



HAL
open science

L'expérimentation des véhicules autonomes : quelle place dans le processus d'innovation ?

Lucile Buisson, Jean-Pierre Nicolas, Nathalie Gouget

► To cite this version:

Lucile Buisson, Jean-Pierre Nicolas, Nathalie Gouget. L'expérimentation des véhicules autonomes : quelle place dans le processus d'innovation ?. RTS. Recherche, transports, sécurité, 2021, Les territoires et la voiture : vers un renouvellement de la culture automobile ?, 2021, 13p. 10.25578/RTS_ISSN1951-6614_2021-03 . hal-03126877

HAL Id: hal-03126877

<https://hal.science/hal-03126877v1>

Submitted on 1 Feb 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

DOSSIER / ISSUE

Les territoires et la voiture : vers un renouvellement de la culture automobile ?
Territories and the car: toward a renewed automobile culture?

L'expérimentation des véhicules autonomes : quelle place dans le processus d'innovation ?

Le cas du projet *Rouen Normandy Autonomous Lab*

Autonomous vehicles experiment: which role in innovation process?
The case of Rouen Normandy Autonomous Lab project

Lucile Buisson, Jean-Pierre Nicolas, Nathalie Gouget

© Univ Gustave Eiffel

Résumé La phase actuelle de développement du véhicule autonome se manifeste notamment par une multiplication des expérimentations. Cependant, peu de travaux se penchent sur ces dernières en tant que témoins du processus d'innovation à l'œuvre. En vue d'apporter cet éclairage, nous proposons une grille d'analyse dédiée, basée sur la notion de niche. Nous l'appliquons au projet *Rouen Normandy Autonomous Lab*, qui a eu lieu à Saint-Étienne-du-Rouvray, dans la Métropole de Rouen, entre octobre 2017 et décembre 2019. Nous déterminons le type d'acteurs présents, leurs régimes d'appartenance et les « phénomènes » internes et externes à la niche. Nous montrons l'adéquation de cette approche à l'étude des expérimentations de véhicules autonomes et dégageons certaines similitudes avec d'autres contextes d'innovation. Ainsi, nous mettons en exergue l'importance de la formation d'un réseau d'acteurs et la prévalence des attentes fonctionnelles, celles portant sur le rôle actuel du projet, dans la poursuite d'expérimentations de véhicules autonomes au niveau local.

Mots-clés : véhicule autonome, niche, expérimentation, processus d'innovation.

Abstract The current development phase of the autonomous vehicle can be seen by an increase in the number of experiments. However, the work carried out so far has paid little attention to these experiments as part of the innovation process. Thus, we propose a dedicated analysis grid, based on the concept of niche. We apply it to a case study: the *Rouen Normandy Autonomous Lab* project, which took place in the urban community of Rouen, between October 2017 and December 2019. We determine the type of the actors, the regimes they belong to, and the internal and external “phenomena” of the niche. In this way, we show the suitability of this approach for the study of experiments on autonomous vehicles and identify certain similarities with other innovation contexts. In this way, we highlight the importance of the network building and the prevalence of functional expectations, relating to the current role of the project, in the pursuit of experiments on autonomous vehicles at the local level.

Lucile Buisson (✉)
LAET - ENTPE
Rue Maurice Audin, F-69518 Vaulx-en-Velin Cedex
courriel : lucile.buisson@entpe.fr

Jean-Pierre Nicolas (✉)
LAET - ENTPE
Rue Maurice Audin, F-69518 Vaulx-en-Velin Cedex
courriel : jean-pierre.nicolas@entpe.fr

Nathalie Gouget (✉)
Technocentre RENAULT
1 Avenue du Golf, 78084 Guyancourt Cedex
courriel : nathalie.gouget@renault.com

Keywords: autonomous vehicle, niche, experiment, innovation process.

1. Introduction

L'idée d'une voiture autonome n'est pas nouvelle. Quatre vagues de développement peuvent être distinguées : les années 1960, avec l'idée de coopération entre le véhicule et la route « électronique », à partir de systèmes radio et électromagnétiques ; les années 1980, marquées par

l'application des avancées robotiques au véhicule¹ ; les années 2000, avec l'intégration des technologies de télécommunications et des progrès de l'informatique embarquée, démontrés lors des *Grand DARPA Challenges* (2004-2007) et les années 2010, qui voient le lancement de projets industriels par des entreprises de hautes technologies, comme *Google* (2009), et un réinvestissement par les constructeurs automobiles [1, 2, 3]. Deux axes de recherche dédiés à l'automatisation de conduite coexistent donc jusqu'à aujourd'hui, le premier portant sur les équipements et capacités du véhicule et le second sur la complémentarité entre véhicule et infrastructure grâce aux systèmes de télécommunications.

Considérant cette dernière période, le premier test sur routes publiques pour le transport de passagers a eu lieu à La Rochelle en 2011, dans le cadre du projet européen *Citymobil* (2006-2011) [4]. Depuis multipliées, ces expérimentations se concentrent en Amérique du Nord, en Europe et en Australie [5]. Nous distinguons deux types d'essais, correspondant à deux types d'intervention des autorités publiques locales : ceux de navettes, où leur implication se fait sur le même modèle que les transports publics, et ceux de voitures automatiques, organisés par des entreprises privées, où elles incitent ou freinent leur tenue à travers les règles d'autorisation [6]. Pour favoriser ces initiatives, plusieurs pays ont défini des codes de bonnes pratiques (Royaume-Uni², France³ Belgique⁴, Australie⁵, Corée du Sud⁶, Japon⁷) et de nombreux États américains ont promu successivement leur propre législation [7]. Une compétition mondiale a donc lieu et l'accueil d'expérimentations semble perçu comme un enjeu économique et un gage de compétitivité territoriale.

D'un point de vue scientifique, le véhicule autonome fait actuellement l'objet d'un nombre croissant de publications. Les sciences sociales sont surtout présentes depuis 2015, du fait de l'atteinte d'un degré de maturité technologique suffisant et de l'engouement médiatique, industriel et politique suscité [8]. Alors que les expérimentations sont pour l'instant les seules réalisations concrètes de cette technologie, elles ne font l'objet que d'une attention restreinte [5]. En effet, la plupart des publications reposent sur l'une des quatre méthodologies suivantes, mobilisant peu les données issues des expérimentations : modélisation du système de transport ; enquêtes de préférences déclarées ; prospective qualitative et études d'adoption à partir de comparaisons historiques [9]. Lorsqu'elles s'y intéressent, les études tiennent principalement du panorama des configurations et des pratiques [5, 10, 11, 12, 13] ou de la présentation de résultats d'enquêtes menées auprès des « testeurs » lors des expérimentations [14, 15, 16]. Plus récemment, les expérimentations ont été abordées sous l'angle de l'intervention publique. Elles sont ainsi décrites comme un moyen de se placer à l'avant-garde [17, 18] ou comme une phase indispensable à la définition d'un cadre de gouvernance adapté des véhicules autonomes [19].

Finalement, seuls Hopkins et Schwanen (2019) [20] traitent de l'expérimentation de véhicules autonomes à l'échelle du cas d'étude, grâce à un cadre d'analyse dédié, établi à partir de la littérature sur l'expérimentation urbaine et de leur place dans la formulation des politiques publiques.

Les travaux portant sur les expérimentations de véhicules autonomes sont donc peu nombreux et mobilisent faiblement des cadres conceptuels spécifiques. C'est pourquoi leur contexte d'apparition, l'implication des acteurs présents et leur place dans le processus d'élaboration et de diffusion de cette innovation ne sont pas traités. Ainsi, au vu de leur multiplication, de leur place grandissante dans les stratégies industrielles nationales et de l'analyse jusqu'ici limitée dont elles font l'objet, nous proposons dans cet article une grille d'analyse dédiée aux expérimentations de véhicules autonomes, adossée à la notion de niche. Nous entendons cette dernière dans son acception large, comme c'est le cas des approches *Multi-Level-Perspective (MLP)* et *Strategic Niche Management (SNM)*. Par-là, nous souhaitons examiner la place de l'expérimentation dans l'élaboration et la diffusion de l'innovation, la manière dont elle est mise en œuvre et ses dynamiques d'émergence et de propagation. Nous appliquons cette grille au cas du projet *Rouen Normandy Autonomous Lab (RNAL)*, expérimentation s'étant déroulée à Saint-Étienne-du-Rouvray, dans la Métropole de Rouen Normandie, entre octobre 2017 et décembre 2019.

2. Les outils d'analyse du changement technologique à l'échelle de l'expérimentation

Nous détaillons dans cette partie la construction de ce cadre d'analyse. Il nécessite tout d'abord de revenir succinctement sur la manière dont l'innovation est abordée en économie et en sociologie. Ce détour permet de positionner et d'explicitier le concept de niche tel qu'il est entendu par les économistes évolutionnistes et les tenants des approches *MLP* et *SNM*. Nous changeons ensuite d'échelle d'observation pour aborder les analyses microscopiques de la niche, qui se montrent pertinentes pour rendre compte des « phénomènes » internes à l'expérimentation. En fin de partie, nous représentons à l'aide d'un schéma la grille d'analyse élaborée, reposant sur la synthèse de ces différents éléments (Figure 1).

2.1. L'étude du processus d'innovation, vers une prise en compte de l'interaction entre société et technique

En économie, l'innovation, le « progrès technique », fait son apparition comme objet d'étude avec les travaux de Schumpeter (1883-1950) [21]. Les économistes s'interrogent particulièrement sur les motivations de la firme à innover. Ils concluent principalement à la volonté

de captation d'une rente de monopole et d'une demande potentielle [22], la seconde constituant un point de discordance entre défenseurs du « *demand pull* » (innovation définie par le marché) et du « *technology push* » (innovation issue d'avancées techniques exogènes) [22]. Dans les années 1980, l'approche évolutionniste propose une alternative à l'approche néoclassique, d'une part en mettant en avant la rationalité limitée des firmes et leur dépendance à des routines et d'autre part en translatant les concepts darwiniens de sélection et d'adaptation à l'environnement, à la compatibilité entre marché et innovation [23].

Les sociologues s'intéressent quant à eux à l'émergence et la diffusion de l'innovation à partir des années 1960. Plusieurs modèles voient le jour : Rogers (1962) suppose une diffusion selon une courbe en cloche ; le « paradigme hiérarchique » admet une diffusion reproduisant la stratification sociale et le « schème tourbillonnaire » met en avant l'importance du réseau qui soutient l'innovation et des dynamiques internes à celui-ci [21]. Ces approches se distinguent selon leur conception de la relation entre technique et société, allant d'un mouvement univoque de l'une vers l'autre à la prise en compte des effets du contexte social, voire des interactions au cours du processus d'innovation [21]. L'expérimentation y apparaît comme un espace privilégié pour l'étude de l'émergence, de la diffusion mais aussi de l'élaboration de l'innovation.

2.2. L'expérimentation dans le processus d'innovation

Un des principaux concepts dédiés à l'analyse des expérimentations, présent dans plusieurs approches, est celui de niche.

La niche est définie comme un espace d'expérimentation en dehors du laboratoire, dans un contexte considéré comme socialement réaliste et légitimé financièrement, politiquement ou par d'autres ressources [24, 25, 26]. Elle est pensée en relation à un niveau supérieur : le régime sociotechnique. Ce dernier désigne l'ensemble des pratiques dominantes et comprend, selon la définition de Geels (2005), trois composants imbriqués assurant sa stabilité et sa cohésion : un réseau d'acteurs, des règles formelles et informelles et un ensemble d'éléments matériels et techniques [25]. La description du système de transports urbains amène à distinguer trois régimes : la voiture individuelle, les transports collectifs et les modes de transports non motorisés [27], et à constater la domination du premier, une situation largement décrite dans la littérature et généralement nommée : système d'automobilité [28]. Ces régimes se trouvent par ailleurs en compétition, des éléments stabilisant l'un pouvant déstabiliser les autres [27].

Geels et Schot (2007) distinguent quatre types de niches : niche de marché interne au régime ; niche de percée ; niche de marché externe au régime et niche technologique, différenciées selon leur dynamique d'émergence [29]. Les premières sont issues d'une « sélection naturelle ». Le régime engendre des niches en son sein, qui émergent selon leur compatibilité avec celui-ci. Les secondes apparaissent à la suite d'une déstabilisation du régime. Les troisièmes surgissent dans une frange du régime et y connaissent des micromutations ; selon la pertinence de ces dernières, elles pourront s'imposer au marché sur le modèle d'une substitution retardée. Finalement, les quatrièmes émergent du fait de l'anticipation de certains agents, qui investissent dans le développement d'une technologie naissante. Les ressources sollicitées dans ce contexte sont majoritairement issues de contributions publiques et d'investissements privés stratégiques en R&D. Le soutien à une innovation est ici lié à la croyance en son rôle à venir, qui interviendrait à la suite d'améliorations techniques ou de changements dans l'environnement de sélection [22, 23]. Les niches de marché sont donc le résultat d'une dynamique *bottom-up*, et les niches technologiques d'une dynamique *top-down*. Nous retenons cette typologie dans notre cadre d'analyse. Dans le cas des transports urbains, trois ensembles de niches, trois aires d'innovation, sont identifiées : les technologies appliquées aux véhicules (électrification, hydrogénisation), servicisation (autopartage, covoiturage et transports publics) et la gestion de la demande de transport (modes doux, péage urbain, restrictions de circulation). Une préférence des acteurs industriels et publics pour les solutions issues du premier ensemble, position dite *techno-fix*, est constatée [30, 31].

Le principe de niche est aussi convoqué dans des approches multidisciplinaires : *MLP* et *SNM* [30, 31]. La *MLP* étudie les dynamiques de transition technologique comme un processus non linéaire d'alignement des niveaux niche, régime et environnement [31]. Ce troisième niveau, placé au-dessus de celui de régime, intègre les tendances et facteurs contextuels de long terme : environnementaux, macroéconomiques, sociétaux, géopolitiques et culturels. Dans le cas des transports, l'évolution des marchés de l'énergie et les préoccupations sociales et politiques concernant le réchauffement climatique et les émissions polluantes sont deux éléments clés du niveau environnement [27]. La *SNM* s'attache quant à elle à comprendre le développement des niches [26]. Elle se focalise traditionnellement sur des projets technologiques individuels pour tenter d'en expliquer le succès ou l'échec [32]. Les dynamiques entre les niveaux niche et régime sont particulièrement étudiées. Diverses dynamiques ont ainsi été repérées : la pression du régime sur la niche, l'amélioration du régime par contradiction, l'accumulation de niches, la prolifération vers d'autres régimes, la prolifération géographique ou encore l'hybridation, les nouvelles technologies se liant à des technologies préexistantes [33]. Les niches dans le domaine de la mobilité sont marquées par l'hybridation

des concepts issus des aires des technologies appliquées aux véhicules et de la servicisation [30, 31, 34]. L'analyse de ces phénomènes externes entre également dans notre grille d'analyse.

2.3. L'analyse microscopique de la niche grâce aux apports de la sociologie de l'innovation

Les principes énoncés jusqu'ici présentent une focale mésoscopique et n'étudient pas les dynamiques internes aux niches, qui sont pourtant, d'après les approches *MLP* et *SNM*, utiles pour rendre compte de la diffusion de l'innovation. Pour cela, des travaux de sociologie sont mobilisés, particulièrement ceux de Van Lente [35], qui montrent d'ailleurs certaines similitudes avec l'approche du schème tourbillonnaire (cf. §1.1.). Les principaux phénomènes analysés sont : l'apprentissage, la diversité des attentes et le tissage du réseau d'acteurs et de parties prenantes.

Plus précisément, l'apprentissage des acteurs au sein de la niche est de deux types, de premier et de second ordre. L'apprentissage de premier ordre concerne le fonctionnement de l'innovation dans des circonstances réelles, sur les plans technique (solutions disponibles et infrastructures nécessaires), réglementaire et des usages (profils, besoins et représentations des utilisateurs) [30, 31]. L'apprentissage de second ordre comprend la formulation et l'exploration de nouvelles idées et dispositifs, dépassant la dimension informative propre aux apprentissages de premier ordre.

Les attentes des acteurs de la niche sont importantes en tant que forces motrices [22, 35, 36]. Elles peuvent être interprétées comme des scripts contenant une description de la situation future et de la répartition des rôles des acteurs. Elles dépendent de l'expérience, des priorités et des positions [35]. Trois niveaux d'attentes sont communément distingués : performance du projet, fonction du projet et impacts sociétaux.

Le tissage d'un réseau d'acteurs et de parties prenantes consiste en l'ajout progressif de nouvelles entités afin de légitimer la niche et de garantir la disponibilité de ressources pour son développement futur [24]. Aussi, lors de l'émergence d'une opportunité technologique, l'innovateur fait des promesses sur ses performances à venir. Si elles reçoivent l'adhésion escomptée, des projets se concrétisent. Lorsque ces derniers touchent à leur fin, de nouvelles promesses sont formulées en fonction des résultats. Alors, soit de nouveaux acteurs sont enrôlés, soit le réseau se restreint. Un cycle promesses-exigences est ainsi amorcé. Ce tissage est souvent réalisé localement, horizontalement, dans l'environnement direct de la niche, mais il peut également s'élargir, notamment en se connectant au niveau intermédiaire entre niches et régime appelé : *global niche level*. Ce dernier est constitué d'acteurs plus distants de la niche mais pourvoyeurs de ressources financières, politiques ou techniques [37]. Ce

niveau est un lieu de formalisation de connaissances et d'interprétations au sein d'une communauté plus large. Il s'appuie ainsi sur les conclusions et la variabilité des contextes locaux d'expérimentation [37].

2.4. Une synthèse en forme de grille d'analyse

À partir des différentes contributions portant sur l'analyse des expérimentations au sens de la niche, deux niveaux d'observation peuvent être dégagés : la description de l'expérimentation et son analyse interne. Le premier vise à déterminer le type de niche, le régime d'appartenance des acteurs et les phénomènes externes. Le second consiste à expliciter les phénomènes internes à la niche. Nous avons retenu trois catégories pour rendre compte de ces derniers : les mécanismes d'apprentissage, différenciés en premier et second ordre ; la formation d'un réseau d'acteurs et de parties prenantes, selon une distinction entre constitution locale et connexions au niveau *global niche level* et les attentes des acteurs, selon trois types : performance du projet, fonction du projet et sociétales (Figure. 1).

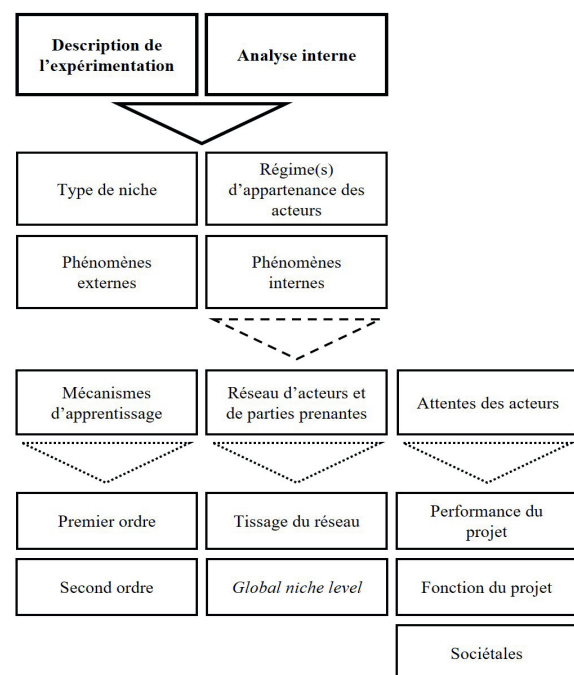


Figure 1. Grille d'analyse dédiée aux expérimentations de véhicules autonomes pour rendre compte de leur place dans le processus d'innovation

3. Application de la grille d'analyse au cas du projet RNAL

3.1. Contexte national

En France, le « véhicule à pilotage automatique » est désigné comme prioritaire par le programme « Nouvelle France Industrielle » en 2013. Les choses s'accroissent surtout en octobre 2017, avec la nomination d'une

« Haute représentante pour le développement des véhicules autonomes » [38]. En mai 2018, les orientations stratégiques nationales pour l'action publique sont définies. La démarche d'expérimentation est placée « au cœur de la stratégie nationale de développement du véhicule autonome »⁸. En conséquence, un plan national d'expérimentations : Expérimentation du Véhicule Routier Autonome (EVRA), financé par le troisième Programme d'Investissement d'Avenir (PIA 3), est lancé en juin 2018 et un cadre juridique simplifié est adopté en avril 2019. Ainsi, l'article 12 de la loi relative à la croissance et la transformation des entreprises, dite loi PACTE, élargit l'ordonnance n°2016-1057. Puis, en avril 2019, seize initiatives d'expérimentations sont primées. Elles sont contenues dans deux projets : Sécurité et Acceptabilité de la conduite et de la Mobilité autonome (SAM), conduit par la Plateforme automobile et Expérimentations de Navettes Autonomes (ENA), mené par l'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux. Soutenus par une subvention de quarante-deux millions d'euros, ils reprennent deux cas d'usage définis par la stratégie nationale : le véhicule particulier et la navette dédiée aux transports publics. À leur lancement, quatre-vingt-dix demandes d'autorisation d'expérimentation avaient été délivrées, correspondant à 200 000 kilomètres parcourus depuis 2015. En effet, les premières initiatives d'expérimentations ont eu lieu au niveau local, avant une institutionnalisation récente. Nous nous intéressons, à partir de la grille dégagée dans la partie précédente, à la formation et au développement de l'une d'entre elle : *RNAL*. Le projet *RNAL* est souvent mentionné par des acteurs nationaux comme l'une des expérimentations françaises les plus avancées^{9,10}. Son originalité tient à sa dimension servicielle, inspirée d'un service de transport à la demande (TAD), et à sa durée, de plusieurs années, qui en fait un projet d'envergure au moment de son lancement.

3.2. Données utilisées

Pour réaliser l'analyse du projet *RNAL* au sens des deux niveaux d'observation précédemment décrits, trois types de données ont été récoltées. Tout d'abord, pour caractériser le contexte et les acteurs du projet, une revue de presse au long court au sujet du projet a été effectuée grâce à la plateforme *Europresse*, complétée d'une consultation des documents officiels, et particulièrement des dossiers de presse. Parallèlement, par le biais de l'entreprise *Renault*, partenaire de l'expérimentation, nous avons pu prendre part à certaines réunions d'avancement du projet et accéder à plusieurs des productions des groupes de travail. Enfin, neuf entretiens ont été menés auprès des représentants des partenaires du projet entre décembre 2017 et décembre 2018, tels que présentés ci-dessous (Figure 2).

Transdev	Renault	Matmut
Chef de projet R&D Direction Systèmes de Transport Autonome Décembre 2018	Directrice du pôle des « services de mobilités autonomes » <i>Direction de la Recherche</i> Août 2018	Responsable des projets et partenariats <i>Direction Générale Adjointe Assurances IARD*</i> Novembre 2018
Coordinateur projet RNAL TCAR Décembre 2018	Coordinatrice projet RNAL <i>Direction de la Recherche</i> Décembre 2017	
Métropole de Rouen	Région Normandie	Caisse des dépôts
Adjointe Directeur Général Adjoint Département Espaces Publics et Mobilité Durable Juillet 2018	Chargé de mission innovation <i>Service Grands Projets et Innovation</i> Décembre 2018	Directrice Régionale Octobre 2018
Chef de service Service prospective et études préalables Septembre 2018		

* Incendie, Accidents et Risques Divers

Figure 2. Les entretiens réalisés auprès des représentants des partenaires du projet *RNAL*

3.3. Description du projet Rouen Normandy Autonomous Lab

Le projet *RNAL* se déroule entre octobre 2017 et décembre 2019 et expérimente un système de « service de mobilité à la demande sur routes ouvertes avec des véhicules électriques autonomes accessibles au public »¹¹. Il est mis en œuvre dans la zone du Technopôle du Madrillet, à Saint-Étienne-du-Rouvray, commune de la Métropole de Rouen (Figure 3). Quatre voitures citoyennes, d'un niveau d'automatisation SAE 4 [39] sont déployées : deux sont automatisées par *Renault* et deux par *Transdev*. Initialement, une navette *Lorh i-Cristal*, exploitée par *Transdev*, devait être intégrée, mais elle n'a pu l'être dans le temps de l'expérimentation¹². Leur circulation s'effectue sur un itinéraire prédéfini de dix kilomètres comportant dix-sept arrêts, selon trois boucles ayant pour origine le terminus de tramway : *Technopôle Madrillet* (Figure 4). Ces dernières desservent trois zones aux fonctions distinctes : résidentielle ; commerciale et universitaire. Notons que les trois trajets ont été ouverts progressivement au roulage et au test par un panel de personnes volontaires : d'abord la boucle desservant le

campus universitaire (juin 2018), puis celle allant au centre commercial (novembre 2018) et finalement celle reliant le Zénith (novembre 2019) (Figure 4).

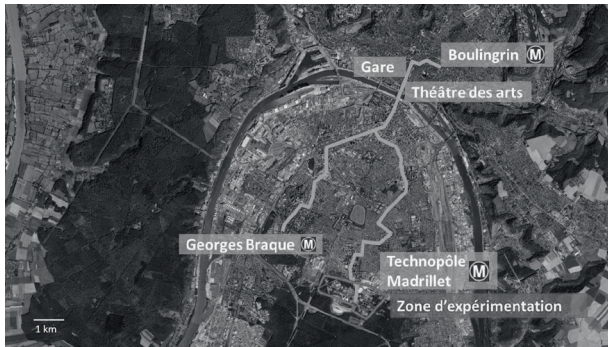


Figure 3. Localisation de la zone d'expérimentation¹¹



Figure 4. Boucles de circulation des véhicules¹¹

La circulation de ces véhicules est permise par un ensemble de capteurs embarqués, mais est également soutenue par une infrastructure comprenant feux de circulation et LIDARs « connectés », c'est-à-dire équipés d'un système de télécommunication. L'échange d'informations entre les véhicules et ces éléments est assuré par un système de communication à haut débit cellulaire, de type 4G+, qui a notamment fait l'objet d'un partenariat entre *Transdev* et *Ericsson*¹³, et plus largement de préconisations formulées par *Vedecom*¹⁴. Par ailleurs, d'autres capteurs sont à l'étude pour la détection des piétons, comme les caméras infrarouges, qui se montrent moins coûteuses et plus respectueuses de l'anonymat que les LIDARs. De plus, deux techniciens sont présents à l'avant de chacun des véhicules : un « *safety driver* », responsable de pallier les insuffisances du système d'automatisation si elles se déclarent et le « *safety officer* », chargé de vérifier en temps réel le bon fonctionnement du système.

Du point de vue du service, les testeurs doivent réserver une course entre deux arrêts depuis l'application « *MobiBot* ». La requête est ensuite traitée par un algorithme de répartition qui affrète le véhicule le plus approprié. La flotte de véhicules est également surveillée à distance, depuis un poste de contrôle situé au centre d'exploitation de *Transdev* dans le centre-ville de Rouen, depuis lequel il est possible de donner à certains des véhicules des consignes de vitesse maximale ou d'arrêt.

Par ailleurs, une liaison vidéo avec les véhicules peut être établie, un système sollicité par les premières personnes enquêtées en janvier 2018¹⁵. La configuration expérimentale fait donc l'objet d'un dispositif hybride, étant donné les avancées technologiques actuelles, comme le montre les propos de la directrice de la filiale locale de *Transdev*, Transports en Commun de l'Agglomération Rouennaise (TCAR) : « On va continuer à s'appuyer sur l'œil humain, [...] cela permet de moins investir sur l'intelligence artificielle. »¹⁶. D'autre part, l'offre pourvue dans le cadre du test, celle d'un TAD « digitalisé », constitue un service supplémentaire ne relevant pas d'une priorité en matière de transport¹⁷. Ainsi, sa transformation en un service opérationnel n'est pas envisagée.

Considérant sa genèse, l'expérimentation est le résultat d'une initiative privée, celle du transporteur *Transdev*, qui en fait la proposition à la Métropole de Rouen en juillet 2016, puis à la Région Normandie à la fin de la même année. Les raisons de cette initiative sont stratégiques et commerciales. *Transdev*, filiale de la Caisse des Dépôts et Consignations, veut montrer sa capacité d'innovation pour conserver et obtenir de nouveaux marchés de transports publics¹⁸. Ce type d'actions apparaît opportun. Les tests de véhicules autonomes routiers se sont multipliés et *Transdev* en a même déjà sur voies dédiées à plusieurs endroits. De plus, l'entreprise s'apprête à créer une Direction des Systèmes de Transports Autonomes (octobre 2016). Le choix de la Métropole rouennaise s'explique par son implantation locale, le contrat de Délégation de Service Public, assuré par sa filiale locale TCAR, est l'un des plus conséquents pour l'entreprise en France¹⁸. De plus, sa présence régionale est importante, puisqu'elle exploite également les transports publics de la Communauté De l'Agglomération Havraise (CODAH). Les acteurs publics locaux se montrent réceptifs à cette proposition¹⁹. La Métropole de Rouen, qui négocie alors son Pacte Métropolitain d'Innovation, première déclinaison du pacte État-Métropoles, dont l'un des volets vise à aider au développement des projets locaux innovants, obtient un engagement financier de l'État d'un million d'euros à destination de l'expérimentation en mars 2017. Les discussions sur le montage financier s'amorcent alors entre *Transdev*, la Métropole et la Région, basées sur cette contribution. *Renault* est adjoint au projet par l'intermédiaire de *Transdev*. Les deux industriels ont en effet conclu un partenariat de recherche portant sur l'automatisation de conduite en février 2017. Les expérimentations *RNAL* et *Écomobilité* par Véhicules Autonomes sur le territoire de Paris Saclay (EVAPS) y sont intégrées, respectivement sous l'égide de *Transdev* et de *Renault*, permettant un partenariat équilibré²⁰. La Région Normandie évoque initialement le recours aux fonds du PIA 3, mobilisables grâce à une candidature à l'appel à manifestation d'intérêt : « Territoires d'innovation et de grande ambition » (TIGA). Cependant, au vu des délais et incertitudes, sa participation, confirmée en septembre 2017, s'appuie

finalement sur deux dispositifs : le soutien régional aux projets collaboratifs d'innovation, dont les ressources proviennent pour partie du Fonds Européen de Développement Régional (FEDER), consistant en une subvention aux entreprises *Transdev* et *Renault*, et un contrat de territoire avec la Métropole. Parallèlement, la Métropole sollicite la *Matmut* pour le financement du projet. Compagnie d'assurance basée à Rouen et employeur privé majeur de l'agglomération, l'entreprise collabore régulièrement avec les instances publiques du fait de sa fonction d'investisseur institutionnel²¹. Sa participation est confirmée en septembre 2017. Le budget de l'expérimentation s'élève finalement à onze millions d'euros¹¹. Sa répartition est stipulée dans la lettre d'engagement des partenaires, signée le 2 octobre 2017 (Figure 5). Notons que les participations de *Renault* et *Transdev* sont éligibles au Crédit Impôt Recherche (CIR)²², sans que nous puissions en donner une estimation suffisamment précise pour qu'elle figure dans cet article.

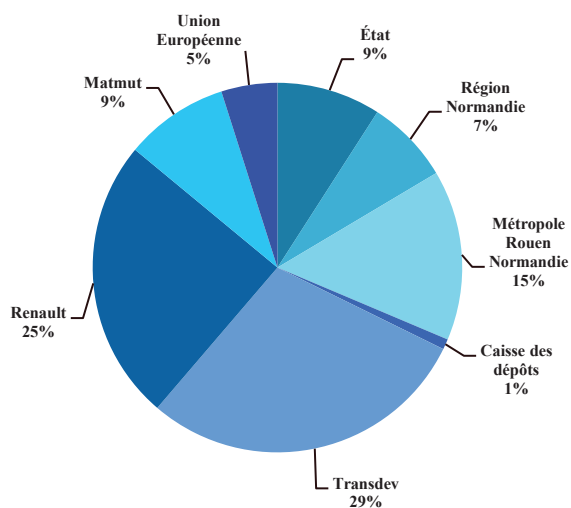


Figure 5. Répartition du financement entre les partenaires de *RNAL*

Même si le prolongement de l'expérimentation n'avait initialement pas été programmé, d'autres tests impliquant des véhicules autonomes sont prévus sur le territoire de la Métropole de Rouen, ainsi qu'au Havre et à Vernon. En effet, le dossier de candidature constitué par la Métropole en réponse à l'appel TIGA : « Mobilité intelligente pour tous », accepté le 13 septembre 2019, comprend quatre expérimentations : à Rouen, le déploiement d'une ligne de bus et la desserte d'une zone dense par un service de type taxi, au Havre, la liaison entre le terminal de croisière et le centre-ville et à Vernon une connexion entre la gare²³ et la maison de Monet à Giverny. Avant cela, entre octobre 2019 et février 2022, dans le cadre du projet SAM et sur la base d'une collaboration entre *Transdev*, *Renault*, la Région Normandie et la Métropole de Rouen, trois tests similaires auront lieu : un service de transport du dernier kilomètre, en prolongement du projet *RNAL*, une ligne de bus et la desserte du centre-

ville de Rouen, pour un budget total d'un peu plus de treize millions d'euros, assuré à hauteur d'environ 25% par les fonds publics mobilisés pour l'appel à projet. À l'instar du projet *RNAL*, la déclinaison de SAM à Rouen comprend la mise en place d'un centre de supervision, de zones de stationnement destinées à l'opération des véhicules et d'une infrastructure digitale adaptée. De plus, d'autres communes normandes ont manifesté leur intérêt d'accueillir de tels projets, comme Caen, Flers (sur la zone d'activités de *Faurecia*)¹⁹ et Lisieux¹⁸.

3.4. Une niche technologique entre transports collectifs et automobile

Plusieurs constats peuvent être faits à partir de cette description de l'expérimentation et de son déroulement.

Tout d'abord, les spécificités du dispositif de transport mis en place expriment son isolement par rapport au système de transport rouennais, allant de pair avec la création d'un espace protégé. En effet, l'innovation technologique est adossée à un service qui n'existe pas sous cette forme sur le territoire rouennais et pourrait donc faire l'objet d'une expérimentation à part entière. De plus, le déroulement du projet fait clairement apparaître un processus *top-down*, puisqu'il est le résultat d'une initiative de l'entreprise *Transdev*. Enfin, les ressources financières dégagées croisent subventions publiques et investissements privés stratégiques en R&D. *RNAL* présente donc les principales caractéristiques d'une niche technologique.

Ensuite, concernant les caractéristiques du système mis en place, deux phénomènes externes sont observables. Premièrement, les véhicules utilisés sont électriques, ce qui est considéré par les partenaires, soit comme une caractéristique intrinsèque du véhicule autonome^{19,24}, soit comme une exigence des collectivités²⁰. Dans tous les cas, il s'agit d'une hybridation avec une technologie préexistante. Deuxièmement, la réservation des trajets est réalisée à travers une application, rappelant l'usage des services des firmes de Véhicule de Tourisme avec Chauffeur (VTC). Nous remarquons donc une accumulation de concepts entre deux aires d'innovation : les technologies appliquées aux véhicules, ici l'automatisation et l'électrification, et la servicisation, ici un service de transport à la demande numérisé.

Du point de vue de sa réalisation, cette niche peut être affiliée au régime des transports collectifs. Les codes mobilisés, comme par exemple l'élaboration d'un règlement d'exploitation²⁵, la nature du membre initiateur et pilote, et finalement la vision de la plupart des partenaires du projet^{17, 18, 19}, en relèvent. Cependant, tous les membres de l'expérimentation n'appartiennent pas à cet ensemble. Certains sont issus de celui de la voiture individuelle : *Renault*, constructeur automobile, mais également la *Matmut*, dont la plus grande partie du chiffre d'affaire provient de l'assurance automobile²⁶

et dont l'engagement dans le projet a été facilité par la présence de voitures plutôt que de véhicules de transports collectifs²¹. Ainsi, du fait du type de véhicules impliqués, le dispositif expérimental est également associé au régime automobile²¹. Cela lui permet de bénéficier d'adhésions étendues, dans une région où ce secteur est historiquement prégnant et représente un nombre significatif d'emplois. La présence locale du partenaire *Renault*, et notamment de ses usines, est ainsi régulièrement mise en avant par les élus locaux dans leurs déclarations au sujet du projet²⁷.

Les caractéristiques et le déroulement de l'expérimentation nous renseignent donc bien sur la nature de la niche, les caractéristiques envisagées pour la mise en œuvre de cette innovation et les régimes concernés. Comme expliqué dans la partie 2.3, le tissage d'un réseau d'acteurs locaux a joué un rôle essentiel dans la mise en place de la niche. Différents acteurs se sont progressivement amarrés au projet à partir de la proposition initiale de *Transdev* aux autorités publiques locales, par l'activation de relations contractuelles ou institutionnelles antérieures.

3.5. Des mécanismes d'apprentissage de premier ordre, formalisés au niveau global niche level

D'autres éléments internes à la niche permettent de décrire davantage la dynamique du projet.

Les résultats obtenus dans le cadre de l'expérimentation ont permis de préciser la mise en œuvre technique de la technologie. C'est d'ailleurs un thème de discussion prééminent lors des premières réunions d'avancée du projet, ainsi que dans les propos recueillis lors des entretiens : « RNAL comprend une composante R&D importante »²⁴ ; « nous voulons améliorer le matériel sur étagère »²⁴. Le spectre des objectifs techniques est large : technologies embarquées au sein des véhicules, gestion des requêtes de l'application mobile ou encore supervision et potentielle intégration de systèmes d'automatisation différenciés, ceux de *Transdev* et de *Renault*²⁵. Différents équipements disponibles sur le marché sont ainsi testés et leur coûts comparés²⁵. Des contraintes émergent durant l'expérimentation : nécessité d'équipements de voirie connectés et d'un environnement physique clairement délimité. Une « réalité de terrain » qui rend notamment difficile une mise en œuvre en zone rurale, où l'infrastructure routière n'est pas toujours physiquement bien définie, compte tenu de la qualité du marquage et de la végétation¹⁷. Au-delà de la mise en œuvre technique, les nécessités de sécurisation sont également source d'apprentissage. En effet, le dispositif : « *safety driver* », « *safety officer* » et voiture suiveuse n'avait pas été formellement anticipé et a surpris par son ampleur^{17,21}. Un renforcement des mesures de sécurité a en effet eu lieu au cours du projet, devenant capitales pour les partenaires, qui ne veulent prendre aucun risque²⁰. Une tendance accentuée par l'accident mortel provoqué par un véhicule expérimental d'*Uber* en mars 2018 aux États-Unis¹⁷. D'autre part, un

troisième sujet d'apprentissage porte sur l'incidence de l'évolution des tâches des « conducteurs », maintenant superviseurs, qui, étant donné la concentration requise, ne peuvent opérer plus de deux heures d'affilée, contre six normalement¹⁷. Finalement, le dernier thème d'apprentissage direct concerne l'acceptabilité de l'utilisation du service²⁵ et du véhicule autonome, à partir des enquêtes réalisées auprès des testeurs²⁵ et des individus côtoyant la zone d'expérimentation^{28,29}. Depuis 2018, trois cents passagers ont pu tester le système sur les deux itinéraires mis en service, donnant lieu à plusieurs études en janvier 2018, octobre 2018, mars 2019 et juillet 2019. La première enquête, *ex ante*, met en avant des appréhensions importantes en matière de sûreté et de propreté des véhicules, liées à l'absence de chauffeur et à la promiscuité. Les plus récentes, *ex post*, centrées sur l'expérience vécue par les testeurs, montrent une vision optimiste et un sentiment de valorisation du territoire liée à la tenue de cette expérimentation. Cependant, les effets sur les pratiques de mobilité ne peuvent être observés du fait de la faible envergure spatio-temporelle de l'expérimentation. Des mécanismes d'apprentissage de premier ordre sont donc visibles sur les dimensions techniques et de connaissance des utilisateurs.

L'apprentissage de second ordre se réalise quant à lui à partir de la transmission de ces éléments à une échelle supérieure, où les connaissances sont formalisées, niveau que nous appelons *global niche level*. Dans le cas de RNAL, l'État et les entités industrielles interviennent à ce niveau. En effet, les membres du projet échangent fréquemment avec différentes administrations, au travers de réunions au Ministère chargé des Transports, portant essentiellement sur les enjeux réglementaires²⁵, et de collaborations avec les agents de la Direction Régionale des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi (DIRECCTE)¹⁹. Ces échanges sont appréciés. Les participants à RNAL s'estiment « bien vus »²⁰, bénéficiant de l'intérêt pour les projets d'expérimentation²⁵. La participation de la Caisse des Dépôts et Consignations, en tant qu'observateur et potentiel auditeur, est également vue comme une forme de présence étatique^{24, 28}. Une formalisation des connaissances et des pratiques est également réalisée au sein des firmes engagées : à travers des mécanismes internes, par la réplication de dispositifs de ce type, comme le suggère par exemple la visite des responsables du réseau de transports collectifs d'Auckland à Rouen en septembre 2018 pour *Transdev* ; ou par des dispositifs externes, comme dans le cas de la *Matmut*, qui mène les discussions d'un comité technique de la Fédération Française de l'Assurance²¹ sur ce thème.

3.6. De l'importance des attentes fonctionnelles à l'élaboration de la suite du projet

Au-delà des apprentissages permis par l'expérimentation, les attentes des partenaires concernant la fonction du projet et le rôle sociétal à long terme de la technologie

testée sont souvent moteur du développement d'une niche technologique. Il importe donc d'analyser celles-ci.

Les positions des acteurs dans ce domaine diffèrent entre partenaires privés et publics. Pour les premiers, l'expérimentation est le moyen de démystifier une technologie susceptible de transformer leur modèle économique. En effet, d'un point de vue interne, il s'agirait pour *Transdev* d'une transformation des fonctions RH et du renouvellement des compétences de gestion des infrastructures²⁴ ; pour *Renault* d'une modification des techniques de conception des véhicules, des durées de développement et des processus de travail²⁰ et pour la *Matmut* d'un changement des canaux de distribution du B2C au B2B²¹. D'un point de vue externe, le véhicule autonome entraîne un renouvellement des entreprises dans leur secteur respectif : « On est tous [les transporteurs] à chercher la clef pour être les premiers à comprendre comment ça marche »²⁴, « les nouveaux acteurs qui sont arrivés sur le marché, je veux dire *Apple*, *Tesla*, *Uber* [...] finalement créent ces besoins-là [de recherches sur l'automatisation de conduite] »²⁰. L'expérimentation représente donc une prise en compte de cette « menace », qui ne se résume d'ailleurs pas uniquement à l'automatisation de conduite mais tient également d'une reconfiguration pressentie des transports urbains : le rapprochement des transports collectifs et du transport privé. Cela s'exprime dans le cas de RNAL par une appropriation croisée des codes de ces deux secteurs par les responsables du projet : « il faut forcément des partenariats avec les territoires locaux »²⁰ ou « repenser l'expérience client, l'expérience usager »²⁵.

Pour les partenaires publics, l'expérimentation est vue comme un facteur d'attractivité, de compétitivité et de développement local. Elle sert ainsi à élaborer une identité axée sur l'innovation dans le secteur des transports : « [...] l'ambition d'être la Région de la mobilité intelligente, de la mobilité du futur »¹⁹, « [...] asseoir une identité sur Rouen qui a déjà tout un écosystème autour des motorisations, des mobilités »¹⁷ ; qui se décline naturellement sur le thème du véhicule autonome, prenant une dimension de compétitivité : « [...] une des régions les plus attractives pour les expérimentations du véhicule autonome et connecté »¹⁹, « être positionné comme étant la ville, le territoire du véhicule autonome »¹⁷ ou encore permettre la « construction d'un cluster véhicule autonome »¹¹. Un profil d'innovateur replacé historiquement par certains acteurs : « précurseur et défricheur de solutions inédites »³⁰, « c'est à Rouen que *Transdev* a [...] multiplié les innovations, dont un système de guidage à lecture optique [...] ou le lancement, en février 2017, d'un service d'achat de titres de transport par SMS. »³¹. Le projet RNAL a ainsi permis à la Métropole de Rouen de recevoir le prix de la « Ville connectée et automobile » du magazine spécialisé *Ville, Rail & Transports* en décembre 2018³². L'expérimentation est également perçue comme potentiellement contributrice du développement économique local selon trois registres : la

conservation des activités actuelles : « soutien à la filière automobile »¹⁷, la dynamisation du tissu économique local : « assurer le développement des entreprises et des laboratoires normands »¹⁹, qui se manifeste notamment par l'intégration au projet de l'école d'ingénieur *Esigelec* et de la PME *Sysnav*³¹, et le renforcement du secteur de la recherche et de l'enseignement supérieur : « donner de la visibilité aux écoles d'ingénieurs INSA Rouen et Esigelec »¹⁷ ; « [...] une chaire pédagogique montée entre l'INSA et Moveo »¹⁹ et « l'IUT de Rouen [...] veulent [*sic*] créer une licence pro à partir de ces enjeux-là de mobilité du futur »¹⁷. Malgré des attentes forcément différentes, un désir de visibilité et de valorisation médiatique rallie les deux sensibilités²⁰. Les retombées de la communication mise en place sont appréciées¹⁷. Elles permettent à la Région d'être associée au sujet du véhicule autonome au sein de la Commission Européenne¹⁹ et à la Métropole d'être invitée à des colloques ou des échanges nationaux et internationaux, comme avec la ville-État de Singapour en septembre 2017¹⁷.

Mais qu'en est-il des attentes sociétales et des projections des partenaires à plus long terme ? Quelles applications du véhicule autonome sont anticipées ?

Dans le cadre des transports urbains, les partenaires envisagent surtout des systèmes en complément de l'offre de transports collectifs : services nocturnes ; dessertes touristiques¹⁸, rurales et périurbaines^{17,19} ou encore de zones industrielles étendues²⁸, sur le modèle actuel du TAD²⁸. Un discours courant sur les potentialités du véhicule autonome pour l'extension géographique et temporelle de l'offre de transports en commun. Ces projections sont justifiées par deux caractéristiques de l'automatisation : la réduction des coûts d'opération^{17,28}, du fait de la suppression de la main d'œuvre, et la flexibilité permise par l'utilisation d'interfaces numériques. S'agissant de l'utilisation de la voiture individuelle, les acteurs associent l'automatisation au partage du véhicule, et par extension à la libération d'espace de stationnement¹⁷, même si à moyen terme une application sur des tronçons limités d'autoroute leur paraît davantage envisageable. Globalement, les applications urbaines de la technologie testée leur semblent lointaines : « je pense que je ne serai plus là quand on supprimera définitivement le conducteur »¹⁷ et leur faisabilité incertaine, particulièrement s'agissant de véhicules complètement automatiques : « si ça se développait, ça reste hypothétique »¹⁸, « le véhicule autonome il sera quand même pas polyvalent »¹⁴, « [...] il y a beaucoup de gens qui n'y croient pas, [...] que d'un point de vue *safety* on va avoir des accidents »²⁰. Ces incertitudes, même si elles sont parfois nuancées par des mentions à la rapidité des évolutions technologiques et de l'émergence du sujet : « [...] jusqu'en 2015, 2016, on s'est pas du tout intéressé au véhicule autonome [...]. On voyait bien le covoiturage, la voiture connectée. Le véhicule autonome, non »¹⁷, montrent des projections

finalement limitées des partenaires du projet, en tout cas dans le contexte urbain.

Ainsi, les attentes fonctionnelles semblent davantage mobilisatrices pour le développement de nouvelles expérimentations que les attentes sociétales, et dans une moindre mesure, que les attentes liées à la performance du projet. En effet, le lancement de RNAL ne remet pas en cause celui de nouvelles expérimentations dans le cadre du projet TIGA de la Métropole : « Mobilité intelligente pour tous » ou dans celui du consortium SAM. Des initiatives prises alors que de la mise en service complète des véhicules n'avait pas encore été réalisée, les résultats définitifs de l'expérimentation pas obtenus. L'atteinte des objectifs techniques n'est donc pas un critère fondamental pour les partenaires pour la poursuite des travaux sur le sujet, même si des attentes s'expriment, comme l'augmentation de la vitesse de circulation des véhicules, actuellement limitée à 30 km/h. RNAL apparaît donc *a posteriori* comme un projet exploratoire, une condition nécessaire¹⁹, alors que les expérimentations à venir ont vocation à « mettre en place un service opérationnel »²⁸, une « réelle alternative modale »^{21, 25}. Cela constitue un décalage dans le cycle promesses-exigences : les promesses sont reportées sur de nouveaux projets alors que les résultats de l'expérimentation en cours ne sont pas disponibles dans leur intégralité. Un phénomène qui met en avant l'importance des attentes ne relevant pas de la technologie dans le développement de celle-ci. Ainsi, même si les calendriers des programmes TIGA, qui constitue au demeurant un projet de territoire plus vaste que l'expérimentation de véhicules autonomes, et EVRA ont nécessairement influencé cette temporalité, les partenaires du projet semblent satisfaits des résultats actuels et entrevus (Figure 6).

Par ailleurs, ces prolongements permettent l'extension du réseau, l'enrôlement de nouveaux partenaires locaux, avec l'inclusion des écoles d'ingénieurs (*INSA Rouen, Esigelec*), des pôles de compétitivité (*Mov'eo, TES, VEDECOM*), de nouveaux acteurs privés tels *Vinci Energies, Enedis* ou *Cisco*, d'associations comme *Atmo Normandie* ou *NAE* et du club d'entreprises de Saint-Étienne-du-Rouvray : *Artemad*. De plus, RNAL n'était pas l'unique initiative relative à l'expérimentation de l'automatisation de conduite entreprise sur ce territoire. Le projet Territoire d'Expérimentation pour le Véhicule Autonome et Connecté (TEVAC), visant à « réunir les conditions de réussite pour faire de ce territoire [...] un site d'expérimentation du véhicule Autonome & Connecté », débuté en janvier 2017 et coordonné par le pôle de compétitivité *Mov'eo* dans le cadre du Contrat de Plan Interrégional État-Régions « Vallée de la Seine »³³ était également à l'œuvre, sur les bases d'une démarche initiée en 2015 : « Nous cherchons également à initier un projet d'expérimentation de véhicule autonome en Vallée de Seine et souhaitons faire de Rouen-Caen-Le Havre un hub de mobilité connectée 3.0, [...] directeur général du pôle *Mov'eo* »³⁴. La candidature de la Métropole de

Rouen à l'appel à projets TIGA contribue donc également à la structuration des travaux sur l'automatisation de conduite sur le territoire, le pôle *Mov'eo* étant intégré à cet axe de recherche au sein du programme²³.

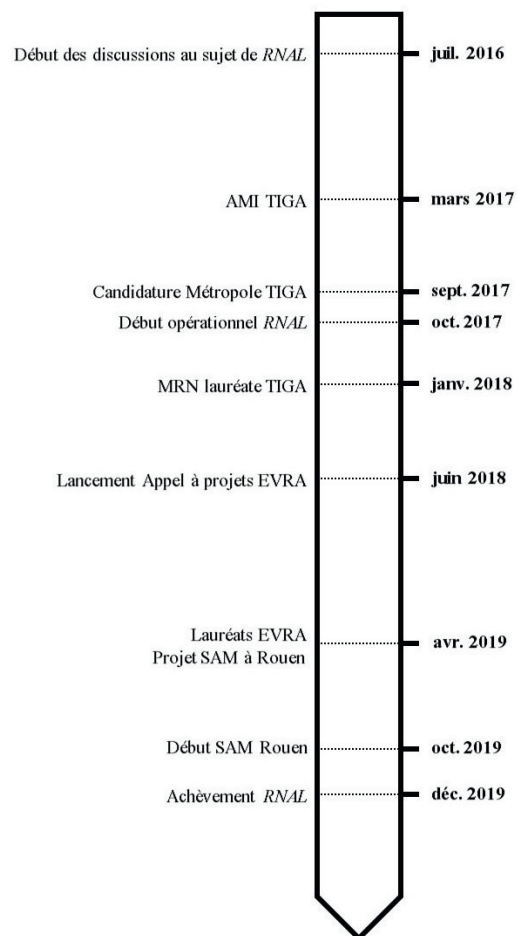


Figure 6. Frise chronologique de la préparation et du lancement des expérimentations de véhicules autonomes sur la période du projet RNAL

Conclusion et limites

Les observations et catégorisations utilisées dans l'étude des niches sont probantes pour l'analyse d'une expérimentation de véhicules autonomes. Les constatations faites dans le cas de *RNAL* correspondent ainsi à d'autres recherches portant sur le processus d'innovation. En effet, son déroulement, selon une dynamique *top-down*, et sa structure de financement, par des subventions publiques et des investissements privés de R&D, sont caractéristiques d'une niche technologique. La nature du service expérimenté et les codes mobilisés permettent de l'affilier au régime des transports collectifs. L'utilisation de voitures dans le dispositif expérimental permet cependant au projet d'obtenir des soutiens étendus, dans une Région où le secteur automobile est historiquement présent. En outre, deux phénomènes décrits par la littérature sont observables : l'hybridation, avec l'association de l'automatisation aux technologies d'électrification et de réservation par

application et l'accumulation de concepts, entre l'aire des technologies appliquées aux véhicules et l'aire de la servicisation. Les mouvements internes à *RNAL* nous renseignent sur les dynamiques de diffusion et d'élaboration à l'œuvre et sont conformes aux observations relatives à d'autres niches. Le déroulement de l'expérimentation met en avant la formation progressive d'un réseau d'acteurs, principalement locaux, activé à partir de relations contractuelles ou institutionnelles existantes ; des mécanismes d'apprentissage de premier ordre sur les sujets de la technologie, des dispositifs de sécurité et des utilisateurs, et des mécanismes d'apprentissage de second ordre, au niveau *global niche level*, impliquant les partenaires industriels et l'État. Ce dernier semble d'ailleurs avoir aujourd'hui institutionnalisé ce type d'initiatives, comme le suggère l'appel à projets EVRA (juin 2018-avril 2019). Considérant les attentes entourant le projet, celles de type fonctionnel dominant : d'un côté les partenaires privés cherchent à se positionner par rapport à une technologie dont la généralisation modifierait leur modèle économique, de l'autre les partenaires publics désirent contribuer à l'attractivité et au développement économique local tout en affirmant une spécialité en matière d'innovation dans le secteur des transports. Les projections concernant l'application de cette technologie se concentrent sur l'extension géographique et temporelle de l'offre de transports publics, même si son introduction en milieu urbain apparaît globalement lointaine aux partenaires. Des avancées techniques importantes ne sont pas exigées de *RNAL*, qui apparaît *a posteriori* comme un projet exploratoire, une condition nécessaire à la réalisation de projets de plus grande envergure : TIGA, et dans l'interstice : SAM. En effet, de nouvelles expérimentations sont programmées alors que les résultats définitifs de *RNAL* ne sont pas encore obtenus. Les attentes techniques se reportent ainsi sur ces nouveaux programmes, qui permettraient le « passage de l'expérimental à l'opérationnel ». *RNAL* aura ainsi contribué à la création de nouvelles niches, notamment en structurant un réseau de partenaires locaux et profitant de l'engouement national à ce sujet, selon un modèle de prolifération géographique régionale. Des expérimentations de navettes autonomes sont en effet prévues au Havre et à Vernon.

Ainsi, la grille d'analyse définie au cours de la première partie de l'article nous a permis de structurer nos observations et de montrer que *RNAL* possédait bien les attributs d'une niche et pouvait dès lors servir à l'étude de l'élaboration et de la diffusion de l'automatisation de conduite. Elle pourrait utilement être appliquée à un ensemble d'expérimentations en vue de décrire ces tendances et de préciser le rôle du niveau *global niche level*.

Finalement, notre grille d'analyse et les résultats obtenus peuvent être comparés au travail de Hopkins et Schwanen (2019), qui s'appuie sur la littérature relative aux expérimentations urbaines. Nous rejoignons ces auteurs

sur la nature des données à recueillir, devant permettre la description des aspects matériels (acteurs, infrastructures, technologies) et discursifs de l'expérimentation. Ensuite, deux points de nos grilles d'analyse apparaissent comparables : la classification des expérimentations et la typologie des attentes des acteurs. Pour le premier, les auteurs utilisent celle de McCormick et Hartmann (2017) [40] dont les catégories non exclusives, l'ancrage dans la notion de fonction urbaine et la faible antériorité ne nous paraissent pas adaptés à notre cas d'étude. Nous lui avons préféré celle proposée par Schot et Geels (2007). Pour le second, ils mobilisent la classification de Marvin et Silver (2016) comprenant quatre catégories basées sur la teneur générale des discours : croissance économique, production de connaissance, orientation technique et mode de vie post-capitaliste [41]. Elle pourrait être adaptée à notre cas d'étude, mais nous avons opté pour une analyse moins formalisée, en vue de ne pas normaliser à l'excès notre interprétation et de mettre en avant les spécificités de notre cas d'étude. Une division schématique de ce type pourrait cependant s'avérer utile dans une démarche de comparaison de plusieurs expérimentations. Finalement, nous rejoignons les conclusions de Hopkins et Schwanen (2019) sur les fins de l'expérimentation, mais aussi de Chatman et Moran (2019), obtenues quant à eux grâce à une enquête auprès d'acteurs locaux. En effet, elles ne se résument pas au développement du système testé. Les motivations liées au développement économique, à la constitution d'une identité territoriale, au soutien des entreprises locales et à la captation d'investissements extérieurs valent également dans le cas de *RNAL*. Ces dimensions, qui ne sont pas considérées dans les approches classiques mobilisant la niche, peuvent éclairer les liens entre territoire et technique, et aider ainsi à mieux comprendre les ambiguïtés de certains mécanismes du développement technologique.

Bibliographie

1. Kröger F (2016) Automated driving in its social, historical and cultural contexts. In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (eds.) *Autonomous Driving*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 41-68
2. Buehler M, Iagnemma K, Singh S (2009). *The DARPA urban challenge: autonomous vehicles in city traffic*. Springer Science & Business Media, vol. 56, 628 p
3. Boutelet C, Béziat E (2019) Alliances en série avec les GAFAs pour préparer la voiture du futur. *Le Monde* du 28 février 2019
4. Van Dijke JP, Safety I (2011) *Citymobil, Advanced road transport for the urban environment Final Results*
5. Stocker A, Shaheen S (2018) Shared Automated Vehicle (SAV) Pilots and Automated Vehicle Policy in the US: Current and Future Developments. In: Meyer G, Beiker S (eds.) *Road Vehicle Automation 5 Lecture Notes in Mobility*. Springer, Cham, pp 131-147
6. Fraedrich E, Heinrichs D, Bahamonde-Birke FJ, Cyganski R (2019) Autonomous driving, the built environment and policy implications. *Transportation research part A: policy and practice* 122: 162-172
7. Hubbard SM (2018) Automated Vehicle Legislative Issues. *Transportation Research Record* 7:1-13

8. Gandia RM, Antonialli F, Cavazza BH., Neto AM, Lima DAD, Sugano JY, Zambalde AL (2019) Autonomous vehicles: scientometric and bibliometric review. *Transport reviews* 39: 9-28
9. Hörl S, Ciari F, Axhausen KW (2016) Recent perspectives on the impact of autonomous vehicles. Working paper Institute for Transport Planning and Systems, 10XX, Institute for Transport Planning and Systems (IVT), ETH Zurich, Zurich
10. Hottentot C, Meines V, Pinckaers M (2015) Experiments on autonomous and automated driving: an overview 2015. ANWB The Hague
11. Hunter A (2018) Approaching autonomous shuttle pilot programs in public transportation. Report soumis pour obtention du Master of Regional & Community Planning, Kansas State University
12. Cregger J, Dawes M, Fischer S, Lowenthal C, Machek, E, Perlman D (2018) Low-Speed Automated Shuttles: State of the Practice Final Report. United States Joint Program Office for Intelligent Transportation Systems, (No. FHWA-JPO-18-692)
13. National League of Cities (2018) Autonomous Vehicle Pilots Across America Municipal Action Guide. Center for city solutions
14. Mag DI, Zankl C, Rehr DDK (2018) Digibus 2017. Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH
15. Boersma R, van Arem B, Rieck, F (2018) Application of driverless electric automated shuttles for public transport in villages: the case of Appelscha. *World Electric Vehicle Journal* 9: 1-15
16. Nordhoff S, de Winter J, Madigan R, Merat N, van Arem B, Happee R (2018) User acceptance of automated shuttles in Berlin-Schöneberg: A questionnaire study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 58: 843-854
17. Freemark Y, Hudson A, Zhao J (2019) Are cities prepared for autonomous vehicles? Planning for technological change by US local governments. *Journal of the American Planning Association* 85(2): 133-15
18. Chatman DG, Moran M (2019) Autonomous Vehicles in the United States: Understanding Why and How Cities and Regions Are Responding
19. Cohen T, Stilgoe J, Cavoli C (2018) Reframing the governance of automotive automation: insights from UK stakeholder workshops. *Journal of Responsible Innovation* 5(3): 257-279
20. Hopkins D, Schwanen T (2019) Experimentation with vehicle automation, In: *Transitions in Energy Efficiency and Demand, The Emergence, Diffusion and Impact of Low-Carbon Innovation*, Jenkins KEH, Hopkins D (eds.), Routledge, Abingdon, pp 72-93
21. Gaglio G (2011) *Sociologie de l'innovation. Que sais-je?*, Presses universitaires de France, 128 p
22. Guelec D (2017) *Economie de l'innovation. La Découverte, Repères*, 128 p
23. Arena R, Lazaric N (2003) La théorie évolutionniste du changement économique de Nelson et Winter. *Revue économique* 54 : 329-354
24. Schot J, Geels FW (2008) Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy. *Technology analysis & strategic management* 20: 537-554
25. Geels F W (2005) The dynamics of transitions in socio-technical systems: a multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860–1930). *Technology analysis & strategic management* 17: 445-476
26. Kemp R, Schot J, Hoogma R (1998) Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. *Technology analysis & strategic management* 10 : 175-198
27. Moradi A, Vagnoni E (2018) A multi-level perspective analysis of urban mobility system dynamics: What are the future transition pathways?. *Technological Forecasting and Social Change* 126: 231-243
28. Marletto G (2014) Car and the city: Socio-technical transition pathways to 2030. *Technological Forecasting and Social Change* 87: 164-178
29. Geels FW, Schot J (2007) Typology of sociotechnical transition pathways. *Research policy* 36: 399-417
30. Hoogma R, Kemp R, Schot J, Truffer B (2002) *Experimenting for Sustainable Transport: The Approach of Strategic Niche Management*. London: Routledge. London: Routledge. London: Routledge. Spon Press, London/New York, 225 p
31. Geels FW (2012) A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of transport geography* 24 : 471- 482
32. Grin J, Rotmans J, Schot J (2010) 5 Managing Sustainable Innovation Journeys. In : Grin J, Rotmans J, Schot J, (eds.) *Transitions to Sustainable Development*, Routledge, London, pp 100-112
33. Elzen B, Geels FW, Hofman PS, Green K (2004) Socio-technical scenarios as a tool for transition policy: an example from the traffic and transport domain. In : Elzn B, Geels FW, Green K (eds.) *System Innovation and The Transition to Sustainability : Theory, Evidence and Policy*, Elgar, Cheltenham, pp 251-281
34. Whitmarsh L (2012) How useful is the Multi-Level Perspective for transport and sustainability research?. *Journal of Transport Geography* 24 : 483-487
35. Van Lente H (1993) Promising technology. The dynamics of expectations in technological developments. Thèse de Doctorat, Eburon, Twente Universitu, Delft
36. Borup M, Brown N, Konrad K, Van Lente H (2006) The Sociology of Expectations in Science and Technology, *Technology Analysis & Strategic Management* 18 : 285-298
37. Geels F, Raven R (2006) Non-linearity and expectations in niche-development trajectories: ups and downs in Dutch biogas development (1973–2003). *Technology Analysis & Strategic Management* 18 : 375-392
38. Houlié A, Levy-Heidmann H (2018) *Véhicules autonomes : ne ratons pas la révolution ! Les Docs de la Fabrique, La Fabrique de l'industrie : Mines ParisTech, Paris, 86 p*
39. SAE International (2016) Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles. On-Road Automated Driving (ORAD) committee, SAE International, 35 p
40. McCormick K, Hartmann C (2017) The emerging landscape of urban living Labs: characteristics, practices and examples. GUST: Governance of Urban Sustainability Transitions, Lund University, 20 p
41. Marvin S and Silver J (2016) The Urban Laboratory and Emerging Sites of Experimentation. In: Evans J, Karvonen A, Raven R (eds.) *The Experimental City*. Routledge, London, pp 47-60

Notes

1. « The Intelligent Vehicle », Tsukuba Mechanical Engineering Laboratory, (1977); « Stanford Cart », Stanford Artificial Intelligence Laboratory (1979) et « CMU Rover », Carnegie Mellon University Robot Laboratory (1981)
2. « The Pathway to driverless Cars: A Code of Practice for testing », UK Department of Transport, 2015
3. « Ordonnance n° 2016-1057 relative à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques », Ministère français de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat, 2016
4. « Code de bonnes pratiques d'expérimentation des véhicules autonomes en Belgique », Service public fédéral Mobilité et Transports belge, 2016
5. « Motor Vehicles (Trials of Automotive Technologies) Amendment Act – N°10 of 2016 », South Australia, 2016
6. « Amended Motor Vehicle Management Act », Statutes of the Republic of Korea, 2016
7. « Guidelines for Public Road Testing of Automated Driving Systems », Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan, 2016
8. Développement des véhicules autonomes, Orientations stratégiques pour l'action publique, mai 2018
9. Claire Garnier, « Anne-Marie Idrac : "Le véhicule autonome trouvera sa place dans la société s'il est géré de façon collective" », Les Echos, no. 22686, 27 avril 2018, p. 26
10. Phillipe Mabillet et César Armand, « Les projets d'Élisabeth Borne pour les mobilités du quotidien », La Tribune Hebdo, no. 266, 26 octobre 2018, p. 4-6
11. Communiqué de presse, octobre 2017 (<https://media.group.renault.com/global/fr-fr/groupe-renault/media/pressreleases/21197640/premiere-europeenne-la-metropole-rouen-normandie-la-region-normandie-le-groupe-transdev-le-groupe-re>)
12. Elle sera opérationnelle dans le cadre du projet SAM, évoqué plus haut, sur un itinéraire reliant l'arrêt « Technopôle du Madrillet » et le terminus du T4 « Zénith-Parc des Expos », ligne de BHNS circulant depuis le 25 mai 2019.
13. Grégoire Hamon, « Transdev et Ericsson testeront en mars des connexions sans fil haut débit pour véhicules autonomes », busetcar.com, 27 février 2019
14. Entretien avec le Chef de projet R&D au sein de la Direction Systèmes de Transport Autonome de Transdev, réalisé le 17 octobre 2018
15. Étude client qualitative - Service de mobilité autonome à la demande, janvier 2018
16. Olivier Cassiau, « Le véhicule autonome roule d'abord pour le collectif », paris-normandie.fr, 13 avril 2019
17. Entretien avec l'Adjointe au Directeur Général Adjoint du Département Espaces Publics et Mobilité Durable de la Métropole de Rouen Normandie, réalisé le 23 juillet 2018
18. Entretien avec la Directrice Régionale de la Caisse des dépôts et consignations Normandie, réalisé le 22 octobre 2018
19. Entretien avec le Chargé de mission innovation au sein du service grands projets et innovation du Conseil Régional de Normandie, réalisé le 6 décembre 2018
20. Entretien avec la Directrice du pôle des « services de mobilité autonomes » au sein de la Direction de la Recherche de Renault, réalisé le 31 août 2018
21. Entretien avec le Responsable des projets et partenariats au sein de la Direction Générale Adjointe Assurances IARD de la Matmut, réalisé le 12 novembre 2018
22. Selon les règles d'attribution précisées par le « Guide du crédit d'impôt recherche » (2018) (https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/guide_CIR/39/4/CIR_guide_735394.pdf)
23. Métropole Rouen Normandie, « Territoire d'Innovation de grande ambition (TIGA) : avec son dossier « Mobilités Intelligentes pour tous », la Métropole de Rouen Normandie conforte son rôle de territoire d'expérimentation des mobilités du futur », Dossier de presse, 13 mai 2019
24. Entretien avec le Chef de projet R&D au sein de la Direction Systèmes de Transport Autonome de Transdev, réalisé le 17 octobre 2018
25. Entretien avec le Coordinateur du projet RNAL au sein de TCAR, réalisé le 5 décembre 2018
26. Site officiel, <https://www.matmut.fr/>
27. « [...] Ceux qui vivent dans l'agglomération connaissent le poids de l'automobile, celle d'hier et celle du futur. Tous les moteurs électriques du groupe Renault-Nissan sortent de l'usine de Cléon. Et quand Anne-Marie Idrac vient chez nous assister à une démonstration du véhicule autonome et qu'elle dit publiquement que nous sommes des pionniers dans ce domaine, cela fait du bien de l'entendre. [...], Laurent Bonnaterre, maire de Caudebec-lès-Elbeuf et élu communautaire, vice-président de RNI (Rouen Normandie Invest), l'agence de développement économique », dans Thierry Rabiller, « Rouen va soigner son image », Le Progrès de Fécamp, 14 février 2018
28. Entretien avec le Chef du service prospective et études préalables, Métropole de Rouen Normandie, réalisé le 21 septembre 2018
29. Entretien avec la coordinatrice du projet RNAL au sein de la Direction de la Recherche de Renault, réalisé le 5 décembre 2017
30. Dossier de presse, Territoire d'Innovation de grande ambition (TIGA) : avec son dossier « Mobilités Intelligentes pour tous », la Métropole de Rouen Normandie conforte son rôle de territoire d'expérimentation des mobilités du futur », p.1, mai 2019
31. Claire Garnier, « En Normandie, le véhicule autonome la joue collectif », L'Usine Nouvelle, 12 décembre 2018
32. <https://www.ville-rail-transport.com/mobilite/laureats-2018-palmares-mobilites/>
33. Contrat entre la Région Normandie, l'Ile-de-France et l'État sur la période 2015-2020, portant sur un territoire s'étendant de Paris au Havre selon le cours de la Seine.
34. Sebastien Colle, « Mov'eo. L'enjeu de la mobilité durable et connectée », Le Journal des entreprises, 1^{er} décembre 2015