € TTC

Prix au numéro : 10 € TTC

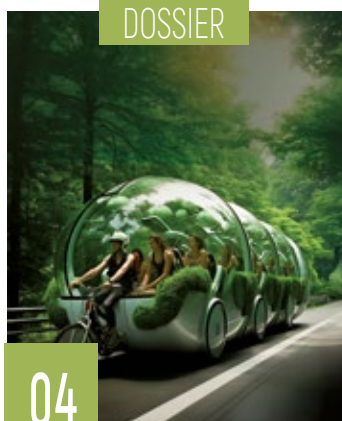
S'abonner en ligne : <https://urlr.me/Kut4DS>

ISSN 0040-2478

LE PROCHAIN NUMÉRO SERA CONSACRÉ À :

5G / 6G, LE POINT ET À : IA, GUERRE COGNITIVE ET
NUMÉRISATION DE LA SOCIÉTÉ.

Dans ce numéro



LES MOBILITÉS À L'HEURE DE LA SOBRIÉTÉ

05 ÉDITORIAL

FORMER AUJOURD'HUI SUR LES MOBILITÉS DE DEMAIN

Thierry Mallet

06

LA VILLE DU QUART D'HEURE : UNE EXPERTISE SCIENTIFIQUE ET
HUMANISTE AU SERVICE DES TERRITOIRES

Carlos Moreno

08

LA MOBILITÉ FRUGALE, INDISPENSABLE POUR RÉPONDRE AUX DÉFIS
DE LA TRANSITION

Aurélien Bigo

10

TRANSFORMATION DES MOBILITÉS : PLACER LES CITOYENS AU CŒUR
DE L'ADOPTION D'UN NOUVEAU MODÈLE

Vincent Pilloy (1990)

13

L'AUTO *SOFTWARE-DEFINED* AVEC LE TVU, UNE NOUVELLE VISION
SYSTÈME DE LA MOBILITÉ

Xavier Dalloz

15

ÉVITER DES MILLIONS DE CHASSÉS-CROISÉS INUTILES

Laure Wagner

17

LA COMODALITÉ : UNE SOLUTION POUR UNE LOGISTIQUE « FRUGALE »
DU FRET LÉGER

Olivier Maurel

19

VÉHICULES AUTOMATISÉS. ILS ARRIVENT !

Michel Parent

21

L'URGENCE D'UNE MOBILITÉ SOBRE ET ACCESSIBLE

Gabriel Plassat

23 SUPRAWAYS : UN TRANSPORT AÉRIEN AUTONOME CAPACITAIRE ET FRUGAL
Claude Escala

25 LE TÉLÉPHÉRIQUE TOULOUSAIN TÉLÉO BAT DES RECORDS DE SOBRIÉTÉ
Francis Grass

27 AU SERVICE DE LA RURALITÉ ET DE L'AMÉNAGEMENT DES TERRITOIRES
Valérie Pensotti, David Borot

30 UN SYSTÈME DE COMMUNICATION V2I RÉDUIT DE PLUS DE 60% LE TEMPS D'ATTENTE AUX FEUX POUR LES BUS DE SAINT-ÉTIENNE
Jean-Baptiste Latil d'Albertas

32 LES CARS EXPRESS DANS LES SERM DU GRAND EST : DEUX EXEMPLES D'UNE RÉPONSE À LA MOBILITÉ FRUGALE
Sébastien Badens, David Caseny

34 LES ROUTES DE DEMAIN : CONNECTÉES ET FRUGALES ?
Nicolas Hautière

37 L'AVIATION SE TRANSFORME : ÉLECTRIFICATION, HYBRIDATION ET RÉVOLUTION NUMÉRIQUE
Jérémy Caussade

40 LA RÉGION OCCITANIE ET SNCF VOYAGEURS RÉVOLUTIONNENT LA MOBILITÉ
Gaël Barbier

44

LE NUMÉRIQUE AU SERVICE DU BIEN VIEILLIR

45 ÉDITORIAL
Michel Barth (1984) et Daniel Legendre

46 VIEILLIR PLUS LONGTEMPS : UN PROGRÈS, MAIS À QUELLES CONDITIONS ?
Cédric Annweiler

47 BIEN VIEILLIR À L'ÈRE DU NUMÉRIQUE : LES TECHNOLOGIES AU SERVICE DE LA PRÉVENTION DE LA PERTE D'AUTONOMIE
Neda Tavassoli

49 LES DÉFIS LIÉS AU VIEILLISSEMENT ET LE MAINTIEN EN BONNE SANTÉ
Laurent Martinez

52 TECHNOLOGIES POUR LE BIEN-VIEILLIR : DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE À L'AUTONOMIE DURABLE
Aly Chkeir

55 L'ACCEPTATION DES TECHNOLOGIES POUR L'AUTONOMIE DANS L'HABITAT
Mickaël Briquet

57 SENIORS ET NUMÉRIQUE : ENTRE APPROPRIATION DU QUOTIDIEN ET NOUVEAUX FREINS À LEVER
Christine Tabuenca

59 MAINTENIR LE LIEN SOCIAL CHEZ LES PERSONNES ÂGÉES : UN PROBLÈME D'INGÉNIERIE SOCIO-TECHNIQUE
Nivenn Lanos

62 LA POSTE SANTÉ & AUTONOMIE : TECHNOLOGIES ET PROXIMITÉ POUR RELEVER LE DÉFI DU BIEN-VIEILLIR
Dominique Pon

64 SMART BEAR, E-EHPAD, PARCOURS FLASHS : L'INGÉNIERIE TERRITORIALE AU SERVICE DU BIEN-VIEILLIR
Cécile Rostin

66 MIEUX VIEILLIR CHEZ SOI. LE NUMÉRIQUE, ALLIÉ DU MAINTIEN À DOMICILE
Blandine Antoine, Aurélien Poisson

68 CONNECTER ET ACCOMPAGNER LES PLUS FRAGILES... POUR UNE PRÉVENTION MESURABLE ET EFFICACE !
Sophie Tron

70 DIGI'FEET LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DU BIEN VIEILLIR
Manon Frajman

71 SANTÉ RÉNALE : L'AUBE D'UNE RÉVOLUTION PORTÉE PAR LES BIOWEARABLES
Olga Chashchina

73 SENIOR+ BY CLAUDE BERNARD IA: L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DU BIEN VIEILLIR ET DES MÉDECINS GÉNÉRALISTES
Béranger Lekens

75 L'ALGORITHME DE L'ENDURANCE : HACKER LE VIEILLISSEMENT PAR LA SCIENCE DES DONNÉES
Véronique Billat

77 QUAND LA MARCHÉ DEVIENT UN PUISSANT BIOMARQUEUR
Gabriel Dib

80 L'EHPAD DE KERSALIC : RÉINVENTER LE VIEILLISSEMENT PAR L'INNOVATION SOCIALE ET TECHNOLOGIQUE
Corinne Antoine-Guillaume

82

LES ACTUALITÉS DU RÉSEAU

83 ASSOCIATION
Agenda / Rencontre / Nominations

87 DES NOUVELLES DE NOS ÉTUDIANTS
Soirée pétanque et Lumnisport

88 FONDATION MINES-TÉLÉCOM
Fonds IMT de prêts d'honneur

89  ENTRETIEN AVEC MICHEL DEVORET (1975), Prix Nobel de Physique 2025
Michel Cochet (1973)

91 LE DINER DE LA 75
Le 7 janvier 2026

92 CONFÉRENCE
Transition énergétique dans les pays émergents et en développement et la contribution de l'agence française de développement
Francis Charpentier (1980)

93 NOS ALUMNI PUBLIENT
Du minéral au vivant
Michel Galiana-Mingot (1973)

94 MUSICOLOGIE
Les Grandes Intégrales : Beethoven
Marc Darmon (1988)



VOUS SOUHAITEZ PARTAGER VOTRE POINT DE VUE AVEC NOS LECTEURS ?

Chaque revue TELECOM se compose de dossiers thématiques dont vous pouvez être le pilote en coordination avec le comité de rédaction. Envoyez-nous vos propositions d'articles ou de dossiers.

revue@telecom-paris-alumni.fr

DOSSIER

LES MOBILITÉS À L'HEURE DE LA SOBRIÉTÉ



Éditorial



Par **Thierry Mallet**
Président de TRANSDEV
Président de l'Union des Transports Publics et Ferroviaires

Former aujourd'hui sur les mobilités de demain

La transition vers une mobilité sobre et durable est en marche, et elle pose de nouveaux défis pour les compétences et les métiers du secteur des transports publics urbains et ferroviaires. Face à l'accélération du numérique et à la nécessité de décarboner les transports afin d'atteindre la neutralité carbone en 2050, les opérateurs ont besoin de professionnels formés à ces transformations.

C'est dans ce contexte que se développent des formations diplômantes et certifiantes comme le Mastère spécialisé Smart Mobility de Télécom Paris/Ponts, ou les programmes de formation continue proposés par Ttélécom Paris Executive Education.

Ces formations visent à préparer les métiers d'avenir dans une mobilité plus intelligente, plus frugale et plus accessible. Les innovations sont déjà à l'œuvre : électrification des véhicules, solutions automatisées comme les navettes ou robotaxis, nouveaux services favorisant le report modal vers les transports collectifs, ou encore l'optimisation des réseaux grâce aux technologies numériques et aux données.

Ces initiatives s'inscrivent dans le programme TRANSFORMEURS, lauréat du plan d'investissement France 2030. Porté par les acteurs du secteur des mobilités, ce programme vise notamment à

renforcer et repenser l'offre de formation afin d'accompagner l'évolution des métiers. Il permet ainsi aux jeunes étudiants et étudiantes formés de développer les compétences attendues par les opérateurs de transport et de répondre concrètement aux défis des transitions mais aussi à l'objectif de 100 000 recrutements à horizon 2030.

Ces évolutions ne relèvent pas seulement de l'ingénierie ou de la technologie : elles impliquent surtout de nouvelles compétences. Concevoir, exploiter et piloter ces systèmes suppose des expertises capables d'intégrer les enjeux croisés de ces transitions.

Ce numéro de la revue TELECOM met en lumière ces dynamiques. Il montre en quoi la transition vers une mobilité plus durable repose notamment sur la capacité à former celles et ceux qui les concevront, les déploieront et les feront fonctionner au quotidien. ■

LA VILLE DU QUART D'HEURE : UNE EXPERTISE SCIENTIFIQUE ET HUMANISTE AU SERVICE DES TERRITOIRES

Par **Carlos Moreno**



Carlos MORENO
Professeur à l'IAE de Paris, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, directeur scientifique de la Chaire « Entrepreneuriat, Territoire, Innovation », membre de l'Académie des Technologies et de Sigma XI, le plus important réseau d'honneur scientifique au monde et multi-primé, il est le créateur de la ville du quart d'heure, un concept qui fait le tour du monde. Ses livres sont publiés aujourd'hui dans 14 langues.



Face aux défis climatiques, économiques et sociaux, la ville du quart d'heure propose une approche structurée et opérationnelle pour transformer nos territoires. Fondée sur la recherche et l'expérience internationale, elle offre aux gouvernements locaux, aux professionnels et aux étudiants un cadre stratégique pour repenser la proximité, la qualité de vie et l'avenir urbain.

Une expertise fondée sur la recherche et l'expérience

La ville du quart d'heure constitue une approche structurée, fondée sur la recherche scientifique, l'expérimentation territoriale et une vision humaniste de la transformation des villes. Son ambition est simple dans son énoncé, mais profonde dans ses implications : permettre à chaque habitant d'accéder, de manière décarbonée, à une distance raisonnable de son lieu de vie, aux fonctions essentielles du quotidien – habiter, travailler, apprendre, se soigner, s'approvisionner, s'épanouir et participer à la vie collective.

Pour les gouvernements locaux, les professionnels de l'urbanisme, de l'architecture et de l'ingénierie, ainsi que les décideurs de politiques publiques ou d'aménagement urbain ou territorial, cette approche offre un cadre stratégique cohérent. Elle articule planification, mobilité, mixité fonctionnelle, transition écologique, sobriété et cohésion sociale dans une même logique polycentrique, de proximité. Elle ne se limite pas à réduire les

déplacements : elle repense l'organisation du territoire autour de la qualité de vie et de la reconquête du temps. Dans un contexte marqué par l'urgence climatique, les tensions sociales et la transformation numérique, elle constitue une réponse intégrée, systémique et opérationnelle.

Un nouveau paradigme pour les professionnels et les étudiants

Pour les professionnels, les étudiants et les jeunes diplômés, la ville du quart d'heure représente un changement de perspective. Elle invite à dépasser les cloisonnements disciplinaires et à penser la ville comme un écosystème vivant. Elle encourage l'interdisciplinarité entre les sciences sociales, l'ingénierie, le design urbain, l'économie territoriale et les technologies numériques. Elle valorise l'innovation, mais aussi l'intelligence collective et la mémoire des lieux.

L'expertise associée à cette approche repose sur plusieurs dimensions complémentaires. D'abord, une base

scientifique solide, nourrie par des travaux académiques internationaux reconnus et par des indicateurs mesurables permettant d'évaluer les proximités urbaines. Ensuite, une communauté mondiale, créée par des scientifiques et des praticiens, avec une expérience concrète à travers des villes et des territoires engagés dans des transformations réelles, démontrant la faisabilité du modèle. Enfin, une méthodologie opérationnelle claire : diagnostic des besoins, cartographie des services, co-construction avec les acteurs locaux, phasage stratégique et évaluation continue.

Une vision humaniste pour la ville du XXI^e siècle

Au-delà des outils, voire du nombre de minutes, parlant davantage maintenant de la ville de x minutes ou de la proximité heureuse, avec de multiples autres noms, la ville du quart d'heure porte une vision. Elle considère le temps comme une ressource précieuse, au même titre que l'espace. Elle reconnaît que la qualité de vie urbaine ne se mesure pas seulement en mètres carrés ou en infrastructures, mais aussi en capacité d'accès, en vitalité locale et en densité relationnelle. Elle propose un nouveau contrat social urbain fondé sur la proximité, la résilience et la participation citoyenne.

Dans un monde marqué par les crises successives, elle offre une perspective positive. Elle montre qu'il est possible d'articuler attractivité économique et justice sociale, transition écologique et dynamisme local, innovation technologique et ancrage territorial. Pour les professionnels confirmés comme pour les nouvelles générations, elle ouvre un champ d'action et de responsabilité : concevoir, planifier et gouverner autrement.

De Paris à Melbourne, de Saint-Hilaire-de-Brethmas à Buenos Aires, de Portland à Santiago du Chili, de Sousse à Milan,

de Copenhague à Busan, d'Osaka à Quito, de Trilport-sur-Seine à l'Écosse, des métropoles et des territoires de toutes les tailles et densités, sur les cinq continents, s'engagent dans un urbanisme de proximité inspiré de la ville du quart d'heure. Tous partagent une ambition commune : renforcer la qualité de vie, réduire les mobilités contraintes et construire des villes plus durables, inclusives et résilientes.

Des villes et territoires à haute qualité de vie sociétale

Nous partageons la même ambition : renforcer la qualité de vie, réduire les mobilités contraintes et construire des villes plus durables, inclusives et résilientes. Cette dynamique repose sur une démarche scientifique structurée donnant lieu à une méthodologie élaborée avec l'Observatoire mondial des proximités durables. Elle conjugue, d'une part, l'exploration fine du territoire par les mathématiques, les bases de géodonnées et la spatialisation des services et des usages disponibles ; d'autre part, l'écoute citoyenne grâce à la Fresque de la proximité, outil de participation et d'intelligence collective. Cette méthodologie permet de comprendre qui habite, comment, avec quels besoins, et d'identifier les inégalités afin de projeter un urbanisme de services, polycentrique et accessible à toutes et tous. Elle soutient un plan local d'urbanisme et de rééquilibrage territorial visant une ville plus vivante, agréable et résiliente face aux défis écologiques, économiques et sociaux.

La proximité comme pivot d'un nouveau contrat social

La proximité s'affirme comme un nouveau contrat social et économique. Lorsque les grands systèmes vacillent – aléas climatiques, inondations, coupures d'électricité, crises sanitaires – l'ancrage local garantit la continuité des fonctions essentielles. Face aux

tensions géopolitiques qui fragilisent les chaînes mondialisées, la résilience en proximité devient stratégique : relocaliser l'économie, soutenir les circuits courts, recréer de l'emploi, offrir des services de santé et de bien-être en proximité et renforcer les solidarités. Cette dynamique rejoint et réinvente la nouvelle économie géographique proposée par Paul Krugman. Là où celle-ci analysait les forces d'agglomération et les logiques de concentration, la convergence avec la proximité durable ouvre une nouvelle étape : une économie territorialisée, polycentrique, articulant efficacité productive et qualité de vie. La proximité devient ainsi un moteur de cohésion sociale, d'innovation locale et d'équilibre territorial, au service d'une société plus stable et plus équitable.

La ville du quart d'heure n'est pas seulement un modèle urbain. C'est une transformation culturelle de notre manière d'habiter le monde. ■

À retenir

- › La ville du quart d'heure est une **méthode structurée**, fondée sur des indicateurs scientifiques et sur une expérience internationale.
- › Elle place la **proximité et le temps retrouvé** au cœur des stratégies territoriales.
- › Elle articule la **transition écologique, la cohésion sociale et le dynamisme économique** au sein d'une même logique.
- › Elle offre aux professionnels et aux étudiants un **cadre opérationnel, mesurable et interdisciplinaire** pour concevoir les territoires du XXI^e siècle.
- › Elle offre les bases d'un **nouveau contrat social et économique** porté par le bien-être.

LA MOBILITÉ FRUGALE, INDISPENSABLE POUR RÉPONDRE AUX DÉFIS DE LA TRANSITION

Par **Aurélien Bigo**

Les mobilités font face à de nombreux défis de transition, depuis la décarbonation en passant par les autres impacts environnementaux, sociaux, sanitaires ou sur la qualité de vie. La mobilité frugale est une part importante de la réponse à ces défis.

Pour atteindre la neutralité carbone en 2050, la France s'est fixé un objectif de décarbonation complète des transports terrestres. Cela implique de sortir totalement du pétrole d'ici 24 ans, alors que ce dernier représente actuellement environ 90% des consommations du secteur et que ces consommations peinent à baisser significativement ces dernières années.

LES CINQ LEVIERS DE TRANSITION

Pour parvenir à cet objectif, la stratégie nationale bas-carbone (SNBC) envisage cinq leviers pour décarboner la mobilité :

› La modération des distances parcourues, en retrouvant plus de proximité dans

les déplacements du quotidien et des voyages moins lointains ;

› Le report modal, en réduisant la part de la voiture et de l'avion, au profit du ferroviaire, des transports en commun routiers et des mobilités actives (marche et vélo) ;

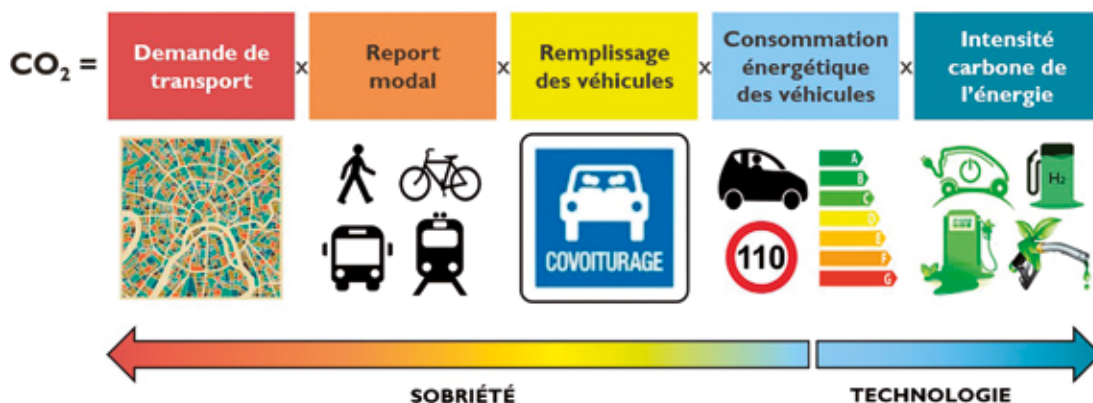
› L'augmentation du remplissage des véhicules, notamment par le développement du covoiturage ;

› La baisse des consommations d'énergie des véhicules, par la sobriété des véhicules utilisés (taille, poids, puissance...) ou de leur usage (écoconduite, 110 km/h sur autoroute...), ou par l'efficacité énergétique des motorisations utilisées ;

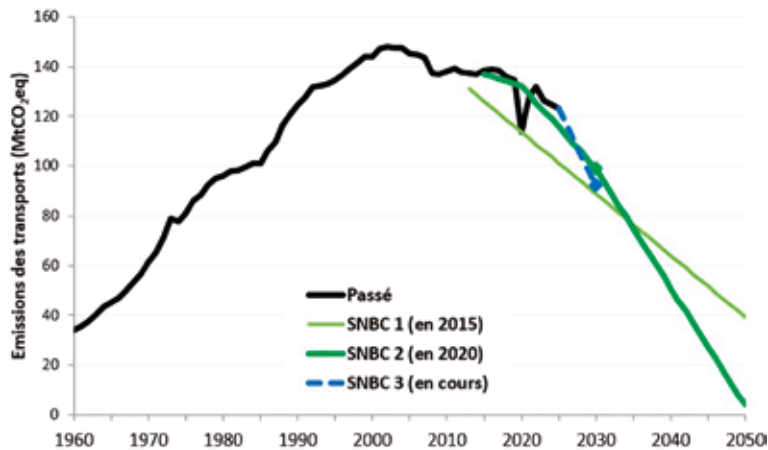
› Enfin, la décarbonation de l'énergie, en passant du pétrole à d'autres énergies moins carbonées, en particulier l'électrique pour les mobilités routières, et éventuellement, en complément, l'hydrogène, les biocarburants ou les carburants de synthèse pour les modes les plus difficiles à électrifier, tels que l'aérien et le maritime.

UNE RUPTURE À ENGAGER

Alors que la baisse des émissions depuis la fin des années 2010 est d'environ 1,5%/an, il faut passer à plus de 5% de baisse annuelle d'ici 2030 pour atteindre les objectifs climatiques, une multiplication par trois à quatre du rythme de ces dernières années.



Les cinq leviers de transition la stratégie nationale bas-carbone (SNBC).



Émissions des transports intérieurs en France sur 1960-2025, et objectifs de la stratégie nationale bas-carbone (SNBC) d'ici 2050.

Au vu de l'ampleur des transformations à mener pour atteindre les objectifs climatiques, les scénarios de prospective montrent qu'il faudra combiner l'ensemble des leviers technologiques et de sobriété pour répondre aux objectifs climatiques.

Les leviers de sobriété ou de frugalité des mobilités apparaissent ainsi comme majeurs, par la modération des distances parcourues, le passage à des mobilités plus actives et/ou collectives, ou encore par le développement de véhicules plus légers.

RÉPONDRE AUX DIFFÉRENTS JEUX DE TRANSITION

Bien que l'objectif de décarbonation soit majeur et central dans cette transition, il faudra aussi répondre aux autres enjeux de transition des mobilités, qu'ils soient

environnementaux, sociaux, économiques, géopolitiques, en lien avec la santé ou avec la qualité de vie.

Et de ce point de vue, les seuls leviers technologiques, et notamment l'électrification des mobilités, ne suffiront pas. Bien qu'elle permette de réduire les émissions de CO₂, la pollution de l'air ou la pollution sonore, la voiture électrique ne supprime pas pour autant ces impacts et ne change rien par rapport à la voiture thermique sur d'autres enjeux : elle consomme tout autant d'espace, coûte également cher, consomme de grandes quantités de ressources, et participe autant à l'accidentalité routière ou à l'inactivité physique.

Au contraire, la marche, le vélo ou encore certains véhicules intermédiaires entre vélo et voiture peuvent permettre de répondre

aux enjeux de moindre consommation d'espace, de ressources (et ainsi de moindre dépendance à leur importation), ou à des bénéfices importants pour des villes et villages plus apaisés, sécurisés, calmes et moins pollués, améliorant ainsi la santé et la qualité de vie de la population.

Si l'horizon souhaitable est bien tracé, ces transitions nécessitent néanmoins des transformations et des politiques publiques bien plus ambitieuses qu'actuellement pour planifier la mise en œuvre de ces leviers technologiques et de frugalité des mobilités. C'est tout un chantier encore largement devant nous pour les années et décennies à venir. ■

À retenir

- › Une rupture est à engager en termes de baisse des émissions de gaz à effet de serre des transports.
- › Différents leviers existent vers des mobilités plus frugales : réduction des distances, modes et véhicules plus sobres, mobilités partagées.
- › Les bénéfices de mobilités plus frugales sont aussi géopolitiques, sanitaires, ou encore sur la qualité de vie.

100 kWh de batteries, cela correspond à



16 quadricycles / mini-voitures



200 vélos à assistance électrique (VAE)



Les consommations de ressources, un argument pour aller vers des véhicules électriques plus sobres et frugaux.



Aurélien BIGO

est chercheur sur la transition énergétique des transports. Il a soutenu en 2020 la thèse « Les transports face au défi de la transition énergétique. Explorations entre passé et avenir, technologie et sobriété, accélération et ralentissement ». Il est désormais chercheur indépendant et associé à la chaire Energie et Prospérité. Il est l'auteur du livre « Voitures - Fake or not ? ».

<http://www.chair-energy-prosperity.org/publications/travail-de-these-decarboner-transports-dici-2050/>

TRANSFORMATION DES MOBILITÉS :

PLACER LES CITOYENS AU CŒUR DE L'ADOPTION D'UN NOUVEAU MODÈLE

Par Vincent Pilloy (1990)

Il est plus facile de considérer le défi de la décarbonation des transports et des mobilités comme un Himalaya improbable à atteindre, que d'imaginer comment le résoudre tant l'équation semble complexe et tant les efforts pour réduire les émissions de ce secteur n'ont donné que de maigres résultats, depuis plus de 30 ans.

Ce ne sont pas les solutions ni les technologies qui font défaut, comme l'auront certainement démontré les nombreux articles et témoignages présents dans ce dossier. Pour autant, sur ce sujet, nous faisons face à une problématique systémique qui certes va nécessiter l'implémentation de multiples solutions et technologies, *high-tech* et *low-tech*, mais qui surtout doit transformer les habitudes et modes de vie de pratiquement la totalité de la population française.

L'enjeu n'est donc pas seulement d'identifier, développer et déployer les solutions et technologies qui permettent de décarboner les mobilités, mais il s'agit de réussir la transition de notre modèle de mobilité actuel massivement dépendant des énergies fossiles à un nouveau modèle

« zéro-carbone ». Cette transition passe donc par une adoption individuelle et collective de nouveaux véhicules, de nouvelles infrastructures, de nouveaux services et de nouvelles règles. C'est pourquoi, dans cette période, l'accompagnement au changement est absolument nécessaire, de même que la capacité d'adaptation mais aussi la persévérance.

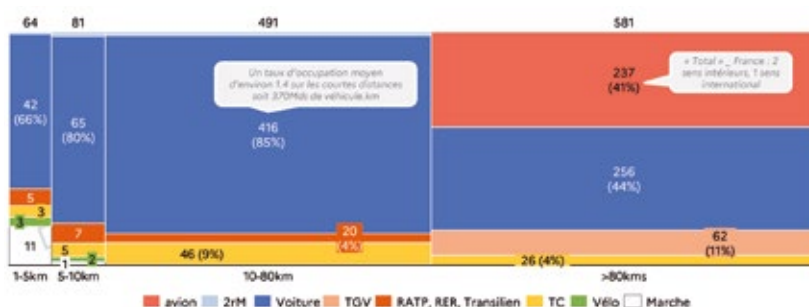
Pour réussir la transition, il est indispensable, pour les parties prenantes : collectivités, autorités organisatrices, fabricants, opérateurs ou encore développeurs de solutions de renforcer leur capacité d'écoute des usagers.

Ces 30 dernières années, la compréhension des usages a été focalisée en priorité sur la mesure et la caractérisation des flux : nombre de trajets, nombre de voitures,

nombre de kilomètres de bouchons ou nombre de passagers dans les transports au commun aux heures de pointe, nombre de passage de vélos...

Beaucoup de ces données croisées à d'autres données plus socio-démographiques ont pu alimenter les analyses des experts en mobilité, dans lesquels je me compte, et enrichir la compréhension des enjeux et des besoins. Je mentionnerai ici les ouvrages de l'urbaniste Marc Wiel : « La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée » et « Ville et automobile », qui a théorisé, en son temps, le rôle de l'automobile et de la facilitation des déplacements, dans l'expansion urbaine. Plus récemment, je citerai l'ouvrage de Jean Coldefy, directeur des programmes de l'ATEC-ITS : « Mobilités : changer de modèle » (solutions pour des déplacements bas carbone et équitables).

Pour mener à bien la transformation du modèle, il est indispensable d'aller au-delà des analyses et des recommandations des experts, et il faut pouvoir comprendre et agir plus profondément sur les dimensions comportementales des habitants, en fonction de leur âge, de leur lieu d'habitation, de leur activité, ou encore de leur « culture » du déplacement.



Situation actuelle : la voiture domine la mobilité des personnes. Répartition par mode et distance parcourue des déplacements des Français (dont toutes internationales) - 2019, en Mds voy.kms/an. Source : SGPE, mieux se déplacer, 2023

L'un des premiers axes d'accompagnement au changement est de comprendre comment évolue l'imaginaire des habitants. Nous ne parlons pas ici d'imaginaire de nouvelles formes urbaines ou de nouveaux mondes futuristes, relevant du roman de science-fiction à l'image de la photo ci-dessous. L'exercice consiste à imaginer plus concrètement ce vers quoi nos villes, nos véhicules, nos routes, nos infrastructures de transports mais surtout nos usages pourraient évoluer dans les 5-15-25 prochaines années.



© Designed by Freepik

De nombreuses technologies ou solutions sont déjà disponibles à travers de nouveaux produits ou à travers des services innovants testés, en condition réelle, à petite échelle. À partir de ces exemples, nous pouvons interroger les personnes pour savoir s'ils connaissent et comment ils perçoivent de nouveaux véhicules, par exemple les voitures électriques ? Se voient-ils rouler en Tesla, ou plutôt en Renault 5 ou en Dacia Spring ? Les ont-ils déjà essayé ? Imaginent-ils ces véhicules se déployer massivement dans leur quartier ou leur territoire ?

Que pensent-ils des trottinettes électriques ? Sont-ils attirés par ce type de véhicules relativement abordables, mais parfois associé à l'imaginaire des jeux d'enfants ? S'imaginent-ils rouler en

trottinette ou est-ce que « ce n'est pas pour eux » ? Pourquoi ? Quelle est l'image que leur renvoie ce type de véhicule ?

Ont-ils entendu parler du covoiturage ou du Vélotaf pour aller au travail ? Imaginent-ils que ces services ou modes de déplacement puissent s'appliquer à leur besoin ? Connaissent-ils des collègues qui utilisent ces solutions ? En ont-ils eu des échos ? Pour des personnes habitant plus loin des centre-ville, ont-ils entendu parler de covoiturage, de lignes de covoiturage, que l'on utilise comme on prend un bus ? Imaginent-ils qu'un tel service puisse être implanté près de chez eux ? Si oui, l'utiliseraient-ils ? Pourquoi ou pourquoi pas ?

Pour les habitants des grandes métropoles, vivant dans des communes éloignées des centres d'activités de l'agglomération dans lesquels ils travaillent, il est intéressant de leur proposer de se projeter dans un contexte où ils pourraient accéder près de chez eux à des cars express disponibles tous les quart d'heure et rejoignant rapidement le centre via des voies réservées, et de recueillir les questions et réactions qu'une telle approche susciterait par rapport à leurs habitudes actuelles. (ci-dessous quelques illustrations de ces nouveaux usages et nouvelles solutions).

Au-delà de l'exploration de ce champs des possibles, c'est par l'expérience concrète que les usagers adoptent de nouvelles pratiques. Là aussi, comprendre comment une nouvelle expérience de mobilité est vécue et comment elle peut, le cas échéant être améliorée, pour être rendue encore plus attractive, fait partie du processus d'accompagnement au changement et de réussite de la transition.

C'est ainsi par exemple qu'on est en mesure de matérialiser aujourd'hui un niveau de satisfaction très élevé chez les personnes qui ont choisi le vélo pour se rendre au travail, et d'identifier que le niveau d'aménagement cyclable et surtout sa continuité ou encore l'accès à du stationnement sécurisé dans l'entreprise renforcent d'autant plus ce niveau de satisfaction.



© Yann Stoackel - Véligo

On peut aussi citer l'exemple du service Véligo proposé par Île-de-France Mobilités (voir illustration ci-dessus), et qui permet aux Franciliens qui le souhaitent de tester, pendant 6 à 12 mois, un vélo électrique de qualité, qui leur est prêté moyennant une mensualité modique de 44 €/mois. Grâce à ce service, il devient possible d'expérimenter concrètement dans la durée l'usage d'un vélo électrique, et ensuite de décider d'adopter cette pratique (ou non) et le cas échéant d'investir sereinement dans le vélo le plus adapté.

Sur ces sujets « d'expérience d'usage », la capacité à délivrer une expérience convaincante nécessite beaucoup plus d'efforts qu'il ne paraît, et est liée à la capacité d'intégrer les nombreuses dimensions d'un parcours de déplacement, depuis l'adéquation des infrastructures, au design des véhicules ou encore des services ou des réglementations associés (port de casque, limite de vitesse, périmètre de service...).

Par exemple, pour ceux qui s'intéressent au développement de services de mobilité basés sur des véhicules autonomes, l'expérience « dans le véhicule » et notamment le confort, la sécurité ou encore la vitesse de déplacement joueront un rôle très important, mais la phase d'appel du véhicule, le temps d'attente



© Région Nouvelle Aquitaine, Bordeaux Métropole, Métropole de Lyon, Arnaud Loubry Rennes Ville et Métropole, Beti Navette Autonome, Automobile Propre



Collectif Mobilité

C'est dans cette volonté de mettre les citoyens au cœur de l'adoption d'un nouveau modèle de transport et de mobilité, au niveau national et territorial, que j'ai lancé en 2020, l'initiative Collectif Mobilité.

L'initiative rassemble aujourd'hui une quarantaine de membres, acteurs de la mobilité dans les territoires de Paris/Île-de-France, Lille et Strasbourg, et en France plus généralement.

Le Collectif Mobilité place les habitants et les citoyens des territoires couverts, au cœur de la réflexion, en réalisant des enquêtes régulières auprès d'un panel volontaire de plus de 15.000 habitants dans les aires de Paris/Île-de-France, Lille, et Strasbourg, et prochainement de nouvelles aires métropolitaines, qui pourraient rejoindre l'initiative comme les aires de Nantes, Bordeaux, Toulouse ou Lyon.



Vincent PILLOY

est fondateur et directeur d'INOV360, cabinet de conseil dédié aux nouvelles mobilités et à la transformation des transports. Après avoir développé ViaMichelin et les services de cartographie numérique, il accompagne depuis 2008 opérateurs, constructeurs, startups et collectivités sur les sujets d'innovation et d'accompagnement au changement dans les mobilités partagées, la mobilité connectée, l'électrification et les services innovants. Il est coordinateur du Collectif Mobilité.

associé ou encore l'embarquement dans le véhicule (depuis le trottoir ou un emplacement dédié nécessitant un déplacement à pied, ou encore dans un véhicule en *warning* mais attendant sur la chaussée) ainsi que la phase de débarquement pourront au final avoir un impact très significatif sur le ressenti général.

L'un des paramètres qui structure ce nouveau système de mobilité à mettre en place, est bien sûr le modèle économique et là encore l'habitant ou le citoyen est au cœur du sujet, à travers deux points de vue : tout d'abord son point de vue de client ou d'utilisateur, et ensuite son point de vue de contribuable.

En tant qu'utilisateur, pour un futur acheteur de voiture électrique par exemple, au-delà de la question de l'évolution du coût d'accès à cette technologie, la question est de savoir s'il est prêt à payer un surcoût pour accéder à une voiture électrique de taille équivalente à sa voiture thermique précédente, ou pour bénéficier d'une grande autonomie, ou s'il préfère au contraire choisir un véhicule plus compact et/ou une batterie plus petite pour rester dans un budget donné, ou enfin s'il est prêt à anticiper de futurs gains sur les coûts de recharge électrique versus les coûts de carburant traditionnel (essence ou diesel) pour compenser le surcoût technologique du véhicule.

Dans un autre registre, est-ce que certains utilisateurs peuvent et vont faire le choix de privilégier les transports en commun, le vélo, le covoiturage ou encore l'autopartage, pour pouvoir se passer d'une voiture ou passer de deux voitures pour le foyer à une seule, pour mieux maîtriser leur budget mobilité.

Ce signal prix attaché aux nouveaux usages peut être fortement lié aux investissements et aux dépenses qui devront être absorbés directement par l'État, les collectivités et autorités publiques pour soutenir ou rendre économiquement attractive telle ou telle solution.

Dans ce cas, c'est le citoyen contribuable qui est en réalité sollicité pour mobiliser des moyens publics afin de soutenir des projets d'investissements, des politiques ou des services publics, pour lesquels les besoins sont souvent supérieurs aux moyens

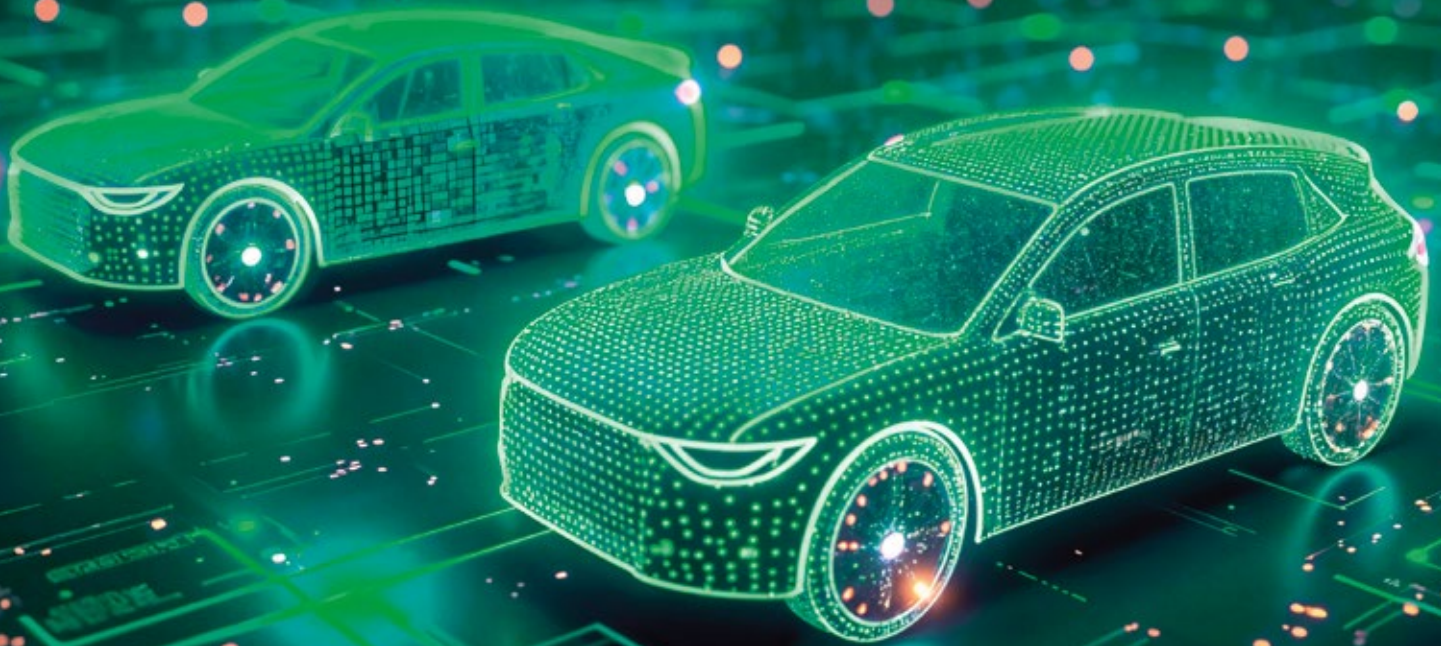
disponibles, tout particulièrement dans le contexte budgétaire actuel de plus en plus contraint.

Le citoyen peut être ainsi appelé à choisir en faveur de telle ou telle priorité. Il s'agit là de pouvoir s'accorder sur un choix ou une vision collective de la mobilité souhaitée dans le territoire ou le pays, et ainsi de répondre aux questions suivantes :

Au-delà des budgets nécessaires à la maintenance des infrastructures et des services de transports existants :

- › Quels budgets consacrer aux transports en commun pour continuer à développer de nouvelles infrastructures, lancer de nouvelles lignes, augmenter les fréquences et l'amplitude des services ou encore pour moderniser et électrifier les véhicules et les matériels roulants ?
- › À quel niveau subventionner et stimuler le passage à la voiture électrique ? Quels moyens publics consacrer à l'investissement dans les infrastructures de recharges publiques pour améliorer l'expérience de mobilité électrique ?
- › Quels moyens consacrer aux infrastructures et aménagement cyclables, et à quelle vitesse les déployer ? Quel effort consacrer au développement de la culture vélo en France ?
- › Comment et jusqu'où soutenir le développement du covoiturage et de l'autopartage à travers leur subventionnement par les autorités publiques mais aussi le financement de lignes de covoiturage dans les zones peu denses en périphérie des grandes villes ?
- › Selon quel calendrier et quelle feuille de route déployer de façon cohérente toutes ses initiatives ?
- › Dans un cadre budgétaire contraint, quels arbitrages pourront être faits, en termes de couverture territoriale, de niveau de subventionnement ou de vitesse de déploiement ?

Ces questions font apparaître le besoin de faire émerger une vision collective et partagée du nouveau modèle de transport et de mobilité souhaitée mais aussi de l'impact sociétal attendu de cette transformation, afin d'obtenir le soutien collectif au niveau territorial comme national d'une majorité de citoyen pour la mener à bien et en garantissant l'adoption. ■



Xavier Dalloz

L'AUTO *SOFTWARE-DEFINED* AVEC LE TVU, une nouvelle vision système de la mobilité



Xavier DALLOZ

dirige depuis plus de trente ans le cabinet Xavier Dalloz Consulting (XDC), spécialisé dans le conseil stratégique sur l'intégration des technologies émergentes afin d'offrir aux entreprises un véritable avantage concurrentiel. Il est directeur international de la CMAI, la plus grande association professionnelle du numérique en Inde, qui regroupe plus de 48 500 membres.

Un modèle automobile européen en fin de course

L'automobile européenne ne peut plus se contenter d'optimiser le modèle historique consistant à vendre un véhicule « fini », puis à écouler des options et des séries. Ce modèle arrive à saturation. La prochaine étape impose un changement de logique : devenir une industrie de véhicules durables, connectés, *software-defined* et progressivement autonomes, dont la valeur se mesure moins au moment de l'achat qu'à la capacité à rendre un service dans la durée. Autrement dit, la performance ne se juge plus sur un empilement d'équipements figés, mais sur l'usage réel, la fiabilité, l'évolutivité, et l'atteinte d'objectifs concrets pour l'utilisateur.

La crise comme accélérateur : normes, marges, concurrence

La crise actuelle agit comme un accélérateur parce que plusieurs pressions se cumulent. D'abord, les normes environnementales deviennent plus strictes (CO₂, polluants, exigences sur le cycle de vie), ce qui augmente les coûts et impose de nouvelles architectures techniques. Ensuite, les marges se dégradent, rendant difficile le financement de la transition avec le seul couple « vente + options ». Enfin, la concurrence mondiale, dominée par la Chine, intensifie la pression sur les coûts, la vitesse d'itération et l'intégration verticale (batterie, logiciel, données).

Changer de logique de chaîne de valeur : reconstruire le système

L'idée clé est simple : si l'on conserve la même chaîne de valeur – concevoir → produire → vendre → obsolescence – on perd. La transition ne se gagne pas en « électrifiant » une voiture thermique à la marge, mais en reconstruisant le système.

Une analogie historique pour comprendre la rupture

Pour faire sentir la profondeur de la transformation, l'analogie historique est éclairante : passer de la diligence à l'automobile n'a pas consisté à « motoriser » l'existant, mais à réinventer un ensemble complet. Il a fallu faire évoluer la technologie (moteur, transmission, sécurité), créer des infrastructures (routes, stations-service), repenser l'organisation des villes (urbanisme, stationnement), transformer la logistique (flux, *supply chain*) et faire émerger de nouveaux métiers (maintenance, assurance, conduite).

Vers une transformation systémique du véhicule électrique et connecté

Aujourd'hui, le passage vers le véhicule électrique, connecté et piloté par logiciel exige une transformation tout aussi systémique : plateforme logicielle, données, énergie, cybersécurité, mise à jour continue, responsabilités, assurance, réglementation, compétences... Le véhicule devient un nœud dans un ensemble beaucoup plus large.

Du produit figé au système évolutif : le véhicule *software-defined*

Le modèle traditionnel repose sur une séquence connue : conception / Industrialisation, vente, puis obsolescence plus ou moins rapide. Les fonctionnalités sont décidées à l'avance,

les mises à jour sont rares, et le produit s'adapte peu au contexte réel. Le modèle cible est radicalement différent : le véhicule devient un objet connecté et instrumenté (capteurs), piloté par logiciel (fonctionnalités évolutives), orienté données (boucle de retour d'expérience) et capable d'optimisation continue (énergie, maintenance, confort, sécurité).

Où se crée la valeur : services, données, IA et performance réelle

On passe donc d'un bien à un système, dont la valeur vient autant des services, de l'amélioration continue et de l'expérience numérique que du matériel. La valeur ne se résume plus à un catalogue de fonctions : elle se mesure à la capacité du système à atteindre des objectifs, par exemple rejoindre une destination en minimisant le temps, l'énergie, le stress, le risque ou le coût total ; maximiser la disponibilité d'une flotte ; réduire les incidents via les ADAS (*Advanced Driver Assistance System*) ; ou limiter l'empreinte globale grâce à la durabilité et à l'entretien optimisé. Mécaniquement, la valeur se déplace vers ceux qui maîtrisent le logiciel, les données, l'IA et l'orchestration d'un écosystème de partenaires.

Une demande qui bascule vers la mobilité comme service

La demande évolue : le client ne veut plus seulement « une voiture », mais une mobilité fiable, disponible et simple, avec une expérience fluide (réservation, paiement, assistance) et un coût d'usage maîtrisé. La métrique naturelle devient le prix du kilomètre utile, cohérent avec l'idée qu'on vend un service de mobilité plutôt qu'un objet. Dans ce coût total, l'énergie n'est qu'une composante : s'ajoutent entretien, usure, pneus, assurance, immobilisation (pannes), dépréciation, et parfois le temps perdu selon les usages. L'économie se recompose autour de la performance réelle dans la durée.

Le TVU (*Total Value of Use*) : mesurer la valeur sur tout le cycle d'usage

Le TVU (*Total Value of Use*) est présenté comme un indicateur clé, car il ne mesure pas le prix de vente d'un véhicule, mais la valeur générée pendant l'usage sur tout le cycle de vie. Il inclut la qualité de la mobilité (disponibilité, performance réelle), les services (navigation, recharge, assistance, assurance, divertissement), l'intégration à d'autres systèmes (ville, énergie, transport), le confort, la sécurité, l'expérience numérique et l'adaptabilité.

Du TCO (*Total Cost of Ownership*) au TVU net : l'enjeu stratégique du contrôle de l'écosystème

Contrairement au TCO, centré sur « combien ça coûte », le TVU capte « ce que ça apporte » (souvent en TVU net : valeur – coûts). Il devient stratégique : il oriente la R&D vers la valeur vécue, guide les investissements (durabilité, réparabilité, modularité) et structure les offres (abonnements, services, garanties). Alerte Google / Huawei : qui contrôle l'OS (*Operating System*), l'interface, les données et les API (*Application Programming Interface*) capte l'écosystème ; sinon, le constructeur risque de finir simple assembleur, à faible marge, pendant que la valeur d'usage cumulée lui échappe. ■

Éviter des millions de chassés-croisés inutiles

Par **Laure Wagner**

Chaque jour, des millions de salariés français effectuent des trajets domicile-travail souvent bien plus distants que nécessaire. Selon l'Observatoire du report modal, publié en 2025 par le bureau d'études 1km à pied, **60,5% des employés de terrain** – ceux qui travaillent dans des secteurs comme le BTP, la santé, le *retail* ou les services publics – ont un site de leur employeur plus proche de leur domicile que celui où ils se rendent actuellement. Le gain médian ? **11,9 kilomètres par trajet**. Autrement dit, sans changer d'employeur ni de poste, des millions de salariés pourraient réduire leurs déplacements quotidiens, et donc leurs émissions de CO₂, simplement en étant affectés à un site plus proche de chez eux.



Laure WAGNER

Après 11 ans chez BlaBlaCar où elle fut la 1^{re} salariée des fondateurs, Laure Wagner a cofondé le bureau d'étude *1km à Pied* pour réduire la distance moyenne des trajets domicile-travail qui est passée de 3 à 13,3 km en 60 ans. Son innovation pionnière de la mobilité lui a valu d'être décorée de l'Ordre National du mérite. Laure est également co-auteur de la Fresque de la Mobilité avec les *Shifters* et est membre du Comité scientifique de Mobil'in Pulse.

QU'EST-CE QU'UN RAPPROCHEMENT DE DOMICILE ?

50% des actifs français sont des employés de terrain qui travaillent pour des employeurs multi-sites privés ou publics. Ces employeurs qui ont plusieurs sites sur un bassin d'emploi peuvent proposer à leurs employés de terrain de bénéficier de mutation sur un site plus proche de leur domicile.

Par exemple : une agente de gare Transilien SNCF a été initialement embauchée à 40 min en voiture de chez elle. Elle a bénéficié d'un rapprochement de domicile sur une gare à cinq minutes de chez elle. Avec une prise de poste à cinq heures du matin, elle n'avait pas de possibilité de report modal.

QUELS SONT LES SECTEURS CONCERNÉS ?

Les secteurs multi sites concernés par cette approche sont nombreux et variés et cumulent plus de 40% des actifs français.

- › Agents publics catégorie C : Agents des crèches, écoles, collèges, lycées, routes, des services publics ou parapublics et de la fonction hospitalière...
- › Employés de terrain du privé : *retail*, hôtellerie, restauration, banque, assurance, BTP, ménage, maintenance, cantine, accueil, sécurité, jardinage, soin à domicile, aide à la personne, médico-social, énergie, télécom...

QUEL POTENTIEL EN NATIONAL ?

Selon l'étude du Forum Vies Mobiles, 13,2% des salariés Français pourraient faire un « mercato » avec un salarié qui exerce le même métier dans une autre organisation et gagner 15 km par trajet domicile-travail aller¹. Selon la start-up *1km à pied* pionnière des rapprochements de domicile, 60,5% des employés de terrain de ses clients ont un site de leur propre employeur plus près de chez eux avec un gain médian de 11,9 km à l'aller².

Des millions de Français pourraient donc avoir un trajet plus court.

Comment ça s'organise ?

Le logiciel Kelsite, édité par *1km à pied* propose trois fonctionnalités pratico-pratique :

- › **Première affectation** : en saisissant l'adresse de domicile d'une nouvelle recrue, le logiciel calcule les trajets vers tous les sites de l'employeur et les classe par ordre de proximité.
- › **Sourcing interne** : identifie les employés qui habitent autour d'un site qui recrute.
- › **Réaffectation** : identifie les permutations qui réduisent les trajets de deux employés à poste égal.

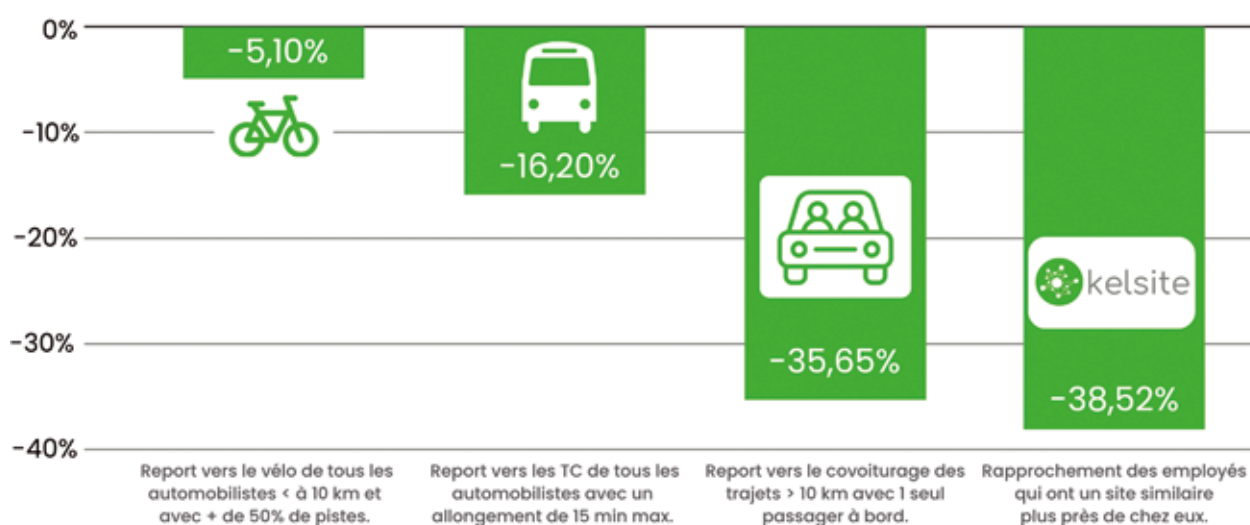
QUELS IMPACTS POSITIFS ?

Réduction des émissions de CO₂

En réduisant les trajets domicile-travail, le rapprochement de domicile permet de diminuer significativement les émissions de CO₂. Cela contribue à la lutte contre le changement

Quelle solution disponible dès maintenant évite le plus de CO₂ ?

Gain potentiel de CO₂ par rapport aux émissions totales des trajets des salariés de nos clients.



Observatoire du report modal réalisé par 1km à pied sur la base de la modélisation des trajets vers 7 800 lieux de travail à l'occasion des Plans de Mobilité Employeur réalisés pour ces clients.

climatique et améliore la qualité de l'air. Selon l'Observatoire du report modal (1km à pied, 2025), cette approche permettrait d'éviter 38,5% des émissions de CO₂ liées à ces déplacements, devant le covoiturage (35,6%), les transports en commun (16,2%) et le vélo (5,1%). Les rapprochements de domicile sont à ce titre cités pour la première fois dans la Stratégie Nationale Bas Carbone de décembre 2025.

Amélioration de la qualité de vie des salariés

Les employés bénéficient d'une meilleure qualité de vie grâce à la réduction de leur temps de trajet. Cela leur permet de gagner du temps pour leurs loisirs, leur famille et leurs activités personnelles, tout en réduisant leur stress lié aux déplacements. De plus, les salariés gagnent en pouvoir d'achat grâce à la réduction de leurs frais de transport.

Gain économique pour les employeurs

Les employeurs peuvent réaliser des économies substantielles en réduisant les coûts liés à l'absentéisme et au turnover. Chaque employé de terrain rapproché permet d'éviter 10 à 20 jours d'absence par an et d'éviter une démission qui coûte environ 10 000€ en frais de recrutement,

intégration administrative et formation. Le retour sur investissement d'une démarche de rapprochements est donc très rapide.

Optimisation des financements des mobilités

En intégrant les rapprochements de domicile dans les plans de mobilité, les autorités organisatrices des mobilités (AOM) peuvent optimiser les financements des mobilités du quotidien. Cela permet de valoriser financièrement les gains écologiques et économiques de cette approche.

CONCLUSION

Contrairement à d'autres solutions, les rapprochements de domicile ne nécessitent ni infrastructures nouvelles, ni changement radical des habitudes. Une simple question d'organisation qui non seulement réduit immédiatement les trajets en voiture mais permet, si le nouveau trajet est inférieur à 10 km, d'envisager un report modal vers le vélo ou la marche. Alors que le scénario 1 de neutralité carbone de l'ADEME recommande de réduire de 26% le nombre de kilomètres parcourus par an, cette solution mérite d'être généralisée. ■

Références

¹ Source Forum Vies Mobiles 2025 :

<https://forumviesmobiles.org/recherches/16533/mercato-des-postes>

² Source Observatoire du report modal, 1km à pied, 2025 : <https://www.observatoire-report-modal.com>

À retenir

- › Les trajets de plus de 10 km à l'aller concentrent plus de 85% des émissions de CO₂ liées aux trajets domicile-travail.
- › Potentiel du vélo : -5,1% de CO₂.
- › Potentiel des Transports en commun : -16,2% de CO₂.
- › Potentiel du covoiturage : -35,6% de CO₂.
- › Potentiel des rapprochements de domicile : 38,5% de CO₂.

Olivier Maurel

La comodalité : une solution pour une logistique « frugale » du fret léger

La logistique frugale a pour ambition de promouvoir des solutions logistiques mobilisant moins de ressources, plus simples, moins émettrices de GES et réutilisant des moyens existants. La comodalité, qui consiste à utiliser les transports de passagers pour transporter des marchandises, remplit toutes les cases. Alors, pourquoi a-t-elle presque complètement disparu du transport terrestre, alors que les secteurs aérien et maritime valorisent leurs soutes respectives ? Sans doute, parce que le tout camion est simple et performant en dehors de la dimension environnementale.

En France, la mobilité est responsable de 31% des émissions de GES nationales (14,6% pour les marchandises) – en constante augmentation (+9%). S'en remettre uniquement à l'électrification du parc camion et au doublement de la part modale ferroviaire est peu crédible pour atteindre les objectifs de réduction d'ici 2030.

Dans ce contexte, pourquoi ne pas développer la comodalité pour le FRET léger, en utilisant la place disponible dans les trains de passagers ? Le FRET léger représente cinq à sept pourcent des tonnes par km, mais 20% du trafic (avec une croissance de 40% du e-commerce depuis 2000) et 6% des émissions de GES. L'impact environnemental peut être significatif en rentabilisant les investissements existants.

Mettre en œuvre la comodalité

La comodalité a de nombreux avantages pour la transition énergétique. Elle utilise des ressources de transport existantes train ou bus, ne nécessitent pas d'investissement lourd et peut être déployée rapidement.

L'avantage économique¹ est le premier mis en avant. En effet, les services publics de transport de passagers sont souvent déficitaires, l'apport d'un revenu complémentaire peut permettre de maintenir une ligne, une desserte, c'est vrai pour le train et le bus.

En Grande-Bretagne, les trains d'axe vers Londres ont ouvert des services de comodalité, afin de livrer rapidement depuis une ville en province, la capitale. Les pré et post-acheminements sont

réalisés par cyclo logistique ou VUL électrique. Le service est rentable et ne bénéficie pas d'aide particulière. L'accès difficile et réglementé au centre-ville le rend attractif.

Le potentiel dans les zones rurales est identifié comme le plus élevé pour le train et le bus. Le service offert peut y être de meilleure qualité que celui rendu par la route (nombre de dessertes) et répondre aux attentes des habitants, tout autant consommateurs de e-commerce que les urbains.

Sur le plan environnemental, la comodalité utilise les moyens de transport existants et « mécaniquement » réduit le nombre de VUL, entraînant une réduction de la congestion et des émissions de GES.

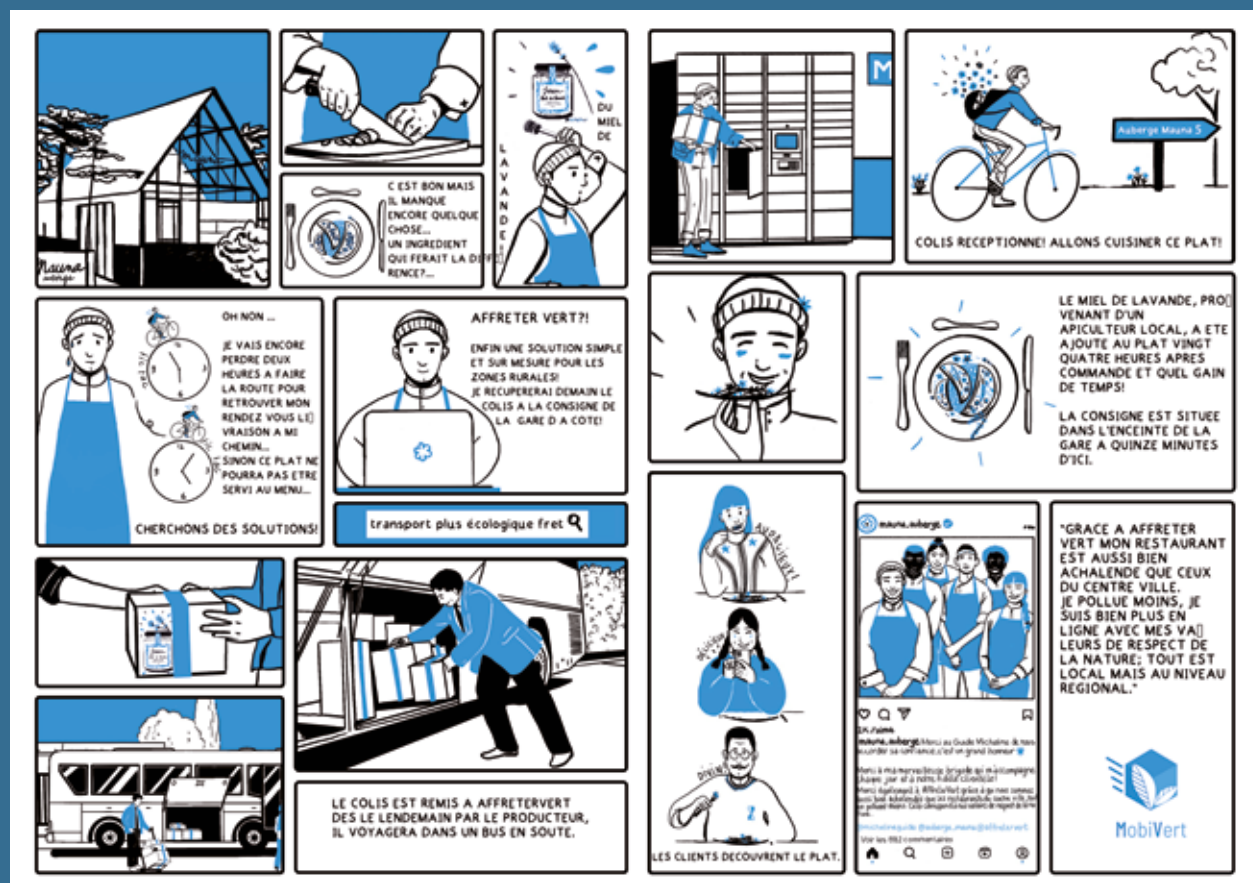
Quels obstacles en France pour les services de comodalité ?

La loi d'Orientation des Mobilités du 24 décembre 2019 (article 8) autorise les Autorités Organisatrices de la Mobilité, qui gèrent les transports publics de personnes, à organiser des transports de marchandises et de logistique urbaine en cas d'inadaptation de l'offre privée.

Dans ce contexte, le premier obstacle est relatif : comme souvent pour les projets innovants, c'est l'absence de cadre réglementaire pour inscrire la comodalité dans une délégation de service public. Si la volonté existe, c'est certainement possible avec des réponses adaptées aux besoins locaux.

Le second obstacle est plus opérationnel. La mise en place sur le terrain du service doit prendre en compte les contraintes physiques (manutention, aménagement des gares, des bus, des trains...) et organisationnelles propres à tout projet multimodal. Là encore, il est possible de trouver des solutions, d'abord très pragmatiques, comme en Grande-Bretagne, puis plus pérennes.

En dernier lieu, une chaîne de transport monomodale (route) de porte à porte est plus simple à mettre en œuvre qu'une chaîne multimodale. Là, c'est le numérique qui apporte des solutions pour optimiser et construire sans couture le service de comodalité et l'inscrire dans les chaînes logistiques du E-commerce comme un substitut quasi - « invisible » à la route.



La solution : imaginer, expérimenter et développer, par exemple dans le transport scolaire.

S'il y a eu ou pas de projets en France dans les dix dernières années, les bénéfices potentiels de la comodalité incitent à lancer des expérimentations².

Une première expérimentation pourrait se focaliser **en premier** sur les dessertes périurbaines et urbaines dans un rayon de 20-30 km rendues par **les bus scolaires**, qui représentent environ 1,6 milliard d'euros par an de coût (sans l'île-de-France) – en croissance notable (+7,3% en 2022, puis +5,3% en 2023) – et dont la charge revient aux départements ou aux régions.

Le succès de ce projet aurait un effet bénéfique au niveau des finances publiques et du développement économique (en zone peu dense en particulier) avec une réduction des émissions de GES (via la mutualisation) estimée à 1,7 million de tonnes de CO₂ émises avec un objectif maximum de 12 millions.

Enfin, l'impact social mesurable est significatif avec la création d'ETP (Équivalent Temps Plein) de conducteurs de bus par amélioration de l'attractivité de l'emploi (liée à la diminution du temps partiel des conducteurs) de 0,23 à 0,6 ETP/ligne : pour le scénario bas, sur 20% des lignes, cela représente 1610 ETP, en scénario haut, 4 200 ETP.

La commodité, une solution d'avenir?

C'est une solution de décarbonisation des transports de fret léger et du dernier kilomètre accessible sans investissement lourd et avec

un impact économique favorable pour le transport public : il faut rapidement l'expérimenter.

Si la comodalité bénéficiait d'une ambition équivalente à celle du plan FRET ferroviaire, soit capter 18% du Fret léger routier, c'est plus de 1% des émissions GES nationales non émises à très court terme. ■

Références

¹ Les études menées sur la comodalité (Dutch Institute for Advanced Logistics (TKI Dinalog) 2012, ARUP Étude sur le transport de marchandises dans les trains de passagers GB, 2016) identifient les différentes formes de comodalité et leurs avantages.

² Geodis offre la possibilité à C-Discount d'utiliser un espace de stockage dans la cabine des TGV pour acheminer du fret léger entre la gare d'origine et le terminus.



Olivier MAUREL

est Associé fondateur de MAUNA INNOVATION qui a pour ambition la décarbonation des mobilités des marchandises. Il a été DSI de FRET SNCF (de 1999 à 2006) et DSI de l'éditeur logiciel ILOG. Il est à l'origine de nombreux projets innovants dans le secteur du transport des marchandises, en particulier pour favoriser le transfert modal de la route vers le train ou la barge. Il a une formation de Docteur-Ingénieur (ENSIMAG - Université de Nice). Il est depuis 2009, membre de l'Académie des Technologies. Il a également participé à la création de la Fabrique de la Logistique dont il est trésorier.



Michel Parent

VÉHICULES AUTOMATISÉS. Ils arrivent !

L'arrivée des voitures sans conducteur

Les progrès de l'intelligence artificielle nous interpellent un peu plus chaque jour. Des tâches qui paraissaient impossibles à automatiser il y a quelques temps sont maintenant monnaie courante. C'est en particulier vrai pour la conduite automatisée (et non autonome qui est mal définie), c'est-à-dire sans aucune intervention locale d'un humain. Il y a moins de 10 ans, des spécialistes du domaine prédisaient qu'il faudrait attendre au minimum jusqu'à 2050 pour voir un véhicule sans chauffeur dans la circulation habituelle.

Aujourd'hui, des milliers de taxis sans chauffeur (appelés robotaxis) fonctionnent quotidiennement aux États-Unis et en Chine et leurs promoteurs ont démontré (?) que leurs performances en termes de sécurité étaient meilleures que celles des taxis humains. Et que, de plus, les usagers étaient prêts à payer un supplément pour les utiliser !

Ces prouesses technologiques sont issues de plusieurs décennies de travaux de recherche avec une accélération forte vers 2005 grâce aux trois challenges du DARPA (*Defense*



Michel PARENT

est conseiller scientifique chez SuburVAN, société créée en 2020 dont il est l'un des fondateurs. Entre 1991 et 2015, il a développé les premiers véhicules urbains automatisés au sein de l'INRIA et lancé plusieurs projets de recherche européens sur le sujet. Ingénieur, diplômé de Sup'Aéro, il a un doctorat (Ph.D.) de Case Western Reserve University (Cleveland, USA) en informatique.

Michel Parent est l'auteur de plusieurs livres et brevets en robotique et en transport, et de nombreuses communications et publications scientifiques.

Advanced Research Projects Agency) aux USA. Mais c'est bien l'arrivée d'acteurs majeurs de l'intelligence artificielle comme Google, associée à des investissements massifs (on parle de plusieurs milliards de dollars) qui ont permis d'arriver à des performances de conduite qui paraissaient inatteignables voici encore peu de temps. Les constructeurs automobiles ne s'y sont pas trompés et ils proposent maintenant des aides à la conduite qui se rapprochent de plus en plus d'une conduite automatisée, mais toujours avec une supervision (et responsabilité) humaine.

Pour quelles applications et avec quelle rentabilité ?

Nous manquons encore de recul pour savoir si la conduite sans chauffeur va se généraliser à toutes les applications de conduite de véhicule et déplacer les emplois de centaines de millions de chauffeurs sur la planète. Mais il est certain que déjà, des domaines d'application sont envisageables à court terme de façon économique. En particulier dans le domaine du transport de personnes qui est le premier à voir apparaître des véhicules sans chauffeurs sur la voie publique. Mais où sont la rentabilité et l'intérêt social ?

Le premier facteur économique concerne le prix des véhicules. Comme les assistances à la conduite, qui utilisent des techniques similaires à celles des véhicules sans conducteur, se généralisent sur les véhicules de série, le prix des capteurs et des actionneurs a baissé drastiquement. En revanche, le coût du développement des logiciels de pilotage, et surtout leur certification, demandent toujours des investissements considérables. Cependant, les logiciels libres comme Drive de Nvidia ou Apollo de Baidu pourraient permettre à des nouveaux entrants de baisser significativement ces coûts si ces logiciels peuvent être certifiés.

Le deuxième facteur économique concerne l'exploitation. Combien faut-il de personnes pour exploiter une flotte de véhicules automatisés ? En dehors de la maintenance des véhicules, il est nécessaire de disposer d'une supervision. Car, bien que les véhicules soient automatisés, il faut pouvoir intervenir en cas de dysfonctionnement, comme pour les ascenseurs. On l'a vu le 24 décembre 2025 à San Francisco où les Waymo, robotaxis autonomes de Google, étaient bloqués aux intersections consécutivement à une panne d'électricité générale. Un bouton d'appel d'urgence (ou un logiciel qui détecte une situation non prévue) doit déclencher une intervention humaine, voire un déplacement. Les premières navettes automatisées apparues en France dans les années 2010 nécessitaient un superviseur pour seulement une ou deux navettes ce qui rendait l'intérêt économique impossible. On considère qu'il faudrait au moins huit véhicules par superviseur pour avoir une rentabilité intéressante. Les exploitants de robotaxis actuels se gardent bien de communiquer leurs chiffres car c'est une donnée sensible. Cela a même conduit Waymo à refuser de donner ses statistiques concernant le nombre de véhicules immobilisés aux carrefours lors de la grande panne de courant de San Francisco évoquée ! Ces véhicules immobilisés signifiaient qu'il n'y avait sans doute pas assez de superviseurs pour débloquer rapidement toutes les situations.

La réglementation

Un autre élément à prendre en considération est le coût de la mise en conformité avec la législation pour fonctionner de manière légale sur la chaussée publique. Cela dépend de l'existence de ces réglementations et éventuellement de la possibilité de les contester ou de les contourner. Dans certains pays comme aux États-Unis, les pouvoirs publics se reposent essentiellement sur l'auto-certification des constructeurs et sur la surveillance des performances. Cette approche (qui demande des garanties financières importantes) convient bien aux constructeurs et aux géants de la tech.

En France, la réglementation concernant les véhicules sans conducteur sur la chaussée publique est élaborée par les ministères de l'Intérieur et des Transports avec l'appui du service technique STRMTG (Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés). Cette réglementation est très exigeante et passe non seulement par la certification du véhicule mais aussi par la certification du logiciel, de sa sécurité et de l'analyse fine des zones où les véhicules autonomes peuvent circuler. Cette approche vient des transports publics guidés certifiés selon les normes du STRMTG et a donné naissance aux métros automatisés, une spécialité française.

On voit donc bien, qu'à moins de passer outre à la réglementation (comme cela a été fait par Uber pour les VTC (Véhicule de Transport avec Chauffeur)), les robotaxis auront du mal à s'y implanter rapidement. Et a-t-on besoin d'un nouveau service qui resterait concentré sur les zones les plus denses et les mieux desservies par les transports publics et qui ne bénéficierait qu'aux plus riches ?

Les robotaxis constituent en effet une véritable menace pour les transports publics, mais surtout pour les taxis et les VTC. Une partie des usagers des transports publics pourraient en effet choisir ce nouveau mode qui est plus flexible et plus rapide. À condition que ces robotaxis ne créent pas de la congestion supplémentaire comme cela a été démontré avec le développement des plateformes de type Uber !

C'est pourquoi la proposition de réserver l'usage des robotaxis à la complémentarité avec les transports publics est à privilégier. On peut en particulier penser au rabattement vers les gares de banlieue comme celles qui sont proposées dans le cadre du projet national SERM (Réseaux Express Régionaux Métropolitains) mais aussi du remplacement des petites lignes de bus très déficitaires. Ceci aurait l'avantage de proposer une véritable offre de transport publics dans des zones peu denses où elle est quasi absente.

Approche SuburVAN

C'est l'approche de la société SuburVAN qui est issue des travaux de recherche de l'INRIA sur les véhicules urbains autonomes dans les années 2000-2020. Ces recherches ont lancé les navettes automatisées, une spécialité française mais qui n'a pas trouvé son modèle d'affaire pour des raisons à la fois techniques (véhicules peu fiables) mais aussi de positionnement commercial (distances trop courtes).

SuburVAN utilise pour son offre commerciale des véhicules électriques de série (et donc déjà certifiés) qui sont robotisés (par nous-mêmes ou par les constructeurs) et qui pourront circuler sur la voie publique à la vitesse du trafic (50 km/h dans un premier temps). La certification est en cours selon les normes françaises pour chaque zone d'influence, en principe autour de gares de banlieues de type SERM. Les clients sont soit les opérateurs de transports dans le cadre de leurs délégations de service, soit des entreprises qui ont des problèmes pour attirer ou retenir leur personnel du fait de leur difficulté d'accès aux transports publics rapides.

Il appartient aux décideurs publics de privilégier cette approche qui offre un réel service aux populations mal desservies par les transports publics, ainsi que des avantages écologiques et sociologiques importants (report modal de la voiture vers les transports publics) ! Mais pourront-ils résister à la puissance des mastodontes de l'économie numérique ? ■

Gabriel Plassat

L'URGENCE D'UNE MOBILITÉ SOBRE ET ACCESSIBLE

Dans le contexte géopolitique actuel, la réduction des importations d'énergies fossiles, qui ont atteint 67 milliards d'euros en 2025, passe par l'accélération de l'électrification des transports. Toutefois, la transition se heurte à un obstacle économique majeur : 85% des Français considèrent la voiture électrique comme financièrement inaccessible. Cette difficulté touche particulièrement les ménages ruraux, qui consacrent jusqu'à 16 % de leur revenu disponible aux transports, avec un budget automobile pouvant atteindre 4 000 €/an.

Parallèlement, les véhicules électriques actuels souffrent d'un problème de poids (souvent plus d'une tonne) et de surdimensionnement pour des trajets quotidiens où l'on déplace généralement une seule personne. À cela s'ajoute la dette liée à l'entretien du réseau routier secondaire, poussant certains départements à déclasser des routes.



Gabriel PLASSAT

Responsable de l'XD Mobilité, expert à l'ADEME et à la Commission Européenne. Innovation, Numérique, Mobilité.

 in/plassat

 xd.ademe.fr

DÉFINITION ET POTENTIEL DES « VÉLIS »

Les Véhicules Légers Intermédiaires (vélis) offrent une réponse directe à ces défis. Ce sont des véhicules routiers motorisés de deux à quatre roues, conçus pour les déplacements quotidiens de 50 à 200 km, limités à une vitesse de 25 à 90 km/h, et pouvant transporter une à quatre personnes. Ils peuvent être « actifs » (pédalage assisté) ou « passifs », et relèvent des catégories VAE, L1 à L7 (quadricycles), ne nécessitant pas toujours le permis B.

Leur potentiel est immense : 48% des émissions de gaz à effet de serre de la mobilité sont issues de trajets de 10 à 100 km, où le taux d'occupation des voitures n'est que de 1,43 personne. Remplacer 22 millions de voitures par des « vélis » permettrait d'économiser 25 millions de tonnes de matières et de réduire de 50% les émissions de CO₂ liées aux déplacements en voiture particulière. Le déploiement visé de 3,5 millions de « vélis » d'ici 10 ans permettrait d'économiser 25 TWh de carburant et 5 MtCO₂/an.

Pour soutenir cette dynamique, l'ADEME a lancé le programme « Extrême défi »¹ (2022-2025) co-financé par France 2030 à hauteur de 15 M€ pour accompagner la production de ces véhicules ultra-efficacés.

UN ATOUT STRATÉGIQUE : LA RÉSILIENCE NUMÉRIQUE ET INDUSTRIELLE

Au-delà de l'écologie, les « vélis » constituent une formidable opportunité de souveraineté. L'industrie automobile européenne traditionnelle est de plus en plus vulnérable face à la « dé-mondialisation » et aux tensions géopolitiques. La dépendance aux logiciels américains (comme Android Auto) et aux composants ou terres rares chinois

fait peser un risque majeur sur les constructeurs européens, d'autant plus que les États-Unis interdiront l'accès à leur marché aux véhicules équipés de logiciels chinois ou russes dès 2027.

Par ailleurs, un rapport européen² souligne 107 risques de cybersécurité majeurs liés aux véhicules connectés, insistant sur les vulnérabilités introduites par des fournisseurs étrangers à haut risque. Dans ce contexte, les « vélis » permettent de rebâtir une filière de véhicules 100% européens. Ils offrent un nouvel équilibre : des véhicules électriques très durables, réparables localement, utilisant un minimum de terres rares et s'affranchissant totalement de la dépendance aux infrastructures numériques et logiciels américains ou chinois.

LES HUIT FREINS ET LEVIERS DE DÉVELOPPEMENT

Pour que cette filière passe à l'échelle, plusieurs obstacles doivent être levés rapidement :

- › **Le prix face à l'automobile** : Les « vélis » souffrent d'un manque de compétitivité tarifaire. Levier : bonifier significativement les aides à l'acquisition (via les CEE (Certificats d'Économie d'Énergie)) et créer des offres de financement intégrées.
- › **Le manque de visibilité** : Les acteurs économiques connaissent mal ces solutions. Levier : lancer un grand programme de massification et de communication vers le B2B et les collectivités.
- › **Le sous-financement industriel** : Les constructeurs manquent de capitaux pour l'industrialisation. Levier : convaincre les financeurs publics et privés de soutenir la filière.
- › **Le service après-vente** : Le SAV est actuellement insuffisant pour rassurer les clients. Levier : identifier et structurer des acteurs locaux capables d'assurer la maintenance.

- › **Le déficit de compétences** : Il n'existe pas de filière professionnelle structurée. Levier : créer des formations dédiées dès le lycée professionnel.
- › **La réglementation routière restrictive** : La circulation de certains « vélis » est trop limitée. Levier : autoriser l'accès aux voies rapides pour certaines catégories, étudier en détails l'accès aux aménagements cyclables et voies vertes sous conditions.
- › **L'adaptation des infrastructures** : Les gestionnaires de voirie peinent à adapter le réseau existant. Levier : accompagner l'innovation locale pour le partage de la route et créer un observatoire de la sécurité.
- › **La gouvernance fragmentée** : Les interlocuteurs publics sont trop dispersés. Levier : soutenir l'animation de la filière et créer un groupe de travail interministériel pour coordonner les politiques publiques. ■

À retenir

Les « vélis » constituent un potentiel intéressant pour remplacer entre trois à 10% des véhicules en commençant par le B2B, en ciblant les usages. Ils constituent une filière industrielle qui permettrait également d'être quasiment 100% européen sur toute la chaîne de valeur. Leur développement nécessite de lever une série de verrous relativement simples à court et moyen termes. De nombreux résultats³ sont déjà disponibles suite au programme XD Mobilité.

Références

¹ <https://xd.ademe.fr/>

² <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/124122>

³ https://wikixd.fabmob.io/wiki/Livrables_eXtr%C3%Aame_D%C3%A9fi_Mobilit%C3%A9_2022-2025

SUPRAWAYS : un transport aérien autonome capacitair et frugal

Par Claude Escala

Développer un système de transport public automatisé capable d'offrir la capacité d'un tramway avec une infrastructure légère : tel est le pari technologique porté par Supraways depuis plus d'une décennie. Malgré un contexte économique chahuté, l'entreprise poursuit ses développements et prépare aujourd'hui le passage à l'échelle réelle et à son industrialisation.

Une architecture système originale

Supraways développe depuis plus de dix ans un système de transport public aérien automatisé. Son concept repose sur des véhicules électriques et autonomes qui circulent suspendus à une infrastructure métallique légère. Cette infrastructure-support, organisée en réseau de boucles interconnectées, a très peu d'emprise au sol et permet d'isoler ces véhicules des autres modes de transport et de toute perturbation au sol (site propre intégral). Les stations sont positionnées off-line (en dérivation), ce qui autorise des trajets directs jusqu'à la station d'arrivée, et des vitesses commerciales très élevées. Le choix d'un système suspendu et non posé provient de la volonté de baisser au maximum le coût des infrastructures et l'impact visuel du système.

Capable d'offrir la capacité de transports collectifs de masse tout en restant frugal en matière d'infrastructures et de coût d'opération, le système combine mobilité périurbaine, interurbaines et de nombreuses autres applications pour connecter des sites touristiques, logistiques ou autres zones industrielles et commerciales. Ouvert aux flottes de véhicules de fret, il permet de décarboner les villes 24h/24, grâce à des véhicules électriques non polluants, à une recherche d'efficacité maximale et un niveau de service et de sécurité très élevé.

Le cœur de l'innovation réside dans un « ensemble de mobilité » breveté roulant à l'intérieur de la poutre support. Celui-ci comprend un châssis vertical, quatre roues motrices indépendantes, ainsi que des systèmes de freinage électriques et mécaniques redondants. La particularité majeure du système réside dans l'absence d'aiguillage mécanique dans l'infrastructure, ce qui simplifie la voie, élimine un risque majeur d'accident et améliore la fiabilité globale. Le guidage est donc assuré directement par le véhicule grâce à sa mécanique interne qui se prépare bien en amont de l'intersection. Cette configuration permet d'augmenter significativement les fréquences de passage. Selon les configurations de réseau, les capacités visées atteignent



5 000 à 15 000 passagers par heure et par sens, positionnant le système dans le domaine des transports publics lourds tout en conservant une empreinte infrastructurelle très réduite.

Les cabines pour passagers ou fret sont reliées à l'ensemble de mobilité via une suspension intelligente capable d'anticiper et de filtrer les phénomènes vibratoires, contribuant à la fois au confort et à la stabilité dynamique.

Intelligence embarquée et sécurité

En parallèle des développements mécaniques, Supraways a fortement investi dans l'intelligence embarquée de ses véhicules, appelés « Supras ». Ceux-ci disposent d'une perception infrastructurelle en temps réel (V2I) et d'une base de données voie embarquée permettant un positionnement précis et un comportement dynamique adapté (vitesse, accélération, trajectoire).

Les véhicules communiquent également entre eux (V2V) afin de calculer en permanence distances de sécurité et priorités aux intersections. Cette approche coopérative permet d'optimiser les flux tout en garantissant la sûreté. Le raisonnement de sécurité a été développé avec la société CLEARSY, spécialiste des systèmes critiques ferroviaires, avec un objectif de niveau de sécurité équivalent au SIL 4.

Les communications embarquées reposent sur des technologies Wi-Fi ou 5G, redondées par des systèmes indépendants de détection afin d'assurer la robustesse fonctionnelle en toutes circonstances.

Fleet Management System

Au-delà de l'autonomie individuelle des véhicules, la performance globale du système repose sur un *Fleet Management System* (FMS) centralisé, véritable « cerveau opérationnel » du réseau. Celui-ci assure la supervision en temps réel, l'optimisation des flux et la coordination des déplacements dans un environnement multi-véhicules dense.

Le FMS calcule en permanence :

- › l'affectation des véhicules aux demandes de transport,
- › les priorités aux intersections,
- › la régulation des flux pour maintenir les niveaux de service,
- › la gestion des perturbations et situations dégradées.

Cette couche intègre des algorithmes d'optimisation multi-agents et des modèles prédictifs permettant d'anticiper la demande et de lisser les charges réseau.

Le FMS permet ainsi une exploitation flexible : transport à la demande, lignes structurantes à haute fréquence, logistique urbaine ou exploitation mixte.

Validation expérimentale des systèmes IT

Les algorithmes de contrôle et de gestion de flotte sont testés depuis plusieurs années sur un circuit expérimental à l'échelle 1:8 implanté près de Lyon, dans les installations du partenaire industriel BERARD SA. Plusieurs véhicules circulent simultanément en autonomie complète sur un réseau d'essai d'environ 30 mètres.

Cette plateforme permet de tester des scénarios complexes, notamment les points de convergence, les insertions de véhicules sur une voie circulée ou les priorités dynamiques. Les résultats obtenus montrent le respect systématique des distances de sécurité et la capacité du système à gérer des situations critiques, étape indispensable avant le passage à l'échelle réelle.

Avantages du système Supraways

Critère	Supraways	Tramway / Métro	Système câblé traditionnel
Infrastructure	Infrastructures métalliques (poutres et piliers) légères, modulaires, sans aiguillage	Rails lourds, aiguillages, voie fixe	Câbles suspendus, ligne unique
Véhicules	Électriques, autonomes, boucles interconnectées	Conducteur ou semi-autonome, ligne fixe	Captifs, capacité limitée
Vitesse commerciale	50-100 km/h	20-40 km/h	10-25 km/h
Flexibilité réseau	Boucles interconnectées, stations <i>off-line</i> , pentes 15%, rayons 5 m (s'adapte à la topographie)	Lignes fixes, extensions coûteuses	Lignes fixes, peu flexible
Capacité / fréquence	5 000 - 15 000 passagers/h/sens	3 000 - 10 000 selon modèle	2000 - 10 000
Sécurité	V2I / V2V, SIL 4, redondances	Normes ferroviaires classiques	Normes câbles, redondance limitée
Gestion / supervision	FMS centralisé, routage, flux, maintenance	Supervision ligne par ligne	Gestion centrale limitée
Énergie / durabilité	100% électrique, conduite parfaite, régénération	Électrique, consommation infrastructure élevée	Électrique ou mixte
Scalabilité	Modularité, adaptation topographie, compétitivité	Extension longue et coûteuse	Ligne unique, duplication coûteuse

Supraways se situe à la convergence de l'automatisation, de la décarbonation et de la mobilité innovante. Le passage à l'échelle constituera la prochaine étape pour confirmer le potentiel industriel et opérationnel du concept.

Onze ans de développement dans un environnement contraint et une levée de fonds en perspective

Onze ans après ses débuts, Supraways poursuit donc sa trajectoire malgré les crises successives qui ont ralenti le développement de ce projet ambitieux.

Le principal enjeu pour Supraways réside désormais dans l'obtention de financements permettant la réalisation du démonstrateur grandeur nature et l'industrialisation. L'entreprise identifie aujourd'hui un contexte international favorable, notamment dans les pays en développement où la création de nouvelles infrastructures urbaines ouvre des opportunités pour des solutions innovantes et bas carbone.

« Nos avancées sont remarquables malgré des budgets somme toute restreints si l'on compare avec les moyens de l'industrie automobile ou ferroviaire. Et nous avons, outre le brevet déjà déposé, une douzaine d'autres brevets potentiels notamment sur les parties IT. L'arrivée d'investisseurs nouveaux va permettre de libérer des énergies, d'embaucher des talents et d'accélérer notre feuille de route avec nos partenaires techniques et industriels. Notre objectif est d'entrer sur le marché en 2028 avec la construction d'un premier pilote ouvert au public ». ■



Claude ESCALA

Acteur engagé de la transformation des mobilités, Claude ESCALA place l'impact concret au centre de ses actions. En développant des solutions innovantes pour les villes et les territoires, il contribue à façonner un avenir où mobilité rime avec durabilité, efficacité et qualité de vie.

Expert dans le développement et la coordination de systèmes complexes, il a mené des projets ambitieux, allant du déploiement de centrales solaires à des initiatives révolutionnaires comme Supraways. Ces projets, souvent multidisciplinaires et internationaux, exigent une gestion rigoureuse des équipes et des partenaires, ainsi qu'une vision stratégique pour concrétiser des idées audacieuses.

Depuis plus de dix ans, Claude ESCALA investit son temps et son expertise dans Supraways, un projet qui incarne bien plus qu'une simple innovation technologique. Il représente une réelle opportunité pour décarboner les villes et la planète, tout en offrant aux citoyens la possibilité de vivre leurs déplacements quotidiens de manière plus fluide, plus agréable et plus respectueuse de l'environnement.

LE TÉLÉ- PHÉRIQUE TOULOUSAIN TÉLÉO

BAT DES RECORDS DE SOBRIÉTÉ

Par **Francis Grass**

Les mobilités à l'heure de la sobriété, n'est pas un sujet nouveau. Mais, le contexte environnemental et l'urbanisation nécessitent un regard toujours renouvelé. Mon expérience professionnelle dans le domaine des transports publics, puis comme élu local en charge de conduire la réalisation d'infrastructures (métro, téléphérique, tramway), me permet de croiser les mobilités et la notion de sobriété pour les années futures. Le téléphérique toulousain Téléo, projet dont j'ai assuré la conduite, exemple de mode urbain original, bat des records de sobriété !

Sur le plan général, la notion de sobriété aujourd'hui fait référence spontanément au registre énergétique, avec une attention spéciale aux énergies carbonées (gazole, gaz). Mais concernant les mobilités, il faut aussi considérer la notion de sobriété foncière, avec des surfaces asphaltées ou bétonnées, qui impactent la ressource en eau. Enfin, à l'heure de la crise française des finances publiques, il faut parler de sobriété économique. En effet les coûts d'investissements et de maintenance des voiries et infrastructures de mobilité sont toujours supportées par les Collectivités nationale et locales. Depuis les années 60, jusqu'à ces années récentes, l'aspiration à l'habitat individuel, corrélé au développement massif de la voiture particulière, ont créé un étalement urbain majeur. Toulouse en est un exemple, comme beaucoup d'autres villes en France ou dans le monde. Il en résulte une part de marché majoritaire de la voiture dans les déplacements¹. Or la voiture, mode très souple d'utilisation et symbole de liberté, est le plus consommateur d'énergie, encore majoritairement fossile (paradoxalement plus que l'avion, avec 1,1 passagers par voiture)².

Mais, c'est aussi le mode gourmand en espace. Il en résulte que la sobriété consiste à développer les alternatives à la voiture individuelle : marche à pied, vélo et autres modes doux, et bien sûr les transports publics. Il faut, à ce stade, dire un mot de la voiture électrique. En effet, en France, l'électricité étant en majorité décarbonée, développer son utilisation réduira la consommation des carburants pétroliers, mais ne réduira en rien l'espace foncier consommé. On pourrait aussi parler du coût élevé de ces voitures, du carbone de leur fabrication, des infrastructures de distribution, sans parler des pays où l'électricité est en majorité carbonée.

La conclusion générale à ce stade est la nécessité de développer les transports publics, les voies cyclables, les espaces piétons et également les solutions de partage de la voiture (covoiturage, autopartage, taxis).

L'exemple du mode le plus sobre : le téléphérique urbain Téléo à Toulouse.

Parmi tous les modes de transport collectifs urbains, le téléphérique est aujourd'hui innovant et apporte un service de très haut niveau.

C'est une technologie qui s'est implantée au 19^e siècle dans l'industrie et les mines, puis s'est considérablement développée avec le tourisme en montagne puis le ski. Mais très peu de personnes savent que le premier téléphérique urbain date de 1956 à Alger. Puis cette application urbaine s'est répandue depuis les années 2000, en Amérique latine, Asie, Afrique, mais tardivement en France. Hors Grenoble et Toulon à vocations touristiques, la première ville est Brest en 2018, suivie par Saint-Denis de la Réunion et Toulouse en 2022, puis par Ajaccio et Créteil en 2025.

Le téléphérique urbain est, de loin, le moyen le plus sobre sur tous les plans : le plus faible coût d'investissement et de fonctionnement, le plus faible impact foncier, la plus faible consommation d'énergie, zéro émission et 100% d'origine solaire à Toulouse.

Pour illustrer, les trois kilomètres de Téléo, ont coûté 80 M€, entre le tiers et la moitié d'un seul kilomètre de métro.

Le coût de fonctionnement est de 2,5 €/km, soit le tiers de celui d'un bus, ou le quart de celui d'un tramway, pour une qualité de service égale à celle d'un métro automatique, à haute fréquence (1 min 30 s).

La capacité de transport, avec des cabines de 34 personnes et la fréquence, est la même que celle d'un tramway.

Et pourtant les emprises foncières sont les plus faibles de tous les modes : trois kilomètres de téléphérique (pylônes et stations) occupent 5 100 m² contre 22 500 m² pour trois kilomètres de tramway (voies et stations). Pour la maintenance 1 300 m² pour le téléphérique au lieu 40 000 m² pour le tramway.

Quelle sobriété pour l'avenir des villes ?

Évidemment la marche à pied et le vélo doivent être encouragés et facilités, car les plus sobres en énergie, et moins consommateurs d'espace que la voiture, même s'ils nécessitent des infrastructures dédiées (zones piétonnes et pistes cyclables).

En deuxième priorité les transports publics sont une solution toujours plus sobre en espace au sol et en énergie, et pour partie électriques (métro, tram, téléphérique, train). Mais sur le plan économique les métros et trains sont très coûteux en investissement et fonctionnement. Mais dans les zones denses des villes, ils sont le seul moyen capacitaire de substitution à la voiture.

Reste le problème des périphéries des villes : éloignées, et surtout moins denses. La voiture y est dominante, les bus sont possibles mais moins attractifs. Une solution est le covoiturage, qui se développe lentement en milieu urbain, alors qu'il est très utilisé sur longues distances. Bien sûr le téléphérique urbain est extrêmement performant. La réussite de Téléo, avec déjà six millions de passagers, et des quatre autres téléphériques urbains

français le démontre. L'unique difficulté du téléphérique est le survol de zones denses. En effet les riverains peuvent y être rétifs. C'est une solution parfaite dans des zones peu denses mais avec des générateurs de trafic (hôpitaux, universités...).

Pour conclure avec une vision générale, si le téléphérique urbain est le mode mécanisé le plus sobre, les transports publics, associés à la marche à pied, au vélo et modes partagés, sont globalement les plus économes, en carbone, en énergie, en foncier. Mais ils sont performants si la ville est dense. Les villes devront donc se densifier, tous les urbanistes en conviennent. Mais c'est un travail de long terme, qui nécessite une grande pédagogie, car c'est un changement de mode de vie, à rebours de ce qui s'est fait au 20^e siècle, avec automobile et le pétrole dominant. ■

Référence

¹ En France : 55 % VP (Véhicule Particulier), 26 % MAP (Marché à Pied), 12 % TP (Transport Publics), 4 % Vélo.

² Un A320neo bien rempli consomme de l'ordre de 2,3 à 3 litres de carburant fossile par 100 km et par passager, alors qu'une voiture thermique moyenne avec 1,1 passager tourne plutôt autour de 5 à 6 litres par 100 km et par passager.



Francis GRASS

Ancien élève de l'École Polytechnique et de l'ENSTA, Francis arrive à Toulouse, en 1988. En tant que Directeur Général de Tisséo voyageurs, il met en service la 1^{ère} ligne de métro automatique.

En 2002, il rejoint Transdev où il est DG France jusqu'en 2015.

En 2014, il est élu Adjoint au Maire de Toulouse en charge de la Culture. Il prend la présidence de Tisséo Ingénierie, pilote la réalisation du téléphérique urbain Téléo et le projet de 3^e ligne de métro (en construction).

Valérie Pensotti et David Borot

AU SERVICE DE LA RURALITÉ ET DE L'AMÉNAGEMENT DES TERRITOIRES

SNCF Voyageurs TER dispose d'une gamme de solutions pour chaque territoire, qu'il se trouve en zone urbaine ou en peu dense, pour des mobilités quotidiennes ou occasionnelles et touristiques.



Des solutions innovantes sur mesure proposées par SNCF Voyageurs TER pour répondre aux nouveaux besoins de mobilité en zones peu denses

Parmi les solutions que nous portons, nous avons développé une offre sur mesure pour la ruralité, autour des **lignes de desserte fine des territoires** (LDFT). Ces lignes représentent un tiers du réseau français et constituent un maillon majeur du report modal et de l'intermodalité dans les régions.

Décarbonée et frugale, l'offre TER vise à répondre à la hausse de la demande de transport collectif (+ 40% en moyenne depuis 2019), dans un contexte de nécessaire transition écologique et de hausse du coût de l'utilisation de la voiture particulière.

Certaines lignes de desserte fine du territoire ont avant tout une vocation de rabattement vers des villes moyennes ou des métropoles, et d'autres davantage un caractère de « ligne de vie » qui relie les habitants à leurs proches, à la santé, à l'enseignement et à l'emploi, au monde associatif, aux commerces et services publics...

Au service des Régions, SNCF Voyageurs TER propose donc de nouvelles solutions de mobilité de bout en bout dans ces bassins de vie, accessibles à tous et qui peuvent être co-construites avec les acteurs locaux. Nous avons engagé une démarche ambitieuse d'innovation pour développer la mobilité à coûts maîtrisés ainsi que l'attendent les Autorités Organisatrices de la Mobilité (AOM), pour exploiter différemment le service de transport sur les milliers de kilomètres de lignes du réseau ferroviaire rural.

Notre conviction est que cette nouvelle offre de TER doit reposer sur un système complet, intégrant l'infrastructure, un matériel roulant adapté au trafic et de nouveaux modèles d'exploitation.

Efficacité et économies supposent que l'on crée un écosystème entièrement repensé :

- › Un matériel de capacité adaptée,
- › Des conditions d'exploitation revisitées,
- › Un train inclusif,
- › Un service de bout-en-bout,

- › Une solution de transport évolutive,
- › Un service cohérent avec toutes les externalités positives locales,
- › Et surtout, des solutions sur mesure répondant aux attentes de l'AOM et de ses partenaires.

Nous concevons aussi de nouveaux services aux clients, des équipements innovants en gares ou haltes (en lien avec Gares et Connexions), sur mesure pour les bassins de vie ruraux. Nous leur proposons par ailleurs des outils d'analyse démographique et sociétale, afin d'éclairer les futurs besoins de mobilité dans chaque territoire.

De la même façon, SNCF Voyageurs TER a développé une ingénierie d'offre innovante pour conseiller les élus et leurs services de façon ciblée et rapide, en combinant les expertises de l'exploitation et du marketing avec une analyse territoriale fine.

Quel que soit le matériel roulant envisagé, SNCF Voyageurs TER dispose de l'expertise pour exploiter une LDFT efficacement. Mais selon le niveau de trafic attendu et l'état de la voie ferrée, la problématique pour rouvrir des lignes ou les développer, est bien sûr le coût global de l'opération. Pour le réduire et augmenter la fréquence du service, il faut donc agir en rupture.

DRAISY : Le système de train léger spécialement conçu pour les lignes de desserte fine du territoire

Le projet DRAISY fait partie des solutions développées par SNCF Voyageurs TER pour permettre aux Autorités Organisatrices de la Mobilité (AOM) de revitaliser, à moindre coût, les « petites » lignes faiblement exploitées ou aujourd'hui fermées.

Parce que les trains actuels s'avèrent surdimensionnés en termes de capacités, de performances et donc de coûts, et dans la mesure où 85% des petites lignes en

France ne sont pas électrifiées, le projet DRAISY a pour objectif d'homologuer un nouveau type de train dit « léger », nativement électrique et taillé « sur mesure » pour répondre aux plus justes besoins des petites lignes (voir illustration ci-dessous).

Pour autant, le projet DRAISY ne se résume pas à la conception d'un train. Afin de réduire les coûts globaux d'investissement et d'exploitation et d'augmenter le niveau de l'offre sur ces « petites » lignes, il est en effet indispensable de travailler sur l'ensemble des composantes clés du système ferroviaire. Le projet DRAISY est donc avant tout un projet « système » qui, au-delà du développement d'un matériel roulant léger et innovant, vise également à :

- › Optimiser les règles d'exploitation des plus petites lignes ;
- › Alléger l'infrastructure ;
- › Adapter le cadre réglementaire, pour s'affranchir de certaines contraintes non adaptées aux petites lignes.

Le système DRAISY disposera d'une signalisation frugale utilisant la 3-4G publique et des compteurs d'essieux. Il produira ses pleins effets en étant exploité sur des voies ferrées locales dédiées. Pour autant, il pourra aussi être déployé sur des lignes empruntées par d'autres trains, dans une logique de « complémentarité » (pour assurer les dessertes en heures creuses, par exemple), à condition que ces derniers puissent être strictement séparés dans le temps de la desserte opérée par les trains DRAISY. Dans les deux cas (lignes dédiées ou semi-dédiées), les connexions avec le réseau principal seront assurées dans les gares terminus des lignes desservies par les trains DRAISY, avec une correspondance de quai à quai.

Un matériel roulant taillé sur mesure pour les « petites lignes »

- ▶ **Décarboné** : 100% batteries, le matériel roulant du système DRAISY émet 6 fois moins de CO₂ qu'un train X73500.
- ▶ **Economique** : Conçu pour répondre aux plus justes besoins des petites lignes, il bénéficie d'aménagements intérieurs modulaires et peut circuler en formation de 1 à 3 unités couplées, selon la fréquentation.
- ▶ **Léger** : Ne pesant que 22 tonnes (contre 47 pour le X73500), le matériel roulant limite les travaux de remise en état de l'infrastructure, ainsi que son usure et sa maintenance.

DRAISY en chiffres



Principales caractéristiques de la solution DRAISY



© SNCF/LOHR/Haiku design

Une remise en état a minima des voies sera suffisante pour recevoir le train léger DRAISY, sa légèreté et ses essieux orientables lui permettant de circuler sur des voies dégradées tout en maintenant un haut niveau de sécurité et de confort des passagers. Le véhicule DRAISY embarquera également à son bord un **système de surveillance de la voie et de ses abords** pour limiter les coûts de surveillance de l'infrastructure. L'autonomie de ses batteries pourra être prolongée grâce à un **système de recharge rapide à quai via un troisième rail au sol**, en service commercial (la recharge complète étant réalisée en 15 min, au dépôt ou en bout de ligne).

Les acteurs et sponsors du projet DRAISY

Cofinancé par l'État dans le cadre de France 2030 opéré par l'ADEME et officiellement lancé en 2023, le projet DRAISY est développé par un **consortium réunissant quatre partenaires** : SNCF, LOHR, Stations-e et l'IRT Railenium. SNCF en est le chef de file et a en charge les lots Infrastructure, Exploitation et Réglementation. Principal partenaire industriel du projet, LOHR a en charge la conception et la fabrication du futur train léger (à l'exception de la cabine de conduite et de la cabine voyageurs qui

sont conçues par le Centre d'Ingénierie du Matériel de SNCF Voyageurs).

Deux Régions sont par ailleurs engagées dans le projet en leur qualité d'AOM :

- › La Région Grand-Est est une région pionnière ; elle a déjà identifié une ligne d'expérimentation technique (Sarralbe-Kalhausen).
- › La Région Occitanie a également exprimé sa volonté d'expérimenter la solution DRAISY et a récemment confié à SNCF Réseau et Voyageurs une étude de faisabilité d'exploitation pour la ligne Carcassonne-Limoux.

Pour chaque territoire, nos experts analysent finement les lignes et nous avons développé un outil économique performant qui permet de comparer tous les coûts des différentes solutions d'exploitation en fonction du type de matériel roulant (train léger DraisY ou train classique X73500). C'est une étape cruciale pour une AOM qui souhaite rouvrir ou développer une ligne ferroviaire.

Les prochaines échéances du projet DRAISY

Les essais destinés à l'homologation du matériel roulant et à l'autorisation de mise en service du système DRAISY (concernant

notamment sa signalisation frugale) seront réalisés en 2027 sur la ligne démonstratrice technique Sarralbe-Kalhausen (Moselle). L'objectif est de pouvoir commercialiser la solution à compter de 2028.

2026 s'annonce comme une année charnière, celle du « **passage du papier à l'acier** » :

- › Un « **mulet** » DRAISY (i.e. La plateforme technique prototype du futur matériel roulant) sortira de l'usine LOHR en juin pour réaliser de premiers essais sur le circuit de Vélum (en Tchéquie).
- › Suivront les travaux sur la ligne démonstratrice, la mise en place de la signalisation frugale et des stations de recharge, le début de la fabrication du matériel roulant démonstrateur, ainsi que la poursuite des dossiers de sécurité, avec un objectif clair : être prêt pour l'expérimentation de 2027 ! ■



Valerie PENSOTTI
Directrice du Développement Lignes de Desserte
Fine des Territoires chez SNCF Voyageurs -
Direction TER France.



David BOROT
Directeur des programmes d'innovation
Nouvelles Mobilités chez Groupe SNCF.



Jean-Baptiste Latil d'Albertas

UN SYSTÈME DE COMMUNICATION V2I

réduit de plus de 60% le temps d'attente aux feux pour les bus de Saint-Étienne

CONTEXTE

La métropole de Saint-Étienne doit faire face à deux défis concernant son réseau de transport public :

- La maîtrise du coût d'exploitation, dans un contexte de fortes augmentations du coût de l'énergie et d'une baisse constatée de la vitesse commerciale
- Le maintien de l'offre et l'amélioration de la qualité de service du réseau par ailleurs plébiscité par les habitants de la métropole.

Dans ce contexte, l'amélioration de la vitesse commerciale des lignes de bus a été identifiée comme une réponse à ces deux défis. Un des leviers majeurs pour parvenir à cet objectif est le déploiement de systèmes de priorité aux feux.

Ce projet a fait l'objet d'un marché public afin de choisir un partenaire adapté aux besoins de la métropole de Saint Etienne pour prioriser ses lignes de bus aux carrefours à feux. SWARCO Connect a été retenue en 2025 à l'issu de ce processus avec une solution de communication V2X « Véhicule à tout ». Le projet a une durée initiale de quatre ans, renouvelable quatre fois un an pour atteindre huit ans au total.

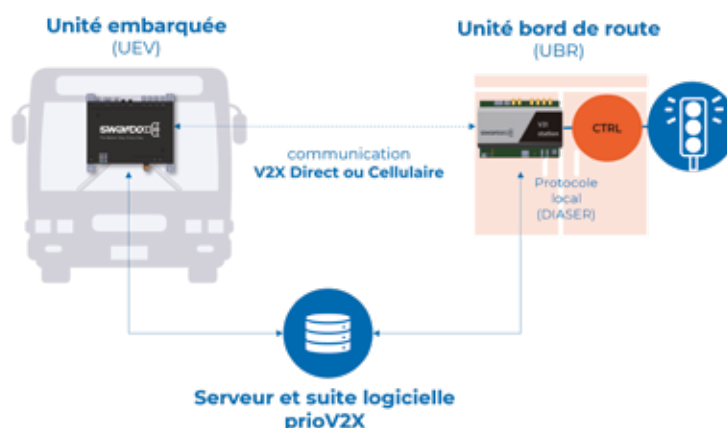
TECHNOLOGIE UTILISÉE – COMMUNICATION V2X « VÉHICULES À TOUT »

La solution déployée par SWARCO Connect pour assurer la priorité bus est basée sur des Unités Bord de Route (UBR) connectées aux contrôleurs de carrefour à feux, des Unités Embarquées Véhicules (UEV) installées dans les bus, et une plateforme logicielle en mode SaaS (voir illustration ci-dessous).

Le protocole de communication utilisé est celui des échanges V2X « véhicules à tout » tel que décrit par l'ETSI (ETSI EN 302 637) et le standard ISO 19091.

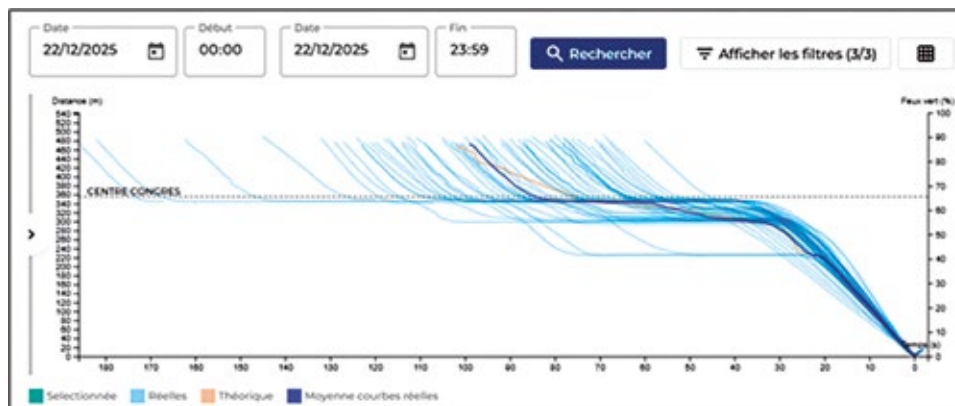
La solution proposée par SWARCO Connect s'intègre dans les démarches internationales d'interopérabilité des systèmes de communication véhicules-à-tout, dont la priorité pour les véhicules de transports en commun est un des cas d'usage.

Une différence de fond apportée par cette normalisation des échanges est de proposer une couche de dialogue transverse, indépendante de protocoles métiers spécifiques, pour le partage d'informations clés entre véhicules et infrastructures (vitesse, position, topologie du carrefour, état du trafic...). Cette normalisation des





Un bus de Saint-Étienne, équipé d'un système de priorité bus SWARCO Connect, desservant les lignes Métropolitaines du réseau



Un système d'analyse en temps réel permet d'ajuster les approches des bus de façon automatique.

échanges permet de décloisonner les informations au bénéfice de multiples usages pour la collectivité (priorisation de véhicules d'urgence, partage de données de trafic, conseil de vitesse aux automobilistes, sécurisation des usagers vulnérables...).

Dans le cas de la priorité bus, les messages V2X sont traduits par l'Unité Bord de Route en trames DIASER (Dialogue Standard pour les Équipements de Régulation de trafic) pour communiquer avec les contrôleurs de carrefours à feux.

La technologie déployée pour ce projet s'inscrit dans la lignée des travaux menés par le Ministère des Transports pour le développement des systèmes de transports intelligents et coopératifs (C-ITS). Le projet de priorité bus pour la métropole de Saint-Étienne démontre une maturité commerciale des systèmes déployés dans le cadre de programmes nationaux et internationaux (C-Roads, InDiD, Scale...).

RÉSULTATS

La solution est actuellement déployée sur 80 carrefours à feux et 120 bus de la métropole avec des résultats probants.

- › Temps d'attente au carrefour réduit de 60% en moyenne ;
- › 80% de franchissement sans attente en moyenne (contexte de voie partagée, sans priorité absolue) ;

- › Mise en place d'une solution SaaS complète sans incidence sur l'architecture IT de la collectivité ;
- › Interfaçage avec le système d'aide à l'exploitation et à l'information voyageurs (SAE), le poste central de régulation de trafic ;
- › Mutualisation de la connectivité 4G déjà présente dans les bus (billettique, SAE) ;
- › Formation de l'ensemble des métiers impliqués sur le projet (atelier bus, exploitation, direction transport, direction voirie...).

La plateforme de configuration du système intègre une fonctionnalité d'analyse en temps réel des approches bus réalisées en cours de service afin d'ajuster de façon automatique le paramétrage de la priorité bus. Les bus bénéficient d'une performance optimale du système, adaptée suivant l'évolution des conditions de trafic (voir illustration ci-dessus).

La solution déployée pour la priorité bus se distingue de technologies antérieures par plusieurs aspects : intégration rapide dans l'architecture informatique de la collectivité (solution *cloud*), interopérabilité, remontée de données en temps réel et optimisation automatique du paramétrage, supervision et pilotage des équipements en temps réel.

Concernant l'impact sur la qualité de l'air et les émissions de CO₂, il faut rappeler qu'un véhicule thermique émet en moyenne trois fois plus de CO₂ s'il doit s'arrêter et

redémarrer aux feux sur son trajet (étude menée à Bruxelles par l'association Touring).

PERSPECTIVES

Les équipements UBR et UEV installés donnent la possibilité à la métropole de Saint-Étienne de mettre en service dans les années à venir d'autres cas d'usages de communication véhicule-à-tout (V2X) parmi la centaine listée par le Ministère des Transports : Collecte de données, Alertes chantiers, Signalisation embarquée, Événements inopinés et dangereux, Information de trafic et de reroutage, Stationnement, parc relais et multimodalité, Intersections, Gestion de trafic, Usagers vulnérables, Optimisation de transport de fret et logistique... ■



Jean-Baptiste LATIL D'ALBERTAS est Responsable mobilités urbaines chez SWARCO Connect. Il a la charge du développement de l'activité mobilités urbaines chez SWARCO Connect. Il a travaillé auparavant dans le domaine des transports en commun automatisés et du vélo en libre-service en France et en Europe (Belgique, Pays-Bas, Luxembourg, Royaume-Uni).

LES CARS EXPRESS DANS LES SERM DU GRAND EST : DEUX EXEMPLES D'UNE RÉPONSE À LA MOBILITÉ FRUGALE

Par **Sébastien Badens** et **David Caseny**



Sébastien BADENS
INGÉROP Conseil et Ingénierie – Chef de service Études Amont.
Ingénieur diplômé de l'ENPC, Sébastien BADENS possède 15 ans d'expérience en études amont de projets de transport urbain. Ses interventions portent sur les différentes facettes des projets : socio-économie, système de déplacement, prévisions de fréquentation, insertion urbaine, exploitation, estimation des coûts.



David CASENY
Société des grands projets – Chef de projet des SERM de Strasbourg, Mulhouse-Bâle et Lorraine-Luxembourg.
Ingénieur des ponts, des eaux et des forêts, diplômé de l'Ecole polytechnique, David CASENY est chef de projet à la direction du développement des transports territoriaux (DTT) au sein de la SGP. Il intervient notamment sur les SERM de Strasbourg, de Mulhouse-Bâle et Lorraine-Luxembourg, en lien étroit avec les partenaires régionaux, métropolitains et l'Etat ainsi que SNCF Réseau et SNCF Gares & Connexions, afin d'accompagner les collectivités dans la mise en place de cette nouvelle politique publique.

Les services express régionaux métropolitains (SERM) ont vocation à repenser les mobilités du quotidien en particulier pour les secteurs périurbains, longtemps délaissés par les politiques publiques de mobilité.

Les SERM : une politique publique nouvelle au service des mobilités périurbaines du quotidien

Les SERM sont une politique publique des mobilités datant de 2023 qui combine la desserte ferroviaire, le car express, le covoiturage, le vélo et les pôles d'échanges multimodaux, dans une approche complémentaire et intégrée des mobilités périurbaines autour d'une métropole.

26 territoires sont actuellement labellisés SERM sur le territoire français parmi lesquels 16 ont fait appel à la Société des grands projets (SGP) pour les accompagner dans la définition de leur projet et l'obtention du statut de SERM.



Les partenaires locaux (État, Région, métropoles, SGP, SNCF) travaillent ainsi à l'élaboration de ces futures offres de mobilité.

Le car express comme mode complémentaire au train

Si l'offre ferroviaire demeure l'ossature des SERM, le car express offre une solution alternative efficace pour certaines dessertes. Les caractéristiques propres à ces deux modes définissent les contours d'une double complémentarité géographique et temporelle. En termes géographiques, le car express permet une desserte des zones blanches où les infrastructures ferroviaires sont inexistantes ou peu pratiquées, ainsi que des dessertes plus fines de certaines parties du territoire et l'exploitation de services en rocade. S'agissant de l'aspect temporel, les cars express peuvent être déployés à coût d'investissement moindre et dans une temporalité plus rapide que les augmentations d'offres ferroviaires.

Pour les SERM du Grand Est, la SGP a développé un label « car express » en lien avec ses partenaires locaux, répondant à l'objectif de rendre le car plus attractif pour les usagers et ainsi représenter une alternative crédible à la voiture.

Trois critères sont à atteindre :

- › Un temps de parcours compétitif, au maximum de 1,5 fois le même trajet en voiture en heure de pointe (et si possible égal voire inférieur pour les lignes les plus performantes). Cet objectif implique de réaliser des aménagements réservés aux transports en commun et de rationaliser le nombre d'arrêts par ligne ;
- › Une offre cadencée et fiable. Cela se traduit par des fréquences de passage élevées (de l'ordre de toutes les cinq à 30 minutes en heure de pointe et toutes les heures à minima en heure creuse), une amplitude horaire étendue et une bonne régularité, afin de limiter la variabilité des temps de parcours et des horaires de passage ;
- › Une qualité de service élevée : matériel roulant décarboné et confortable, mise en place d'information voyageurs et développement de pôles d'échanges multimodaux autour des principaux arrêts.

Le SERM Lorraine-Luxembourg : un nouveau réseau car express

Dans le territoire lorrain, et en lien avec le Luxembourg, le mode car express vise à répondre à deux enjeux majeurs :

- › Permettre un accès efficace aux gares du sillon lorrain, afin d'étendre l'aire de chalandise du mode ferroviaire et en faire bénéficier les territoires non desservis directement ;
- › Créer de nouveaux accès au Luxembourg en s'appuyant sur tous les axes routiers existants.

Un réseau d'environ 15 lignes, essentiellement nouvelles, est proposé, présentant des caractéristiques distinctes en réponse aux besoins propres à chaque territoire.

L'introduction des cars express permet d'accroître significativement la desserte du territoire en transports collectifs. Des secteurs jusqu'alors mal desservis bénéficieront désormais d'une offre de transport en commun (car ou fer) au moins tous les quarts d'heure, accessible à moins de 15 minutes en voiture.

Le SERM de Strasbourg : une démarche déjà engagée à renforcer

La région strasbourgeoise a été pionnière dans les mobilités périurbaines, avec des renforts ferroviaires mis en place dès 2023 et un réseau de cars interurbains développé et performant, en particulier dans l'ouest strasbourgeois qui ne dispose pas d'infrastructure ferroviaire. Dans ce cadre, l'application du label « car express » de la SGP vient formaliser et renforcer une démarche déjà engagée pour optimiser l'offre de transport et favoriser le report modal.

Le SERM de Strasbourg propose un réseau hiérarchisé de lignes de cars express, avec quatre niveaux d'offre distincts.



SERM Strasbourg – Extrait du réseau de Cars Express proposé.

Deux corridors à haut niveau de service sont issus des analyses : à l'ouest (projet de Transport en Site Propre de l'Ouest strasbourgeois, TSP0, déjà partiellement en service) et au sud sur la M35. Chaque corridor est emprunté par quatre à cinq lignes de car express ce qui représente une fréquence cumulée très élevée (un car toutes les deux à trois minutes aux heures de pointe). Sur ces corridors, des voies réservées et des arrêts sur voie rapide garantissent rapidité et fiabilité. Une intermodalité directe est prévue avec le tramway. ■

À retenir

Les SERM proposent une nouvelle approche pour traiter les mobilités du quotidien en s'appuyant notamment sur le développement de lignes de cars express. Ce mode, grâce à sa souplesse et à sa facilité de mise en œuvre, apparaît comme un complément au ferroviaire pour répondre à de nombreux besoins de déplacements non pris en charge actuellement. Les études à venir permettront de calibrer finement ces développements, dans une recherche de couverture des territoires et d'optimisation des coûts.

LES ROUTES DE DEMAIN : connectées et frugales ?

Par Nicolas Hautière

Il y a quinze ans, le concept de « Route 5^e Génération » (R5G) émergeait pour répondre aux enjeux des mobilités connectées et décarbonées. Aujourd'hui, où en est son déploiement ? Quels sont les nouveaux gisements d'innovation pour les infrastructures de transport, face aux défis sociétaux et environnementaux comme la frugalité énergétique ?

L'autoroute, un héritage du XX^e siècle face aux défis du XXI^e

L'autoroute, inventée au XX^e siècle et développée à partir des années 1950, reste un pilier des mobilités modernes. Mais elle concentre désormais des défis majeurs : sécurité routière, congestion, atténuation du changement climatique, et désormais, la question de son financement avec la fin des premières concessions. En parallèle, les mobilités évoluent : la voiture thermique individuelle, sous l'effet des réglementations et des innovations technologiques, se transforme en véhicule décarboné et automatisé, intégré dans des chaînes de déplacement multimodal.

C'est dans ce contexte qu'est né, à la fin des années 2000, le projet *Forever Open Road*, porté par le Fehrl (*Forum of European National Highway Research Laboratories*). L'objectif ? Imaginer la route du XXI^e siècle : adaptable, automatisée et résiliente face au changement climatique.

Le projet Route 5^e Génération (2011-2021) : un laboratoire d'innovation

Le projet R5G, lancé en 2011 en même temps que la création de l'Ifsttar (Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et

des réseaux devenu Université Gustave Eiffel), visait à concrétiser en France les éléments de la *Forever Open Road* à travers des démonstrateurs grandeur nature. L'approche adoptée était celle d'un *Système de Systèmes* (SoS pour *System of System*), s'appuyant sur deux leviers principaux : la digitalisation et l'intégration énergétique. Ces innovations ont permis de faire évoluer le modèle classique Véhicule-Infrastructure-Conducteur (VIC) vers le système VI₂E (Véhicule-Infrastructure-Énergie-Environnement).

Deux projets européens clôturés récemment illustrent cette dynamique :

- › *Augmented CCAM* (*Augmented Connected Cooperative Mobility*, événement final en décembre 2025 à Paris) : évaluation de l'apport de l'infrastructure physique et digitale pour le déploiement des véhicules connectés et automatisés.
- › *HERON* (*Improved Robotic Platform to perform Maintenance and Upgrading Roadworks*) : développement d'un véhicule robotique terrestre autonome, assisté par des drones pour la maintenance des infrastructures.



Poids lourd rechargé par induction.
Projet France 2030 CAYD

De la R5G à la Stratégie Nationale d'Accélération (SNA) : digitalisation et décarbonation

En 2021, la *Stratégie Nationale d'Accélération « Digitalisation et Décarbonation des Mobilités »* (SNA DDM), financée par France 2030, a posé un nouveau cadre pour le déploiement de services de mobilité innovants. L'enjeu : faire évoluer les infrastructures en parallèle des nouveaux usages.

Sur les réseaux interurbains, la décarbonation du fret routier est un défi majeur. Les projets CAYD (*Charge As You Drive*) et eRoadMontBlanc testent ainsi les technologies de routes électriques (ERS pour *Electrical Road Systems*). Sur les réseaux locaux, l'objectif est de réduire la dépendance à la voiture individuelle, avec des projets comme les navettes automatisées (issus d'EVRA : Expérimentation du Véhicule Autonome) ou le train ultraléger *Ferromobile*, qui réactive les lignes de desserte fine désaffectées. En milieu périurbain, le projet MOB-AUTO² (MOBilité-AUTOmatisée sur AUTOroute connectée) complète les cars express par des navettes automatisées à haut niveau de service. En ville, les marchés globaux de performance permettent déjà la régénération des voiries grâce aux économies d'énergie réalisées par l'éclairage LED.

Vers les « Routes de l'Anthropocène » : un changement de paradigme vers le ZeroX

En parallèle de la SNA DDM, un nouveau paradigme émerge : il ne s'agit plus seulement d'améliorer progressivement les infrastructures, mais de planifier la fin des externalités environnementales (Zéro artificialisation nette, Zéro émission nette, Zéro perte de biodiversité). Cette approche, dite de *backcasting*, s'inscrit dans le concept de « changement transformateur » porté par l'IPBES (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, le « GIEC de la biodiversité »).

Les routes de demain pourraient ainsi contribuer activement à la préservation de l'environnement. Par exemple, les routes électriques (ERS) réduisent non seulement les besoins énergétiques du fret routier (sobriété énergétique), mais évitent aussi l'artificialisation des sols liée à la multiplication des stations de recharge pour poids lourds (sobriété foncière). De même, les capteurs embarqués ou débarqués, utilisés pour la circulation des véhicules automatisés, pourraient servir à monitorer la biodiversité le long des infrastructures ou encore d'optimiser la programmation de leur entretien dans une logique de réemploi et en place des matériaux existants.

Cependant, le passage d'une logique qualitative à une approche quantitative reste un défi, faute d'outils, de connaissances suffisantes ou d'appropriation de la part des acteurs.

Conclusion : des routes intelligentes pour un futur durable

Les routes et rues de nouvelle génération seront de plus en plus automatisées, énergétiquement intégrées et respectueuses de l'environnement. Le projet R5G a permis de concevoir et tester des démonstrateurs de ces routes innovantes, une dynamique poursuivie par les projets issus de la SNA DDM. Les politiques publiques récentes, plus ambitieuses, imposent désormais de repenser l'innovation routière en intégrant davantage de *backcasting*.

Le projet des « Routes de l'Anthropocène » vise à combiner les acquis de la R5G et les travaux de recherche sur les transitions pour proposer une solution plus intégrée, s'inscrivant dans les paradigmes du « changement transformateur » et de la *twin transition* (double transition numérique et écologique) impulsée par le Green Deal européen.

Pour les alumni de Télécom Paris, acteurs clés de la transformation numérique et écologique, ces enjeux représentent autant d'opportunités d'innovation et d'impact sociétal. ■



Nicolas HAUTIERE

est actuellement Ingénieur en Chef des Ponts, des Eaux et des Forêts au sein de l'Université Gustave Eiffel. Il est directeur du département Composants et Systèmes depuis 2022 et dirige depuis juillet 2025 la Fondation Université Gustave Eiffel. Il est expert auprès des pôles NextMove et Infra 2050. Il pilote le Domaine Facteurs Humains de l'ITE Vedecom (Institut de Transition Énergétique Vedecom) et est membre du Conseil Scientifique du programme ITTECOP (Infrastructures de Transports Territoires, ECOSystèmes et Paysages). Il est enfin responsable du module « Approche systémique des infrastructures et de l'innovation » au sein du MS *Smart Mobility* entre Télécom Paris et l'École Nationale des Ponts et Chaussées – PP Paris.

Une formation d'excellence, unique en France

Portée par deux grandes écoles d'ingénieurs spécialisées dans le numérique et les transports : Télécom Paris et l'École des Ponts ParisTech.



- Programme complet
- Débouchés pro
- Inscription

Piloter la transformation des systèmes de mobilité

Une formation en adéquation avec les besoins du monde professionnel s'appuyant sur un comité d'orientation **sous la présidence de l'Agence d'Innovation des Transports et regroupant les principaux recruteurs.**

Concevoir et développer des services et solutions de mobilité

Une formation qui permet d'être confronté aux problématiques métier et d'**appliquer de manière concrète les connaissances acquises** tout en conservant son emploi, grâce à son rythme alterné à raison de 13 semaines de cours sur 11 mois.

- 14 à 18 mois (thèse professionnelle incluse)
- contrat d'apprentissage ou de professionnalisation
- jury d'admission : 23/03 ; 13/04 ; 18/05 ; 15/06



témoignage alumni - entreprises qui recrutent - inscription

L'AVIATION SE TRANSFORME : ÉLECTRIFICATION, HYBRIDATION ET RÉVOLUTION NUMÉRIQUE

Par **Jérémy Caussade**



L'aviation est un formidable accélérateur de mobilité, d'échanges et d'accès aux services essentiels. Mais elle doit aujourd'hui répondre à une exigence incontournable : réduire fortement son impact climatique, tout en conservant des standards de sécurité et de performance parmi les plus élevés au monde. Cette décarbonation est un défi systémique : elle concerne l'énergie (carburant, hydrogène, électricité), les architectures de propulsion, l'allègement des structures, l'aérodynamique, les opérations au sol et en vol, ainsi que l'optimisation des chaînes industrielles. Et surtout, elle ne se fera pas avec une solution miracle, mais avec une combinaison de leviers déployés progressivement, segment par segment, là où l'impact est le plus rapide et le plus massif.

DE L'AVION-ÉCOLE AU RÉGIONAL : LA DÉCARBONATION SE CONSTRUIT ÉTAPE PAR ÉTAPE

Parmi ces segments, deux se distinguent par leur potentiel de transformation à court et moyen terme : la formation des pilotes et l'aviation régionale. La formation représente un volume important d'heures de vol et une opportunité immédiate de réduire bruit et émissions autour des aérodromes, tout en modernisant la sécurité et la pédagogie. L'aviation régionale, elle, joue un rôle clé de désenclavement des territoires, avec des lignes courtes où l'électrification partielle peut apporter un gain réel, à condition de rester compatible avec les contraintes d'exploitation (autonomie, temps d'escale, robustesse, coût).

AURA AERO : UN AVIONNEUR NOUVELLE GÉNÉRATION AU SERVICE D'UNE AVIATION BAS CARBONE

C'est dans cette logique pragmatique que s'inscrit AURA AERO, constructeur aéronautique français fondé en 2018 à Toulouse. Plutôt que d'attendre une rupture technologique lointaine, l'entreprise développe des avions conçus pour être plus sobres dès aujourd'hui et compatibles avec les trajectoires de décarbonation de demain. Sa feuille de route s'articule autour de deux programmes complémentaires.

Le premier programme, INTEGRAL, est une famille d'avions biplaces dédiée à l'entraînement, à la voltige et au perfectionnement. L'ambition est de proposer une nouvelle génération d'avions-école plus sûrs et plus efficaces, adaptés aux exigences actuelles de la formation (standardisation, disponibilité, maîtrise des coûts, meilleure exploitation des données). Alors qu'une version thermique est déjà en exploitation, la version 100 %

électrique est en cours de certification, avec 1h30 d'autonomie et une recharge en 30 minutes. Moderniser l'avion d'école, c'est agir à la source : mieux former, avec un appareil efficace, tout en préparant les pilotes aux technologies de demain.

Le second programme, ERA, s'attaque au cœur du transport régional avec un avion de 19 places à propulsion hybride-électrique. Son positionnement est clair : remplacer une partie des flottes vieillissantes encore en service sur de nombreuses liaisons courtes, dont certaines architectures remontent à plusieurs décennies. Ces avions ne répondent plus aux exigences actuelles en matière d'empreinte carbone et de nuisance sonore. ERA vise ainsi un marché de renouvellement et d'ouverture de lignes, en apportant des bénéfices environnementaux et opérationnels : réduction des émissions, baisse du bruit, et capacité à desservir des aéroports régionaux.

POURQUOI MISER SUR L'HYBRIDE ÉLECTRIQUE ?

Miser sur l'hybride-électrique, c'est choisir une voie de transition crédible entre l'aviation d'aujourd'hui et celle de demain. Le 100 % électrique reste limité, à court terme, par la densité énergétique des batteries, l'autonomie et la masse embarquée, surtout dès qu'on vise du transport régional avec des exigences fortes de disponibilité et de robustesse opérationnelle. L'hybride permet de franchir une première marche : il introduit la propulsion électrique (moteurs, distribution haute tension, batteries, pilotage énergétique) tout en conservant une source d'énergie embarquée qui sécurise l'autonomie, la flexibilité des missions et la régularité d'exploitation. Résultat : on peut réduire significativement les émissions et le bruit sur des profils de vol adaptés, sans attendre une rupture technologique

lointaine, et en accélérant la maturité industrielle des briques électriques qui équiperont les générations suivantes d'avions encore plus décarbonés.

LE NUMÉRIQUE, ACCÉLÉRATEUR DE LA TRANSITION

Enfin, un facteur souvent sous-estimé accélère la transition : le digital. Chez AURA AERO, les outils numériques sont un socle depuis le lancement, au service de tous les métiers : ingénierie (collaboration, continuité numérique), industrialisation, fabrication, qualité, *supply chain*, mais aussi

fonctions support. Dans une industrie où la traçabilité, la certification et la maîtrise des configurations sont critiques, le digital n'est pas un « plus » : c'est un levier de rigueur, de vitesse et de compétitivité. Développer des avions plus propres, c'est aussi inventer une manière plus efficace et plus intégrée de les concevoir et de les produire puis de les exploiter. ■



Fondée à Toulouse-Francazal en août 2018 par Jérémie Caussade, Fabien Raison et Wilfried Dufaud, AURA AERO conçoit des avions « *digital native* » pour l'aviation générale et régionale.

Elle développe deux programmes :

Le biplace INTEGRAL, destiné à la formation et à la voltige, marque le premier jalon de cette aventure.

Suivra ERA (*Electric Regional Aircraft*), un avion régional hybride-électrique de 19 places, visant des vols silencieux et jusqu'à -80% de CO₂. Le vol inaugural est prévu pour 2027.

La feuille de route : électrification et industrialisation à grande échelle pour -55% d'émissions d'ici 2030 et la neutralité carbone en 2050 !!

Et ça marche : des centaines de commandes, un soutien de l'État via France 2030, et une équipe qui passe la barre des 250 personnes.

🌐 aura-aero.com



Jérémie CAUSSADE

Diplômé d'un Master en Dynamique des Fluides à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse, il entame sa carrière chez Altran, puis rejoint Airbus où il occupe des postes clés dans les essais en vol, la certification et la transformation numérique.

En 2018, animé par une vision audacieuse, Jérémie cofonde AURA AERO avec Wilfried Dufaud et Fabien Raison. Leur ambition : révolutionner l'aéronautique en concevant des avions électriques et hybrides, alliant performance et respect de l'environnement. À chaque étape, Jérémie avance avec la même conviction, guidé par une maxime qui lui colle à la peau, empruntée à l'homme de lettres André Dacier : « *Bien dire fait rire, bien faire fait taire* ».



La Région Occitanie et SNCF Voyageurs révolutionnent la mobilité

Par Gaël Barbier

Depuis avril 2021, la Région Occitanie et SNCF Voyageurs transforment en profondeur l'expérience du voyage à bord des trains liO et dans les autocars liO, grâce aux formules de mobilité +=. Ce dispositif est fondé sur un modèle post-paiement innovant, et permet aux voyageurs de payer uniquement les trajets réellement effectués tout en bénéficiant de réductions progressives liées à leur fréquence d'usage. Comme le souligne Jean-Luc Gibelin, vice-président de la Région Occitanie en charge des mobilités pour tous et infrastructures de transports : « *C'est une proposition tarifaire inédite et unique garantissant ainsi que le voyageur ne perd jamais au change* ».

Une vision stratégique pour faire changer les habitudes de mobilité en Occitanie

Les formules += s'inscrivent pleinement dans la stratégie globale portée par la Région Occitanie avec l'appui de SNCF Voyageurs. Cette stratégie vise à faire changer les habitudes de mobilité et permettre à chacun de se déplacer tout en préservant la planète. Rendre les trajets en liO Train et liO Autocars plus simples et attractifs constitue ainsi un levier clef de l'ambition commune de la Région Occitanie et de SNCF Voyageurs de faire baisser les émissions de CO₂ liées aux déplacements en Occitanie et contribuer ainsi à l'objectif de la Région d'être la première Région à Énergie Positive d'Europe.

Pour cela, les formules += proposent plusieurs avantages innovants, à savoir :

- › Souples : la formule de mobilité s'adapte automatiquement en fonction de l'âge et de la fréquence de mobilité du voyageur,

qu'il voyage un peu, beaucoup ou fréquemment sur un mois donné.

- › Simples : il suffit d'installer l'appli Fairtiq sur un smartphone, prendre un train liO ou un autocar liO en Occitanie. Après la connexion, il suffit de monter à bord, et l'appli se charge de tout.
- › Faciles : « glisser start » avant de monter à bord, et « glisser stop » en descendant du train liO ou de l'autocar liO. Les gares de départ et d'arrivée sont reconnues sans rien faire et le titre de transport s'active automatiquement sur le smartphone à chaque trajet. Un récapitulatif des trajets et des prix payés est disponible à tout moment dans l'appli.
- › Économiques : les formules += se chargent de trouver le prix le plus avantageux. Et + vous voyagez, - vous payez. L'offre va même jusqu'à la gratuité tant pour les moins de 26 ans (à partir du 11^e trajet) que pour les plus de 26 ans (au-delà de 95 € payés dans le mois).
- › Sans engagement : plus besoin de perdre du temps à acheter un billet ou un abonnement, et devoir s'engager sur une durée. Le voyageur paye toujours après

son déplacement (plus de problème d'après-vente) et il peut arrêter à tout moment (sans engagement).

- › Avantageuses : en plus d'avoir des réductions à chaque trajet, une cagnotte récompense la fidélité d'usage des trains et autocars liO, utilisable dès le mois suivant par le voyageur.

Ce modèle supprime la contrainte des abonnements forfaitaires classiques ou de l'achat de son billet à effectuer avant son déplacement. « *La fidélité réelle est récompensée avec la cagnotte et notre dispositif ne nécessite pas de mise de fonds initiale* » rappelle Jean-Luc Gibelin.

Ce modèle, reposant sur la simplicité d'usage et une application digitale, réinvente le modèle tarifaire (paiement à l'usage et dégressivité). Porté par la Région Occitanie avec l'appui de SNCF Voyageurs, il constitue une véritable révolution, saluée au plan national par le Grand Prix des Régions Ville Rail et Transports en 2022, et au plan international par le prix Transport Ticketing Global de Londres en 2025 (voir encadré page suivante).



Des formules += adaptées à tous les profils de voyageurs et d'usages : occasionnels ou fréquents.

+=0 encourage la mobilité des jeunes

En avril 2021, pensée pour les 16 à 26 ans et élargie aux plus jeunes depuis fin 2023 (dès 12 ans), la formule +=0 traduit un choix fort de la Région Occitanie visant à faciliter l'accès des jeunes aux transports publics et encourager des habitudes de mobilité durable. Concrètement, sur un mois donné, les dix premiers trajets effectués sont à -50%. Les trajets suivants sont gratuits et viennent même, au-delà du 21^e trajet alimenter une cagnotte qui servira aux voyageurs à rendre gratuits ses trajets du mois suivant. Avec cette « gratuité à l'usage », l'offre incite les jeunes à privilégier le train liO ou l'autocar liO pour leurs études et leurs loisirs.

Depuis son lancement, ce sont déjà plus de 9,3 millions de trajets réalisés avec +=0 en Occitanie !



+=Flex et +=- c'est la liberté pour tous les autres voyageurs

Conçue pour tous les cas d'usage : les actifs et les voyageurs aux rythmes variés, les formules +=Flex et +=- proposent une alternative souple à la tarification classique existante. Elles permettent de voyager sans engagement tout en bénéficiant de réductions progressives liées à l'usage, sur un mois donné, dès le premier trajet c'est 10% de réduction, le deuxième trajet c'est 20% de réduction, le troisième trajet c'est 30% de réduction et ainsi de suite jusqu'à 90% de réduction possible sur un trajet. Le tarif au mois payé par le voyageur est plafonné à 95€/mois pour les trains liO. Pour inciter le voyageur à rester fidèle aux trains liO, avec deux mois consécutifs d'usage, c'est 20% du montant des déplacements du premier mois qui sont crédités sur la cagnotte mobilité. Adaptées aux mobilités hybrides et aux emplois du temps flexibles, ces deux formules de mobilité allient liberté et intérêt tarifaire.

Depuis son lancement, ce sont déjà plus de 2,7 millions de trajets réalisés avec +=Flex et +=- !



Cette innovation tarifaire contribue à la dynamique du trafic en Occitanie, avec une progression de la fréquentation de +68% enregistrée entre 2019 et 2024. La Région Occitanie est la première région de France en termes d'évolution du nombre de voyages. ■



Gaël BARBIER

est Directeur régional SNCF Voyageurs TER Occitanie et Coordinateur régional du Groupe SNCF en Occitanie depuis 2023. Diplômé de l'École Centrale de Paris, il possède plus de 25 ans d'expérience au sein du groupe SNCF. Engagé au service des territoires et des voyageurs, il pilote la mise en œuvre de la Convention d'exploitation des trains liO 2023-2032 signée avec la Région Occitanie.

Contact : anais.malzac@sncf.fr



La Région Occitanie, SNCF voyageurs et FAIRTIQ primés à Londres

Lors de l'édition 2025 des Awards de Transport Ticketing Global (TTG) qui se sont déroulés le 4 mars 2025 à Londres, le système tarifaire de la Région Occitanie plus égal s'est vu décerner l'award de la meilleure initiative de stratégie commerciale. Une magnifique reconnaissance pour les formules de mobilité += qui font littéralement changer les habitudes de mobilité en Occitanie.

Les TTG Awards ont lieu chaque année en marge du salon Transport Ticketing Global, l'événement de référence où les leaders du transport public de plus de 70 pays se réunissent pour échanger des idées, tisser des liens et repousser les limites de la billetterie intelligente. C'est une sorte de coupe du monde de la billetterie.

🌐 www.transport-ticketing.com/awards-categories/2025-awards-winners

TRANSPORTS & NOUVELLES MOBILITÉS : ANTICIPEZ LES TRANSFORMATIONS, PASSEZ À L'ACTION !

Data, IA, maintenance prédictive, cybersécurité :
appréhendez les nouveaux leviers de la mobilité intelligente.

POURQUOI SE FORMER ?

- ➔ Appréhender les architectures connectées des véhicules et infrastructures.
- ➔ Maîtriser la collecte et l'exploitation des données pour optimiser les flux de transport.
- ➔ Développer des solutions innovantes pour la mobilité durable.
- ➔ Acquérir une vision stratégique pour piloter des projets connectés.



NOS FORMATIONS PHARES



Véhicule autonome et connecté : technologies et enjeux (3 jours)

IA embarquée • Capteurs • Connectivité •
Cybersécurité • Impacts industriels

*« Une formation de grande qualité, avec des intervenants experts et variés.
Une excellente vue d'ensemble des enjeux techniques et sociétaux ».*

Mobilité intelligente pour la ville (Smart City) (2,5 jours)

Infrastructures intelligentes • Gestion des flux •
Multimodalité • Transition énergétique

*« Intervenants experts, contenus actuels et points de vue variés : une vraie
ouverture sur les enjeux de la smart mobility ».*

Billettique : enjeux stratégiques, financiers et technologiques (2 jours)

Interopérabilité • Modèles tarifaires •
Dématérialisation • Sécurité des données

*« Excellente formation, accompagnement de qualité et experts passionnés
dans le domaine de la billettique ».*

MONTEZ EN COMPÉTENCES

AVEC TÉLÉCOM PARIS EXECUTIVE EDUCATION

**Découvrez notre offre de formations et inscrivez-vous
dès aujourd'hui !**



CONTACT

01 75 31 95

contact.exed@telecom-paris.fr

executive-education.telecom-paris.fr

Le numérique au service du bien vieillir



ÉDITORIAL

Par Michel Barth (1984) et Daniel Legendre

Jeune est celui qui s'étonne et s'émerveille...

Samuel Ullman, 1840-1924

Le vieillissement de la population est l'un des défis majeurs du XXI^e siècle. En France, comme dans de nombreux pays, l'espérance de vie ne cesse d'augmenter, tandis que le nombre de personnes âgées de plus de 60 ans ne cesse de croître. Celles-ci, selon la Sécurité Sociale¹, représentent un peu plus du quart de la population en 2024 (27,7%) contre 19,6% en 1994. Dans le même temps, le ratio de dépendance des personnes de 65 ans et plus s'établissait à 38,6% en 2021 et devrait encore croître considérablement selon les projections des Nations Unies. Et donc les politiques publiques doivent s'adapter à cet enjeu.

Face à cette réalité démographique, une question s'impose : comment garantir une qualité de vie optimale pour nos aînés, tout en préservant leur autonomie et leur dignité sans que cela ne pèse trop fortement sur la société d'un point de vue économique ? Les réflexions et les plans à cet égard ne datent pas d'hier. La DREES indique qu'entre 150 000 et 200 000 emplois supplémentaires seraient nécessaires en 2050 pour le soutien à l'autonomie des personnes âgées et la réalité du besoin est probablement bien plus importante selon nous. Le Sénat a publié en 2024 un rapport² concernant l'adaptation des communes au vieillissement de la population pour le bien vieillir. L'Institut Paris Région a publié en 2024 le rapport « Vieillir, et alors ? » réalisé avec l'aide de 70 experts. Par ailleurs, un plan grand âge est annoncé par le gouvernement pour 2026 qui ambitionne de répondre, d'ici à 2050, aux défis du vieillissement et de la perte d'autonomie, dans un contexte de transition démographique accélérée.

Autrefois, une réponse simple était apportée : les aînés étaient pris en charge par la famille, comme c'est d'ailleurs encore le cas pour certaines sociétés traditionnelles de par le monde. L'évolution sociétale fait aujourd'hui que les aînés vieillissent en restant seuls à leur domicile avec le support d'aidants dont il faut reconnaître l'engagement et le dévouement. Malheureusement, la vieillesse implique bien souvent isolement et solitude, comme en témoigne le baromètre 2025 des Petits Frères des Pauvres³ : deux millions de personnes âgées sont coupées de leurs famille et amis contre 900 000 en 2017, et 750 000 sont en situation de mort sociale, ceci touchant particulièrement les personnes en situation de précarité. De plus, face à la dépendance, la question du transfert

en EHPA(D) se pose avec un ensemble de problèmes qui en résultent, les EHPA(D) étant appelés à se réinventer.

En réponse à cette situation, les technologies dédiées au bien vieillir émergent comme l'une des réponses possibles pour une « vieillesse augmentée », qui doivent s'articuler avec une dimension sociale et humaine dans une perspective de solutions globales mêlant innovation, santé et inclusion sociale. Il est à cet égard probable que beaucoup reste encore à inventer pour résoudre les problèmes posés et que les solutions actuelles ne suffisent pas.

Dans ce numéro, nous abordons ces problématiques, avec en premier lieu trois articles décrivant les enjeux du vieillissement, par le Pr Cédric Annweiler (SFGG), le Dr Neda Tavassoli (IHU HealthAge de Toulouse) et le directeur de recherche Laurent Martinez (INSERM). Nous dressons ensuite un panorama de l'apport potentiel des technologies avec deux articles par l'enseignant-chercheur Aly Chkeir (UTT Troyes, Chaire *SilverTech*) et l'ergothérapeute Mickaël Briquet (Merci Julie). La Fondation Médéric-Alzheimer fait ensuite le point sur le niveau d'appropriation des outils numériques par les seniors. Puis nous rentrons dans plusieurs témoignages d'industriels du numérique apportant leurs solutions au service du bien vieillir. C'est ainsi qu'E-lío explicite la problématique du maintien du lien social à distance avec la famille et les proches et l'apport d'E-lío à cet égard. La Poste Santé et Autonomie montre comment le groupe La Poste se transforme pour offrir des services à nos aînés à domicile. Le CATEL présente le projet *Smart Bear* de télésuivi de la santé des personnes de plus de 65 ans grâce au numérique. Legrand décrit comment l'offre du groupe permet une maison plus intelligente au service du maintien à domicile des aînés. Puis trois start-up présentent leurs approches, avec GOTOIoT qui développe des solutions IoT pour la *silver economy*, Advanced Care Technologies qui décrit sa semelle connectée *DigiFeet* pour la prévention des ulcères du pied diabétique, et Metyos qui explicite ses développements pour le suivi du potassium en temps réel pour les patients souffrant d'insuffisance cardiaque et rénale. L'IA a également toute sa place au service de l'âge, et c'est ainsi que le groupe Claude Bernard témoigne du lancement récent de son assistant IA Senior+ dédié aux médecins généralistes. Se maintenir en forme est un des points clefs

pour le bien vieillir comme l'Académie de Médecine l'indique dans un guide récent sur la nutrition et le bien vieillir. Ceci est pointé du doigt par Age Impulse dans un article pour une auto-évaluation par chacun de son âge physiologique et de sa mobilité en vue de la prévention. Enfin, le Pr Véronique Billat (Université Paris-Saclay) montre comment l'humain peut repousser les limites de l'âge par un entraînement approprié. Nous finissons par le témoignage de l'EHPAD de Kersalic à Guingamp qui montre comment réinventer le vieillissement par l'innovation sociale et technologique.

« Jeunes sont ceux qui n'ont pas de rides dans l'esprit ». ■

Références

¹ <https://evaluation.securite-sociale.fr/home/retraite/1-5-vieillessement-de-la-populat.html>

² <https://www.senat.fr/rap/r24-013/r24-013.html>

³ <https://www.petitsfreresdespauvres.fr/sinformer/actualites/barometre-2025-les-10-chiffres-cles-de-l'isolement-des-aines/>



Michel BARTH

Polytechnicien, diplômé de Télécom Paris, est cofondateur d'ENoving. Expert en stratégie,

innovation et conduite du changement, Michel accompagne les entreprises et acteurs du secteur de la santé dans leurs projets d'innovation en lien avec de nouveaux business modèles. Il intervient également dans de nombreuses écoles. Il est expert auprès d'EIT Health et coanime le groupe X Santé Biotech.



Daniel LEGENDRE

Médecin diplômé de la Faculté de Médecine Paris VI, PhD Public Healthcare HSM Boston, senior medical

advisor auprès d'ENoving. Daniel a été membre de la Mission Parlementaire Télésanté du député Pierre Lasbordes. Il pratique l'informatique de santé et la télémédecine depuis plusieurs décennies. Il assure une veille active sur l'innovation dans la santé et notamment sur l'IA santé.

Vieillir plus longtemps : un progrès, mais à quelles conditions ?

Les enjeux du vieillissement face à l'allongement de la vie en France

L'allongement de la durée de vie constitue l'un des plus grands succès sanitaires du siècle dernier. Mais ce progrès démographique bouleverse en profondeur nos systèmes de soins, nos politiques sociales et notre organisation collective. Face au vieillissement rapide de la population française, il devient urgent de penser non seulement à la longévité, mais aussi à la qualité des années gagnées.

Une transition démographique sans précédent

La France, comme la plupart des pays européens, connaît un vieillissement marqué de sa population, lié à l'augmentation continue de l'espérance de vie et à une baisse durable de la fécondité. Près d'un quart des Français ont aujourd'hui plus de 60 ans, proportion qui pourrait approcher un tiers d'ici 2050. Cette évolution transforme l'équilibre entre les générations, les besoins sociaux et les attentes vis-à-vis du système de santé. Elle pose une question centrale : vivons-nous plus longtemps en meilleure santé, ou plus longtemps avec davantage de maladies et de dépendance ?

Vivre plus longtemps ne signifie pas toujours vivre en meilleure santé

Si l'espérance de vie a fortement progressé, l'évolution de l'espérance de vie en bonne santé reste plus contrastée. Avec l'avancée en âge, la multimorbidité devient fréquente, complexifiant les soins et augmentant les risques iatrogènes. Les syndromes gériatriques (fragilité, chutes, troubles cognitifs, dénutrition) altèrent l'autonomie et la qualité de vie. L'enjeu n'est donc pas seulement d'allonger la vie, mais de préserver l'autonomie, l'indépendance et la participation sociale le plus longtemps possible.

Un défi majeur pour le système de santé

Le vieillissement exerce une pression croissante sur le système de soins. Les personnes âgées mobilisent davantage les services de santé et nécessitent des prises en charge prolongées, coordonnées et multidisciplinaires. Or, notre système demeure encore largement structuré autour de la réponse à l'épisode aigu. Il peine à anticiper la complexité des situations liées à l'avancée en âge, qui appellent une organisation intégrée

associant soins médicaux, accompagnement social et prévention.

À l'avenir, le renforcement de la gériatrie, la montée en puissance des soins primaires et la coordination des parcours devront s'inscrire dans une dynamique d'innovation continue. Dans cette perspective, les innovations gérontechnologiques, lorsqu'elles sont co-construites avec les usagers et intégrées de façon éthique dans les parcours de vie et de soins, constituent un levier stratégique pour soutenir l'autonomie et accompagner la transformation des organisations, sans se substituer à la relation humaine.

Vieillissement et société : des enjeux globaux

Les conséquences du vieillissement dépassent largement la santé. Elles concernent le financement des retraites, l'organisation du travail, l'aménagement des territoires, le logement et la mobilité. Les inégalités sociales face au vieillissement restent marquées, tant en espérance de vie qu'en espérance de vie en bonne santé. Leur réduction constitue un enjeu majeur de justice sociale et de cohésion nationale.

Prévenir tout au long de la vie : un impératif stratégique

Les déterminants du vieillissement en bonne santé s'accumulent tout au long de la vie. Activité physique, alimentation équilibrée, prévention des facteurs de risque, maintien du lien social et stimulation cognitive sont des leviers majeurs. Dans cette logique, le programme ICOPE (*Integrated Care for Older People*), porté par l'Organisation Mondiale de la Santé, propose une approche proactive centrée sur le repérage précoce des six fonctions intrinsèques clés (mobilité, cognition, audition, vision, nutrition et santé psychologique), avant l'apparition de la dépendance. L'objectif n'est plus seulement de prolonger la vie, mais de préserver durablement les capacités fonctionnelles.

Vers un nouveau pacte autour du vieillissement

Le vieillissement de la population française ne peut être réduit à une contrainte financière. Il constitue une épreuve de maturité collective, révélatrice de notre capacité à transformer un succès démographique en progrès social

durable. Vieillir plus longtemps est une victoire ; vieillir mieux est désormais une responsabilité.

Cette transition impose un changement de regard profond : passer d'une logique de réparation à une logique d'anticipation, d'une médecine centrée sur la maladie à une approche centrée sur la personne et son parcours de vie. Un tel changement appelle un nouveau pacte autour du vieillissement, associant prévention, organisation des parcours, aménagement des territoires et solidarité intergénérationnelle. La manière dont nous relèverons ce défi dira beaucoup de ce que nous choisissons d'être collectivement. ■

À retenir

- › L'allongement de la vie est un succès sanitaire majeur, et s'accompagne d'un vieillissement rapide de la population.
- › Les années gagnées ne sont pas toujours vécues en bonne santé.
- › Le système de santé doit évoluer vers des parcours intégrés et anticipateurs.
- › Les enjeux du vieillissement dépassent largement le champ sanitaire.
- › La prévention tout au long de la vie est un levier essentiel de l'indépendance et de l'autonomie.



Cédric ANNWEILER

est professeur de médecine, gériatre, doyen de la Faculté de santé de l'Université d'Angers, chef de pôle hospitalo-universitaire au CHU d'Angers et président du Gérontopôle des Pays de la Loire. Trésorier de la Société Française de Gériatrie et Gérontologie (SFGG), ses travaux portent sur la prévention des désordres vitamino-calciques au cours du vieillissement, la prévention de la fragilité et des chutes, et sur l'innovation organisationnelle et numérique en santé.

BIEN VIEILLIR À L'ÈRE DU NUMÉRIQUE :

LES TECHNOLOGIES AU SERVICE DE LA PRÉVENTION DE LA PERTE D'AUTONOMIE

Par **Neda Tavassoli**

Le vieillissement de la population constitue l'un des défis majeurs de santé publique du XXI^e siècle. Dans ce contexte, les technologies numériques et de télécommunication apparaissent comme des leviers essentiels pour transformer les stratégies de prévention et les parcours de soins afin de favoriser le maintien en bonne santé des personnes âgées.

Le vieillissement : un défi multidimensionnel

L'allongement continu de l'espérance de vie est associé à une augmentation des maladies chroniques, des incapacités fonctionnelles et du risque de perte d'autonomie. Cette évolution crée une tension pour les organisations de soins, historiquement conçues pour prendre en charge des pathologies aiguës, et les oblige à adapter leurs pratiques en intégrant davantage la prévention ainsi qu'un suivi à long terme des pathologies chroniques.

Le vieillissement démographique pose la question de la capacité de notre système de santé à détecter précocement les sujets à risque, à coordonner les acteurs de soins et à intervenir avant que les situations ne soient irréversibles. Ce constat impose une transformation des

parcours de soins, basée sur la prévention, le suivi longitudinal mais aussi l'exploitation raisonnée des données de santé.

ICOPE : du repérage à un parcours de soins intégrés

Développé par l'Organisation mondiale de la santé, le programme **ICOPE** (*Integrated Care for Older People*) propose une approche centrée non plus sur les pathologies, mais sur le maintien de la **capacité intrinsèque** des personnes âgées : mobilité, cognition, nutrition, vision, audition, et état psychologique¹.

Cette approche en quatre étapes (voir illustration ci-dessous) marque un changement de paradigme. Elle repose sur des évaluations régulières, standardisées, permettant d'identifier précocement le fléchissement d'une ou plusieurs fonctions

et de proposer un plan de prévention et de suivi. ICOPE crée un cadre structurant pour organiser un parcours intégré de prévention et de soin, impliquant les professionnels de santé, les acteurs médico-sociaux, les aidants mais aussi la personne elle-même, dans l'optique d'une médecine participative.

En France, cette approche est portée par des structures académiques et de recherche, sous l'égide de l'IHU HealthAge, centre collaborateur de l'OMS, pour le déploiement du programme ICOPE. Ce dernier pilote également le développement des outils numériques et leur intégration dans le parcours de prévention.

ICOPE Monitor : le numérique au service du bien vieillir

La mise en œuvre opérationnelle d'ICOPE à grande échelle par l'IHU HealthAge s'appuie sur la plateforme numérique **ICOPE Monitor** composée de : une application mobile, une application web et un dossier informatisé. L'application mobile et l'application web ICOPE Monitor permettent la réalisation d'une évaluation fonctionnelle simple et régulière, en dehors des lieux de soins traditionnels via des terminaux largement utilisés comme les smartphones, les tablettes et les ordinateurs. Avec deux



Les quatre étapes du programme ICOPE - OMS.

modes d'utilisation, pour le professionnel et pour le participant (en autoévaluation), leur champ d'usage est très vaste.

L'intérêt majeur de ces outils réside dans le recueil de **données longitudinales** reflétant l'évolution des capacités fonctionnelles dans la vie quotidienne. Ces données permettent de détecter les « signaux faibles » et de déclencher des alertes ciblées pour orienter la prise en charge².

Au-delà des applications mobile et web, l'enjeu réside dans l'intégration de ces données longitudinales au sein d'un **dossier informatisé accessible aux professionnels de santé**. C'est la raison d'être du dossier informatisé ICOPE Monitor (DIIM (Dossier Informatisé Icope Monitor)). Ce dossier permet de suivre les participants, d'être informé rapidement des alertes, de définir l'orientation du participant, de faciliter la coordination entre acteurs et d'assurer une continuité du suivi³.

Les questions de confidentialité, de qualité et de sécurité des données sont fondamentales en vue d'une généralisation de leur utilisation. Le but n'est pas seulement de collecter de l'information, mais de la rendre sécurisée, compréhensible et exploitable par des acteurs aux profils très différents : professionnels de santé, travailleurs sociaux ou décideurs.

Gouvernance, sécurité et acceptabilité

Le déploiement de tels dispositifs soulève des enjeux majeurs de gouvernance des données, de cyber sécurité et d'éthique. La confiance des utilisateurs repose sur la protection des données personnelles, la transparence des usages et la simplicité d'utilisation des outils proposés.

L'acceptabilité des solutions numériques par les personnes âgées constitue un facteur clé de succès. Les technologies doivent être conçues comme des outils au service des usagers, et ne pas créer des contraintes supplémentaires, sous peine d'accroître la fracture numérique.

Déploiement

L'IHU HealthAge est responsable du déploiement, en région Occitanie, du programme ICOPE. Elle est également précurseur dans le développement et l'implémentation des outils numériques ICOPE Monitor.

Ces outils, aujourd'hui largement utilisés en France et déployés à l'international, permettent aux professionnels de santé d'assurer un suivi structuré et régulier du parcours ICOPE des seniors. À ce jour, plus de 120 000 personnes âgées sont intégrées et suivies dans le programme ICOPE en France grâce à ces solutions numériques.

En juillet 2025, le Gouvernement a annoncé la généralisation nationale de la phase 1 du programme ICOPE, à l'issue de son expérimentation menée dans le cadre de l'article 51 entre 2022 et 2025. Cette généralisation constitue une première étape vers l'intégration complète du programme dans le parcours de santé. La mise en œuvre progressive des autres étapes (évaluation approfondie, élaboration d'un plan personnalisé de prévention, suivi et soutien aux aidants) sera encadrée par les textes d'application de la loi relative au bien vieillir.

Vers une prévention « augmentée » par l'analyse des données

À terme, l'exploitation des données longitudinales issues de programmes comme ICOPE ouvre la voie à des approches de **prévention personnalisée**. L'analyse des trajectoires fonctionnelles, appuyée par des outils d'aide à la décision basés l'intelligence artificielle, pourrait permettre d'anticiper les points de rupture et d'optimiser les interventions.

Ces perspectives liées à l'innovation technologique participent à une transformation durable des systèmes de santé, basée sur l'anticipation, la coordination avec pour objectif le maintien de l'autonomie jusqu'aux âges les plus avancés. ■

Références

¹ Manuel sur les soins intégrés pour les personnes âgées, seconde édition, 2024. <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/c0cfd8b8-3c92-497e-a05e-fb770ffc8c4/content>

² Philippe de Souto Barreto, Wan-Hsuan Lu, Neda Tavassoli, Fatemeh Nourhashemi, Renato Gorga Bandeira de Mello, Eduardo Ferriolli, Sophie Guyonnet, Yves Rolland, Maria Eugenia Soto Martín, Bruno Vellas. Reference centiles for intrinsic capacity to monitor clinical health outcomes in real-world primary care cohorts. Nat Aging. 2025 Jul;5(7):1217-1231.

³ Tavassoli N, de Souto Barreto P, Berbon C, Mathieu C, de Kerimel J, Lafont C, Takeda C, Carrie I, Piau A, Jouffrey T, Andrieu S, Nourhashemi F, Beard JR, Soto Martin ME, Vellas B. Implementation of the WHO integrated care for older people (ICOPE) programme in clinical practice: a prospective study. Lancet Healthy Longev. 2022 Jun;3(6):e394-e404.

À retenir

- › Le vieillissement impose une transformation des parcours de santé.
- › ICOPE propose une approche centrée sur les capacités fonctionnelles.
- › ICOPE Monitor permet le recueil de données longitudinales.
- › Les plateformes numériques renforcent la coordination des parcours.
- › Le succès des outils numériques repose sur l'acceptabilité, l'interopérabilité et la sécurité des données.



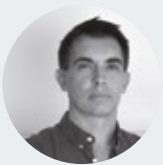
Neda TAVASSOLI

est pharmacien hospitalier et titulaire d'un doctorat (PhD) en pharmaco-épidémiologie. Elle exerce en tant que praticien hospitalier et coordonne l'Équipe Régionale Vieillesse et Prévention de la Dépendance (ERVPD) au sein de l'IHU HealthAge – CHU de Toulouse.

Laurent Martinez

Les défis liés au vieillissement et le maintien en bonne santé

CONSTAT ET
PISTES INNOVANTES



Laurent MARTINEZ

Docteur en physiopathologie humaine (Université de Toulouse), Laurent Martinez est Directeur de Recherche à l'Inserm. Il a mené ses recherches à l'Université Columbia (États-Unis) et l'Université de Cambridge (Royaume-Uni) avant de rejoindre l'Inserm. Laurent est auteur d'une centaine de publications scientifiques. Il dirige l'équipe LiMitAging à l'Institut des Maladies Métaboliques et Cardiovasculaires de Toulouse et pilote au sein de l'Institut Hospitalo-Universitaire (IHU) HealthAge un programme sur mitochondrie et vieillissement.



A lors qu'un Français sur trois aura plus de 60 ans d'ici 2060¹, le défi de la longévité ne réside plus seulement dans l'augmentation de l'espérance de vie, mais dans la préservation de l'autonomie. Comment transformer ce tournant sociétal en une opportunité de « bien vieillir » ?

UN TOURNANT DÉMOGRAPHIQUE ET LE DÉFI DU « BIEN VIEILLIR »

Le monde traverse une transition sans précédent. En 2021, 9,6% de la population mondiale avait 65 ans ou plus. D'ici 2050, le nombre de personnes de plus de 60 ans devrait doubler, tandis que celui des plus de 80 ans devrait tripler². En France, on comptait déjà 30 000 centenaires en 2023³.

Si vivre plus longtemps est un progrès, la qualité de ces années supplémentaires reste un défi majeur : aujourd'hui, 30% de l'existence se déroule après 60 ans en moyenne, mais 25% de la vie totale se passe avec une santé altérée. En France en 2022, l'espérance de vie sans incapacité n'atteignait que 65,3 ans pour les femmes et 63,8 ans pour les hommes⁴. Réduire l'écart entre l'espérance de vie totale et celle sans incapacité constitue un enjeu central pour nos systèmes de santé et de protection sociale.

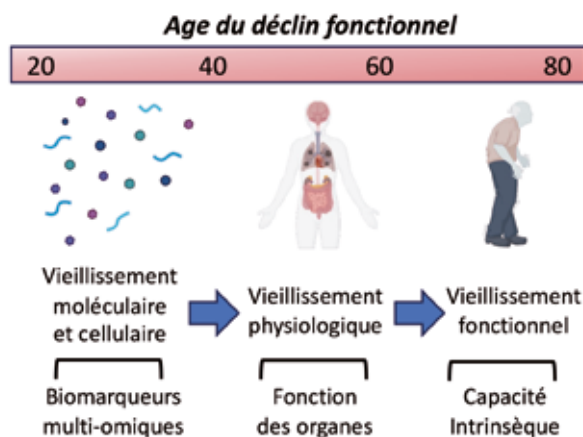
DE LA MÉDECINE CURATIVE À LA MÉDECINE DES FONCTIONS

Prolonger la durée de vie en bonne santé impose de passer d'une approche centrée sur la maladie à une approche préventive centrée sur la fonction. L'OMS définit le vieillissement en bonne santé par le maintien de la capacité intrinsèque, évaluée via le programme ICOPE dans six fonctions clés : mobilité, cognition, nutrition / vitalité, santé psychologique, vision et audition. Ce déclin fonctionnel résulte d'une cascade de dégradations moléculaires et cellulaires silencieuses (voir illustration ci-contre) que l'homéostasie compense chez le sujet jeune, mais qui, au-delà d'un certain seuil, favorisent les maladies chroniques et la perte d'autonomie. C'est ici qu'intervient la gérosience, qui étudie les mécanismes fondamentaux du vieillissement, regroupés sous l'appellation *hallmarks of aging* : instabilité génomique, sénescence cellulaire, dysfonction mitochondriale (altération de la production d'énergie cellulaire), inflammation chronique de bas grade, etc.⁶ Son objectif : identifier des biomarqueurs précoces du déclin et développer des stratégies thérapeutiques ciblant les causes biologiques du vieillissement.

MESURER LE VIEILLISSEMENT BIOLOGIQUE ET FONCTIONNEL : NOUVELLES PERSPECTIVES POUR BIEN VIEILLIR

Agir sur le vieillissement nécessite de distinguer l'âge chronologique de l'âge biologique, qui reflète l'état fonctionnel réel de l'organisme indépendamment des années vécues. Plusieurs approches permettent aujourd'hui d'estimer cet âge. Les horloges du vieillissement (*aging clocks*) reposent sur des algorithmes d'apprentissage automatique entraînés à partir de données issues d'analyses à grande échelle (*omiques*), et produisent une estimation intégrée de l'état de santé global⁷. Parmi les plus abouties figurent les horloges épigénétiques, fondées sur l'analyse des profils de méthylation de l'ADN, un mécanisme clé de la régulation de l'expression génique. Les modèles récents, tels que *GrimAge* et *DunedinPACE*, permettent d'estimer l'âge biologique et la vitesse du vieillissement, et d'anticiper l'apparition de pathologies chroniques avant tout diagnostic clinique.

La protéomique et la métabolomique – analyses à grande échelle des protéines et des métabolites plasmatiques, respectivement – ont également conduit au développement d'horloges globales mais aussi spécifiques de certains organes (cerveau, cœur, foie, système immunitaire)⁸. D'autres horloges ciblent le déclin immunitaire (*sc-ImmuAging*⁹) ou l'inflammation chronique de bas grade (*IAge*¹⁰). Les horloges développées jusqu'ici reposaient sur des mesures « omiques » de nature unique, ce qui limitait leur



Le vieillissement au cours de la vie : niveau moléculaire et cellulaire, physiologique et fonctionnel.

capacité à refléter la complexité du vieillissement. Les nouvelles horloges « multi-omiques », plus intégratives, surpassent les approches « mono-omiques » et éclairent mieux sur les fondements moléculaires du vieillissement¹¹.

De nouvelles horloges sanguines visent à mesurer la capacité intrinsèque : mobilité, cognition, santé psychologique, vision, audition et nutrition / vitalité¹². Cette approche, centrée sur le maintien de la fonction plutôt que sur l'âge en lui-même, ouvre la voie à des stratégies ciblées sur la trajectoire du vieillissement. À ces horloges s'ajoutent les biomarqueurs sanguins à utilité clinique immédiate (fonction rénale, métabolisme glucido-lipidique, etc.) et des marqueurs émergents de dysfonction mitochondriale des cellules immunitaires, pouvant prédire un déclin bioénergétique et une perte de capacité intrinsèque¹³.

Ces outils demeurent à des stades de maturité variables. Entraînées sur des données populationnelles, les horloges se prêtent mal à une interprétation individuelle fiable : différentes horloges appliquées à un même individu produisent souvent des âges biologiques discordants. Enfin, l'absence de seuils cliniques validés freine leur intégration en médecine courante : une standardisation et un encadrement réglementaire adaptés restent à construire. Si ces obstacles étaient surmontés, ces outils pourraient servir de critères d'évaluation dans des essais cliniques portant sur des interventions géroprotectrices – telles que la prise de corps cétoniques ou de sénolytiques (molécules éliminant les cellules sénescences) – et permettre un suivi dans le temps de la trajectoire biologique de chaque individu, ouvrant la voie à une médecine préventive du vieillissement véritablement personnalisée. ■

À retenir

- › Vivre plus longtemps ne suffit plus : l'enjeu est désormais de vieillir en restant autonome et en bonne santé.
- › Le déclin fonctionnel résulte de processus biologiques qui s'accumulent bien avant l'apparition des premiers signes cliniques, offrant une fenêtre d'intervention préventive.
- › De nouveaux outils – horloges biologiques, biomarqueurs – permettent d'estimer l'âge biologique réel et d'anticiper la trajectoire du vieillissement à l'échelle individuelle.
- › La médecine géroscentifique de demain ciblera directement la biologie du vieillissement et proposera une prise en charge, idéalement préventive et dans tous les cas globale, centrée sur la personne et le déclin fonctionnel plutôt que sur une maladie.

Références

- ¹ Étude INSEE Références. Projection démographique pour la France, ses régions et ses départements à l'horizon 2030. Accès : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1371861?sommaire=1371865>
- ² Fiche repère de l'OMS : Vieillesse et Santé. Accès : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- ³ Étude INSEE Première n°1943. Accès : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/7234483>
- ⁴ Rapport DREES n°1290. Accès : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/publications-communique-de-presse/etudes-et-resultats/lesperance-de-vie-sans-incapacite-65-ans-1>
- ⁵ Manuel sur les soins intégrés pour les personnes âgées, seconde édition, 2024. <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/c0cfd8b8-3c92-497e-ad5e-fb770ffcf8c4/content>
- ⁶ Kroemer G, Maier AB, Cuervo AM, Gladyshev VN, Ferrucci L, Gorbunova V, Kennedy BK, Rando TA, Seluanov A, Sierra F, Verdin E, López-Otin C. From geroscience to precision geromedicine: Understanding and managing aging. *Cell*. 2025 Apr 17;188(8):2043-2062.
- ⁷ Kriukov D, Efimov E, Gelfand MS, Moskalev A, Khrameeva EE. Do we actually need aging clocks? *NPJ Aging*. 2025 Dec 19;12(1):15.
- ⁸ Moaddel R, Candia J, Ubaida-Mohien C, Tanaka T, Moore AZ, Zhu M, Fantoni G, Church S, D'Agostino J, Fan J, Shehadeh N, De S, Lehrmann E, Kaileh M, Simonsick E, Sen R, Egan JM, Ferrucci L. Healthy Aging Metabolomic and Proteomic Signatures Across Multiple Physiological Compartments. *Aging Cell*. 2025 Jun;24(6):e70014.
- ⁹ Li W, Zhang Z, Kumar S, Botey-Bataller J, Zoodsma M, Ehsani A, Zhan Q, Alaswad A, Zhou L, Grondman I, Koeken V, Yang J, Wang G, Volland S, Crişan TO, Joosten LAB, Illig T, Xu CJ, Netea MG, Li Y. Single-cell immune aging clocks reveal inter-individual heterogeneity during infection and vaccination. *Nat Aging*. 2025 Apr;5(4):607-621.
- ¹⁰ Sayed N, Huang Y, Nguyen K, Krejcirova-Rajaniemi Z, Grawe AP, Gao T, Tibshirani R, Hastie T, Alpert A, Cui L, Kuznetsova T, Rosenberg-Hasson Y, Ostan R, Monti D, Lehallier B, Shen-Orr SS, Maecker HT, Dekker CL, Wyss-Coray T, Franceschi C, Jojic V, Haddad F, Montoya JG, Wu JC, Davis MM, Furman D. An inflammatory aging clock (iAge) based on deep learning tracks multimorbidity, immunosenescence, frailty and cardiovascular aging. *Nat Aging*. 2021 Jul;1:598-615.
- ¹¹ Wen J. Refining the generation, interpretation and application of multi-organ, multi-omics biological aging clocks. *Nat Aging*. 2025 Sep;5(9):1897-1913.
- ¹² Fuentealba M, Rouch L, Guyonnet S, Lemaitre JM, de Souto Barreto P, Vellas B, Andrieu S, Furman D. A blood-based epigenetic clock for intrinsic capacity predicts mortality and is associated with clinical, immunological and lifestyle factors. *Nat Aging*. 2025 Jul;5(7):1207-1216.
- ¹³ Jabrane-Ferrat N, Raffin J, Gouilly J, Najib S, Iscache AL, Marques C, Hall J, Jolivet N, Combes G, Viguerie N, Dejean S, Guyonnet S, Rolland Y, Cabou C, Vellas B, Barreto PS, Martinez LO, El Costa H. Mitochondrial Bioenergetic Profiling in T Cell Subsets Associates With Functional Health in Older Adults: A Cross-sectional Analysis From the INSPIRE-T Cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2025 Jun 10;80(7):glaf112.

Technologies pour le bien-vieillir : de l'innovation technologique à l'autonomie durable

Par Aly Chkeir

Le vieillissement démographique constitue l'un des enjeux sociétaux majeurs des prochaines décennies. Face à l'augmentation du nombre de personnes âgées et au souhait largement partagé de vieillir à domicile, les technologies apparaissent comme des outils essentiels pour préserver l'autonomie, prévenir la fragilité et améliorer la qualité de vie. Cependant, atteindre cet objectif reste conditionné par la conception, l'évaluation et le déploiement de ces technologies d'une manière adaptée, éthique et clairement centrée sur l'humain.

Le vieillissement : un défi sociétal qui appelle des réponses technologiques adaptées

Le vieillissement de la population s'accompagne d'une augmentation des situations de fragilité, de perte d'autonomie et de maladies chroniques. Ces évolutions exercent une pression croissante sur les systèmes de santé, les aidants et les politiques publiques. Dans ce contexte, le concept de bien-vieillir s'impose progressivement comme une approche proactive visant non seulement à prolonger l'espérance de vie, mais surtout à préserver les capacités fonctionnelles, les liens sociaux et la dignité des aînés.

Ces dernières années, de nombreuses solutions technologiques ont été développées pour répondre à ces défis. Cependant, l'expérience montre que l'innovation technologique seule ne garantit ni l'adoption de ces outils ni leur impact réel. Les solutions proposées restent souvent ponctuelles, intrusives ou déconnectées des besoins et usages réels des personnes âgées.

Vers un changement de paradigme : du ponctuel au longitudinal

Un changement de paradigme est aujourd'hui à l'œuvre dans le domaine des technologies pour le bien-vieillir. Les approches actuelles tendent à dépasser les évaluations ponctuelles pour s'inscrire dans une logique de suivi longitudinal, mieux adaptée à la nature progressive et évolutive du vieillissement.

Cette évolution s'appuie sur l'intégration de dispositifs capables de collecter sur la durée des données objectives liées à la mobilité, à l'équilibre, à la force musculaire ou encore aux comportements quotidiens. L'objectif n'est pas seulement de mesurer, mais de comprendre les trajectoires individuelles afin d'anticiper les situations de fragilité et de proposer des actions préventives adaptées.

De plus, l'intégration de données provenant de sources multiples permet d'obtenir une vision plus globale et plus précise de l'état fonctionnel des personnes âgées, tout en limitant les biais liés aux évaluations isolées ou réalisées en environnements artificiels.

Intelligence artificielle et confiance : un enjeu central

L'intelligence artificielle joue un rôle de plus en plus important dans l'analyse de ces données complexes. Cependant, son utilisation dans le domaine du bien-vieillir soulève des questions fondamentales liées à la confiance, l'acceptabilité par les utilisateurs et l'éthique. Dans des contextes sensibles liés à la santé et à l'autonomie, l'objectif n'est pas seulement de produire des prédictions, mais de fournir des outils compréhensibles, explicables et utiles pour la prise de décision humaine.

L'émergence de l'intelligence artificielle explicable constitue une avancée majeure dans ce domaine. Elle permet de renforcer la transparence des modèles, facilitant leur adoption par les professionnels de santé et favorisant leur acceptation par les utilisateurs finaux.



Principe du jumeau numérique pour le suivi longitudinal et personnalisé du bien-vieillir.

Des technologies intégrées à l'environnement de vie

Les technologies les plus prometteuses aujourd'hui sont celles qui s'intègrent de manière discrète dans l'environnement de vie des personnes âgées. En utilisant des objets du quotidien ou des capteurs non portés, ces dispositifs permettent une évaluation continue des capacités fonctionnelles sans contraindre l'utilisateur ni, ou perturber sa routine quotidienne, tout en étant mis en place avec l'information et l'accord des personnes concernées.

Ces solutions, développées par des laboratoires de recherche, des entreprises industrielles ou des start-up, illustrent une évolution vers des technologies moins visibles mais plus pertinentes au service de l'autonomie, de la prévention et du maintien à domicile. Elles offrent également un soutien précieux pour les aidants et les professionnels, en fournissant des indicateurs objectifs et exploitables.

Placer l'humain et l'éthique au cœur des technologies du bien-vieillir

Au-delà des aspects techniques, le succès des technologies du bien-vieillir repose sur une approche centrée sur l'humain. Cela implique une co-conception (conception participative) avec les utilisateurs, une attention particulière portée à l'acceptabilité, à la protection des données personnelles et la garantie d'un accès équitable aux innovations. Les démarches de type *Living Lab* (laboratoires vivants), basées sur l'expérimentation en conditions réelles de vie, jouent un rôle essentiel dans cette dynamique. Elles permettent d'évaluer les technologies dans des contextes de vie quotidiens, d'intégrer les retours des utilisateurs et d'adapter les solutions aux besoins réels. Nous avons développé un tel *Living Lab* *ActiAgeing* dédié au bien-vieillir à l'Université de Technologie de Troyes en lien avec la Chaire SilverTech.

Exemple de technologie développée et évaluée au Living Lab : un dispositif discret d'évaluation de la mobilité à domicile



Vase connecté instrumenté pour l'évaluation non intrusive de la mobilité à domicile.

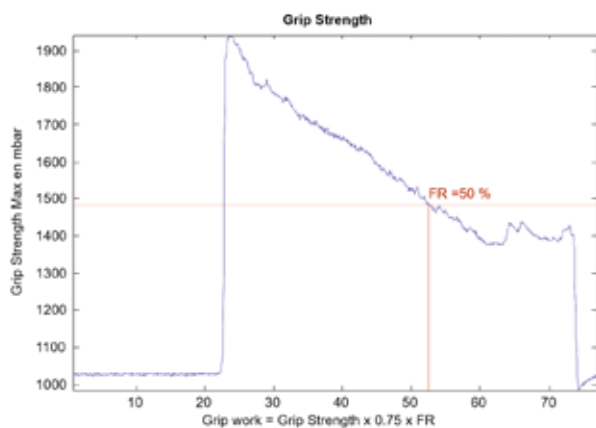
Un exemple représentatif des technologies développées au service du bien-vieillir concerne le vase connecté, un dispositif d'évaluation de la mobilité intégré à l'environnement domestique, conçu pour un usage quotidien, non intrusif et accepté par les personnes âgées. Intégré à un objet du quotidien instrumenté, il embarque des capteurs et

une électronique dédiée permettant de mesurer, de manière discrète, des paramètres fonctionnels tels que la vitesse de marche, la régularité des déplacements et certaines caractéristiques de la locomotion, sans contraindre l'utilisateur par le port d'un capteur. Les données collectées sont analysées à l'aide de méthodes de traitement du signal et de modélisation, développées dans le cadre de projets de recherche collaboratifs associant chercheurs, cliniciens et partenaires industriels, afin d'extraire des indicateurs objectifs et robustes et de limiter les biais des évaluations ponctuelles. Évalué en conditions réelles au sein de notre *Living Lab*, le dispositif permet également d'analyser l'acceptabilité, l'usage réel et son intégration dans la vie quotidienne, à partir des retours des personnes âgées, des aidants et des professionnels de santé. Cet exemple illustre l'évolution des technologies pour le bien-vieillir vers des systèmes intégrés, longitudinaux et centrés sur l'humain, conçus pour anticiper les trajectoires de fragilité et soutenir des stratégies de prévention personnalisées.

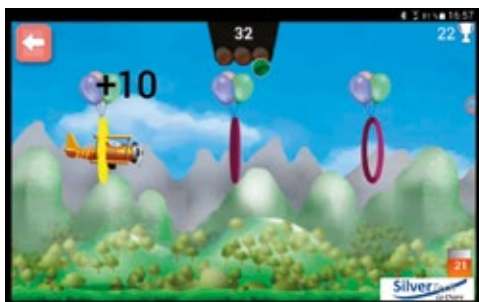
Exemple de technologie développée et évaluée au Living Lab : la Grip-Ball



La Grip-Ball : un dynamomètre connecté et ergonomique.



Courbe de force : mesure de la pression exercée avec précision.



Jeu sérieux : une interface ludique pour motiver les utilisateurs.

Un autre exemple représentatif des technologies développées et évaluées au service du bien-vieillir est la *Grip-Ball*, un dynamomètre connecté conçu pour l'évaluation de la force de préhension de manière ludique, confortable et engageante, en particulier chez les personnes âgées. Contrairement aux dispositifs classiques souvent perçus comme inconfortables, la *Grip-Ball* repose sur une balle souple instrumentée intégrant un capteur de pression, connectée en temps réel via Bluetooth pour permettre un suivi immédiat des performances. L'originalité de ce dispositif réside dans son intégration à un jeu sérieux, dans lequel l'utilisateur contrôle un avion en modulant la force exercée afin d'atteindre des cibles. Les niveaux d'effort sont adaptés aux caractéristiques individuelles, telles que le sexe et l'indice de masse corporelle, conformément aux critères de fragilité de Fried. Cette approche ludique favorise

l'adhésion des utilisateurs, réduit l'inconfort ressenti et permet une évaluation précoce de la fragilité, tout en ouvrant la voie à un suivi personnalisé. Développée et testée dans le cadre de projets de recherche collaboratifs et évaluée en conditions réelles, notamment au sein de notre *Living Lab*, la *Grip-Ball* illustre l'évolution des technologies de santé vers des solutions centrées sur l'utilisateur, combinant rigueur clinique, acceptabilité et potentiel de prévention. À terme, ce type de dispositif pourrait être enrichi de scénarios progressifs de rééducation et étendre son usage à d'autres populations, comme les patients en rééducation fonctionnelle.

Des perspectives pour l'avenir

Les données issues de capteurs hétérogènes intégrés à l'environnement de vie (objets connectés, dispositifs médicaux, capteurs ambiants) sont agrégées afin de construire un jumeau numérique individuel de la personne âgée. Des indicateurs-clés reflétant l'état fonctionnel, la santé et les comportements sont extraits et suivis dans le temps. L'évolution de ces indicateurs est analysée par rapport à un état de référence initial, défini sur une période préliminaire propre à chaque individu. Toute divergence significative, traduisant une amélioration ou une détérioration liée à une prescription, un changement de comportement ou un événement de vie ou de santé, est détectée et génère un point de vigilance à destination des professionnels, dans une logique de prévention, d'aide à la décision et de maintien de l'autonomie.

Conclusion : vers un bien-vieillir responsable et durable

Les technologies au service du bien-vieillir ne constituent pas une réponse unique aux défis du vieillissement, mais elles représentent un levier majeur pour accompagner cette transition démographique. En combinant innovation technologique, suivi longitudinal, intelligence artificielle explicable et démarche éthique, il devient possible de promouvoir un vieillissement plus autonome, plus actif et plus digne.

Le défi majeur aujourd'hui réside dans la capacité à transformer ces avancées technologiques en solutions durables, intégrées et acceptées, qui servent à la fois les individus et la société dans son ensemble. ■

À retenir

- › Le bien-vieillir nécessite des approches technologiques intégrées, longitudinales et centrées sur l'humain.
- › Les technologies doivent s'effacer derrière l'usage pour favoriser l'acceptabilité et l'autonomie.
- › L'intelligence artificielle explicable et l'éthique sont des conditions indispensables pour construire la confiance.
- › Les *Living Labs* constituent un levier essentiel pour des innovations pertinentes et responsables.



Aly CHKEIR

est enseignant-chercheur - HDR à l'Université de Technologie de Troyes et titulaire de la Chaire SilverTech. Spécialiste du traitement du signal et de l'intelligence artificielle, il développe des technologies innovantes et explicables pour la prévention de la fragilité, le suivi de l'autonomie et le bien vieillir, avec une approche interdisciplinaire et centrée sur l'humain.



Mickaël Briquet

L'ACCEPTATION DES TECHNOLOGIES POUR L'AUTONOMIE DANS L'HABITAT

ADAPTATION DE NOTRE SOCIÉTÉ AU VIEILLISSEMENT DE LA POPULATION

La France vieillit, tout le monde le sait. Le rapport Laroque de 1962 parlait déjà de la nécessité d'adapter notre société à ce bouleversement démographique. Pour autant, sommes-nous collectivement prêts à faire face ? Avons-nous suffisamment de professionnels de santé ou de soutien à domicile pour les prochaines années ? Assurément non, si l'on en croit les derniers rapports de la DREES et de l'IGAS sur le sujet... Nos villes ou encore nos habitats sont-ils adaptés pour que nos vieux puissent circuler, marcher, faire du vélo ou tout simplement sortir de chez eux pour vaquer à leurs occupations ? Là encore, si l'on lit les différents rapports de France Silver Éco de ces derniers mois, de Luc Broussy en mai 2021 ou encore les revendications de l'Association Française des Professionnels pour l'Accessibilité aux Personnes Handicapées (AFPAP)¹, nous sommes encore assez loin du compte.

LA PROBLÉMATIQUE DE L'HABITAT ADAPTÉ

Si l'on se concentre sur la question de l'habitat, cela fait déjà quelques années que les pouvoirs publics ont pris conscience de la nécessité de faire évoluer les choses, notamment avec les rapports Boulmier de 2009 et 2010. Ce que j'appelle « l'habitat aidant » est devenu au fil du temps, non plus ce qui pourrait remplacer les aides humaines, mais bien une solution crédible pour accompagner le plus grand nombre dans le temps, pour vivre tout simplement sa vie chez soi avec un maximum de sécurité et d'autonomie. Cet habitat, que nous devons faire évoluer tout au long de notre vie, pour accueillir un enfant, aménager un espace de télétravail ou encore transformer une chambre libérée en salle de loisirs, doit encore se transformer une nouvelle fois après la retraite et plus précisément quand certains actes de la vie quotidienne deviennent naturellement plus compliqués à réaliser. Car rappelons que le vieillissement est normal, que ce n'est pas une pathologie,

mais qu'avec lui nos fonctions musculaires, cardio respiratoires, sensorielles ou encore cognitives diminuent naturellement. Alors pour faire évoluer son logement, trois solutions s'offrent à nous : les travaux d'adaptation (notamment encouragés par l'État dans le cadre de Ma Prime Adapt²), les aides techniques et les technologies pour l'autonomie (qu'on appelait encore il y a peu les gérontechnologies).

LA PLACE DES TECHNOLOGIES POUR L'AUTONOMIE DANS L'HABITAT

Apparue dans les années 1980, la gérontechnologie est un champ de recherche multidisciplinaire né de la convergence entre vieillissement démographique et l'essor des technologies. Introduit par Jan Graafmans, le terme désigne l'ensemble des technologies et systèmes d'assistance visant à favoriser un vieillissement autonome en compensant les limitations cognitives, sensorielles ou physiques liées à l'âge, tout en soutenant les capacités individuelles. Structurée

progressivement dans les années 1990 puis consolidée comme domaine scientifique à part entière depuis les années 2000, la gérontechnologie couvre aujourd'hui des applications allant des aides techniques simples (barres d'appui) aux dispositifs connectés complexes, en passant par les technologies de santé, de communication, de domotique, de mobilité, d'utilisation de l'IA et de robotique. Elle mobilise un écosystème élargi associant gérontologie, ingénierie, architecture, sciences cognitives, sociologie, médecine et acteurs industriels². Aujourd'hui, nous n'employons plus ce vocable pour le moins stigmatisant, mais bien celui de technologies pour l'autonomie. Mais est-ce le bon ?

Le nombre de ces technologies est aujourd'hui impressionnant, que ce soit pour mesurer son nombre de pas, sa tension, surveiller son rythme cardiaque, son temps de sommeil, alerter en cas de chute, prédire les chutes, communiquer avec un avatar quand on souffre de solitude ou d'une maladie neurodégénérative, indiquer une prise de médicament, aider à faire son ménage... Mais puisque tout existe, ou presque, comment se fait-il que si peu de seniors soient véritablement équipés de ces technologies ?

COMMENT CONCEVOIR DES TECHNOLOGIES RÉELLEMENT ADAPTÉES AUX USAGES ?

Pendant des années, les 50 ans et plus ont été décrits comme un public « à accompagner vers le numérique », sous-entendant une forme de retard culturel ou technologique. Cette vision, héritée des débuts d'Internet, ne tient plus face aux données actuelles.

Les chiffres 2025-2026 issus des travaux de l'AARP, de *Link-age Connect* et de Longévité, la newsletter de la Silver Économie, dessinent un tout autre paysage : les seniors sont massivement équipés, connectés et surtout utilisateurs réguliers des technologies numériques. La véritable question n'est donc pas : « Comment faire adopter la technologie aux seniors ? », mais plutôt : « comment concevoir des technologies à la hauteur de leurs attentes ? »

Les technologies doivent être utiles, compréhensibles, fiables, interopérables et surtout non stigmatisantes. Il est inutile

de créer un outil pour vieux, mais un outil pour tous, et notamment quand on est senior. Un exemple concret est à citer avec Samsung, qui l'a bien compris en s'associant avec le téléassiste Assystel pour créer la *Raspberry Watch* (la montre Framboise).

Ces services technologiques doivent ainsi respecter l'autonomie décisionnelle, avec des interfaces pensées pour l'usage réel et non théorique : « parce que ma grand-mère est tombée, alors j'ai créé une technologie pour vieux ». Ce n'est pas suffisant comme preuve de service rendu.

Les difficultés de développement des technologies pour l'autonomie en France font écho à un problème plus large : notre difficulté à inscrire la prévention dans la durée et à accompagner les changements d'habitudes.

LES CLÉS POUR UNE BONNE APPROCHE

En matière de santé, les stratégies classiques reposent souvent sur l'information et la motivation consciente. Or, comme le montrent les travaux de Benjamin Gardner et Philippa Lally³, ces approches produisent des effets souvent transitoires, car elles mobilisent des processus délibératifs qui s'épuisent avec le temps. À l'inverse, la recherche souligne que la répétition d'un comportement simple dans un contexte stable permet son automatisation progressive, avec un plateau d'habitude atteint en moyenne après 66 jours. Le parallèle avec les technologies pour l'autonomie est direct. En France, nous finançons des solutions, mais nous investissons peu dans l'accompagnement comportemental nécessaire à leur intégration dans les routines quotidiennes. Installer un dispositif ne suffit pas : encore faut-il en soutenir l'appropriation jusqu'à ce qu'il devienne une pratique ordinaire.

C'est précisément là que l'ergothérapie joue un rôle structurant. Discipline centrée sur l'activité réelle et les habitudes de vie, elle ne se limite pas à recommander un équipement ou une adaptation : elle accompagne l'inscription du changement dans le quotidien, en travaillant le contexte, la répétition, la simplicité des gestes et l'appropriation par la personne. Autrement dit, elle transforme une solution technique en usage stabilisé et signifiant.

Depuis plusieurs années, la CNSA, des départements et certaines caisses de retraite ont permis le déploiement de prestations d'ergothérapie à l'attention des seniors. Il y a eu de belles avancées avec la mise en place de CICAT (centre d'information et de conseil en aide technique), de Technicothèques (Mutualité Française), d'Ergothèques (Merci Julie) ou encore des EQLAAT (équipes locales d'accompagnement sur les aides techniques) dans le cadre d'un article 51 et dont nous attendons encore aujourd'hui le déploiement sur l'ensemble du territoire français, prévu par la loi n° 2024-317 du 8 avril 2024. ■

CONCLUSION

Prévention et technologies pour l'autonomie rencontrent ainsi le même défi : passer d'une logique de déploiement à une logique d'intégration. La question n'est pas seulement technologique ou budgétaire. Elle est comportementale, et l'ergothérapie en est l'un des leviers opérationnels majeurs. Faisons en sorte d'accompagner les changements d'habitudes de vie avec de l'humain, pour que les technologies pour l'autonomie prennent de plus en plus leur place dans le quotidien des seniors. ■

Références

¹ <https://afpaph.com/association/notre-objectif-nos-missions/>

² Histoire des gérontechnologies, Sabina Misoch – 2016

³ Centre de recherche sur les comportements de santé, Département d'épidémiologie et de santé publique, University College London, Benjamin Gardner et Philippa Lally – 2016



Mickaël BRIQUET

Ergothérapeute DE est cofondateur (en 2016) et Directeur Général de Merci Julie (ESUS). Il est aussi membre de l'Association Française des Ergothérapeutes en Gériatrie et représentant des ergothérapeutes à la Filière Silver Économie.

[in/mickaël-briquet-3b93b273/](https://in.linkedin.com/in/mickaël-briquet-3b93b273/)

Seniors et numérique : entre appropriation du quotidien et nouveaux freins à lever

Par **Christine Tabuenca**



Christine TABUENCA
est Directrice Générale
de la Fondation Médéric Alzheimer.
Psychomotricienne et diplômée de l'École
Nationale de Santé Publique de Rennes,
elle a démarré sa carrière professionnelle
à l'international en développant des
établissements médico-sociaux. Elle occupe
différents postes au sein de l'AFM-Téléthon
puis prend la direction de la communication
et du développement de Sidaction en janvier
2007. En 2014, elle rejoint l'ARSLA (Association
pour la Recherche sur la Sclérose Latérale
Amyotrophique) en tant
que Directrice générale.

Christine Tabuenca a été formatrice au
CESAP (Comité d'Études, d'Éducation et
de Soins adaptés auprès des Personnes
Polyhandicapées) pendant plus de 20 ans. Elle
participe à de nombreux groupes de travail
dans les domaines des personnes âgées et
des sciences humaines et sociales, comme le
labo de solutions de demain de la CNSA. Elle
est trésorière de la NPIS (*Non Pharmacological
Intervention Society*), société savante pour
développer la recherche sur les interventions
non médicamenteuses et a été administratrice
et secrétaire de Don en Confiance.

© fondation-mederic-alzheimer.org

Longtemps perçus comme éloignés des technologies numériques, les seniors français ont largement intégré ordinateurs et smartphones dans leur vie quotidienne. Une enquête que nous avons récemment menée en partenariat avec l'Institut de sondage IFOP, auprès des 50 ans et plus, met toutefois en lumière un paradoxe persistant : si l'équipement et les usages de base sont désormais bien installés, de nombreux freins – économiques, techniques et symboliques – continuent de limiter une appropriation plus large et plus confiante du numérique.

Un équipement désormais quasi généralisé

Les résultats de l'enquête montrent que le numérique fait, aujourd'hui, partie du quotidien de la très grande majorité des seniors. Ordinateur et smartphone sont devenus des équipements standards, y compris chez les plus âgés. La fracture numérique liée à l'accès aux équipements tend ainsi à se réduire, même si certaines disparités subsistent avec l'avancée en âge. En revanche, les technologies perçues comme plus récréatives ou plus complexes – télévision connectée, consoles de jeux, objets connectés – restent nettement moins diffusées et leur usage décroît fortement après 75 ans.

Des usages centrés sur la communication

Si l'équipement progresse, les usages restent majoritairement utilitaires. Les seniors utilisent avant tout leur smartphone pour téléphoner, envoyer des messages, naviguer sur Internet ou consulter leurs courriels. Les réseaux sociaux, la prise de photos ou certaines applications trouvent leur place, mais de manière plus modérée. À l'inverse, les fonctionnalités plus avancées – visioconférence, agenda numérique, applications de santé ou fonctions vocales – restent encore marginales. Le numérique est ainsi perçu d'abord comme un outil de communication et d'accès à l'information, plus que comme un levier global d'autonomie.

Des technologies d'assistance encore peu connues

Malgré l'existence de nombreux dispositifs facilitant la lecture, l'écriture ou l'audition, leur adoption reste très faible. Claviers à grosses touches, applications d'agrandissement, lecture vocale ou équipements amplifiés sont peu utilisés, y compris par les personnes fragilisées. Ce faible recours semble moins lié à un refus qu'à un manque d'information, à la complexité d'installation ou à une difficulté à identifier des solutions réellement adaptées.

Motivations et attentes : le lien social avant tout

Lorsqu'on interroge les seniors sur ce qui pourrait les inciter à utiliser davantage le numérique, le maintien du lien avec les proches arrive largement en tête. Faciliter les tâches quotidiennes, gérer les rendez-vous médicaux ou se sentir plus en sécurité à domicile constituent également des leviers importants, en particulier chez les personnes en situation de fragilité. En revanche, les usages liés à la prévention, à la santé ou à l'accompagnement d'un proche restent encore secondaires dans les représentations.

Des freins persistants et structurants

Le principal obstacle identifié demeure le coût des équipements et des services, notamment pour les ménages modestes. Viennent ensuite les craintes liées à la sécurité, aux escroqueries et à la protection des données personnelles. La complexité technique, le manque de formation et la peur de faire des erreurs renforcent un sentiment d'exclusion symbolique : pour une partie des seniors, le numérique reste perçu comme « pas fait pour eux ».

L'accompagnement, clé de l'appropriation

Si une majorité de seniors se déclarent autonomes, près de quatre sur dix ont déjà eu besoin d'aide pour installer ou paramétrer un équipement. Cette aide repose très majoritairement sur l'entourage familial ou amical, tandis que les structures locales et les dispositifs publics restent peu mobilisés. Ces résultats soulignent l'importance d'un accompagnement de proximité, ciblé sur les étapes clés de la prise en main et de la sécurisation des usages. ■

Pour aller plus loin, retrouvez l'infographie et la présentation complète des résultats sur : fondation-mederic-alzheimer.org



À retenir

- › Les seniors sont aujourd'hui très largement équipés en ordinateurs et smartphones, ce qui témoigne d'une réduction progressive de la fracture numérique liée à l'accès aux technologies.
- › Leurs usages restent cependant majoritairement centrés sur la communication et l'accès à l'information, tandis que les fonctionnalités plus avancées ou spécialisées demeurent peu mobilisées.
- › Les technologies numériques d'assistance, pourtant conçues pour compenser les fragilités liées à l'âge ou à la perte d'autonomie, restent encore largement méconnues et sous-utilisées.
- › Le coût des équipements et des abonnements, les craintes liées à la sécurité et à la protection des données, ainsi que la complexité perçue des outils constituent les principaux freins à une appropriation plus large du numérique.
- › Enfin, l'accompagnement humain apparaît comme un facteur déterminant pour renforcer la confiance des seniors, sécuriser les usages et favoriser une appropriation durable des technologies numériques.



Nivenn Lanos

MAINTENIR LE LIEN SOCIAL CHEZ LES PERSONNES ÂGÉES : UN PROBLÈME D'INGÉNIERIE SOCIO-TECHNIQUE

Le maintien du lien social est aujourd'hui reconnu comme l'un des déterminants majeurs du « bien vieillir ». Au-delà de la lutte contre l'isolement, il interroge la capacité de notre société à permettre aux personnes âgées, y compris les plus fragiles, de rester actrices de leur environnement relationnel lorsque l'autonomie diminue. Dans ce contexte, les technologies ne peuvent être pensées comme de simples outils de communication, mais comme des systèmes sociotechniques soumis à de fortes contraintes humaines, organisationnelles et techniques.



Nivenn LANOS

est directeur d'E-lia et ingénieur de formation. Il conçoit et déploie des systèmes numériques utilisés en conditions réelles dans le secteur médico-social, au contact direct des équipes, des résidents et des familles. Son travail s'inscrit dans une approche d'ingénierie sociotechnique, visant à concevoir des technologies capables de soutenir le lien social sans le formaliser ni le remplacer.

Le lien social, un déterminant central du bien vieillir

Les politiques publiques, les travaux de recherche et les retours de terrain convergent : le lien social joue un rôle déterminant sur la santé globale des personnes âgées. Il agit comme un facteur protecteur sur l'équilibre psychologique, la prévention du repli social, le maintien des capacités cognitives et le sentiment de dignité.

Pour autant, le lien social demeure difficile à objectiver. Il ne se réduit ni à la fréquence des visites familiales, ni à la participation à des activités formalisées. Il se construit dans des interactions ordinaires, répétées, parfois discrètes, mais essentielles au sentiment d'appartenance à un collectif.

Vieillir, dépendance et interdépendances sociales

Les approches sociologiques rappellent que la notion de « dépendance » ne peut être comprise indépendamment des relations sociales dans lesquelles elle s'inscrit. Vieillir ne consiste pas uniquement en une perte de capacités fonctionnelles ; c'est aussi entrer dans un système d'interdépendances où la personne compose avec son entourage familial, ses relations de proximité et l'institution.

Ces réseaux relationnels sont évolutifs, perméables et souvent fragilisés par les ruptures de parcours de vie. La capacité à maintenir des liens et à rester reconnu dans plusieurs sphères relationnelles constitue alors une ressource essentielle, y compris en situation de fragilité.

Autonomie, GIR et pathologies : une contrainte structurante

Dans le champ médico-social, le maintien du lien social ne peut être dissocié du niveau d'autonomie des personnes. La grille AGGIR, qui classe les situations de dépendance de GIR 1 à GIR 6, met en évidence une contrainte fondamentale pour la conception des dispositifs numériques : les capacités fonctionnelles, cognitives et relationnelles sont hétérogènes et évolutives.

Une personne évaluée en GIR 4 ou 5 peut encore initier certaines interactions de manière relativement autonome. À l'inverse, une personne en GIR 2 ou 3, ou présentant des troubles cognitifs modérés (MCI, maladie d'Alzheimer), nécessite des dispositifs fortement assistés ou compensatoires. En situation de grande dépendance (GIR 1), le lien social ne s'établit plus principalement par l'action directe, mais par des médiations, des stimuli, des rythmes adaptés et des présences indirectes.

À cette diversité s'ajoute celle des pathologies liées au grand âge : maladies neurodégénératives, troubles de la relation, déficiences sensori-motrices, troubles fonctionnels ou du langage. Ces

pathologies modifient profondément la manière dont une personne perçoit, comprend et engage la relation. Pour l'ingénieur, le défi n'est donc pas de proposer un usage unique, mais de concevoir un système capable de s'appuyer sur les capacités préservées et d'évoluer avec elles dans le temps.

Technologies et lien social : dépasser l'illusion solutionniste

Face à ces enjeux, les technologies numériques sont souvent mobilisées comme des réponses immédiates à l'isolement. Messageries, applications et visioconférences se multiplient, avec des résultats contrastés.

L'expérience montre que les échecs ne tiennent pas tant à la technologie elle-même qu'à une mauvaise formulation du problème : considérer le lien social comme un simple flux de communication. Or, sur le terrain, les interactions sont discontinues, asynchrones, souvent médiées par des tiers, et fortement contraintes par l'organisation des établissements.

Du problème social au problème d'ingénierie

Aborder le maintien du lien social par la technologie suppose de reformuler la question en termes d'ingénierie des systèmes. Le véritable défi n'est pas l'absence d'outils numériques, mais la difficulté à faire fonctionner durablement un système d'interactions impliquant des acteurs aux capacités, aux usages, aux cultures et aux contraintes très hétérogènes : résidents, familles, professionnels et organisations.

À cette complexité s'ajoute celle des environnements de déploiement. Le secteur médico-social est aujourd'hui confronté à de fortes contraintes humaines et organisationnelles : hétérogénéité des profils professionnels, niveaux de formation variables, pénurie structurelle de soignants, faible attractivité de certains métiers et *turn-over* élevé.

Dans ce contexte, la relation entre établissements et familles peut également être fragilisée. Les crises récentes du secteur ont renforcé des formes de défiance à l'égard des équipes. Ces facteurs pèsent directement sur les conditions d'appropriation des outils numériques : une solution techniquement pertinente peut échouer si elle suppose un climat de confiance, une homogénéité des compétences ou une disponibilité humaine qui n'existent pas toujours.

Une démarche de conception orientée usages

La démarche ayant conduit à E-lío s'est construite à partir de situations d'usage observées en établissement, et non à partir de fonctionnalités théoriques. Cette approche a conduit à plusieurs choix structurants :

- › limiter au maximum les actions requises côté résident ou patient ;
- › permettre aux familles d'interagir sans contrainte technique ;
- › intégrer la solution dans les pratiques existantes des équipes, sans charge opérationnelle supplémentaire.

Cette logique a conduit à privilégier des interfaces passives ou assistées (écrans collectifs, interactions vocales, diffusion de contenus contextualisés), ainsi qu'une orchestration centralisée des échanges par les professionnels. La conception s'est faite par itérations successives, avec une remise en question régulière des usages dont la valeur relationnelle n'était pas démontrée.

Des choix de conception guidés par les limites de la technologie

L'expérience de terrain montre que la technologie ne peut, à elle seule, répondre à la complexité du lien social. La conception d'E-lío s'est donc appuyée sur une reconnaissance explicite de ces limites.

Le dispositif a été pensé comme un complément à la présence humaine, intervenant dans les interstices du quotidien lorsque la présence physique

d'un tiers est impossible ou intermittente. Le lien social n'a pas été abordé comme un usage à recréer, mais comme une réalité préexistante à préserver.

La diversité des niveaux de GIR et des pathologies a conduit à concevoir des modalités d'interaction ajustées aux capacités des personnes, et à réduire volontairement le nombre d'usages proposés afin de privilégier la simplicité et la continuité.

E-lío : une solution technique modulaire et adaptative

La démarche ayant conduit à E-lío s'est construite à partir de situations d'usage observées en établissement, et non à partir de fonctionnalités théoriques. Cette approche a conduit à plusieurs choix structurants :

- › limiter au maximum les actions requises côté résident ou patient ;
- › permettre aux familles d'interagir sans contrainte technique ;
- › intégrer la solution dans les pratiques existantes des équipes, sans charge opérationnelle supplémentaire.

Sur le plan technique, E-lío se présente comme un écosystème de services interconnectés reposant sur une architecture modulaire. Il combine des interfaces accessibles aux résidents, des outils numériques à destination des familles et un socle logiciel de pilotage destiné aux établissements. Cette architecture permet la diffusion d'informations et de contenus dans les lieux de vie, la facilitation des interactions entre familles et résidents, la gestion et la modération des usages par les professionnels, ainsi que l'adaptation des dispositifs aux niveaux de GIR et aux pathologies.

La conception d'E-lío a intégré dès l'origine les contraintes humaines du secteur : temps limité des équipes, compétences numériques hétérogènes et charge mentale élevée. Cela s'est traduit par des choix techniques visant à réduire les manipulations, automatiser certaines

tâches et renforcer la lisibilité des interactions.

Afin de rendre ces choix concrets, il est possible de se placer du point de vue d'une personne âgée vivant en établissement, présentant une perte d'autonomie, qu'elle soit liée à des troubles cognitifs ou à des limitations motrices. Dans son quotidien, cette personne n'initie plus spontanément des interactions numériques complexes. Elle ne se connecte pas à une application, ne navigue pas dans des menus et n'adapte plus ses gestes aux contraintes d'un outil. Pour autant, le besoin de relation, de repères et de continuité avec son environnement demeure.

Dans ce contexte, certains éléments relationnels lui parviennent sans action volontaire complexe. Une photographie envoyée par un proche apparaît sur l'écran posé sur sa table de nuit. Un court message est lu automatiquement pour lui rappeler qu'une animation débutera dans quelques minutes. Ces contenus ne sollicitent ni apprentissage, ni effort cognitif particulier ; ils s'inscrivent dans l'environnement immédiat, au même titre que les autres stimuli du quotidien.

Lorsque la difficulté est principalement motrice, l'interaction vocale permet de préserver une autonomie fonctionnelle. Demander à allumer la lumière, à lancer la radio ou à initier un appel visio avec un proche devient possible sans manipulation fine, sans déplacement et sans assistance systématique d'un tiers. La technologie ne supprime pas la pathologie, mais elle contribue à éviter l'exclusion et la marginalisation de la personne.

Du point de vue de la personne âgée, il ne s'agit pas tant d'« utiliser » une technologie que de continuer à agir sur son environnement et à percevoir des présences familiales, selon des modalités compatibles avec ses capacités. Du point de vue du système, cette situation repose sur des interfaces passives ou vocales, une diffusion asynchrone des contenus et une orchestration assurée par les professionnels ou les proches.

Conclusion

Les technologies au service du bien vieillir ne peuvent être pensées indépendamment des réalités humaines et organisationnelles de l'accompagnement du grand âge.

Maintenir le lien social n'est pas seulement un problème de communication, mais un défi d'ingénierie socio-technique, qui engage des choix de conception, d'architecture et d'éthique.

Le rôle de la technologie n'est alors ni de remplacer la relation humaine, ni de la mettre en scène, mais d'en préserver les conditions, y compris lorsque la fragilité s'installe. ■

À retenir

- › Le maintien du lien social constitue un enjeu central du bien vieillir, indissociable des niveaux d'autonomie et des pathologies liées au grand âge.
- › La conception d'E-lío repose sur le constat que le lien social ne se résume pas à un échange numérique, mais à une continuité relationnelle intégrée au quotidien.
- › E-lío a été pensé comme un système sociotechnique capable de s'adapter aux capacités des personnes âgées, plutôt que de leur imposer des usages numériques standardisés.
- › Son architecture modulaire permet de répondre à des situations très hétérogènes, qu'il s'agisse de troubles cognitifs, de limitations motrices ou de contraintes organisationnelles en établissement.

La Poste Santé & Autonomie : technologies et proximité pour relever le défi du bien-vieillir

Vieillesse accélérée de la population, explosion des maladies chroniques, inégalités territoriales d'accès aux soins : permettre aux citoyens de bien vieillir constitue l'un des défis majeurs des prochaines décennies. Cette transformation ne pourra reposer ni sur l'hôpital seul ni sur le numérique seul. Elle exige un continuum de services combinant infrastructures technologiques, exploitation responsable des données et présence humaine. C'est l'ambition portée par La Poste Santé & Autonomie : construire une santé de proximité augmentée par la technologie.

Un acteur hybride, au croisement de l'humain et du numérique

Créée en 2023, La Poste Santé & Autonomie rassemble les activités santé et autonomie du groupe La Poste autour de deux piliers : la santé à domicile et la donnée santé. Avec près de 10 000 personnes, l'entité couvre l'ensemble du parcours de santé - prévention, hospitalisation, retour et maintien à domicile - grâce à une combinaison de services humains et de solutions numériques.

« Nous voulons faire le lien entre les soignants et les patients », résume Dominique Pon, Directeur Général de La Poste Santé & Autonomie. L'objectif n'est pas de remplacer les professionnels de santé, mais de fluidifier les interactions entre les différents acteurs - ville, hôpital, médico-social et domicile - grâce à des outils interopérables et sécurisés.

Cette approche permet de structurer un système souvent fragmenté, où des centaines d'outils numériques coexistent sans toujours communiquer entre eux.

Le domicile, nouveau centre de gravité du système de santé

En France, la grande majorité des seniors souhaite vieillir chez elle. Mais cette aspiration suppose d'assurer surveillance, prévention et coordination hors des structures hospitalières. Autrement dit, il s'agit de transformer le domicile en véritable espace de santé connecté, capable d'assurer une continuité de prise en charge pour des personnes souvent âgées, isolées ou éloignées du système de soins.

Dans ce contexte, les technologies numériques deviennent un levier indispensable : télésuivi, partage sécurisé des informations, outils d'aide à la décision ou détection précoce des fragilités permettent d'intervenir sans déplacer systématiquement le patient. Elles sont particulièrement cruciales pour les territoires ruraux ou les populations les plus vulnérables, pour lesquelles l'accès aux soins est parfois difficile.

Le réseau territorial du groupe constitue ici un atout unique. « Le facteur fait partie

des rares personnes à qui les Français ouvrent la porte de leur domicile », rappelle Dominique Pon. Cette proximité permet d'« aller vers » les publics isolés ou fragiles, d'identifier les situations à risque et de créer un premier point de contact avec le système de santé.



Cette capacité d'« aller vers » prend tout son sens lorsqu'elle s'inscrit dans des dispositifs structurés de prévention. La Poste Santé & Autonomie participe ainsi au déploiement national du programme ICOPE (*Integrated Care for Older People*), conçu par l'Organisation Mondiale de la Santé. Ce programme vise à repérer précocement les fragilités liées à l'âge afin de retarder l'entrée en dépendance, en s'appuyant sur un réseau de proximité et des postiers spécifiquement formés.

Au-delà du repérage, l'enjeu est d'organiser la continuité de l'accompagnement. Prestations de santé à domicile, livraison de matériel médical, portage de repas, accompagnement thérapeutique ou télésuivi : ces services permettent de sécuriser le retour ou le maintien à domicile et d'inscrire la prévention dans la durée.

Cette évolution est indispensable : d'ici 2035, la France pourrait compter près de 30 millions de patients atteints de pathologies chroniques.

Plateformes et intelligence artificielle au service des parcours

Pour accompagner ce basculement vers le domicile, le maintien à domicile à grande échelle nécessite des infrastructures numériques robustes capables de coordonner les acteurs et d'exploiter des volumes importants de données.

La plateforme Careside de La Poste Santé & Autonomie permet par exemple d'organiser les transitions entre l'hôpital et le domicile, de partager l'information entre professionnels et d'assurer le télésuivi des patients. Les données collectées en vie réelle contribuent à personnaliser l'accompagnement et à détecter précocement les complications.

L'intelligence artificielle complète ce dispositif. La plateforme DALVIA développées par la Poste Santé & Autonomie synthétisent automatiquement les dossiers médicaux ou transcrivent les consultations, afin de réduire la charge administrative et de redonner du temps aux soignants.

Ces outils ouvrent la voie à une médecine dite populationnelle, capable d'anticiper les risques et d'optimiser l'allocation des ressources de santé.

Souveraineté numérique et confiance, conditions du bien-vieillir

La gestion des données de santé exige des garanties fortes en matière de sécurité et d'éthique. La Poste Santé & Autonomie privilégie un modèle souverain, reposant sur des infrastructures hébergées en France ou en Europe et conformes à la réglementation française et européenne.

« La santé est financée par les citoyens. Nous devons en maîtriser les outils et les

données », défend Dominique Pon. Cette approche vise à préserver l'autonomie stratégique du système de santé tout en renforçant la confiance des patients.

Une infrastructure invisible au service de la longévité

Permettre aux personnes âgées de vivre plus longtemps chez elles ne dépend ni uniquement de la médecine ni uniquement de la technologie. Cela suppose un écosystème complet, combinant capteurs humains, plateformes numériques et exploitation responsable des données.

En s'appuyant sur son maillage territorial et ses compétences numériques, La Poste Santé & Autonomie propose une voie singulière : une santé de proximité augmentée par la technologie.

Dans une société vieillissante, cette convergence pourrait constituer l'une des infrastructures essentielles du XXI^e siècle – une infrastructure où réseaux numériques et présence humaine assurent ensemble la continuité du lien social et sanitaire. ■



Dominique PON

Directeur général de La Poste Santé & Autonomie. Ingénieur Télécom Sud Paris de formation, Dominique Pon consacre sa première partie de carrière à l'industrie. En 2001, il rejoint la Clinique Pasteur de Toulouse en tant que DSI, avant d'en prendre la Direction Générale en 2011. En parallèle, il fonde Clinavenir (2012) et est à l'origine de la création d'un incubateur (Hi-Lab) et de plusieurs start-up.

De 2019 à 2022, il assure la mission de « Responsable ministériel au numérique en santé ». Dominique Pon a rejoint le comité exécutif de Docaposte en janvier 2023 et, en octobre 2023, il prend la Direction Générale de La Poste Santé & Autonomie nouvellement créée pour porter la stratégie Santé et Autonomie du groupe La Poste.

La Poste mobilise son réseau de proximité pour détecter précocement la fragilité chez les seniors dans le cadre du programme ICOPE.





Cécile Rostin



Smart Bear, e-EHPAD, Parcours Flashes : l'ingénierie territoriale au service du Bien-Vieillir



Cécile ROSTIN

Coordnatrice des actions collectives e-santé, Catel. Au service du développement d'usages d'e-santé depuis 20 ans, et animatrice de collectifs d'experts sur plusieurs thématiques de télésanté, elle dispose d'une connaissance experte de ces pratiques, ainsi que des atouts, freins et leviers du développement d'usages dans ce domaine. Elle saura mettre sa créativité et son esprit de synthèse au service de ce projet.

Alors que la France s'apprête à faire face à une transition démographique majeure, le numérique en santé ne doit plus être considéré comme une simple option technique, mais comme un levier structurel indispensable pour soutenir notre système de santé. De la coordination française du projet européen *Smart Bear* au déploiement territorial du programme e-EHPAD, Catel, coopérative en e-santé, dessine une trajectoire cohérente : il s'agit d'abord de prouver l'acceptabilité des technologies par les seniors à leur domicile, pour ensuite déployer des parcours de prise en charge quel que soit leur lieu de vie.

Smart Bear : la preuve par l'usage au domicile

Le projet européen *Smart Bear*, financé par le programme Horizon 2020, était une expérimentation grandeur nature inédite pour valider l'usage par les seniors à domicile des objets connectés de santé. En France,

ce programme ambitieux a été coordonné par Catel, avec le CHU de Lille et le soutien de Streamvision. L'expérimentation a permis d'équiper près de 900 seniors volontaires, âgés de 65 à 80 ans, de kits complets d'objets connectés comprenant des montres, balances, oxymètres, tensiomètres et smartphones. L'objectif scientifique était de recueillir une quantité massive de données de santé pour identifier des biomarqueurs prédictifs de troubles de l'équilibre, cardiovasculaires ou cognitifs, mais l'enseignement majeur pour la filière résidait ailleurs. En effet, au-delà du recueil massif de données de santé, l'objectif scientifique principal de l'étude était d'évaluer l'acceptabilité des dispositifs connectés chez les seniors.

Les résultats observés sur le terrain contredisent les idées reçues sur la fracture numérique générationnelle. Les participants, y compris les plus âgés, ont montré une forte appétence pour ces outils connectés, prouvant que l'acceptabilité technologique est une réalité dès lors que l'outil est pertinent. Cependant, cette adoption ne s'est pas faite

seule. L'expérience a montré que l'humain reste la clé de voûte du déploiement de tout dispositif technique. En effet, le succès de ce déploiement a reposé sur un accompagnement solide, matérialisé par un *Helpdesk* géré par Catel qui a traité des centaines de demandes pour rassurer, expliquer et former les utilisateurs. Enfin, ce projet a mis en lumière un véritable *empowerment* des seniors. Avoir la capacité de mesurer eux-mêmes leurs propres paramètres de santé a redonné aux seniors le pouvoir d'agir sur celle-ci, comme en témoigne un participant qui explique que ces outils lui ont permis de prendre soin de lui et de réaliser qu'il pouvait améliorer son état de santé par l'activité physique.

Le projet *Smart Bear* a abouti à un consensus fort des territoires pilotes pour continuer à intégrer les objets connectés au bénéfice des seniors. Ces résultats ont été positivement reçus par la Commission Européenne, qui soutient cette approche innovante au service du Bien-Vieillir.

e-EHPAD : De l'expérimentation à la modélisation territoriale

Les projections de la Drees sont sans appel : avec 23 millions de seniors d'ici 25 ans et 750 000 personnes en perte d'autonomie supplémentaires, le système actuel court à sa perte. L'enjeu dépasse la question du nombre de lits ; il s'agit d'un besoin accru de prise en charge médicale pour des seniors en perte d'autonomie. C'est l'ambition du programme national d'intérêt général e-EHPAD qui vise à soutenir et généraliser le déploiement des usages de la e-santé en EHPAD au bénéfice des personnes accompagnées et des professionnels qui les entourent.

Pourquoi la e-santé en EHPAD ? Pour le résident, l'intégration de la e-santé est un atout stratégique majeur. Elle permet d'éviter les ruptures de soins et les hospitalisations non programmées en détectant précocement les situations de décompensation. En facilitant l'accès à l'expertise médicale à distance, on réduit les déplacements stressants et coûteux, tout en garantissant un suivi plus efficace des pathologies chroniques. Pour les

soignants, la e-santé est un levier de valorisation et de montée en compétences. Elle facilite la coordination pluridisciplinaire et l'assistance aux soins complexes. En libérant du temps administratif et en réduisant la charge mentale liée à l'organisation des rendez-vous extérieurs, elle améliore la qualité de vie au travail et renforce l'attractivité des établissements face aux pénuries de personnel.

e-EHPAD, piloté par Catel, est avant tout un programme collaboratif, associant un collectif d'experts nationaux pluridisciplinaire et réunissant médecins, soignants, directeurs d'établissements et acteurs institutionnels. C'est cette intelligence collective qui a permis de réaliser un travail inédit de recensement et d'analyse des pratiques de télésanté existantes. Cette analyse fine du terrain a permis à Catel d'identifier et de modéliser huit types d'organisations de télésanté actuellement à l'œuvre en France. De l'organisation « Hôpital Central » où le Centre Hospitalier projette ses ressources, au modèle « Ambassadeurs » où un tiers intervient dans l'établissement, en passant par les « Cabinets Mobiles », ces modèles ont chacun leurs vertus et leurs limites. Cependant, le constat est que beaucoup de ces initiatives restent isolées ou fragiles.

Face à cette fragmentation, Catel a développé et propose aujourd'hui un modèle départemental novateur basé sur la coordination territoriale. Ce modèle dépasse les logiques de silos pour proposer une infrastructure organisationnelle résiliente à l'échelle d'un territoire entier. Dans cette approche, les usages d'e-santé ne dépendent plus de la seule action d'un directeur d'EHPAD ou de la disponibilité d'un spécialiste local, mais sont pilotés et régulés par un centre référent local en lien avec Catel. Ce modèle novateur permet d'intégrer tous les acteurs (EHPAD, domicile, sanitaire, social) dans une logique de parcours décloisonné, assurant une équité d'accès aux soins pour tous les seniors du département, quel que soit leur lieu de résidence.

C'est uniquement grâce à une structuration territoriale coordonnée au niveau national que le numérique pourra dépasser le stade de l'expérimentation pour atteindre un déploiement massif et devenir ainsi un pilier essentiel du futur système de santé.

Les « Parcours Flashes » : standardiser pour ne plus réinventer la roue

Entre l'expérimentation au domicile et la coordination territoriale au service des EHPAD, le parcours flash est le maillon opérationnel capable de délivrer de la valeur immédiate. Il s'agit de scénarios d'usages numériques « clés en main » conçus pour répondre rapidement à des besoins précis comme la santé visuelle, bucco-dentaire, la nutrition ou la gestion des plaies.

La philosophie de ces parcours est pragmatique : donner du sens aux solutions numériques au travers de cas d'usages concrets qui ont déjà été prouvés et expérimentés ailleurs. Plutôt que de laisser chaque établissement tâtonner pour trouver comment faire, ces parcours offrent un déroulé d'actions standardisé. Ils peuvent être programmés de façon systématique, par exemple pour réaliser un bilan visuel à l'entrée en EHPAD, ou de manière récurrente pour le suivi des maladies chroniques. Ces briques fonctionnelles permettront aux professionnels de santé et du médico-social de disposer d'une boîte à outils claire, allant du dépistage à la prise en charge, facilitant ainsi une meilleure coordination entre les acteurs du sanitaire et du médico-social.

Conclusion

Les enseignements cumulés des projets *Smart Bear* et e-EHPAD montrent que la technologie est prête et que les seniors le sont tout autant. Le véritable défi que relèvent aujourd'hui les acteurs de la santé est essentiellement organisationnel. En connectant le domicile grâce aux objets connectés, et les institutions, grâce au modèle d'animation territorial, la méthodologie et les parcours flashes, nous construisons un continuum de prévention et de soin cohérent. Pour les acteurs industriels et institutionnels, le message clé est ici : il est nécessaire de travailler ensemble afin de soutenir les infrastructures numériques dans ces lieux de vie et, simultanément, accompagner massivement la montée en compétence des professionnels pour enfin passer à une pleine réalité opérationnelle de la e-santé. ■

Mieux vieillir chez soi.

Le numérique, allié du maintien à domicile

Par Blandine Antoine et Aurélien Poisson

À l'horizon 2030, l'accélération du vieillissement de la population européenne impose une transformation profonde de l'organisation et des modalités de prise en charge de la dépendance. Entre téléassistance, objets connectés et plateformes numériques, les technologies redessinent les contours d'un maintien à domicile, plus coordonné et plus sécurisé.



Le défi du « choc 2030 » et le virage domiciliaire

L'arrivée massive des baby-boomers à un âge avancé en 2030 constitue un tournant démographique majeur pour les sociétés occidentales. Considérée comme survenant en moyenne autour de 83 ans, la dépendance détermine le recours à différentes solutions d'assistance. Or les établissements spécialisés, coûteux, ne sauront pas absorber l'ensemble des besoins d'accueil dans un contexte de tension accrue sur les financements publics. Sans compter que la majorité des personnes âgées exprime le souhait clair de rester chez elles le plus longtemps possible, et que le besoin d'assistance ne se limite pas au vieillissement : les maladies chroniques représentent aujourd'hui la majorité des situations de prises en charge. Diabète, insuffisance rénale, pathologies cardiovasculaires s'inscrivant dans la durée, le domicile devient un lieu de suivi et/ou de traitement.

Vieillesse et chronicité rendent *de facto* indispensable une évolution de l'équipement du logement des personnes vulnérables ainsi qu'une nouvelle organisation des soins et de l'accompagnement médico-social à leur domicile.

Un domicile connecté, facilitant et sécurisant

Le domicile doit ainsi évoluer pour devenir un environnement réellement adapté, sûr et intuitif. Les solutions résidentielles connectées Legrand facilitent entre autres le pilotage des installations énergétiques du logement. Ce dernier devient plus intelligent et plus accueillant pour tous, y compris les personnes qui ont des difficultés à manipuler leurs installations en raison de limitations physiques ou qui peinent à réaliser des réglages complexes du fait de leurs limitations cognitives. Le logement connecté ne se limite plus à un confort supplémentaire : il devient un levier d'autonomie, de prévention et d'inclusion.

Cette évolution technologique s'accompagne d'une attention accrue portée à l'accessibilité des interfaces pour les utilisateurs. Le design des solutions résidentielles connectées, et notamment des applications logicielles qui les pilotent, met l'accent sur la simplicité d'usage et l'ergonomie – taille des polices, lisibilité... – afin d'être accessible à un large public. L'objectif est de permettre à chacun, quel que soit son niveau de familiarité avec le numérique ou ses capacités physiques et cognitives, d'interagir facilement avec son environnement domestique et les services associés.

La donnée au service de la coordination des professionnels de santé et du médico-social : une innovation de rupture

Pour comprendre d'où vient l'évolution technologique en jeu, partons du premier dispositif qui connectait la personne âgée à des structures d'accompagnement de leur autonomie : la téléassistance. À l'origine, un principe simple : un bouton d'appel relié à une plateforme d'écoute capable de déclencher les secours en cas de chute ou de malaise. Si cette logique d'urgence demeure essentielle, elle ne suffit plus. Les dispositifs connectés actuels intègrent désormais des capteurs de mouvement, de présence et d'activité. Reliés à des plateformes numériques, ils permettent de capter et interpréter les signaux faibles comme une inactivité prolongée après un lever, qui peut potentiellement résulter d'une chute, ou encore l'absence d'ouverture du réfrigérateur plusieurs jours de suite, possible indicateur de dénutrition, autant d'alertes passives pouvant déclencher une prise de contact suivie, si le besoin en est confirmé, d'une intervention salvatrice.

Le maintien à domicile mobilise une pluralité d'acteurs (infirmiers, auxiliaires



HD NOVO GO et son socle de recharge. © Legrand | Care

de vie, service d'aide et de soins à domicile et médecin) qui travaillent souvent en silos mais dont la coordination améliore singulièrement la qualité de la prise en charge de leurs patients. Dès lors, le véritable progrès ne réside pas seulement dans l'utilisation d'objets connectés mais dans la capacité à agréger les informations issues des capteurs, des visites et des interventions des professionnels auprès de la personne pour peindre une image plus juste de la situation des patients et définir, pour chacun d'eux, le meilleur protocole d'accompagnement et de soins. L'objectif n'est plus d'intervenir dans l'urgence, mais bien d'anticiper les fragilités, de construire une vision partagée du suivi de la personne entre professionnels et de contribuer *in fine* à une prise en charge mieux informée, mieux coordonnée, plus efficace, plus sûre.

De fabricant à orchestrateur d'écosystème

Cette évolution se reflète dans la trajectoire de développement d'acteurs industriels du secteur tels que Legrand Care. Legrand Care est la marque dédiée à l'assistance à l'autonomie du groupe Legrand, le spécialiste des infrastructures électriques et numériques du bâtiment.

Historiquement positionnée sur les solutions numériques permettant la mise en œuvre de services de soins connectés, elle travaille aujourd'hui à décloisonner sanitaire et médico-social en proposant une approche innovante de prise en charge globale et sécurisée de la personne âgée à son domicile. Cette vision s'inscrit dans une approche plus large du logement

connecté, où les infrastructures électriques, énergétiques et numériques constituent la colonne vertébrale d'un écosystème au service de l'autonomie. Ce mouvement impose une bascule forte des efforts de développement : préserver la qualité des solutions physiques qui captent l'information et alertent les soignants sur la nécessité d'une intervention, tout en augmentant les investissements dédiés au logiciel et à la gestion tant intelligente que sécurisée des données. Le rachat récent d'entreprises éditrices de solutions logicielles de santé connectée traduit concrètement cette volonté de coordonner soins, accompagnement et suivi des patients dans une même architecture numérique. Ce sont aujourd'hui 200 collaborateurs qui travaillent au développement de solutions logicielles au sein de Legrand Care pour lui permettre d'atteindre son ambition : concevoir et déployer l'écosystème leader en Europe du domicile connecté où préventif et curatif se complètent à chaque instant. Le projet est à la fois technologique et sociétal : cette architecture numérique suppose en effet de garantir la protection des données, l'interopérabilité des systèmes, de faciliter le quotidien des aidants et de construire une relation de confiance entre citoyens, professionnels de santé et institutions.

En guise de conclusion

Mieux vieillir chez soi est un choix structurant pour nos sociétés européennes pour lequel le numérique appliqué au maintien à domicile est un allié incontournable. ■

À retenir

Le vieillissement accéléré des populations européennes encourage le maintien à domicile.

Le numérique transforme la téléassistance, en passant de la gestion de l'urgence à l'anticipation des fragilités.

La donnée devient le cœur du dispositif, pour un suivi prédictif et continu des personnes.

Les plateformes numériques partagées vont rendre possible une coordination de tous professionnels intervenants au domicile.



Blandine ANTOINE

Directrice Produits et Technologie de Legrand. Elle a rejoint Legrand comme Directrice du Planning Stratégique, après un parcours chez McKinsey et des fonctions en stratégie et direction commerciale chez iRobot aux États-Unis et au Royaume-Uni. Elle vient d'être nommée Directrice Produits et Technologies. Franco-américaine, Blandine est diplômée de l'École Polytechnique, de l'Université de Berkeley en Californie et de l'École Nationale des Ponts et Chaussées. Elle est aussi docteure en ingénierie du Massachusetts Institute of Technology.

[in/blandineantoine/](#)



Aurélien POISSON

Directeur France de Legrand Care. Fort d'un premier parcours en direction commerciale au sein du groupe Legrand, il a ensuite piloté des projets de communication interne et de transformation numérique d'envergure. Engagé de longue date sur les enjeux de diversité et d'inclusion, il est très actif dans l'écosystème Silver Economy et dirige maintenant, Legrand Care, spécialiste de l'Assistance à l'Autonomie et la Santé Connectée.

[in/aurélienpoisson/](#)

CONNECTER ET ACCOMPAGNER LES PLUS FRAGILES...

POUR UNE PRÉVENTION MESURABLE ET EFFICACE !

LE CONTEXTE

La perte d'autonomie marque l'apparition de la dépendance d'une personne, qui « a besoin d'être aidée pour l'accomplissement des actes essentiels de la vie ou requiert une surveillance régulière » (Loi 24/01/97).

En 2021, le pays comptait 18 millions de personnes âgées de 60 ans et plus, dont deux millions dépendantes.

En 2050, ces chiffres atteindront respectivement 23 millions et 2,8 millions, avec un triplement des plus de 85 ans.

Les difficultés financières des EHPAD et un besoin de 365 000 places supplémentaires d'ici 2050, illustrent le déséquilibre à venir entre ressources et demande.

Les progrès en matière de santé retarderont certaines dépendances, mais ne compenseront pas l'effet du vieillissement massif issu du baby-boom.

L'ENJEU DU VIRAGE DOMICILIAIRE

Dans ce contexte démographique, plus de 92% des Français de 65 ans et plus, souhaitent vieillir à domicile.

Pour vieillir chez soi le plus longtemps possible, et préserver un équilibre socio-économique dans un pays vieillissant, le gouvernement a engagé depuis 2017, le « virage domiciliaire », visant à privilégier le maintien à domicile plutôt que

l'institutionnalisation. Ce plan favorise le bien-être psychologique et l'autonomie, mais se heurte à l'isolement, au manque de coordination des soins et à l'insuffisance des services de proximité.

La loi *Bien vieillir* de 2024 et le *Plan national de prévention de la perte d'autonomie* structurent ainsi cette transformation, avec des actions concrètes.

L'ENJEU DE LA PRÉVENTION : DÉTECTER LES FRAGILITÉS POUR RÉDUIRE LES RISQUES ET LES COÛTS

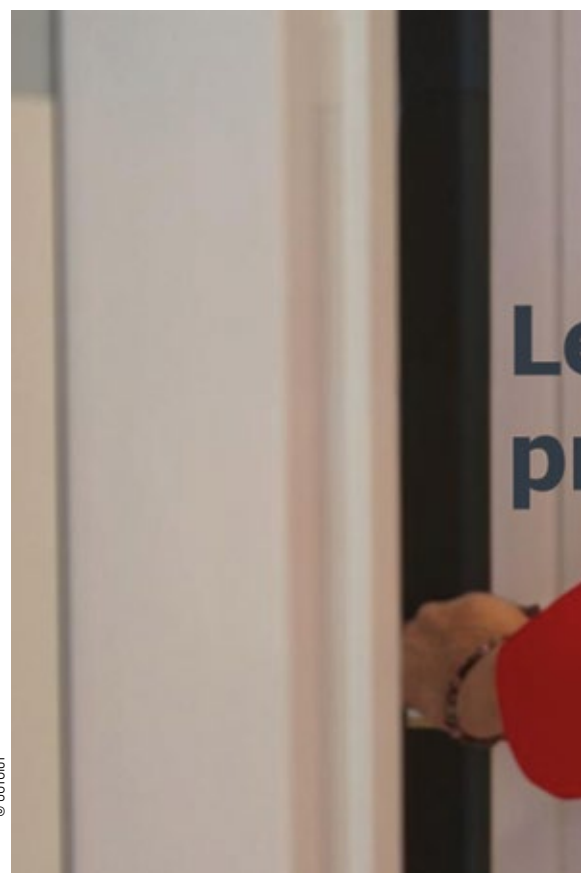
La prévention est désormais au cœur de la politique du grand âge, et devient un enjeu de santé publique.

Repérer tôt les fragilités, c'est préserver l'autonomie et éviter des soins coûteux.

L'approche médicale a évolué d'un modèle curatif vers un dépistage précoce des fragilités, inspiré des travaux de la chercheuse Linda Fried (2000-USA), qui identifie cinq critères physiques (perte de poids, fatigue, faiblesse musculaire, lenteur, faible activité). L'OMS a renforcé cette dynamique avec le programme ICOPE (2019), évaluant six fragilités essentielles : mobilité, nutrition, vision, audition, cognition et santé psychologique.

Cette logique s'étend à des actions spécifiques récentes, comme le *Plan antichute*, la lutte contre la dénutrition et le syndrome de glissement.

Les dispositifs numériques de suivi, les technologies de santé connectée et de l'intelligence artificielle, apparaissent comme des leviers prometteurs pour la prévention chez les particuliers âgés. Il s'agit majoritairement de la téléassistance, de la domotique et des aides techniques, qui favorisent le maintien à domicile et le lien social, avec un modèle d'abonnement et de prise en charge facilitant leur adoption. Les bracelets, médaillons et enceintes s'imposent, stigmatisent ou rassurent,



apportant une sécurité immédiate en cas de chute ou de malaise. Cependant, leur déploiement est ralenti par un cadre éthique et juridique rigoureux, visant à protéger les données sensibles et garantir la continuité des soins, à domicile comme en EHPAD, et notamment la CNIL qui préserve les individus par la Protection des Données personnelles (RGPD) et le règlement (UE) 2016/679.

LE KIT'Autonomy DE GOTOIOT : UNE TÉLÉASSISTANCE AUGMENTÉE

Depuis 2020, notre société équipe les établissements médico-sociaux de dispositifs de logistique et de sûreté, centrés sur les personnes en utilisant les technologies RFID, IoT, et IA

Notre R&D développe le *Kit'Autonomy*, un dispositif de prévention de la perte d'autonomie de personnes fragiles.

Des étiquettes augmentées connectent les objets du quotidien pour détecter des changements de comportement, informer les proches et les soignants d'un état qui se dégrade, pour porter assistance.

Entrepreneuriat MedTech foisonne d'innovations, avec des objets connectés où les gadgets se font rares, car les utilisateurs sont exigeants lorsqu'il s'agit de gérer les risques, pour rester en santé le plus longtemps possible.

Le *Kit'Autonomy* apprend du quotidien, les algorithmes traitent intelligemment une pluralité de données issues de capteurs RFID, IoT, pour affiner la pertinence des informations, prédire le risque et alerter en cas de nécessité.

2026 sera une année d'enquêtes et de pilotes grâce aux partenaires du Handilab et des ENSCI Rennes.

Une étape clé pour transformer le prototype en un kit complet, intelligent, discret et adapté aux besoins des seniors, des aidants et des soignants.

Ce qui était une complexité technique hier, ne le sera plus demain.

CONCLUSION

La sécurité et la santé des personnes âgées, à domicile ou en EHPAD, constituent aujourd'hui un enjeu majeur de société et de santé publique, au croisement des dimensions humaines, médicales et technologiques. Le vieillissement de la population impose de repenser les conditions d'accompagnement, de services de proximité, de prévention et de suivi personnalisé, afin de garantir à chacun une vie digne, sûre et adaptée à l'autonomie.

En établissement, la qualité de l'encadrement et la sécurité sanitaire demeurent essentielles.

Tandis qu'au domicile, les innovations porteront sur l'efficacité de la gestion du risque, la prédiction, l'accès aux soins et l'isolement social, à condition d'être intégrées dans une approche éthique, respectueuse de la vie privée et centrée sur la personne. Pour être adoptée par le plus grand nombre, l'innovation devra être discrète et efficace ! Ainsi, la sécurité et la santé des aînés ne relèvent pas seulement de la technique, mais d'un véritable projet de société inclusive et durable, qui appelle à la coopération des familles, des soignants, des institutions et des acteurs publics pour concilier autonomie, bien-être et protection. ■

Références

INSEE : « 700 000 seniors en perte d'autonomie supplémentaires d'ici 2050 » avec les projections des personnes âgées de 60 ans et plus en 2021 et 2050 en France.

[22/10/25-<https://www.insee.fr/fr/statistiques/8653672>]

DREES Chiffres en France: Population des seniors, à domicile vs structures médicalisées (= Ehpad)

SENAT : Commission des affaires sociales, rapport de propositions visant à sortir de la crise pour mieux préparer l'Ehpad de demain <https://www.senat.fr/rap/r23-778/r23-778.html>

Linda Fried : a mis en évidence le phénotype de fragilité des personnes âgées. L'article fondateur est : Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. «Frailty in older adults: evidence for a phenotype».

Kenneth Rockwood : Développe l'indice de fragilité (Frailty Index),

John Morley : Contribue à des modèles comme FRAIL (questionnaire simple)



Sophie TRON

Ingénieure en ergonomie et en design de services de produits innovants est spécialiste de Domotique (SEID-1991) et Fondatrice de Ticatag & GOTOIoT. Sophie est Présidente de Connectwave, spécialiste IoT, RFID/Code-barres/QRCode. Elle a une expérience en marketing Mobile et UXDesign acquise chez Alcatel/Nokia.

📧 www.gotoiot.io



Digi'Feet

La technologie au service du bien vieillir

Par Manon Frajman

Face au vieillissement de la population et à l'augmentation des maladies chroniques, les technologies de santé connectée jouent un rôle croissant dans le maintien de l'autonomie et la prévention des complications liées à l'âge. Parmi elles, la télésurveillance médicale appliquée au diabète s'impose comme un levier majeur pour favoriser un vieillissement en meilleure santé.

La problématique abordée

Dans notre start-up, nous nous sommes intéressés à la prévention des récurrences d'ulcères du pied diabétique. Il s'agit d'une complication fréquente chez les patients âgés vivant avec un diabète. Près d'un patient sur trois développera un ulcère au cours de sa vie, avec un risque élevé de récurrence dès la première année. Ces lésions, souvent silencieuses en raison de la neuropathie (perte de sensibilité), peuvent évoluer vers des hospitalisations lourdes, une perte d'autonomie et, dans les cas les plus sévères, une amputation.

La solution Digi'Feet

Dans ce contexte, Advanced Care Technologies développe une solution innovante Digi'Feet. La technologie repose sur une semelle connectée capable d'analyser en continu les points d'appui et les zones d'hyperpression plantaire. Les données recueillies sont transmises à une plateforme logicielle de télésurveillance qui les croise avec les informations cliniques du patient afin d'établir un score de risque personnalisé. Cette approche permet de détecter précocement les situations à risque, souvent invisibles pour des patients dont la sensibilité plantaire est altérée.

Pensée pour s'intégrer dans les parcours de soins des personnes vieillissantes, la solution vise à prolonger la mobilité et à prévenir la perte d'autonomie. En cas de dépassement d'un seuil critique, les professionnels de santé sont alertés en temps réel afin d'ajuster rapidement la stratégie de prise en charge. Le patient reçoit également des notifications via une application mobile, favorisant l'implication personnelle et l'adoption de comportements préventifs au quotidien.

En réduisant les complications évitables et en renforçant le suivi entre deux consultations, l'outil contribue à limiter les hospitalisations et à améliorer la qualité de vie des patients âgés.

Où nous en sommes, perspectives et enjeux

Le projet vise d'abord à déposer un deuxième brevet auprès de l'INPI, finaliser les tests cliniques et préparer les dossiers réglementaires nécessaires pour l'obtention du marquage CE. Digi'Feet est conçu pour s'inscrire comme une solution de télésurveillance médicale, avec une stratégie d'accès au remboursement en France via les lignes existantes pour le diabète. Notre modèle économique repose sur des revenus récurrents.

La roadmap prévoit en 2026 la finalisation des tests cliniques et validations techniques puis le marquage CE en 2027 pour passer à l'industrialisation et la commercialisation en France, avec un lancement pilote en hôpitaux.



Conclusion

Digi'Feet s'inscrit dans une dynamique plus large de transformation du système de santé, où la technologie devient un soutien concret pour accompagner le vieillissement de la population tout en préservant l'autonomie et la dignité des patients.

Au-delà de l'innovation technologique, cette approche illustre l'évolution vers une médecine préventive, personnalisée et continue, adaptée aux enjeux du bien vieillir à domicile. ■



Manon FRAJMAN

est ingénieure en biotechnologies et entrepreneure MedTech. Cofondatrice et dirigeante d'Advanced Care Technologies, elle développe un logiciel de télésurveillance basée sur de l'intelligence artificielle et une semelle connectée pour améliorer la prise en charge des patients amputés et diabétiques. À l'interface entre clinique, réglementation et innovation technologique, elle structure le développement stratégique et opérationnel de Digi'Feet, solution visant à prévenir les complications lourdes et à renforcer l'autonomie des patients. Engagée dans l'écosystème innovation santé, elle défend une approche combinant impact sociétal et performance opérationnelle.

SANTÉ RÉNALE :

L'AUBE D'UNE RÉVOLUTION PORTÉE PAR LES *BIOWEARABLES*

Par **Olga Chashchina**

La MRC : un enjeu démographique avec l'âge pour facteur déterminant

La Maladie Rénale Chronique (MRC) est souvent qualifiée de tueur silencieux. Touchant environ 9% de la population mondiale, elle progresse à un rythme alarmant et devrait devenir la cinquième cause de mortalité d'ici 2050¹. Au-delà des chiffres, c'est un défi humain colossal : le rein est le centre de contrôle chimique de notre corps, régulant la tension et l'équilibre des fluides. Sa défaillance crée un effet domino sur le cœur et l'ensemble de l'organisme.

La prévalence de la MRC est intrinsèquement liée au vieillissement de la population. Si la maladie peut frapper à tout moment, les statistiques montrent une accélération nette avec les années² :

- › **Avant 40 ans** : La prévalence reste faible, souvent liée à des maladies génétiques ou auto-immunes.
- › **De 65 à 74 ans** : Environ 15% à 20% de cette tranche d'âge présente des signes de MRC.
- › **Après 75 ans** : Ce chiffre grimpe drastiquement, touchant plus d'un tiers (35-40%) des seniors.

Cette corrélation explique l'urgence de trouver des solutions de suivi à domicile et surtout développer des outils au service de la prévention.

La prévention facilitée par les nouvelles règles de la FDA (*Food and Drug Administration*)

Le paysage change grâce à la nouvelle directive de la FDA de janvier 2026, *General Wellness: Policy for Low Risk Devices*. Cette règle simplifie la mise sur le marché d'outils de bien-être à faible risque. Bientôt, nos montres connectées (Apple, Samsung) intégreront la mesure de la tension artérielle, un indicateur clé pour le rein. Des dispositifs innovants comme l'U-Scan de Withings permettent déjà une analyse d'urine automatisée au domicile.

Nous attendons avec impatience la réponse des régulateurs européens à ce changement d'approche.

Toutefois, une limite importante subsiste : ces outils ne peuvent pas poser de diagnostic « autonome ». Ils fournissent des tendances et recommandent de consulter, laissant le patient dans un rôle de suivi passif mais mieux informé.

Par ailleurs, ces outils ne suivent pas le taux de potassium qui représente un enjeu important pour les personnes ayant la MRC.

Le paradoxe nutritionnel : quand le « sain » devient « dangereux »

Pour les patients atteints, ralentir la maladie passe par l'assiette, mais la diététique rénale est un véritable casse-tête car des aliments conseillés pour la santé cardiaque sont dangereux pour les patients rénaux. En 2020, les directives KDOQI ont bouleversé les pratiques : on ne cherche plus seulement à « interdire », mais à personnaliser l'apport, notamment via les protéines végétales.

C'est ici qu'apparaît le danger invisible : le **potassium (K⁺)**. Indispensable à la vie, il devient une menace mortelle (arythmie cardiaque) lorsque les reins ne l'évacuent plus. Or, de nombreux aliments sains (légumineuses, fruits) en sont riches. Les patients vivent avec des conseils nutritionnels parfois contradictoires, mais surtout dans la peur permanente de la « dyskaliémie », car les tests actuels reposent sur des prises de sang ponctuelles dont les résultats sont souvent obsolètes au moment de l'analyse.

La fin du pari sur la vie grâce au suivi en temps réel

Pour un patient sous dialyse, avec une MRC avancée, ou souffrant d'insuffisance cardiaque, connaître son taux de potassium en permanence est donc une question de survie.

Jusqu'ici, les médecins devaient parfois sous-doser des médicaments vitaux par crainte d'une hausse soudaine du potassium.

Une nouvelle génération de *Biowearables* arrive pour briser ce cercle vicieux. Inspirés des capteurs de glucose pour diabétiques, des dispositifs comme le patch à micro-aiguilles de la DeepTech française Metyos ou de Proton Intelligence permettent un suivi en temps réel du taux de potassium via le liquide interstitiel. D'autres explorent l'intelligence artificielle pour déduire le taux de potassium à partir de l'ECG. Toutefois, ce marqueur est souvent jugé pour son manque de spécificité.

La solution Metyos

Le capteur Metyos a obtenu la désignation *Breakthrough Device* de la FDA en 2025, confirmant l'importance stratégique de cette innovation pour les patients à risque de dyskaliémie. Grâce à des micro-aiguilles, le Metyos K-Patch réalise une mesure électrochimique du potassium dans le liquide interstitiel du derme. Cette méthode, déjà éprouvée pour la mesure du glucose en continu, constitue un excellent indicateur des taux sanguins tout en offrant un usage simple, indolore et sans saignement. Le dispositif combine un module réutilisable pour la transmission des données vers smartphone et un patch consommable à renouveler tous les huit jours.

Actuellement en phase clinique, le K-Patch prévoit une commercialisation aux États-Unis dès 2028, sous le régime de remboursement du télé suivi médical (*Remote Patient Monitoring*). En Europe, nous suivons de près l'évolution des

réglementations et des conditions de remboursement pour le RPM afin de permettre l'introduction de cette mesure continue au plus vite.

Conclusion

Ces innovations promettent de transformer la qualité de vie :

- › **Ajustement immédiat** de l'alimentation.
- › **Optimisation des traitements** cardiaques sans risque.
- › **Réduction massive des hospitalisations** d'urgence (les capteurs de glucose ont déjà réduit de 40 % à 70 % les crises sévères, verra-t-on les mêmes impacts pour les dyskaliémies ?).

Trois millions de vies sont perdues chaque année à cause d'une mauvaise gestion du potassium, et des hospitalisations pèsent lourdement sur la balance économique. Avec ces nouveaux capteurs, nous sortons enfin de l'incertitude pour entrer dans l'ère de la médecine de précision, offrant aux patients, quel que soit leur âge, une sécurité et une liberté retrouvées. ■

Références

¹ Organisation mondiale de la Santé. [2025]. Alléger la charge des maladies non transmissibles en favorisant la santé rénale et en renforçant les moyens de prévenir et de combattre les maladies rénales [EB156(20)]. Conseil exécutif, 156^e session.

² Global, regional, and national burden of chronic kidney disease in adults, 1990–2023, and its attributable risk factors: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023 Mark, Patrick B et al. The Lancet, Volume 406, Issue 10518, 2461 – 2482.



Olga CHASHCHINA

est cofondatrice et CTO de Metyos, une start-up medtech spécialisée dans les biocapteurs portables pour le suivi des maladies chroniques. Docteure en ingénierie biomédicale de l'École Polytechnique et passée par le conseil en stratégie (McKinsey), elle allie l'expertise scientifique et la vision entrepreneuriale pour transformer la gestion proactive de la santé.

[in/olgachashchina](#)



Senior+ by Claude Bernard IA : l'intelligence artificielle au service du bien vieillir et des médecins généralistes

Par **Béranger Lekens**



Face au vieillissement démographique, les médecins généralistes gèrent des situations cliniques toujours plus complexes. Claude Bernard, base de données de référence sur les produits de santé utilisée par plus de 300 000 professionnels de santé et intégrée au sein d'une centaine de logiciels métiers, propose un assistant IA conçu pour aider à sécuriser la prise en charge des patients âgés et renforcer la qualité des consultations.

Le vieillissement, un enjeu majeur pour la médecine générale

En France, le nombre de personnes âgées de 75 à 84 ans devrait augmenter de 50 % entre 2021 et 2030¹. Face à ces patients qui consultent plus fréquemment et nécessitent des temps de consultation plus longs, les médecins généralistes voient leur pratique évoluer. En effet, la prévalence de la polypathologie augmente avec l'âge : dans une enquête Insee-Credes menée en France, 65 % des sujets de 65 à 84 ans avaient au moins deux affections chroniques, au-delà de 85 ans, cette prévalence atteignait 80 %².

L'accès limité à des informations fiables et à jour sur les traitements complique des parcours de soins déjà fragmentés. Cette difficulté, associée à une coordination médicale exigeante, pèse fortement sur la charge de travail des médecins.

Senior+ by Claude Bernard IA : redonner du temps humain aux médecins

Chez les plus de 65 ans, la qualité du soin repose encore davantage sur l'écoute et l'observation, des signaux faibles perceptibles seulement en se détachant pleinement de son écran. Claude Bernard répond à cet enjeu crucial en créant Senior+ by Claude Bernard IA : un assistant IA conçu pour libérer ce temps humain essentiel.

Il repose sur une architecture hybride combinant deux composantes complémentaires :

- › un ensemble d'outils spécialisés exposant des API médicales certifiées ;
- › un LLM (*Large Language Model*) augmenté par une approche RAG (*Retrieval-Augmented Generation*), constituant le cœur du système Claude Bernard IA.

Les outils encapsulent des référentiels algorithmiques à haute valeur réglementaire :

- › **détection des interactions médicamenteuses** ;
- › **évaluation selon les critères STOP / START**, un standard gériatrique international d'identification des prescriptions potentiellement inappropriées chez le sujet âgé ;
- › et d'autres API certifiées en cours d'intégration.

Ces briques retournent des résultats déterministes, auditables et traçables, en adéquation avec les exigences médicales.

Le LLM RAG gère la couche de synthèse et d'interaction en langage naturel. Au lieu de s'appuyer seulement sur les paramètres figés d'un modèle pré-entraîné, il interroge dynamiquement une base de connaissances structurée (base de médicaments Claude Bernard, recommandations de la Haute Autorité de Santé, recommandations d'examens biologiques etc.) pour ancrer chaque réponse dans des sources vérifiables et actualisables.

L'orchestration entre ces deux couches constitue le véritable enjeu technique de Senior+ by Claude Bernard IA : le modèle de langage sait quand déléguer à un outil certifié pour une réponse précise et réglementée, et quand mobiliser le RAG pour une synthèse contextualisée. Cette séparation des responsabilités permet de concilier la rigueur attendue en milieu médical avec la flexibilité d'un assistant conversationnel.

Senior+ by Claude Bernard IA s'intègre directement dans le logiciel métier du médecin via une couche d'interopérabilité standard, sans rupture de *workflow*. Le praticien accède aux **recommandations, alertes et synthèses générées** par le système sans quitter son environnement de travail habituel. Cette intégration native est un facteur clé d'adoption en santé : la meilleure technologie reste celle qui s'efface derrière l'usage.

Une solution

conçue en suivant

les conseils de médecins

Développé avec des médecins généralistes et éprouvé en conditions réelles, Senior+ by Claude Bernard IA a démontré des bénéfices concrets : jusqu'à trois minutes gagnées par consultation, soit 20% du temps moyen d'une consultation. Un résultat significatif, qui confirme son rôle clé dans le soutien à la décision médicale. Il offre une vision globale de la santé du patient, avec une information fiable au bon moment, sans réaliser d'inférence clinique. Par exemple, le médecin est alerté en cas de contre-indication médicamenteuse et peut s'appuyer sur les dernières recommandations des sociétés savantes en termes de prévention vaccinale adaptée à son patient.

Une IA responsable

qui sécurise, éclaire et fait gagner

du temps médical

Claude Bernard IA est déjà utilisé par près de 500 médecins, directement dans leurs logiciels, ce qui permet d'améliorer en continu cette IA en santé exigeante et responsable.

Basée sur des données scientifiques propriétaires, transparentes dans ses recommandations et un hébergement français conforme aux réglementations européennes, cette technologie ne remplace pas le médecin. Elle renforce son expertise, l'assiste dans ses

décisions complexes et remet l'humain au cœur de la consultation. Conçue pour être une solution responsable, maîtrisée dans sa consommation et optimisée en termes de coûts, elle peut être déployée sur des dizaines de milliers de postes, grâce à un écosystème de partenaires éditeurs solide.

Pour accompagner au mieux les praticiens face à la complexité croissante de leur pratique, Senior+ by Claude Bernard IA sera enrichi progressivement de nouveaux modules et usages. Claude Bernard prévoit d'étendre ses solutions vers de nouvelles cibles grâce à des développements spécifiques. ■

Références

¹ Compte rendu du Sénat : CRA30012024
https://www.senat.fr/cra/s20240130/s20240130.pdf?utm_source=chatgpt.com

² Note méthodologique polypathologie de la personne âgée
https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2015-04/note_methodologique_polypathologie_de_la_personne_agee.pdf

À retenir

- › Le vieillissement rapide de la population complexifie la prise en charge des patients âgés en médecine générale.
- › Senior+ by Claude Bernard IA : un assistant intelligent qui repose sur des données scientifiques fiables et sur un hébergement 100% français.
- › Une technologie pensée pour renforcer l'expertise médicale et libérer du temps humain, qui ne substitue pas le rôle du médecin.
- › Intégré au logiciel métier du médecin, Senior+ by Claude Bernard IA apporte une aide à la décision fluide et fiable.



Béranger LEKENS

est Directeur Data & IA chez Claude Bernard. Avec 20 ans dans la Data et 10 ans à la croisée de l'IA et du médical, il participe à la transformation de la pratique des soins primaires par l'intelligence artificielle.

L'Algorithme de l'Endurance :

Hacker le Vieillissement par la Science des Données



Véronique BILLAT

PhD. Physiologiste, Directrice du Laboratoire UBIAE (Université Paris-Saclay) est classée dans le Top 2% des scientifiques mondiaux (Stanford). Auteure de plus de 200 publications et de : *Physiologie et Méthodologie de l'Entraînement* (Éd. De Boeck), elle a accompagné des athlètes olympiques et le recordman centenaire Robert Marchand

® www.billatraining.co

Pour un ingénieur, le corps humain est souvent modélisé comme une machine thermique dont le rendement décline inéluctablement avec le temps (Δt). C'est une erreur de modélisation. Le corps est un système dynamique complexe, non-linéaire, doté d'une plasticité fonctionnelle qui défie les lois classiques de l'usure mécanique. Après 30 ans de recherche internationale (USA, Europe), nous apportons la preuve clinique qu'il est possible d'inverser les effets.

La Théorie : Pourquoi le Modèle Linéaire a échoué

Pendant des décennies, l'entraînement et la santé publique ont suivi une logique linéaire : « Plus vite = Plus dur » et « Vitesse constante = Efficacité ». Physiologiquement, c'est faux.

Le Régime Critique : $\dot{V}O_2\text{max}$ et Hystérésis

Nous avons identifié sur chacun quel que soit son âge, son genre et son niveau de condition physique une variable pivot : la $\dot{V}O_2\text{max}$ (vitesse de marche ou de course minimale sollicitant la consommation maximale d'oxygène). C'est la « zone rouge » du moteur aérobie.

- › Le constat d'échec : À vitesse constante à $\dot{V}O_2\text{max}$, le temps limite à cette vitesse $\dot{V}O_2\text{max}$ ($T_{lim}\dot{V}O_2\text{max}$) sature à quatre-huit minutes. Le système physiologique s'effondre sous l'acidose.
- › La solution « Système » (L'Hystérésis) : Nous avons découvert une inertie dans la cinétique de l'oxygène. Lorsque l'on coupe l'effort (phase de relâchement d'une séance d'intervalle training alternant 30 s à $\dot{V}O_2\text{max}$ et 30 s à 50 % de $\dot{V}O_2\text{max}$), la consommation d'oxygène ($\dot{V}O_2$) ne chute pas immédiatement ; elle reste élevée pour rembourser la dette de la surconsommation précédente.
- › Le « Hack » Physiologique : En alternant des phases courtes à $\dot{V}O_2\text{max}$ et des phases de relâchement, nous permettons au système physiologique de passer de trois minutes à 18 minutes

à $VO_2\text{max}$ (le temps cumulé réel) au lieu de six minutes en continu. Nous triplons la charge utile de régénération cellulaire sans augmenter la fatigue perçue.

Entropie et Signal Fractal : Contre la « Mort Informationnelle »

C'est ici que la théorie de l'information de Shannon rejoint la biologie.

- › **Isochronie = Entropie Nulle** : Nous avons mis en évidence dans nos travaux de recherche (publiés) qu'une course ou un exercice à vitesse parfaitement constante (tapis roulant, métronome) a une entropie nulle. Elle n'apporte aucune information au système nerveux central. Pire, elle crée des stéréotypes moteurs qui mènent à l'usure (blessures) et à l'endormissement cognitif.
- › Le « Bruit Rose » ($1/f$) : Nos analyses spectrales montrent que la variabilité spontanée de la foulée ou de la fréquence cardiaque est intrinsèque au **pacemaker** du cœur que d'un expert suit une structure fractale (Bruit Rose). Cette variabilité est un signe de santé : le système scotche en permanence sa stratégie pour s'adapter. La méthode BillaTraining que nous avons mise au point a réintroduit cette variation pour garder le système en alerte.

La Méthodologie BillatTraining : Calibrer le Moteur Humain

Avant d'optimiser, il faut mesurer. Mais le chronomètre ne suffit plus. Nous devons calibrer le capteur interne : le cerveau.

Le Test RABIT et le Radar Énergétique

Pour permettre à chacun de progresser « à la sensation » tout en restant scientifique, nous avons développé un protocole unique qui couple mesures neurophysiologiques et métaboliques : le test RABIT (*Running Advisor Billat Training*).

- › **Le Protocole (30 minutes)** : Contrairement aux tests linéaires d'épuisement (de type « VAMEVAL »), le sujet dose lui-même son effort sur 30 minutes selon une séquence précise : *Facile* -> *Sprint* -> *Moyen* -> *Dur* -> *Très Dur* -> *Facile*.

› L'Output : Le Radar Énergétique (quatre Items)

L'analyse de ce test permet de dessiner la « Carte d'Identité Physiologique » du sujet selon 4 axes vectoriels :

- Puissance : La cylindrée du moteur (Watts ou Vitesse max aérobie).
- Endurance : La capacité à maintenir un pourcentage de cette puissance dans la durée (la taille du réservoir).
- Résistance : La capacité à tolérer et recycler les métabolites (lactate) lors d'efforts intenses.
- Gouvernance (*Le Pacing*) : C'est l'item critique pour l'ingénieur. Il mesure la capacité du cerveau à gérer ses ressources, à ne pas partir trop vite. C'est l'intelligence stratégique de l'effort.

Reverse Aging : La Preuve Clinique (Le Cas Robert Marchand)

Cette théorie n'est pas spéculative. Elle a été validée par une étude de cas mondialement reconnue sur la réversibilité du vieillissement.

Le Défi : Peut-on améliorer la physiologie d'un centenaire ?

J'ai personnellement entraîné et suivi scientifiquement Robert Marchand entre ses 101 et 103 ans pour sa tentative de record de l'heure.

- › **Le Protocole de « Signal » (Polarisation 80/20)** : Nous avons banni les kilomètres « poubelle ».
 - 80% du temps : Endurance fondamentale très légère (RPE < 3).
 - 20% du temps : Intensité cible précise, calée sur la cadence de pédalage optimale (entre 60 et 90 rpm) correspondant à son rendement énergétique maximal.
- › **Les Résultats (Publiés dans *Journal of Applied Physiology*)** :
 - À 103 ans, après deux ans de ce régime scientifique :
 - $VO_2\text{max}$: Augmentation de +13% (de 31 à 35 ml/kg/min).
 - Puissance Mécanique de Pointe : Bond de +39%.

- Conclusion Majeure : Si un moteur biologique de 103 ans peut gagner 13% d'efficacité respiratoire, le déclin de la cinquantaine n'est pas une fatalité biologique, mais un déficit de stimulation ciblée. Le vieillissement est une perte de signal que l'on peut restaurer.

Métrologie de Terrain : Mesurer l'Invisible

Pour valider ces modèles, nous déployons une métrologie de pointe, souvent en partenariat avec l'industrie technologique française.

- › **Physioflow Manatec (Impédancemétrie)** : Nous utilisons des capteurs thoraciques non-invasifs pour mesurer le volume d'éjection systolique (VES) battement par battement. Cela prouve que le cœur s'adapte mécaniquement à l'effort bien avant que la fréquence cardiaque ne le montre.
- › **Étude Mont-Blanc (Hypoxie)** : Nous avons démontré que les sujets qui performant le mieux en haute altitude sont ceux qui laissent leur vitesse varier. Ils intègrent intuitivement la baisse de la pression partielle d'oxygène (PIO_2) pour maintenir leur homéostasie.

Conclusion : La Haute Technologie pour Retrouver l'Intuition

C'est le paradoxe apparent de ma démarche : il faut parfois des trésors de technologie (IA, Impédancemétrie, Analyse Fractale) pour démontrer scientifiquement une vérité simple.

L'humain est doté d'une intelligence émotionnelle, sensitive et intuitive supérieure à la machine.

Lorsque vous apprenez à écouter vos sensations (RPE calibré) plutôt que de regarder votre montre GPS, vous accédez à une « intelligence embarquée » capable d'optimiser votre physiologie en temps réel et de repousser les limites de l'âge. Notre méthode utilise la Science et l'IA non pour vous commander, mais pour vous rendre votre souveraineté énergétique. ■

Gabriel Dib

Quand la marche devient un puissant biomarqueur

Prévenir la perte de mobilité par le jumeau numérique de la marche



Gabriel DIB

PhD, MBA, et entrepreneur. Avant de créer Age Impulse, Gabriel a cofondé et dirigé Luceor, pionnier des réseaux sans-fil Mesh (INRIA/ Télécom Paris), positionné en leader du marché et adopté notamment par le RAID. Il a également dirigé des projets stratégiques au sein de grands groupes, dont la supervision du tunnel sous la Manche, un projet e-santé européen d'interconnexion des systèmes de transplantation d'organes nationaux.



La capacité à marcher a accompagné l'évolution de l'espèce humaine ; aujourd'hui encore, elle demeure l'un des puissants marqueurs de santé, d'autonomie et d'espérance de vie. Elle représente un formidable levier de prévention chez les personnes âgées.

Le virage préventif s'accélère face au vieillissement démographique

La prévention pour le maintien en bonne santé face à l'âge est un enjeu économique et sanitaire. En France, une personne âgée de plus de 65 ans sur trois fait une chute chaque année, ce qui représente par an plus de deux millions de chutes, 130 000 hospitalisations et 13 000 décès, pour un coût direct estimé à 2 Md€. Le vrai coût inclut aussi l'entrée accélérée en EHPAD, les ré-hospitalisations, l'absentéisme des aidants, la perte d'autonomie.

Les pouvoirs publics et le marché s'emparent progressivement de la problématique. Par exemple, le plan national antichute rappelle l'ampleur du fardeau et fixe un cap de santé publique. Le marché suit également la tendance : au CES de Las Vegas, l'American Association of Retired Persons (AARP) structure l'écosystème. En France, des salons, conférences, hackathons et autres rendez-vous « bien vieillir » se multiplient. Des bilans 'longévité' montent en puissance. Des Instituts (Astrium, Zoï...) annoncent un « âge objectif » à partir de nombreux paramètres, avec la possibilité d'agir dessus.

La marche : un biomarqueur clé pour prévenir la perte d'autonomie

La marche constitue une fonction intégrative sollicitant la puissance musculaire, les systèmes sensoriels et la coordination neurologique. Elle reflète également l'état cardio-respiratoire et l'efficacité métabolique, ce qui en fait un indicateur transversal de l'autonomie, révélant la fragilité et certaines pathologies. Les travaux scientifiques montrent que ses altérations précoces sont associées à la sarcopénie (la perte progressive de masse et de force musculaires liée à l'âge, qui réduit les performances physiques et augmente le risque de chutes et de perte d'autonomie), aux troubles vestibulaires (des atteintes de l'oreille interne - système de l'équilibre - entraînant vertiges, déséquilibre et parfois troubles de la marche, ce qui augmente directement le risque de chutes chez la personne atteinte) ou visuels, aux effets médicamenteux ainsi qu'aux atteintes des fonctions cognitives.

Un enjeu de prévention consiste alors à mesurer la marche et son évolution pour détecter des signaux faibles avant l'événement (chute, perte d'autonomie). Qui plus est, pour certaines pathologies, par exemple chez les patients dialysés, l'augmentation du risque de chute reflète souvent une fragilisation globale. Le suivi de la marche peut ainsi contribuer à repérer une décompensation fonctionnelle et à déclencher des interventions adaptées.

Cartographie des outils existants : simplicité vs valeur clinique

Au-delà de la prévention des facteurs extrinsèques (sécurité du domicile, éclairage nocturne, salle de bain), l'enjeu est de mesurer les facteurs intrinsèques - équilibre, force, stabilité - de manière fiable et cliniquement pertinente. Pour évaluer le risque de chute, une grille de lecture utile croise (i) la simplicité/rapidité du test et (ii) la valeur clinique (descriptif → prédictif / actionnable).

Les questionnaires et auto-tests (ex.ICOPE, *Integrated Care for Older People* - OMS / IHU de Toulouse) ou les *wearables* / smartphones (Apple Health, Google Fit, Withings, OneStep) sont relativement faciles à déployer mais non prédictifs du risque de chute, souvent réalisés en environnement non contrôlé et restent sensibles au contexte d'usage.

Les tests cliniques (Tinetti, SPPB, TUG) sont plus structurés mais chronophages, dépendants de l'expertise, difficilement scalables, non prédictifs à court et moyen terme et ne permettent pas une orientation ciblée de la prise en charge.

Les solutions instrumentées (tapis GAITrite, systèmes vidéo / IA tels que Vicon, Qualisys, CareCam) offrent une grande richesse de données, mais au prix d'une complexité opérationnelle élevée et sans validation prédictive prospective.

GaiTwin® de la société Age Impulse : du dépistage à la remise en forme personnalisée

L'enjeu est d'allier simplicité de l'évaluation et valeur clinique prédictive. Dans ce contexte, Age Impulse a développé en 2023 la solution brevetée GaiTwin®. En quelques secondes de marche (≥ 8 pas), elle analyse des paramètres biomécaniques : un capteur inertiel dédié, placé au bas du dos, proche du centre de gravité du corps, mesure la démarche dans un protocole contrôlé. La solution construit un jumeau numérique de la marche, et fournit un score du risque de chute, prédictif à court / moyen terme, identifiant aussi les paramètres qui s'écartent des seuils personnalisés attendus. La solution repose sur une étude prospective de plus de deux ans, publiée avec comité de lecture, et d'autres publications scientifiques.

Age Impulse a également développé une application mobile de marche et de course, adoptée par des mutuelles. Elle transpose sur smartphone une méthode de laboratoire ayant servi à coacher Robert Marchand. À 100, 103 puis 105 ans, il battait des records mondiaux à vélo en améliorant sa VO₂max, comparable à celui d'un quinquagénaire - un indicateur majeur



La solution GaiTwin®.

de l'espérance de vie en autonomie. Par ailleurs, mesurer la $VO_2\max$ et les seuils ventilatoires avant et après une chirurgie majeure ou une chimiothérapie permet de prédire les complications, d'ajuster l'intensité des traitements et d'optimiser la réhabilitation de façon individualisée.

Les usages actuels et potentiels de GaiTwin®

Une phase de déploiement pilote a eu lieu dès 2024, avec des résultats positifs et encourageants, dans des résidences services senior, appartenant à des groupes de différentes tailles et des organisations d'intervenants à domicile. La société est depuis en phase d'accélération de déploiement commercial, avec plus de 3 600 évaluations réalisées à ce jour, en adressant aussi les segments des kinésithérapeutes et téléassisteurs.

Un dépistage régulier suivi d'actions précoces n'a besoin d'éviter qu'une fraction des chutes graves pour équilibrer financièrement le modèle.

Les résidences services seniors illustrent bien la création de valeur : les bénéfices sont à la fois qualitatifs et quantitatifs avec un ROI attractif. Il s'agit tout à la fois de rassurer les résidents et leurs familles, réduire les départs liés aux chutes et les pertes de revenus associées, anticiper l'acquisition de nouveaux résidents, proposer la téléassistance aux profils à risque, animer des ateliers pour les prospects, dynamiser un réseau de prestataires (Activité Physique Adaptée, kinés, médecins), améliorer l'efficacité opérationnelle grâce à un tableau de bord et en résumé se différencier.

Au-delà des quatre segments de clientèle mentionnés précédemment, la vision est

celle d'un « tensiomètre du risque de chute », avec l'ambition de passer d'une logique de Dispositif Médical (DM) classe I à une classe II.a pour une mise à disposition large pour du personnel de santé et un usage routinier lors de l'auscultation.

Une boucle vertueuse démontrée par la recherche

La boucle vertueuse s'inspire du contrôle → commande : dépistage → décision → intervention → amélioration mesurable → mise à jour du jumeau numérique. Les preuves convergent : une revue JAMA (2024) synthétise une méta analyse de 59 essais randomisés ; la revue Cochrane (résumé BJSM) rapporte ~24% de réduction du taux de chutes pour les exercices d'équilibre / fonctionnels.

Par ailleurs, GaiTwin® propose un *feedback training* sur le tapis de marche non instrumenté du kinésithérapeute. Ce dernier choisit le paramètre à améliorer, fixe l'objectif à atteindre et la durée, donne des conseils et contrôle objectivement les progrès. Le bénéficiaire suit les conseils, voit en temps réel la correction et s'exerce d'une façon ludique et guidée.

Un peu de prospective : plateformes intégrées & création de valeur

Les solutions AgeTech ne doivent pas rester en silo. L'enjeu est l'intégration à une plateforme de capteurs domotiques et santé, comptes rendus d'interventions, téléassistance, téléconsultation..., via des APIs connecteurs ouvertes, une modélisation de données unifiées, agrégées

Reconnaitances par nos pairs :

1^{er} prix du Gérontopôle de Normandie, prix de l'innovation du territoire remis par une directrice du CNRS, sélectionné par la région Île-de-France pour exposer au CES et à VivaTech, finaliste des compétitions SNITEM, Silver Valley et Silver Economy Expo, accompagné par Silver Innov, invité dans l'émission TV Tech&Co de BFM Business...

dans un *Data Lake* et l'orchestration des *workflows* entre tous les services pour une meilleure prévention grâce à l'IA sur ces données.

Reste une question clé : quel acteur portera ce concept pour en faire un leader européen ? Des intégrateurs, acteurs institutionnels, banques, éditeurs médico-sociaux, ou des géants technologiques ? L'Espace Numérique de Santé et / ou le Dossier Usager Informatisé pourraient-ils en être le socle ? D'autres défis tiennent notamment au poids des systèmes informatiques existants, aux contraintes réglementaires, au modèle de revenu, au risque de *vendor lock-in*, ainsi qu'à l'adhésion des seniors, qu'il faut construire en gardant l'accompagnement humain au centre. ■

Références

Plan antichute (solidarites.gouv.fr ; pour-les-personnes-agees.gouv.fr).

JAMA (2024) – revue + méta-analyse (59 essais) – résumé PubMed.

Cochrane abridged review (BJSM) ; BMC Nephrology (2023) ; ANS (Mon espace santé/DMP) ; ESMS (Dossier Usager Informatisé)

À retenir

- › La marche est un biomarqueur multisystémique : autonomie, risque de chute, fragilité (dont cognition).
- › Du descriptif à la prédiction, puis à l'action mesurable : boucle jumeau → dépistage → intervention.
- › La valeur maximale viendra de plateformes intégrées etinteropérables qui orchestrent les services.



Corinne Antoine-Guillaume

L'EHPAD de Kersalic : Réinventer le vieillissement par l'innovation sociale et technologique

Cet article a été rédigé à travers d'un entretien entre Michel Barth (1980) et la directrice de l'EHPAD de Kersalic, Corinne Antoine-Guillaume.

“
*On ne soigne
pas des
maladies,
on accompagne
des vies*”



Corinne ANTOINE-GUILLAUME est directrice de l'EHPAD Kersalic depuis 2013. Elle a auparavant exercé les fonctions de directrice d'un institut de formation d'aide-soignants, de cadre de santé et d'infirmière.

Un modèle unique : un village au cœur de la cité

L'EHPAD de Kersalic, situé à Guingamp dans les Côtes-d'Armor, et qui dépend du CCAS de la commune, est bien plus qu'un simple établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes. Ancien foyer-logement des années 70 transformé en EHPAD en 2006, il a choisi de rompre avec les modèles traditionnels pour recréer une communauté vivante, organisée comme un village. Ici, les résidents ne sont pas des patients, mais des citoyens, acteurs de leur quotidien. Le concept ? Une architecture et une organisation inspirées d'une commune, avec des « villages » thématiques adaptés aux besoins spécifiques des habitants, une mairie symbolique, une brasserie ouverte sur l'extérieur, et même des rues colorées rappelant les codes urbains.

L'innovation sociale : redonner du sens et de l'autonomie

Le pari de l'EHPAD qui se veut tiers-lieu est audacieux : placer les personnes âgées au centre des décisions en pariant sur le fait qu'elles ont encore du potentiel. Les soignants

ne dictent pas le rythme des activités tout au long de la journée mais s'adaptent aux besoins des résidents. C'est ainsi que le personnel (54 équivalents temps plein) travaille de manière flexible, sans planning journalier rigide, répondant aux besoins au cas par cas, avec une forte polyvalence rendue nécessaire par cette forme d'organisation. Quand ils arrivent le matin à la résidence, ils ne savent pas par quoi ils vont commencer : petit déjeuner ? ménage ? fabrication de gâteaux ? ... Cela implique bien sûr d'avoir travaillé en amont sur les métiers en développant la polyvalence et la montée en compétences.

Les personnes sont libres d'aller et venir dans la journée, de rester dans leur appartement ou de participer aux activités. Un résident peut ainsi plier des serviettes pour le linge, un autre participer à un atelier cuisine, avec pour objectif de maintenir l'utilité et l'estime de soi. De plus, un programme d'activités stimulantes, constituant autant de temps de prévention, est proposé en permanence presque 24h/24 avec des activités qui se prolongent souvent fort tard jusqu'à minuit le soir (théâtre, boxe, chant, danse, etc.).

L'ouverture sur la ville

L'EHPAD ne se contente pas d'accueillir ses 72 résidents d'une moyenne d'âge de 88 ans. Il s'ouvre également aux guingampais de plus de 60 ans, sous forme d'une plateforme de services pour le bien vieillir à Guingamp, proposant des activités variées telles qu'échecs, gym, médiation animale ou encore la prévention en soins, des services comme la lingerie, ainsi qu'un restaurant solidaire, la Brasserie « Aux Papilles et aux Mamies », où les habitants du quartier peuvent venir rompre la solitude et partager un repas. À ce propos, il convient de noter que « *L'EHPAD ne va pas vers les personnes à domicile, ce sont elles qui viennent à nous* », comme l'explique la direction.

Cette mixité génère du lien social et brise l'isolement, un fléau qui touche 22% des résidents, sans visites ni appels réguliers.

La nécessité d'accompagner les familles avec bienveillance

En effet, il a pu être constaté que les familles sont souvent réticentes ou tout au moins très surprises de voir leurs proches évoluer, ne s'attendent plus à des progrès possibles après l'entrée en EHPAD. Or le concept peut amener de tels changements. Par exemple, une maman peut découvrir la musique classique qu'elle ne semblait pas apprécier avant ou découvrir de nouvelles saveurs culinaires et manger des sushis le soir alors qu'avant elle prenait de la soupe, ou encore faire du théâtre ou de la danse malgré les troubles et les douleurs, et cela peut interpeller les familles qui ne s'attendent pas à cela.

C'est ainsi qu'il convient d'accompagner les familles pour leur faire accepter l'idée que leurs aînés ne sont pas forcément figés dans leurs habitudes et que des évolutions sont toujours possibles.

La technologie au service de l'humain

L'EHPAD mise sur le numérique depuis plusieurs années pour améliorer le quotidien et c'est ainsi que plusieurs innovations et usages nouveaux ont été introduits.

En premier lieu, la télémedecine est largement usitée, car essentielle dans une zone éloignée des grands hôpitaux. C'est ainsi que la téléconsultation permet des consultations à distance pour les plaies ou la douleur notamment et que des projets de télésurveillance médicale sont en voie de développement pour le suivi cardiaque en particulier.

En second lieu, l'EHPAD a déployé des tablettes adaptées auprès des résidents, leur permettant de communiquer aisément avec leurs proches distants (Zoom, Skype) et ainsi contribuer à lutter contre l'isolement, comme cela a été particulièrement le cas pendant la crise COVID-19, avec malheureusement le constat d'une baisse depuis lors des appels. L'on peut même constater de véritables addictions comme chez les jeunes ! ; avec par exemple un soignant qui témoigne que : « *Une dame passe 8h par jour sur sa tablette... Il faut encadrer, mais pas priver* ».

Par ailleurs, l'usage de l'informatique se développe au service des patients et de l'organisation du lieu. Ainsi une résidente passe du temps sur un ordinateur tous les jours, et un résident ayant des troubles cognitifs majeurs fait des recherches fréquentes sur internet. Par ailleurs, la direction a installé un système d'information pour la traçabilité dans la cuisine pour le suivi des températures, de l'hygiène et de la qualité de la nourriture.

Enfin, un projet innovant de capteurs intelligents a été mis sur pied en partenariat avec la start-up brestoise OSO-AI, sous forme de capteurs sonores détectant les chutes, les malaises, les vomissements, etc., alertant les soignants via leur portable. Il s'agit d'une véritable « oreille augmentée » pour les soignants qui préserve l'intimité des résidents tout en optimisant les interventions, surtout la nuit.

L'enjeu vis-à-vis de la technologie est clair : il s'agit de poursuivre ces avancées sans tomber dans la sur-technologisation. « *La technologie doit servir le lien social, pas le remplacer* », rappelle la directrice.

Des résultats tangibles

Les résultats sont parlants. Outre la satisfaction notée des résidents et du personnel, l'on note une réduction drastique de la consommation de médicaments. C'est ainsi que les prescriptions de somnifères sont passées de 47% à 6,2% depuis 2017, celles d'antidépresseurs de 70,4% à 39,4%, et l'usage de neuroleptiques de 40,5% à 7%. L'on constate par ailleurs seulement 6% d'absentéisme parmi le personnel, preuve d'un modèle plébiscité par celui-ci.

La question du modèle économique

Malgré un taux d'occupation stable et le faible taux d'absentéisme parmi le personnel, équilibrer les comptes constitue un véritable casse-tête permanent face à des financements publics limités ne permettant pas de soutenir

l'innovation. « *Le mode de financement est obsolète* » selon la directrice.

À noter que l'EHPAD cherche à diversifier ses financements notamment par des recettes complémentaires malheureusement limitées provenant des services ouverts à l'extérieur pour la population locale venant à l'EHPAD (restauration, lingerie, prévention, etc.). L'ouverture est ainsi une façon de créer du lien tout en contribuant à pérenniser la structure en générant des revenus.

Conclusion : un laboratoire du vieillissement heureux

Kersalic souhaite poursuivre et aller plus loin dans l'innovation en mobilisant toutes les forces vives possibles. « *On a besoin d'ingénieurs, d'artistes, de bénévoles pour co-construire* », lance la direction : l'appel est lancé vers les start-uppers et ingénieurs ! Il faut aussi repenser la formation des soignants, pour plus de polyvalence, d'écoute, et d'adaptabilité.

Le modèle est-il exportable ? La direction de l'EHPAD de Kersalic ne prétend pas avoir inventé un concept exportable à l'identique, mais souhaite inspirer une véritable réflexion de tous concernant nos aînés fragilisés.

C'est ainsi que Kersalic prouve qu'un EHPAD peut être un lieu de vie où la solitude recule, où les résidents dansent, cuisinent, ou débattent jusqu'à minuit, et où les soignants retrouvent du sens. Son message est clair : le vieillissement n'est pas une fin, mais une autre façon de vivre. Et si la société apprenait d'eux ? ... Une expérience qui donne envie d'y croire... et d'y vieillir ! ■

À retenir

La L'expérience de Kersalic témoigne de quelques grands messages pour notre société :

- › Il faut faire de la vieillesse une force,
- › Tous les aînés ont du potentiel. À nous de le révéler,
- › Il faut changer les mentalités. Les familles et certains soignants doivent accepter que les résidents, même avec des troubles cognitifs (70% des cas), puissent encore apprendre, choisir, et s'épanouir.

Les actualités du réseau

ASSOCIATION • FONDATION • ÉTUDIANTS



ASSOCIATION

AGENDA

LES PROCHAINS RENDEZ-VOUS



TELECOM
PARIS
ALUMNI

Votre 1^{er} réseau pour la vie



Jeudi 28 mai 2026

Campus de Palaiseau

Hello Palaiseau 3^e édition

Hello Palaiseau s'impose désormais comme un rendez-vous fédérateur de la vie de notre communauté. Cette 3^e édition offrira une nouvelle occasion de se retrouver, d'échanger et de faire vivre le réseau Télécom Paris Alumni dans un cadre convivial, au cœur du campus de Palaiseau.

Pour participer,
scannez ce Qr Code



TELECOM
PARIS
ALUMNI



ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Mercredi 24 Juin

Maison ESTP - 75016 Paris

A partir de 18h30



Mercredi 24 juin 2026

Maison des ESTP - Paris

Assemblée générale de Télécom Paris Alumni

L'Assemblée générale de Télécom Paris Alumni constitue un temps fort de la vie associative. Elle sera l'occasion de revenir sur les actions menées par l'association, de découvrir les projets à venir et de participer à l'élection des membres du prochain Conseil d'administration.

Pour participer,
scannez ce Qr Code



ASSOCIATION

RENCONTRE

Elles innovent, elles s'engagent ; elles font réseau

Le 11 février 2025, à l'occasion de la Journée internationale des femmes et des filles de science, Télécom Paris Alumni a réuni plus de soixante participantes pour une soirée consacrée au partage et à la mise en réseau. Pensé comme un temps fort pour les femmes de notre communauté, l'événement a mêlé prises de parole, table ronde et échanges informels autour d'un cocktail.

Les discussions ont permis d'aborder les enjeux d'égalité professionnelle, de confronter les expériences et de nourrir une réflexion collective sur les leviers qui permettent d'avancer tout au long de son parcours. Un moment riche, chaleureux et inspirant, qui marque une nouvelle étape dans la dynamique de WoMen Télécom Paris.



Corine Garcia Directrice déléguée de Télécom Paris Alumni, ouvre la rencontre.



Table ronde avec Agathe Munier (2027), Alexandra Deniaud (2022) et Pascale Montrouher (1988).



Patrick Olivier (1996), Directeur de Télécom Paris, aux côtés d'Hélène Haverbeke (1993), Présidente Télécom Paris alumni.

ASSOCIATION



Sabine Vigier (1987) Secrétaire générale de l'association, présente les résultats de l'enquête réalisée auprès des participantes.



Gaëlle Cattieu (2000) et Christelle Thomas (Déléguée à la diversité et à l'inclusion) reviennent sur les enjeux d'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes.



Le public, venu nombreux, a participé à ce premier temps fort de WoMen Télécom Paris.

ASSOCIATION

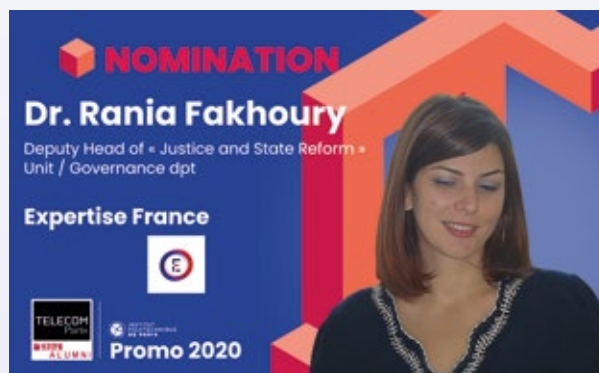
NOMINATIONS

DE NOS ALUMNI

Nous sommes fiers de féliciter plusieurs de nos alumni pour leurs récentes nominations.

Les réussites de nos alumni reflètent le dynamisme de notre réseau et leur qualité exceptionnelle, qui continuent de marquer les secteurs de l'innovation, de la technologie et au-delà. Nous sommes honorés de voir nos diplômés évoluer et s'impliquer activement dans leurs domaines respectifs, et leur parcours inspire les générations futures à suivre leurs traces.

Nous sommes également heureux de compter Louis Escudero et Angie Añazgo parmi les membres du Conseil d'administration de Télécom Paris Alumni, où ils contribuent activement à la vie de l'association



Découvrez toutes les récentes nominations de nos alumni

 <https://www.telecom-paris-alumni.fr/fr/agenda-actualites/actualites/nominations-alumni-3882>



DES NOUVELLES DE NOS ÉTUDIANTS



Étudiants et alumni réunis autour d'une soirée pétanque

À l'initiative du BDS Télécom Paris, étudiants et alumni se sont retrouvés dans un bar pour partager un moment convivial autour de parties de pétanque.

Au-delà du jeu, cette rencontre a permis de favoriser les échanges intergénérationnels dans un cadre informel et chaleureux. Étudiants et diplômés ont pu discuter parcours, expériences professionnelles et perspectives, dans une atmosphère propice aux rencontres spontanées.

Ces temps forts illustrent la volonté commune de faire vivre le lien entre étudiants et alumni, en multipliant les occasions de se retrouver en dehors des formats plus institutionnels.

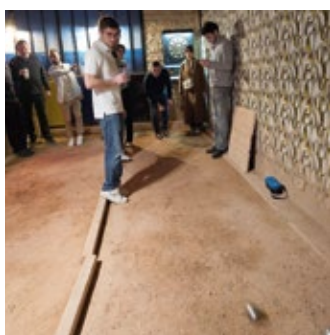
Un grand merci au BDS Télécom Paris pour l'organisation de cette initiative et à l'ensemble des participants pour leur engagement.

De nouvelles rencontres viendront prochainement enrichir la dynamique du réseau.

Présentation de l'association étudiante BDS (Bureau Des Sports)

Au sein de la promo, le BDS a pour mission de faire du sport un véritable moteur de cohésion et d'engagement.

Chaque semaine, plusieurs centaines d'étudiants pratiquent une activité sportive encadrée par des coaches. Au-delà de la performance, cela crée



un rythme commun, des rendez-vous réguliers, et surtout des liens solides entre nous. Le sport devient un espace où l'on apprend à se connaître autrement, à se faire confiance, à avancer ensemble.

Nous représentons également Télécom à travers cinq compétitions inter-écoles, avec la volonté de défendre nos couleurs avec ambition et exigence. Cette ambition sportive mérite d'être portée avec la même énergie que notre ambition académique et professionnelle. Se dépasser sur le terrain, viser une médaille, donner le meilleur pour son équipe, ce sont des valeurs qui résonnent directement avec celles du métier d'ingénieur.

Nous croyons aussi fortement au lien avec les alumni. Une promo soudée par le sport aujourd'hui devient un réseau solide demain. Nous avons beaucoup à apprendre de celles et ceux qui sont passés par les mêmes terrains, les mêmes défis, et qui peuvent nous transmettre autant sur le plan professionnel que personnel.

Au final, au-delà des résultats, ce sont les souvenirs partagés – les victoires célébrées, les moments festifs après l'effort, la fierté collective – qui restent. Une médaille se gagne en un instant, mais les liens créés durent toute une vie. ●



LumniSport : le volley dans le noir au rendez-vous

LumniSport a une nouvelle fois tenu sa promesse en réunissant étudiants et alumni autour d'un moment à la fois sportif, original et convivial. Cette édition a mis à l'honneur une expérience insolite : le volley dans le noir, dans une ambiance lumineuse et festive qui a marqué les esprits.

Au-delà du jeu, la soirée a surtout été l'occasion de partager un vrai moment de rencontre entre générations, fidèle à l'esprit du réseau Télécom Paris Alumni. Entre échanges, rires et bonne humeur, étudiants et diplômés ont profité d'un cadre chaleureux propice aux discussions comme à la détente.

Un grand merci à Marion Schilling pour l'organisation de cet événement, ainsi qu'aux alumni présents pour leur participation et leur engagement aux côtés des étudiants. Cette belle soirée illustre une nouvelle fois la force du lien entre les différentes générations de la communauté Télécom Paris.

à apprendre de celles et ceux qui sont passés par les mêmes terrains, les mêmes défis, et qui peuvent nous transmettre autant sur le plan professionnel que personnel.

Au final, au-delà des résultats, ce sont les souvenirs partagés – les victoires célébrées, les moments festifs après l'effort, la fierté collective – qui restent. Une médaille se gagne en un instant, mais les liens créés durent toute une vie. ●



Fonds IMT de prêts d'honneur : sept start-up incubées à Télécom Paris ont été soutenues en 2025

Retour sur 2025 et l'action des fonds de prêts d'honneur IMT : 24 start-up ont été soutenues dans leur développement grâce à des prêts à taux zéro. Sept d'entre elles sont incubées à l'incubateur de Télécom Paris.

Créé fin 2011 sous l'égide de l'association Initiative Grandes Écoles et Universités (IGEUE), les Fonds IMT de prêts d'honneur sont cofinancés par la Fondation Mines-Télécom grâce au soutien de ses mécènes, BPI France et Revital'Emploi. Les prêts d'honneur sont à taux zéro et sans garantie personnelle. Plus de 140 start-up ont été soutenues depuis 2012 : un soutien clé pour les projets entrepreneuriaux innovants. ●



Augmented Sport Technologies

Augmented Sport Technologies propose aux pratiquants de sports de raquette un outil d'analyse et de partage des vidéos de leurs matchs qui repose sur l'intelligence artificielle.



Blumana

Blumana est la solution SaaS permettant aux entreprises d'interpréter l'ensemble de leurs avis clients sur tous les canaux (*online* ou *offline*), d'en tirer des recommandations et de les partager en interne et aux équipes terrains pour améliorer concrètement l'expérience client.

www.blumana.app



Galeio

Galeio est une solution de développement et de déploiement de modèles de fondation géospatiaux pour démocratiser l'analyse de données satellites complexes.

www.galeio.fr



Leopa

Leopa propose la construction du premier dispositif médical numérique entièrement dédié au trouble bipolaire.

leopa.io



Replico

Replico permet aux radiologues et chirurgiens de créer, en tout autonomie et à partir d'images médicales conventionnelles, des modèles 3D du patient intégrant le système nerveux ; cette visualisation intuitive de l'anatomie réduit les erreurs d'interprétation, optimise la planification chirurgicale et améliore les résultats post-opératoires, tout en limitant les séquelles motrices, sensorielles et fonctionnelles telles que les troubles de la déglutition ou de l'incontinence.

replico.tech



Versant

Versant propose d'améliorer la protection et la restauration de la biodiversité en tirant profit de la technologie. Versant est une start-up spécialisée dans l'identification et l'évaluation de terrains pour la compensation écologique. Elle aide principalement les développeurs de projets d'infrastructures, en particulier dans le secteur des énergies renouvelables (photovoltaïque au sol), à répondre aux exigences réglementaires en matière de compensation environnementale en identifiant rapidement des terrains adaptés à fort potentiel de restauration écologique, dans ce cadre réglementaire de la « compensation » écologique.

www.versant.earth



Vnexia

Vnexia développe une solution *hardware / software* pour réduire les accidents sur chantiers.

vnexia.com

ENTRETIEN



Entretien avec Michel Devoret (1975), Prix Nobel de Physique 2025

PAR MICHEL COCHET(1973)

**Michel DEVORET**

Après avoir suivi, en dernière année à Télécom Paris, le DEA d'Optique Quantique, Physique Atomique et Moléculaire de l'Université Paris XIII Orsay, Michel Devoret a soutenu sa thèse de 3^e cycle dans ce domaine, puis il a bifurqué vers la physique du solide pour sa thèse de Doctorat d'État dans la même université. Après un séjour de post-doctorat à l'Université de Californie de Berkeley, il a fondé son propre groupe de recherche sur les circuits quantiques supraconducteurs au CEA-Saclay, avec Daniel Esteve et Cristian Urbina. En 2002, il devient professeur à l'Université de Yale. Il a aussi enseigné au Collège de France de 2007 à 2012. Michel Devoret est membre de l'Académie des Sciences (France) et de la « National Academy of Sciences » (USA). Il est Lauréat du Prix Nobel de Physique 2025.

— **Michel, quelle a été ta réaction quand tu as appris avoir été choisi par le comité Nobel comme coréceptiendaire du prix de Physique pour 2025 ?**

J'ai été très surpris, et à double titre. D'abord, j'étais en plein déménagement de mon laboratoire à Yale vers celui, en construction, à l'Université de Californie à Santa Barbara. J'avais complètement oublié que le début du mois d'octobre était la saison des prix Nobel. Ensuite, il faut se rendre compte que de nombreux physiciens exceptionnels, valeureux découvreurs ou inventeurs, n'ont jamais reçu ce prix. On ne peut qu'être étonné par le cas malheureux de Goudsmit et Uhlenbeck, qui ont découvert le spin de

l'électron, concept fondamental de la mécanique quantique. Dans notre cas beaucoup plus modeste, la chance et les circonstances cette année ont sûrement joué un rôle important en notre faveur.

— **Comment considères-tu ce prix et principalement le fait qu'il ait été attribué à trois chercheurs ?**

Une fois admis que le domaine des circuits supraconducteur quantiques était dans la course, le choix de notre trio était assez logique, puisque notre travail à Berkeley était le premier d'un enchaînement de recherches fondamentales et appliquées. En quarante ans, ce segment est devenu un sujet en pleine expansion, à la fois dans le monde académique et dans le

monde industriel. De plus, les papiers que nous avons écrits au moment de notre découverte étaient signés par seulement trois auteurs. Comme il est impératif que le prix ne soit pas partagé par plus de trois lauréats, nous évitions un casse-tête au comité Nobel. D'ailleurs, nous sommes probablement une des dernières petites équipes expérimentales à avoir réalisé un travail à échelle artisanal reconnu en physique de la matière condensée.

— Ce prix apporte-t-il une nouvelle dimension à tes travaux surtout maintenant avec tes nouvelles activités même si tu continues des recherches à l'Université de Californie à Santa-Barbara ?

Ce prix simplifie mes requêtes auprès de différentes administrations de la recherche et met un peu d'huile dans des rouages bureaucratiques de plus en plus nombreux. Mais il vient avec un certain nombre de devoirs vis-à-vis de la communauté scientifique. Je les accepte d'autant plus volontiers que je pense arriver à un stade où j'ai un rôle à jouer dans la diffusion et la promotion de la science vers les plus jeunes.

— Revenons un peu à l'origine de ton orientation vers la mécanique et la physique quantique. Qu'est-ce qui a été décisif dans cette décision et ton passage à Télécom Paris (à l'époque l'ENST) a-t-il été déterminant et une réelle source d'inspiration ?

Contrairement, je crois, à la plupart de mes camarades de promotion, je suis entré à Télécom par choix délibéré : cette École était la plus avancée en matière d'électronique et d'informatique. De

plus, elle offrait aux élèves de troisième année la possibilité de faire un « DEA » (le master 2 d'aujourd'hui) et donc un pont vers la recherche en physique fondamentale. Ce que j'ai appris à Télécom m'a beaucoup servi dans ma carrière de recherche. Même si l'enseignement était très théorique, il est plus facile de commencer par la théorie et ensuite d'apprendre la pratique, que l'inverse.

— Que recommanderais-tu à des jeunes élèves et étudiants de Télécom Paris qui voudraient s'orienter dans cette voie et comment faire ?

Je conseillerais de bien choisir le premier laboratoire d'accueil : il faut le considérer avant tout comme un environnement où on va apprendre à faire de la science originale et créatrice, activité complètement orthogonale à celui d'être un bon étudiant. Le choix du sujet doit passer au second plan, car il est très difficile à juger par un débutant, et même souvent par un spécialiste aguerri. La qualité numéro un d'un(e) étudiant(e) qui débute dans le monde de la recherche en physique, c'est de bien choisir l'ambiance du laboratoire. Elle doit être évidemment accueillante, croire en la jeunesse et, selon la personnalité du débutant, laisser beaucoup de liberté ou au contraire être suffisamment dirigiste pour ne pas laisser le/la futur(e) chercheur(se) patauger trop longtemps. À mon avis, deux qualités sont primordiales, comme dans beaucoup de domaines d'ailleurs : pouvoir résister au découragement et savoir apprendre de ses erreurs.

— Enfin comment vois-tu actuellement le développement des technologies quantiques et en particulier celui des ordinateurs et de l'informatique quantique à court, moyen et long terme ?

Faire des prévisions en matière technologique est encore plus difficile que de prévoir la météo ! En plus, les technologies quantiques recouvrent beaucoup de domaines : calcul, simulation, communication, développement des senseurs, etc., lesquels peuvent chacun déboucher sur des applications. Personnellement, l'ordinateur quantique me passionne pour trois raisons : D'une part, il teste les frontières de la mécanique quantique, et d'autre part, il apporte un point de vue plus large sur l'algorithmique, qui reste dans l'enfance si on la compare à d'autres sujets à la fois fondamentaux et appliqués. Enfin, c'est un défi technique incroyable qui combine mathématiques, physique, électronique et science des matériaux. Les processeurs quantiques me semblent bien partis pour, à l'horizon de la prochaine décennie, résoudre certains problèmes pratiques en chimie qui sont incalculables avec les ordinateurs traditionnels.

— Merci Michel ●



Le dîner de la 75

Le 7 janvier 2026

Fait rare et qui mérite d'être signalé : un ancien élève de Télécom Paris (Michel Devoret) a reçu le prix NOBEL de Physique 2025 pour ses travaux sur la physique quantique des circuits.

Ce fut l'occasion pour sa promotion (1975) de profiter de son passage à Paris le 7 janvier 2026 pour se retrouver physiquement et en distanciel dans un restaurant du quartier de la Butte aux Cailles dans le XIII^e arrondissement.

Sur l'initiative de Michel Levy, de Michel de Rougement et de Georges Mokhbat ces retrouvailles ont réuni autour de Michel Devoret : Eric Chantrel, Michel Cochet, Pierre Louis Dahan, Martine Decouvlaere, Jean Paul Jacquot, Phac Le Thuan (à Los Angeles), Bernard Perrin, Hervé Pinsard, François Quentin, Michel Rouilleault, Soleiman Roumili (venu d'Algérie pour l'occasion), Danièle Rabain, Jean Pierre Rosen, Jean Pierre Sirieys et Jean Jacques Trottin ;

Après le plaisir des retrouvailles (pour certains après 50 ans), les échanges ont porté sur les travaux de Michel et notamment sur l'avenir des ordinateurs quantiques.

Les échanges étaient fort enrichis et tous se sont donnés rendez-vous pour une autre rencontre mais avant 50 ans.

En souvenir de cette rencontre, le groupe a remis et dédié à leur collègue qui travaille aux USA le dernier album d'Astérix. ●



WEBINAIRE DU GROUPE NUMÉRIQUE ET ENVIRONNEMENT LE 3 FÉVRIER 2026

Transition énergétique

dans les pays émergents et en développement et la contribution de l'agence française de développement

Par Francis Charpentier (1980)

Dans cette conférence donnée à la Maison des Ponts le 3 février 2026, Nicolas Guichard et Pauline Larat ont présenté la division énergie de l'AFD, qui finance et accompagne les projets de transitions énergétique dans 80 pays, dont beaucoup en Afrique. La division gère environ 20% de l'ensemble des actions de l'AFD, à côté de celles sur l'eau, l'assainissement, les transports, le développement urbain.

L'action de l'AFD se situe dans le contexte de l'aide publique au développement (APD), théorisée historiquement par les USA en complément des politiques de défense et de diplomatie, et pour laquelle l'objectif théorique de 0,7% du RNB est rarement atteint (environ 0,5% pour la France).

Les projets énergie financés par l'AFD (quasi exclusivement en prêts) s'adressent à la fois aux pays émergents déjà très carbonés (Vietnam, Indonésie, Afrique du Sud) et aux pays en développement qui constituent une opportunité pour un développement d'énergie propre dès le départ (selon un « chemin de développement bas carbone »). L'AFD exclut les fossiles et se focalise sur les énergies renouvelables proprement dites, la modernisation et le développement des réseaux de transports d'électricité (*smartgrids* pouvant accueillir les ENR), sur l'efficacité énergétique, sur le développement de l'accès à l'électricité (selon l'objectif de développement durable ODD7 de l'ONU) pour les 600 millions de personnes qui en sont privées. C'est précisément l'objet de l'initiative récente Mission 300, pilotée par la Banque Mondiale et la Banque Africaine de Développement.

Un autre enjeu est celui de la cuisson propre (*Clean Cooking*), pour tenter de réduire les impacts sanitaires de la cuisson au feu de bois en foyer ouvert, et du même coup la déforestation qui l'accompagne.

Le retour sur investissement de projets est évalué annuellement sur une grille multidimensionnelle, mais pour la dimension de réduction des émissions de CO₂, il est clairement supérieur aux actions classiques d'atténuation menées en Europe. La grande opportunité est la baisse du coût des renouvelables, mais les freins persistants sont la couverture et l'efficacité des réseaux électriques, et le financement de ces projets plus capitalistiques que les projets fossiles.

La réduction récente de l'APD en France et dans le monde a des conséquences en terme d'activité globale de l'agence, avec en particulier une réduction de certaines activités de coopération technique financées en subvention. ●

Pour approfondir, le sujet,
voir le replay, mais aussi le MOOC
« Accélérer la transition énergétique
dans un monde en commun »



mooc-campus.afd.fr



NOS ALUMNI PUBLIENT



Sur Terre, la vie a-t-elle pu émerger du minéral ?



Michel Galiana-Mingot (1973)

Le parcours qui m'a amené aux sciences est un peu sinueux : né d'un père écrivain scientifique, dans une maison pleine de livres, je peux dire que je suis tombé dans la potion magique. Cela m'a conduit tout droit vers les études d'ingénieur (X-Télécom). J'ai embrassé une carrière dans la direction d'entreprises : 22 ans comme président de Sony France et vice-président Europe, puis 17 ans à effectuer des retournements d'entreprises en difficulté. Dans ce parcours, me frottant aux hommes et aux organisations, je n'ai jamais vraiment oublié les sciences, car, pour me distraire des soucis du management, je m'y suis toujours adonné comme à un hobby quotidien. Mon but : essayer de comprendre les plus grands mystères de nos origines. Ceux du Big Bang, de l'origine de la vie, de l'évolution naturelle, et de l'homínisation.

Aujourd'hui, je publie mon troisième livre*, résultat de plusieurs années d'études sur l'origine de la vie, pour répondre à une question : a-t-elle pu émerger du monde inerte et minéral ? Ce qui m'a le plus frappé lorsque j'ai commencé à m'intéresser à la vie, c'est qu'elle soit arrivée si tôt sur Terre : il y a entre 3,8 à 4 milliards d'années. En effet, cette époque est aussi celle où notre planète naissante avait suffisamment refroidi pour commencer à présenter de l'eau liquide. Cette découverte a été une révélation : la vie a vu le jour dès que l'environnement l'a rendue possible ! Alors, est-elle un phénomène aussi improbable qu'on le présente

généralement ? Pour en avoir le cœur net, j'ai épluché les principales thèses scientifiques émises sur le sujet. J'ai découvert progressivement que les plus récentes avancées permettent de dessiner un scénario probable de l'origine de la vie. Dans *Du Minéral Au Vivant - Sur Terre, La Vie Devait Apparaître*, je présente ce scénario complet mêlant déterminisme et hasard : celui d'une planète primitive située à la frange entre l'ordre et le chaos, dont les composants engendrent des formes de protovie rudimentaires, se complexifiant et menant progressivement aux bactéries.

Dans cet ouvrage, je vous invite à un voyage très pédagogique au cœur de la science, car, pour comprendre l'origine de la vie, il faut toucher un peu à toutes les disciplines. D'abord, l'astrophysique pour examiner comment notre planète s'est formée et les conditions très particulières qui en ont résulté. Ensuite, les sciences de la Terre : notamment pour bien comprendre le rôle essentiel de la tectonique des plaques brassant les matériaux de la croûte terrestre. Puis, bien sûr, la physique et la chimie, avec l'incroyable fertilité de la chimie du carbone. Si vous prenez toute la pharmacopée se trouvant dans votre placard à médicaments, vous ne trouvez qu'une minuscule fraction des millions de molécules que le carbone peut créer en se combinant à d'autres éléments. Ensuite, un petit grain de philosophie est nécessaire pour passer à la biologie, et enfin, voir s'enclencher l'évolution darwinienne.

Toute cette histoire commence à des milliers de mètres de profondeur dans les océans primitifs, au sein des cheminées hydrothermales, des sortes de stalagmites qui recrachent de l'eau chaude chargée d'énergie chimique et de minéraux provenant du sous-sol. Voilà le départ d'une possible et prodigieuse saga de la vie menant aux premières bactéries.

Par-delà l'intérêt de cette narration, j'espère convaincre le lecteur que la vie n'est pas si improbable qu'on le pense généralement : l'environnement sur Terre, il y a 4 milliards d'années, rendait son émergence très probable. En revanche, ce qui reste improbable ce sont précisément les conditions primitives apparues sur notre jeune planète. Avons-nous une chance de découvrir dans le cosmos un autre astre aussi « doué » que la Terre. Et si oui, a-t-il donné naissance à une forme de vie proche de la nôtre, ou au contraire, très différente ? On a déjà observé 7 500 exoplanètes situées dans d'autres systèmes solaires, et pour l'instant, aucun signe de vie... La question de la vie ailleurs dans le cosmos reste brûlante. ●

* Le premier, *Les Clés Secrètes De L'univers* raconte la « grande histoire » qui va du Big Bang à l'Homme. Le deuxième, *L'univers Millefeuille* explique comment la nature s'y prend pour créer la plus exquise des complexités à partir des ingrédients les plus simples. Le troisième, *Du Minéral Au Vivant*, vient de sortir.

Les Grandes Intégrales Symphoniques

Beethoven

Par **Marc Darmon (1988)**

Les Symphonies de Beethoven par le Philharmonique de Berlin, un grand classique pour le discophile ! Sans remonter jusqu'au premier enregistrement d'une symphonie de l'Histoire, déjà Beethoven (la cinquième) et déjà par le Philharmonique de Berlin en 1913 (sous la direction de son chef de l'époque Arthur Nikisch), le catalogue est rempli de versions « de référence » de ces symphonies par Berlin sous la direction de leur directeur musical Furtwängler (années 50), Karajan (trois fois, dans les années 60, 70 puis 80 à la naissance du disque compact), Abbado (années 90). Les versions de Karajan 80 et d'Abbado sont d'ailleurs disponibles en DVD et très recommandables (même si les films très modernes de Karajan à l'époque ont bien vieilli). Sir Simon Rattle, directeur des Berliner Philharmoniker de 2004 à 2017, a beaucoup attendu, jusqu'en 2016, car il voulait avoir construit une grande complicité avec l'ensemble, pour enregistrer ce testament. Et il le fait de façon magistrale, à la fois au disque, en vidéo en DVD/Blu-ray et en streaming, tout cela disponible sur le site du Philharmonique (www.digitalconcerthall.com et www.berliner-philharmoniker-recordings.com).

Le Beethoven de Rattle combine à la fois la perfection instrumentale propre à l'orchestre (l'éloquence des contrebasses et violoncelles, par exemple au début du final de la neuvième, les bois, le fondu des cordes, ...), héritée de Karajan, et une liberté de phrasé et de tempi telle que Furtwängler l'a immortalisée. Pour les tempi, Rattle reconnaît sa volonté d'intégrer en même temps l'intensité rythmique de Toscanini et la liberté de Furtwängler, l'orchestre lui offrant la puissance et l'énergie pour permettre sa vision. Les instrumentistes les plus anciens qui ont connu les trois

derniers chefs expriment leur plaisir dans cette combinaison de l'agilité et la vivacité d'Abbado avec la beauté et la profondeur des couleurs de Karajan. Vous l'avez compris, cette approche riche et originale, conjuguant les grandes qualités des visions de ses prédécesseurs, nous a séduits.

L'orchestre, bien plus féminisé en 2016 que pour les versions précédentes, est disposé de façon originale pour un cycle de symphonies à Berlin : Rattle a exceptionnellement choisi de disposer les seconds violons à droite, créant ainsi un effet d'écho entre les deux lignes de violon et une grande spatialisation de l'ensemble.

Pour la dimension de l'orchestre, il n'y a pas d'effectif théorique. Rattle nous rappelle que Mozart a créé sa 40^e symphonie avec un orchestre très réduit et a été ravi de l'entendre quelques jours plus tard avec un orchestre pléthorique. Même expérience pour Haydn et sa Création, créée en 1798 pour petit ensemble et jouée quelques jours plus tard par un orchestre et chœur éphémères. Dans ces enregistrements, la taille de l'orchestre évolue à mesure que Rattle considère que les symphonies le nécessitent, trois contrebasses et 10 premiers violons pour les deux premières symphonies, 5 contrebasses et 12 premiers violons pour l'Héroïque, l'orchestre complet (8 contrebasses, ...) pour la neuvième. Sir Simon a choisi d'utiliser les partitions originales telles qu'elles ont été rééditées par Jonathan Del Mar. Notamment de nombreuses corrections ont été apportées à ce que l'usage et la tradition avaient pérennisé pendant plus de cent cinquante ans, par exemple l'utilisation du contrebasson pour doubler les contrebasses dans la neuvième symphonie (instrument très difficile et périlleux au début du XIX^e siècle), ou le phrasé des cors dans l'Ode à la Joie.

Les DVDs sont complétés, « en bonus », de deux films, l'un sur la réalisation de cette production très ambitieuse, et l'autre montrant Rattle expliquer sa vision des symphonies, au piano pour les exemples musicaux, passionnant, vraiment.



Ludwig Van Beethoven : Les neuf Symphonies
Direction Sir Simon Rattle,
Orchestre Philharmonique de
Trois DVD ou deux Blu Ray BPO

Très bien enregistrée, ce qui est important pour rendre le son de ce qui est peut-être le plus bel orchestre du monde, parfaitement filmée (nous voyons par exemple bien mieux les solos des bois ou le chœur dans le final de la neuvième que ne l'ont pu les spectateurs le jour de l'enregistrement), cette production est devenue la nouvelle référence en image. ●



Marc DARMON

Thales, Senior Vice President, Europe. Diplômé de l'École Polytechnique et de Télécom Paris, Marc Darmon a mené toute sa carrière dans les secteurs de la technologie, la défense et la sécurité. Il débute sa carrière dans le groupe Alcatel en 1988.

Il rejoint le groupe Thales en 1998 en tant que directeur des Réseaux d'Infrastructure, pour occuper ensuite d'autres fonctions opérationnelles importantes.

En 2012, Marc Darmon devient Executive Vice President de Thales en charge de l'activité mondiale des Systèmes d'Information et de Communication Sécurisés, et rejoint le comité exécutif du groupe.

Il devient Président du Conseil des Industries de la Confiance et de la Sécurité (CICS) en 2014, avant d'être nommé Président du Comité stratégique de filière pour les Industries de Sécurité en 2017. Marc Darmon a été Président du GICAT (Groupement des Industries Françaises de Défense et de Sécurité terrestres et aéroterrestres) de juillet 2020 à juin 2024.

Votre carrière, à chaque étape

Télécom Paris Alumni accompagne ses membres tout au long de leur parcours professionnel.

Grâce à ses services et outils dédiés à la carrière, l'association vous aide à **prendre du recul** sur votre trajectoire, à **développer votre réseau** et à saisir de nouvelles opportunités. Parmi ces outils il y a :



Whats4u - Réseau et opportunités inter-écoles

Télécom Paris Alumni fait partie de Whats4U, un collectif réunissant les alumni de grandes écoles d'ingénieurs et de management. Les membres cotisants accèdent à des **événements networking**, **opportunités professionnelles** et **offres d'emploi mutualisées**, favorisant les échanges entre alumni et recruteurs.



Jobmaker - Coaching Digital

Grâce à Jobmaker, bénéficiez d'un **accompagnement digital personnalisé** pour structurer votre projet professionnel, identifier vos forces et préparer vos candidatures. La plateforme propose des ateliers, supports et outils pour avancer dans votre carrière à **votre rythme**.



GoinGlobal - Mobilité internationale

Avec GoinGlobal, accédez à des ressources d'experts pour **préparer une carrière à l'international** : guides pays, conseils CV et entretiens, informations sur les visas et le coût de la vie, ainsi qu'un moteur de recherche couvrant plus de 16 millions d'offres d'emploi et de stages dans le monde.



IESF - Réseau des ingénieurs et scientifiques

Télécom Paris Alumni est membre d'IESF, la fédération représentant 1,3 million d'ingénieurs et scientifiques en France. Les cotisants bénéficient d'un accès aux **enquêtes de rémunération**, au **répertoire national des ingénieurs** et à des ressources pour piloter leur carrière et valoriser leur diplôme.

Accédez à tous les services carrière de l'association.

Télécom Paris Alumni met à votre disposition un réseau actif, des outils dédiés à votre évolution professionnelle et des événements organisés tout au long de l'année.

Découvrez tous les services et événements carrière

Scannez le QR code



votre vrai réseau pour la vie



Déployer le numérique à grande échelle

Nous créons et déployons les technologies et systèmes nécessaires pour réduire les émissions tout en répondant aux besoins énergétiques croissants du monde.

Plus d'information sur slb.com

