

Disruption systémique et management de programme ambidextre : le cas des bus électriques

Par Christophe MIDLER
et Felix VON PECHMANN

Centre de Recherche en Gestion – Institut Interdisciplinaire pour l’Innovation
École Polytechnique – CNRS

Les avis exprimés dans cet article n’engagent que leurs auteurs.

Les développements technologiques, notamment numériques, la concurrence mondiale fondée sur l’innovation et les pressions sociétales concernant l’environnement créent un contexte dans lequel les organisations sont confrontées à des transitions importantes et brutales. Faisant le pont entre la littérature sur l’innovation, l’ambidextrie et la gestion de projet, cet article caractérise précisément ces ruptures, que nous appellerons *disruptions systémiques*, et propose, sous le concept de *management de programme ambidextre*, des principes pour les gérer. L’article analyse à travers ces lentilles conceptuelles un cas typique d’une telle transition : l’électrification du service parisien de transport par autobus. Ce cas permet d’explicitier les défis posés par de telles transitions et les formes de management de projet qui peuvent y répondre. Il montre la spécificité de ces formes de management de projet par rapport aux processus mis en place dans les années 1990 et 2000 pour gérer les innovations dans les entreprises.

Introduction

Disruption, innovation systémique, ambidextrie, *scale-up* (passage à l’échelle)... Le vocabulaire du management s’enrichit depuis plusieurs années de nombre de notions nouvelles, pour qualifier les bouleversements que vivent aujourd’hui les entreprises. Au-delà des phénomènes de mode, il semble bien que la concomitance d’opportunités technologiques (numériques notamment) et de pressions sociales (en particulier environnementales) créent un contexte qui modifie en profondeur la nature des innovations qu’ont à gérer les entreprises. L’objectif de cet article est de caractériser plus précisément ces ruptures, que nous appellerons *disruptions systémiques*, et d’analyser en quoi elles requièrent de nouveaux modes d’organisation pour les mettre en œuvre : nous les nommerons le *management de programme ambidextre*.

Après une première partie où nous qualifierons ce qui, selon nous, constitue l’originalité de ces ruptures, nous analyserons un cas empirique dans le domaine de la mobilité. Ce secteur est en effet sur le devant de la scène depuis plusieurs années avec les changements majeurs que vit l’industrie automobile, du véhicule électrique aujourd’hui jusqu’au véhicule autonome demain. Mais l’automobile n’est pas isolée. Les transports urbains vivent une transition tout aussi importante. Nous étudierons ainsi le programme de

déploiement de bus électriques le plus ambitieux d’Europe, qui n’est autre que celui de la Régie autonome des transports parisiens (RATP). Nous montrerons que ce projet réunit parfaitement les caractéristiques des disruptions systémiques et nous esquisserons, à partir des modalités de management qui sont actuellement mises en œuvre, des principes généraux de gestion de ces transitions.

Disruptions systémiques et management de programme ambidextre

Une caractérisation des disruptions systémiques

Les disruptions systémiques (von Pechmann, 2014 ; von Pechmann, Midler, Maniak, Charue-Duboc & Beaume, 2012) sont des transitions qui réunissent cinq caractéristiques :

- 1) leur niveau de radicalité dans la rupture introduite ;
- 2) la grandeur et la variété du périmètre sur lequel ces ruptures s’expriment ;
- 3) l’échelle des projets qu’elles suscitent ;

- 4) la vitesse des transitions qui sont attendues ;
- 5) la nécessité de mener ces transitions tout en maintenant l'activité existante.

Revenons sur ces différentes caractéristiques des disruptions systémiques.

Ruptures radicales

La radicalité des changements est évidemment la première caractéristique qui saute aux yeux. Passer d'une voiture ou d'un bus thermique à un mode de transport électrique, c'est remettre en cause le cœur de l'activité des acteurs qui, auparavant, avaient construit leur industrie sur la mobilité thermique. C'est d'ailleurs un des premiers critères de différenciation des innovations identifiés par les auteurs du domaine (Danneels & Kleinschmidt, 2001 ; Calantone, Chan & Cui, 2006 ; Abernathy & Clark, 1985) l'opposition entre innovation incrémentale, qui préserve l'intégrité du système de conception et de fabrication existant – le « design dominant » (Utterback & Abernathy, 1975 ; Abernathy & Utterback, 1978) – et l'innovation radicale, qui la remet en cause, par ses ruptures d'architecture et de composants.

Ruptures systémiques

Le caractère systémique (Teece, 1996 ; Chesbrough & Teece, 1996) de ces ruptures signale qu'elles se déploient sur un large périmètre d'activité et d'acteurs, bien au-delà du seul produit que les entreprises maîtrisent au moins en partie. Pour le passage à l'électrique, c'est non seulement la conception d'un véhicule de transport électrique performant mais aussi :

- la montée en puissance d'une nouvelle chaîne de valeur permettant de produire économiquement ces produits (on pense évidemment aux batteries, en premier lieu) ;
- le déploiement d'infrastructures permettant son exploitation ;
- l'apprentissage que les utilisateurs et opérateurs feront de la mobilité électrique, qui va des usages individuels de clients particuliers au management de services de transports par des opérateurs de transport public ;
- la modification des règles de circulation urbaine visant à diminuer la pollution urbaine et la mise en place de réglementations sur les émissions des flottes de véhicules vendus.

Manager de telles innovations systémiques constitue un challenge majeur, dans la mesure où l'entreprise qui les mène doit entraîner tout un écosystème pour transformer le contexte nécessaire à l'exploitation efficace de son produit. C'est par exemple sur cette difficulté que butte actuellement le déploiement du véhicule électrique dans la plupart des pays d'Europe, confrontés à la lenteur de la mise en place des moyens de rechargement des batteries, tant par des acteurs privés que des acteurs publics. L'une des conséquences de cette caractéristique systémique est que les candidats pour de telles innovations sont très généralement des entreprises de grande taille, bien implantées dans leur secteur car elles seules sont capables d'entraîner

leur environnement industriel et réglementaire (Teece, 1996 ; Chesbrough & Teece, 1996), ce qui, en dehors de quelques exceptions californiennes ou chinoises, n'est pas à la portée d'une start-up.

Des transformations à grande échelle

La dimension d'échelle est la troisième caractéristique importante. Pour poursuivre sur le domaine de la mobilité, les prototypes de véhicules électriques à batterie ou à pile à combustible existent depuis des décennies. Les changements dont on parle visent ici un déploiement massif. Il ne s'agit plus de réaliser un « POC » (*proof of concept*) ou une expérimentation locale, mais bien de réaliser un développement à grande échelle, « pour de vrai », avec ce que cela implique en termes d'investissements et de redéfinition d'un système réellement industrialisé sur le nouveau concept.

Des transformations rapides

La quatrième caractéristique est la vitesse de réalisation de la transition. Ce qui frappe dans nombre de programmes impulsés ces dernières années dans le domaine de la mobilité, c'est l'ambition qu'ils se donnent en termes de date de réalisation, et donc l'urgence qu'ils créent pour mettre en œuvre ces transitions majeures. Le cas de la mobilité électrique est symptomatique à cet égard, quand on compare l'accélération de l'histoire depuis 2010 et les trente années précédentes, faites de petits pas partiels, certes prudents mais donnant une trajectoire de transformation lente.

Transformer en maintenant l'existant

La cinquième caractéristique est que la gestion de ces transitions, dont on a montré qu'elles sont généralement pilotées par des acteurs majeurs du secteur, doit s'opérer sans nuire à la mise en œuvre de l'exploitation du paradigme existant : « pendant les travaux, le magasin reste ouvert ». Cette caractéristique est à l'origine du courant de travaux sur l'organisation « ambidextre » (Duncan, 1976 ; Tushman & O'Reilly, 1996, 1997, cités par Birkinshaw & Gupta, 2013 ; Ben Mahmoud-Jouini, Charue-Duboc & Fourcade, 2007) qui s'intéresse à la manière de mener dans la même organisation des activités d'exploitation de l'existant et d'exploration de ruptures.

Management de programme ambidextre

C'est l'association simultanée de ces cinq caractéristiques qui constitue l'originalité des transitions que l'on étudiera ici, sous le terme de « management des disruptions systémiques ». La mondialisation de la compétition par l'innovation avec des acteurs gigantesques issus de Chine ou des États-Unis, l'urgence écologique et les capacités technologiques mûries dans les dernières décennies constituent un contexte original et favorable à la multiplication de telles transitions.

De telles disruptions systémiques créent des défis majeurs pour les processus de conception mis en place dans les entreprises dans les décennies précédentes.

Les efforts pour développer les capacités d'innovation des entreprises sont anciens et ils ont profondément transformé le paysage des organisations industrielles ces trente dernières années. Le développement et l'*empowerment* des fonctions de projet dans les années 1990 (Midler, 1993, 1995), l'organisation de management de portefeuilles de projets multiples (Cooper, 1990), la réorganisation des ingénieries de développement en ingénierie concourante (Prasad, 1996 ; Sobek, Ward & Liker, 1999), la « plateformisation » et la « modularisation » des architectures de produit (Cusumano & Nobeoka, 1998 ; Maniak, Midler, Beaume & von Pechmann, 2014) permettant de diversifier les gammes en partageant les composants, et de redéployer l'activité d'innovation sur l'ensemble de la chaîne de valeur. Le développement de cellules amont permet d'explorer des ruptures possibles (Ben Mahmoud Jouini, 2015), de montrer sur des démonstrateurs l'intérêt de concepts innovants, de faire mûrir les technologies et de préparer des solutions « dérisquées » dans des unités d'ingénierie avancée (Midler, Maniak & Beaume, 2012). Enfin, la phase de développement est centrée sur la réalisation de ces solutions désormais fiabilisées, en optimisant le « triangle d'or » : les critères de qualité, de coût et de délais de réalisation. Ces modèles d'organisation de la conception et les méthodologies qui leur sont associées – *concept knowledge* (Hatchuel & Weil, 2002 ; Le Masson, Weil & Hatchuel, 2006) et *design thinking* (Brown, 2009) en amont ; ingénierie concourante et CAO en développement (Chang, Wusk & Wang, 1991) – structurent aujourd'hui de nombreuses entreprises. Ils visent à rationaliser les phases amont des projets dans leur perspective d'exploration, d'idéation et de maturation des solutions innovantes, et de rationaliser le développement des innovations en aval dans une perspective de vitesse, de qualité et de coût de développement.

Ces modèles d'organisation de la conception sont efficaces (i) pour développer un flux d'innovations nourri dans le cadre du *dominant design* établi et (ii) pour protéger, par la dissociation qu'ils introduisent, les activités d'exploration amont des processus réglés de développement produits. En effet, une compétition frontale entre des projets incertains et à long terme et des projets de développement de court terme serait fatale aux premiers, les seconds, par définition plus rentables à court terme, asséchant rapidement les ressources financières des entreprises (Bower & Christensen, 1995 ; Christensen, 1997).

Mais ces processus présentent deux limites dans le contexte du management de disruption systémiques. D'une part, leur séquentialité fait que certaines questions clés ne sont pas abordées en phase amont et retardent ainsi la réalisation effective des objectifs de vitesse de déploiement. Ce sont typiquement les variables systémiques, dont on ne voit l'importance que lorsque le produit est en exploitation « dans la vraie vie » (von Pechmann, 2014 ; von Pechmann, Chamaret, Parguel & Midler, 2016), mais aussi les questions de passage à l'échelle industrielle qui ne sont généralement pas traitées dans les « lab »

d'exploration (Aloch et Midler, 2019). D'autre part, la segmentation innovation-développement nuit au partage de connaissance entre l'amont et l'aval, entre ceux qui développent les produits de demain et ceux qui préparent les solutions de ruptures d'après-demain.

Comme le concept de projet en ingénierie concourante, qui avait, dans les années 1990 transformé les méthodes et les organisations de l'ingénierie de développement (Clark & Fujimoto, 1991 ; Midler, 1989), les disruptions systémiques conduisent à un renouvellement des modèles d'organisation dans les entreprises et des théories correspondantes en sciences de gestion : dans cet article, nous proposons de contribuer à ce modèle nouveau que nous nommons le *management de programme ambidextre*. Un programme ambidextre est caractérisé par les trois spécificités suivantes, qui rompent avec le management de portefeuille de projets actuel :

- 1) L'enjeu du programme est à la fois stratégique et complexe. Il s'agit de gérer une disruption systémique au sens où nous venons de la définir. Ce sont des « méga-projets » (Flyvbjerg, Bruzelius & Rothengatter, 2003) comme le Grand Paris Express (Prager, 2019). Les projets de développement de la mobilité électrique et autonome dans les entreprises automobiles, mobilisant sur des années plusieurs milliards d'euros et remettant en cause à la fois le modèle économique B to C traditionnel de l'industrie, ses technologies et les acteurs de sa chaîne de valeur, en sont des exemples typiques.
- 2) Ils impliquent des projets multiples et hétérogènes dans leur nature (nouveaux produits, services, infrastructure et systèmes associés, nouveaux modèles économiques et écosystèmes...) comme dans leurs objectifs (finalité exploratoire ou développement opérationnel) et leurs horizons (long, court et moyen termes). Cette hétérogénéité est à l'origine de la qualification d'« ambidextrie », empruntée aux auteurs qui l'ont définie dans le champ de la stratégie et de la théorie des organisations (Tushman & O'Reilly, 1996). Nous avons ici un mode de structuration du portefeuille de projets opposé à la structuration traditionnelle, qui repose sur la comparaison des projets au sein de catégories homogènes (projet de recherche et exploratoires, ingénierie avancée, développement), et leur progression d'une catégorie à l'autre au fil des revues périodiques des *stage-gates* (Cooper, 1990).
- 3) Les projets du programme présentent de fortes interdépendances qui exigent un effort de coordination spécifique – ce qui explique la dénomination « programme » telle que définie dans la littérature du management de projet (Artto, Martinsuo, Gemünden & Murtoaro, 2009 ; Maylor, Brady, Cooke-Davies & Hodgson, 2006). Il s'agit d'organiser la concourance dans la progression des différents volets du programme afin d'accélérer le passage à l'échelle du système global (par exemple, en développant simultanément la

variable infrastructure et la variable véhicule d'un programme de mobilité électrique [von Pechmann, 2014]), d'accélérer le transfert de connaissances entre ces projets de natures différentes, de favoriser les mutualisations des solutions, les raccourcis entre l'amont et l'aval de l'« entonnoir d'innovation », ce que ne permet pas la gestion de portefeuille segmentée en sous-catégories.

La figure 1 ci-dessous schématise ce passage d'une séquentialité à une concurrence des différentes composantes du programme global dans le cas du véhicule électrique, où la non-concomitance du développement du produit et du système de mobilité électrique associé, a constitué, dans les années 2011 à 2014, un obstacle majeur à la croissance rapide du marché (von Pechmann, 2014). Il convient donc de mettre en place une ingénierie du déploiement (von Pechmann, 2014 ; von Pechmann, Midler, Maniak & Charue-Duboc, 2015), où les différentes dimensions de la transition sont explorées, préparées et mises en œuvre simultanément, en s'attachant à anticiper au maximum la détection de problèmes afin de trouver les meilleurs compromis pour les résoudre.

Pour analyser les challenges posés par de tels programmes ambidextres et les principes de solutions que l'on peut avancer, nous analyserons un exemple typique, le programme bus2025 piloté par la RATP, programme phare de déploiement de bus électriques en Europe et dans le monde.

Le programme bus2025

Le défi initial : une transition massive et soudaine

En décembre 2013, l'autorité de transports de la région Île-de-France, Île-de-France Mobilités⁽¹⁾ (IDFM), décide d'interdire à la Régie autonome des Transports parisiens (RATP) l'achat d'autobus diesel non hybrides⁽²⁾ : « aucun marché d'acquisition de matériel roulant en motorisation 100 % diesel ne pourra être notifié à compter de la présente délibération ». Par ailleurs, le conseil d'IDFM décide « d'engager les actions permettant la transition du parc de l'Île-de-France vers des matériels tout électriques et des matériels de la filière GNV Bio Gaz »⁽³⁾.

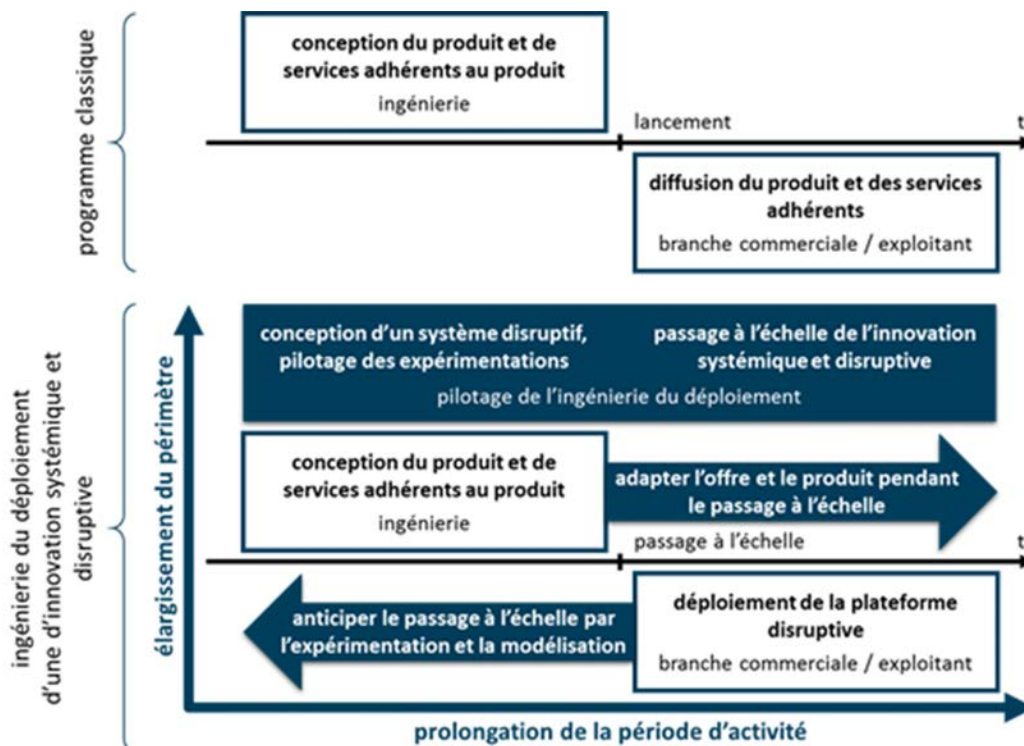
Cette décision de l'autorité contraint la RATP à une réponse compatible avec l'urgence de la situation : ce sera le passage aux bus hybrides. Cette technologie est en effet maîtrisée et ne met pas en cause l'exploitation. Elle n'en demeure pas moins un défi dans son

⁽¹⁾ Le Syndicat des transports d'Île-de-France (STIF) à l'époque.

⁽²⁾ Délibération n°2013/548 du conseil du Syndicat des transports d'Île-de-France, séance du 11 décembre 2013.

⁽³⁾ Appelé « Gaz naturel pour Véhicules » en France, le GNV est en réalité le même gaz que celui distribué aux ménages pour le chauffage ou la cuisine ; il est principalement constitué de méthane.

Figure 1 : L'ingénierie du déploiement d'une innovation systémique et disruptive, adapté d'après von Pechmann (2014 ; von Pechmann, Midler, Maniak & Charue-Duboc, 2015)



caractère massif et sa vitesse de réalisation : la RATP aura acquis une des plus importantes flottes d'autobus hybrides en Europe, dépassant 1000 véhicules hybrides en 2019.

Mais ce choix, s'il est réaliste à court terme, est nécessairement un choix de transition : les surcoûts liés à l'électrification partielle de la chaîne de traction et les surcoûts de maintenance ne sont guère compensés par les économies de carburant générées sur la durée de vie des autobus hybrides. L'autobus hybride, et cette conclusion est largement partagée dans la profession, n'est donc pas une solution durable. Dès lors, la RATP a deux choix possibles : poursuivre dans la continuité ou engager une transformation radicale. La continuité, c'est le GNV : une solution connue, mûre industriellement, et dont l'exploitation est proche de celle des autobus diesel. La transformation radicale, c'est le passage à l'électrique⁽⁴⁾.

Pierre Mongin, le PDG de l'époque, décide de lancer la transformation complète de la flotte d'autobus de la RATP en Île-de-France : c'est la naissance du programme bus2025. Annoncé publiquement le 17 mars 2014, ce plan est extrêmement ambitieux pour son époque. Le programme d'autobus électriques suscite l'enthousiasme chez les clients voyageurs, mais laisse sceptiques certains experts et industriels. Convertir une flotte d'autobus de cette taille en si peu de temps à une technologie peu éprouvée représente un défi industriel important voire colossal, et nombreuses sont les voix, en interne et en externe, qui doutent encore de la faisabilité du projet. Et, de fait, le projet réunit toutes les caractéristiques d'une disruption systémique telle qu'on l'a définie précédemment. On a déjà vu son caractère massif et soudain. Voyons maintenant en quoi cette disruption transforme radicalement l'activité de l'opérateur de transport qu'est la RATP et en quoi elle nécessite d'élargir la transformation bien au-delà de son cœur de métier traditionnel.

Une rupture technologique radicale du service de transport

La première rupture est évidemment marquée par le remplacement des bus diesel ou hybrides par des bus à batterie.

Au moment où le programme est annoncé, sur les 4 500 bus de la RATP, 80 roulent au gaz et 14 à l'électrique, soit environ 2 % de la flotte, et moins de 0,5 % pour la partie électrique. En 2013, la proportion d'autobus électriques en Europe est de 0,22 %⁽⁵⁾. La norme Euro VI vient d'entrer en vigueur pour les poids lourds, et a demandé des investissements conséquents aux constructeurs, qui comptent bien les

⁽⁴⁾ Dans tout le texte, nous appellerons « bus électriques » les bus électriques à batterie, dont la traction est assurée à 100 % par l'énergie stockée dans la batterie.

⁽⁵⁾ Étude 3ibs, <https://www.3ibs.eu>, page 17 du document D 23.1. Chiffres hors trolleybus : les trolleybus représentent 1,2 % de la flotte européenne. Un trolleybus est alimenté principalement par un courant électrique circulant dans des caténaires au-dessus de la ligne.

amortir à travers des ventes de véhicules thermiques. En dehors de la Chine, les autobus électriques à batterie sont quasi exclusivement cantonnés à des niches comme les navettes urbaines, de petits autobus de 6 à 9,50 mètres de long. La transition des autobus de taille standard (12 mètres) vers des bus électriques semble lointaine. Le modèle de référence, pour les autorités organisatrices des transports (régions et villes), les opérateurs de transport et les fabricants d'autobus, est l'autobus diesel, éventuellement hybride.

Ce passage de la motorisation diesel à la mobilité électrique oblige à repenser de manière radicale le produit bus, parce que l'intégration de plus de deux tonnes de batteries dans un bus traditionnel, dont le poids à vide est proche de 12 tonnes, représente un défi important. Contrairement aux véhicules particuliers, où l'intégration de batteries en bas de caisse fait baisser le centre de gravité, un autobus moderne doit être accessible, à plancher bas, et les batteries ne peuvent donc y être intégrées qu'à l'arrière et sur le toit. C'est donc toute l'architecture des bus qui doit être repensée en même temps que leur motorisation.

Une disruption systémique

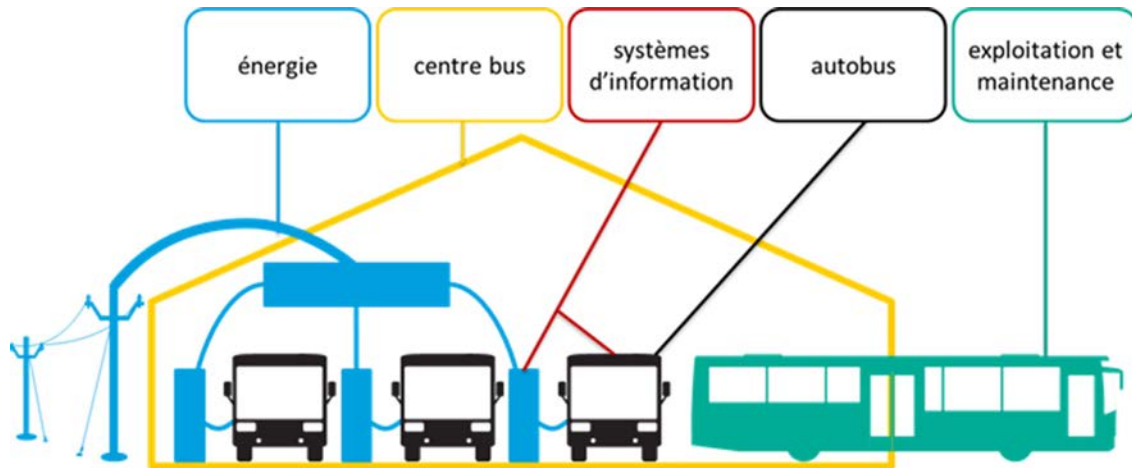
Tout comme le passage à la voiture électrique ne se réduit pas au remplacement des moteurs thermiques par une motricité électrique, le développement d'un service de transport public tout électrique modifie en profondeur l'ensemble des variables que constitue le système de transport : les bus, bien sûr, mais aussi les infrastructures énergétiques nécessaires pour les exploiter, la définition et l'activité des dépôts qui les maintiennent, et les processus d'exploitation du service de transport (voir figure 2 page 6). Les composantes du système comme leur articulation sont en effet stabilisées depuis des décennies sur le *dominant design* (Utterback & Abernathy, 1975 ; Abernathy & Utterback, 1978) du bus à motorisation thermique.

Le passage aux bus électriques transforme profondément ces composantes comme leurs articulations dans le système global.

Une infrastructure énergétique à redéfinir

C'est aujourd'hui bien connu, l'infrastructure de recharge est, avec la batterie, le talon d'Achille de la mobilité électrique. Cela vaut évidemment aussi pour le programme bus2025 : le réseau saura-t-il charger plus de 3000 bus électriques ? En début de projet, cette question n'a pas de réponse évidente : avec environ 200 bus par centre bus, chaque centre a besoin d'une alimentation de l'ordre de 10 MW. Une puissance de 10 MW correspond environ à la puissance moyenne mensuelle soutirée en hiver par 10 000 ménages français. Au-delà même de la question de la capacité énergétique, le raccordement de 17 centres bus électriques représente un chantier industriel important, nécessitant environ 100 km de fouilles sur voie publique.

Figure 2 : Les principaux domaines d'activité d'un système de transport de bus électriques.



Des dépôts de bus à réinventer

Un dépôt de bus, c'est aujourd'hui un espace de parking matérialisé par des lignes blanches, une pompe à essence et un bâtiment de maintenance. Il faut, dans le cadre du projet, le transformer en un véritable centre industriel à recharger les bus, ce qui implique d'équiper de nombreuses places avec des points de recharge forte puissance, et de concevoir les systèmes de distribution et de transformation de l'électricité pour que ces recharges, qui durent plusieurs heures, puissent s'effectuer en même temps.

Recharger 200 autobus simultanément, avec une puissance de 10 MW sur une surface occupant, en milieu dense parisien, entre 500 et 700 logements est un défi technique, mais aussi réglementaire. En effet, la réglementation des Installations classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) n'avait pas été rédigée pour ce cas de figure. Elle prévoyait une rubrique pour les petites batteries, par exemple de chariots élévateurs, où l'exploitant devait respecter certaines règles à partir d'une puissance de charge de 50 kW. La consommation électrique d'un centre bus peut dépasser plus de 200 fois ce seuil.

Les travaux bâtimentaires qui découlent de la réglementation, comme l'installation de sprinklages ou de murs de protection, sont pour la plupart classiques, mais parfois importants, car ils ont lieu dans des sites anciens, dont beaucoup datent du début du XX^e siècle. L'installation de sprinklages requiert par exemple des bâches à eau dans lesquelles on stocke de l'eau pour alimenter le sprinklage. Ces « cuves » font plusieurs centaines de m³, et nécessitent donc que l'on creuse des « piscines », ce qui n'est pas anodin dans un centre bus en exploitation.

Une exploitation qui doit se renouveler pour intégrer de nouvelles contraintes

Le passage aux bus électriques crée deux nouvelles contraintes à gérer : l'autonomie des bus, qui ne constituait pas un sujet avec des moteurs diesel, devient un paramètre à contrôler et piloter ; le ravitaillement des

bus la nuit, qui prenait quelques minutes en diesel, doit maintenant être optimisé dans le cadre de l'organisation des dépôts. L'intégration de cette double contrainte peut certes se résoudre en augmentant le nombre d'autobus, mais l'objectif du programme était d'opérer la transition énergétique de la flotte d'autobus de la RATP à moyens quasiment constants. Pour cela, l'entreprise a lancé des études d'exploitation approfondies dès 2016.

Jusqu'alors, la construction des « tableaux de marche », c'est-à-dire la planification des services des conducteurs, associée aux services des autobus et correspondant au contrat passé avec l'autorité organisatrice, était optimisée pour le nombre d'agents et d'autobus et les conditions de travail des conducteurs. Les marges d'adaptation de l'exploitation précédentes pouvaient-elles être préservées ? Par exemple, un bus électrique qui avait roulé toute la journée pourrait-il rouler aussi toute la nuit ? Jusqu'alors, si un bus diesel devait ressortir le lendemain, son plein de gazole était fait en trois minutes. Comment ferait-on avec des bus électriques ? Comment s'assurer qu'il resterait suffisamment de temps pour la maintenance des autobus, sachant que pour certaines opérations de maintenance, le bus ne doit pas être en charge ? Comment faire en sorte qu'un autobus soit chargé suffisamment longtemps avant sa sortie pour qu'une interruption éventuelle de la charge pendant la nuit n'affecte pas sa sortie ? Comment concevoir les services des autobus et l'affectation des autobus aux services, pour permettre d'absorber des aléas d'exploitation en journée ?... Autant de questions qui devaient évidemment être résolues avant de lancer l'exploitation du nouveau système de transport par bus électriques.

Un système d'information à construire pour préparer le futur

Pour garantir le bon fonctionnement du système, les systèmes d'information en place doivent être adaptés, afin de permettre la supervision de l'ensemble de la chaîne : les bornes, l'autonomie restante des autobus,

le bon déroulement de la charge. Jusqu'alors, le besoin de remontée en temps réel des autobus se limitait à leur position géographique, pour pouvoir afficher les temps d'attente en station. Avec l'arrivée de bus électriques, il devient important de superviser l'autonomie en temps réel, ce qui signifie qu'il faut faire remonter une donnée technique de l'autobus : une intégration devient ainsi nécessaire avec l'autobus, pour s'assurer que l'information sera bien disponible au bon format, et de manière permanente.

La remontée des informations crée ainsi de la donnée centralisée, qu'il s'agit d'exploiter. D'une part, en temps réel, pour alerter à temps d'un possible dysfonctionnement : cette exigence du temps réel nécessite la mise en place d'une organisation adéquate pouvant garantir la disponibilité de toute la chaîne de remontée de données 24 heures sur 24. D'autre part, les données doivent pouvoir être stockées pour être analysées *a posteriori*, ce qui nécessite des espaces de stockage et surtout des outils d'analyse adaptés.

Une transition à mener sans interrompre l'exploitation du service existant

Au-delà de l'importance de ces ruptures sur l'ensemble du système de transport, on mesure aussi l'exigence de les gérer sans mettre en péril les infrastructures, les voiries ni le service bus existants, et donc l'importance de la caractéristique d'ambidextrie du programme.

Challenges et principes du management des programmes ambidextres

Comment manager de telles disruptions systémiques ? Nous allons ici illustrer, avec le cas du programme bus2025, les principes qui peuvent guider l'organisation de tels programmes ambidextres (Midler, Maniak & de Campigneulles, 2019) :

- 1) maintenir une flexibilité stratégique ;
- 2) organiser, en interne, l'apprentissage concourant au sein d'un portefeuille de projets multiples, hétérogènes par leurs natures et leur horizons ;
- 3) piloter un écosystème externe clé pour mener à bien la transition ;
- 4) mettre en place une structure de gouvernance et de pilotage du projet en mesure de coordonner ; opérer ces choix organisationnels pour assurer l'ambidextrie de la transition, c'est-à-dire inventer et déployer le nouveau service de transport sans mettre en péril l'exploitation du service en place.

Flexibilité stratégique

Dans la démarche de management de projet traditionnelle, le projet peut s'inscrire dans la formulation d'une stratégie précise. D'ailleurs, l'un des fondements du management de portefeuille de projets « classique » est d'organiser les priorités entre projets en fonction de leur « alignement » à la stratégie de l'entreprise,

celle-ci étant donc précédemment supposée clairement stabilisée.

Dans le management des transitions qui nous occupe ici, la vision globale est donnée mais les moyens et étapes précises ne peuvent être au départ définis. Le programme ambidextre doit donc s'engager dans un contexte stratégique ambigu, et donc adopter la flexibilité nécessaire à des ajustements « chemin faisant ».

Ainsi, dans le cas du programme de déploiement des bus électriques, l'ambition initiale de 100 % électrique à partir de 2025 est revue courant 2014 à 80 % de bus électriques et 20 % de bus au GNV, puis une nouvelle fois révisée fin 2017 à $\frac{2}{3}$ électrique et $\frac{1}{3}$ GNV, au vu des résultats d'études ultérieures.

Cette caractéristique d'ajustement des objectifs initiaux, que l'on retrouve d'ailleurs dans l'ensemble des « méga-projets » (Ben Mahmoud-Jouini, Lenfle & Midler, 2019), a deux conséquences. D'une part, elle prouve la nécessité de prévoir, le plus tôt possible, une étape d'« opération vérité » ajustant l'ambition initiale sur des objectifs précis et réalistes. D'autre part, elle impose de maîtriser la communication avec les parties prenantes (*stakeholders*) et plus généralement le public, de manière à ce que ces ajustements n'apparaissent pas comme des reniements mais comme les ajustements normaux d'une stratégie émergente (Mintzberg & Waters, 1985) que le projet permet précisément d'affiner.

À côté du *nombre* de bus électriques, le caractère systémique du programme implique par ailleurs de geler à cette étape les grandes options d'architecture du service de mobilité, options qui vont déterminer la suite des développements. Parmi elles, un choix de conception fondamental du programme de bus électriques a été de recharger les bus *de nuit* et *en centre bus*. Plusieurs autres options existent, notamment la recharge en terminus (à l'un ou aux deux terminus) et la recharge en ligne, donc y compris à certains arrêts entre les deux terminus. Pour plusieurs raisons, la RATP a décidé d'opter pour la recharge en centre bus. Il s'agissait d'abord de conserver l'une des spécificités du mode bus, la flexibilité. Le bus peut changer d'itinéraire de manière flexible en cas de travaux, et une ligne peut être déployée en quelques semaines, contre plusieurs années pour les modes ferrés. Ensuite, les kilométrages parcourus relativement faibles des autobus, permettent d'acheter des autobus aux autonomies suffisantes pour la plupart des lignes. À cause aussi des contraintes urbanistiques lourdes en milieu urbain dense, riche en monuments historiques, qui rendent difficile voire impossible l'implantation de grands mâts dans de nombreux terminus. De surcroît, les systèmes de recharge en ligne ou en terminus demandent souvent un temps minimal de stationnement et un accès simple à la station, deux contraintes qui ne sont pas toujours garanties en région parisienne. Enfin, la recharge de nuit intervient à un moment où le réseau électrique est peu sollicité et où il subsiste des capacités de production d'électricité qui permettent d'alimenter les autobus avec une électricité à teneur faible en CO₂.

Un apprentissage concourant mettant en œuvre des projets de natures et d'horizons différents.

Comment, concrètement, le principe d'une coordination de projets de natures et d'horizon différents a-t-il été mis en œuvre dans le cadre du programme bus2025 ?

Des simulations pour s'assurer de la faisabilité des options globales du projet

L'analyse des questions posées par l'exploitation à grande échelle de systèmes complexes telle que l'exploitation de plusieurs centaines de bus sur un territoire comme Paris se prête mal à l'utilisation des méthodologies de créativité, essentiellement qualitatives, très présentes dans les *innovation labs*. C'est pourquoi le programme a lancé dès le départ une série de programmes visant à explorer de potentiels obstacles majeurs dans le passage à l'échelle du projet.

Dès début 2016, la RATP lance des modélisations pour simuler les courbes de charge des autobus sur le réseau. Ces modélisations, qui tiennent compte des longueurs et des durées des services, et qui permettent de faire varier certains paramètres comme la puissance unitaire de charge, seront partagées avec Enedis, qui gère le réseau de distribution, et RTE (Réseau de transport d'électricité), en charge du réseau de transport d'électricité à haute tension en France, pour leur permettre d'anticiper les évolutions de leurs réseaux à moyen terme.

L'autre domaine qui donne lieu à des simulations est l'exploitation des lignes de bus. Une étude est lancée sur la manière dont les bus seront gérés et rechargés dans le centre. Cette étude, qui durera plusieurs années, approfondira progressivement toutes les questions relatives à l'exploitation d'autobus électriques dans un centre bus. Dans un premier temps, il s'agit principalement de déterminer si les temps de charge sont suffisants. Ensuite, les équipes internes étudieront la possibilité d'optimiser l'affectation des autobus aux services pour maximiser le temps de charge de chaque autobus. Cette étude se poursuivra par la modélisation complète d'un centre bus, en partenariat avec un laboratoire public de recherche. Ces études complexes, qui tiennent compte à la fois des services prévus, des temps de charge et des contraintes de garage (remisage), sont totalement nouvelles pour l'entreprise et lui permettront de développer des systèmes d'information performants.

Des expérimentations pour tester et organiser l'apprentissage collectif de la nouvelle exploitation

Fin 2015, l'entreprise lance aussi les études d'infrastructure pour la première expérimentation d'une ligne complète d'autobus électriques de taille standard (12 mètres). Les 23 autobus diesel de la ligne 341 seront ainsi convertis en 23 autobus électriques, qui seront rechargés au centre bus de Belliard, dans le XVIII^e arrondissement de Paris. Cette expérimentation permettra d'apprendre sur de nombreux aspects du système, notamment la distribution du courant dans le centre bus.

Pour tenir compte des retours d'expérience croissants sur les études, une seconde expérimentation sera lancée fin 2016. Elle vise principalement à étudier la recharge en terminus, mais permettra aussi de tester en exploitation les systèmes de distribution envisagés pour la généralisation. Elle permet aussi d'anticiper les modes d'organisation pour la généralisation : en effet, la conversion de 17 centres bus en l'espace de sept ans environ représente un défi important. Le service public devant être assuré pendant toute la période, tous les travaux se feront dans des centres bus exploités : en plus des engins de chantier, environ 200 bus sortent et rentrent tous les jours, tout cela en milieu urbain extrêmement dense. Plusieurs équipes sont mises en place pour piloter les travaux bâtimentaires, les travaux électriques, et une équipe est chargée de coordonner l'ensemble des acteurs et le lien avec l'exploitation.

La première vague d'expérimentations s'articule principalement autour de la conversion de la ligne 341 à l'électrique, et implique presque l'ensemble des métiers : les ingénieries autobus, électrique, systèmes d'informations, bâtimentaire, les exploitants et les mainteneurs. Elle fait par ailleurs l'objet d'une attention particulière de l'administration, dans le contexte d'une réglementation en construction à cette époque. Elle permet aussi d'accélérer l'apprentissage au sein des autres entreprises participant à l'expérimentation. Cette expérimentation est doublée d'essais d'autobus en prêt, qui impliquent principalement l'ingénierie autobus et les exploitants. Par ailleurs, des études de plusieurs sous-systèmes vont permettre d'affiner les besoins de l'entreprise et la compréhension du système bus électriques.

La seconde phase d'expérimentations permettra à l'entreprise d'essayer des solutions développées au cours de la première phase : un chauffage électrique pour les autobus, des architectures électriques et organisations des travaux dans les centres bus, des solutions de recharge annexe en terminus, des systèmes de supervision de la charge. Dans cette seconde phase, les études vont devenir de plus en plus systémiques, pour modéliser l'exploitation des bus électriques dans tous ses aspects.

Pour le déploiement, l'entreprise choisit de permettre à l'organisation une montée en compétence progressive : suite à un processus décisionnel impliquant les acteurs majeurs de l'entreprise, une analyse multicritères permet de définir collectivement un ordonnancement des centres qui privilégie les centres les plus faciles. Cette analyse tient notamment compte de la facilité à convertir les lignes du centre et de l'intensité des travaux de conversion nécessaires.

Deux centres neufs, prédisposés partiellement, vont être convertis en avance de phase et accueilleront des autobus d'un appel d'offre intermédiaire, près d'un an avant le déploiement dans les autres centres. Cela permet une montée en puissance progressive du déploiement et assure une transition entre les phases d'expérimentation grandeur réelle et le déploiement massif. À la fin de la seconde vague d'expérimentations en 2018, l'entreprise exploitera 80 autobus

électriques, dont plus de la moitié seront des autobus standards. À la fin de la première vague de déploiement fin 2019/début 2020, près de 160 autobus électriques seront en circulation. Ensuite, le rythme de déploiement s'intensifiera, avec des livraisons pouvant aller jusqu'à 600 bus par an, un rythme jamais vu dans l'entreprise.

Ce modèle d'ingénierie du déploiement ambidextre permet par ailleurs d'impliquer au plus tôt tous les acteurs de l'entreprise, notamment ceux qui poursuivent les activités historiques. En effet, pendant que le projet suit son cours, l'exploitation continue avec des bus diesel, l'entreprise achète les derniers hybrides, inaugure deux centres bus neufs, etc. Les forums d'échange que sont les expérimentations et les comités thématiques mis en place permettent de créer des points de rencontre réguliers entre le projet et les métiers, l'exploration et l'exploitation (voir la figure 3 ci-dessous).

Le management de l'écosystème

Nous avons insisté sur les actions mises en œuvre en interne dans l'entreprise. Mais le caractère systémique du changement exige d'impliquer dans cette ingénierie du déploiement l'ensemble des acteurs externes qui doivent contribuer à la transition : les industriels fabricants de bus, évidemment, mais aussi l'autorité organisatrice des transports (Île-de-France Mobilités), cliente de l'opérateur (RATP), les pouvoirs publics en charge de la réglementation et le distributeur d'énergie électrique (Enedis).

La conception et la fourniture des bus électriques

En 2014, les constructeurs européens n'avaient que très peu d'expérience avec les autobus électriques. Quelques navettes urbaines, des bus entre 6 et 9,50 mètres, constituent l'essentiel du parc électrique en Europe, qui, avec une pénétration de 0,22 %⁽⁶⁾, demeure assez symbolique. Parmi les autobus standards de 12 mètres, qui constituent environ 56 % du parc en Europe⁽⁷⁾ et 85 % du parc de la RATP, seuls quelques prototypes ou petites séries d'autobus électriques sont en circulation. Pour tester et stimuler le marché, la RATP lance un premier appel d'offre expérimental en 2014, où elle demande une autonomie minimale de 120 km entre deux recharges. Avec un volume maximal de commande de 20 millions d'euros, il s'agit d'un petit marché à l'échelle de la RATP, mais déjà d'un marché important pour le bus électrique. À l'issue de l'appel d'offre, la société Bluebus, filiale du groupe Bolloré, remporte le marché, en s'engageant sur une autonomie de 180 km entre deux recharges. Contrairement à certains constructeurs établis, le nouvel entrant va fabriquer un autobus en partant d'une feuille blanche, ce qui lui permet d'intégrer au mieux les contraintes liées aux batteries.

Peu de temps après, la RATP proposera aux constructeurs du monde entier de tester en conditions d'exploitation, souvent même avec voyageurs, des autobus

⁽⁶⁾ Cf. supra : étude 3ibs, <https://www.3ibs.eu>, page 17 du document D 23.1.

⁽⁷⁾ Étude 3ibs, <https://www.3ibs.eu>, page 16 du document D 23.1.

Figure 3 : L'ingénierie du déploiement ambidextre des bus électriques.

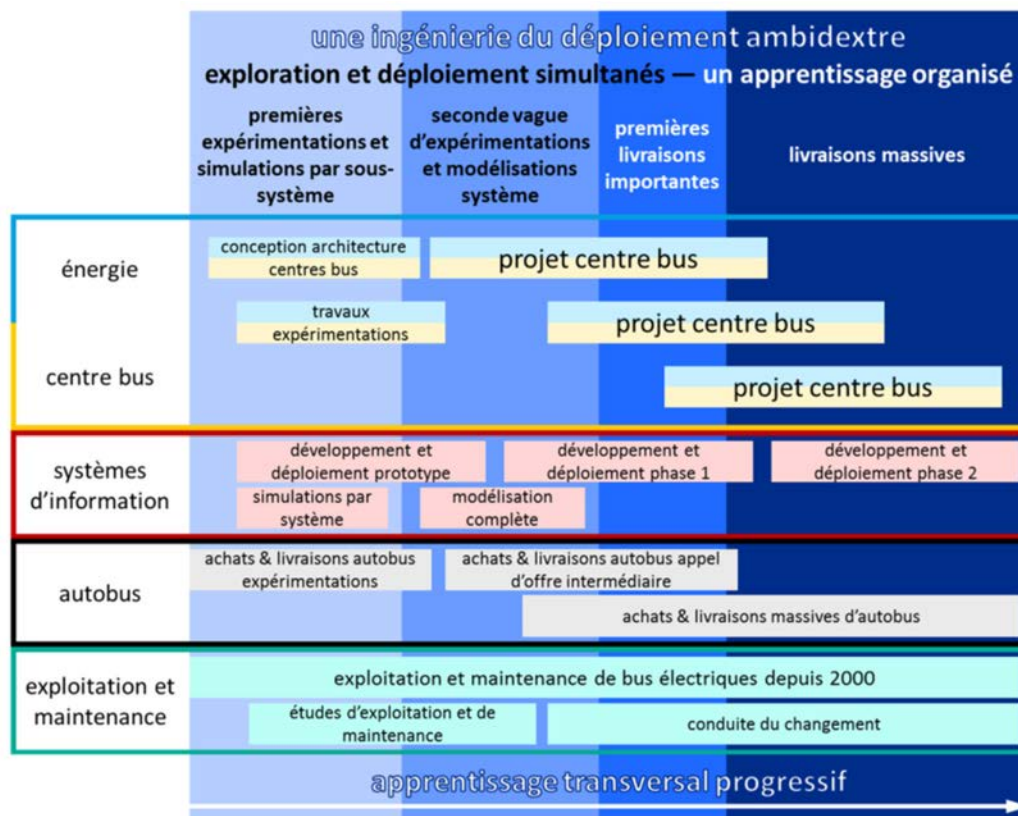




Photo © Gilles Rollet/REA

Bus électrique de marque « Bluebus », centre de Paris-Est, site de Lagny.

« Contrairement à certains constructeurs établis, le nouvel entrant va fabriquer un autobus en partant d'une feuille blanche, ce qui lui permet d'intégrer au mieux les contraintes liées aux batteries. »

électriques. Sept constructeurs issus de quatre pays différents (France, Espagne, Chine, Pologne) enverront des bus pour les voir rouler sur des lignes parisiennes. Équipés de boîtiers de mesure, ces tests, qui commencent fin 2015 et se poursuivent durant plusieurs mois, permettront à tous les acteurs d'affiner la compréhension technique des autobus et de l'infrastructure et de mieux appréhender l'exploitation d'autobus électriques. Ces expérimentations sont l'occasion de créer de la connaissance à la fois pour l'ingénierie, pour les exploitants de l'entreprise, et pour les fournisseurs d'autobus. Les enquêtes qui sont menées à cette occasion permettent de valider l'intérêt de la transition vers l'électrique des autobus parisiens : les clients préfèrent largement les bus électriques, et les conducteurs apprécient énormément le calme et la fluidité de conduite.

Pour souligner sa détermination, la RATP va lancer d'autres appels d'offre d'autobus électriques : un appel d'offre intermédiaire, lancé début 2017 pour un volume de 40 millions d'euros, et un appel d'offre massif, lancé début 2018, pour un volume maximal de 400 millions d'euros : visant jusqu'à 1000 autobus, c'est le plus grand appel d'offre européen d'autobus électriques qui ait existé.

Acheter de telles quantités d'autobus représente aussi un enjeu de spécification : au moment de l'envoi du cahier des charges, l'ingénierie de l'entreprise doit avoir synthétisé l'intégralité des demandes, en intégrant notamment la partie liée à la traction électrique. Les appels d'offre successifs et les expérimentations avec les autobus en prêt ont représenté une étape cruciale dans ce processus : l'expérience gagnée par les acteurs du projet et les échanges préalables avec les industriels ont été essentiels pour formuler des demandes réalistes et ambitieuses aux constructeurs. Un exemple concerne par exemple le chauffage : auparavant, chauffer le véhicule était une opération quasi-gratuite, le moteur diesel produisant de la chaleur qui pouvait être utilisée pour l'habitacle. Pour les bus électriques, le chauffage est critique, et de nombreux échanges ont eu lieu avec les constructeurs pour garantir une température acceptable à la fois pour les voyageurs et le conducteur, tout en s'assurant que l'autobus pourra rouler sur la distance prévue. De nouveaux systèmes d'asservissement ont donc dû être mis au point spécifiquement pour les bus électriques.

Ces appels d'offre massifs demandent aussi une organisation adaptée à la volumétrie : en temps normal, les équipes de réception, qui vérifient la conformité des

véhicules livrés, absorbent environ 300 bus par an, très rarement et ponctuellement jusqu'à environ 500 bus. Pour assurer la sortie des autobus diesel d'ici 2025, la RATP devra réceptionner 600 bus par an⁽⁸⁾ pendant plusieurs années de suite. Le défi est donc double : il s'agit non seulement d'assurer le bon fonctionnement d'autobus de nouvelle technologie en garantissant le respect des interfaces dans le nouvel écosystème, mais en plus d'en accueillir un nombre jamais vu auparavant dans l'entreprise.

L'implication des pouvoirs publics

Le transport public implique naturellement plusieurs acteurs publics. Une transition telle que le programme bus2025 ne pouvait se faire qu'en liaison étroite avec un grand nombre d'entre eux. Les pouvoirs publics ont joué plusieurs rôles dans le programme, nous en illustrerons deux par la suite : un rôle de définition et de garant du calendrier de la transition énergétique, et un rôle d'accompagnement réglementaire.

Définir et garantir le calendrier de transition énergétique

À plusieurs niveaux, les pouvoirs publics ont contribué à garantir le calendrier du programme bus2025. L'historique du programme est une interaction permanente entre des contraintes régaliennes et des décisions stratégiques de l'entreprise RATP.

La première impulsion se situe au niveau de la région : la décision régalienne de l'autorité organisatrice des transports d'arrêter les achats de bus diesel entraîne une décision stratégique de l'entreprise de convertir la flotte à l'électrique et au gaz.

Par la suite, au niveau de l'État, la loi de transition énergétique va en quelque sorte entériner cette décision stratégique : pour les villes de plus de 250 000 habitants, la loi prévoit l'obligation d'acquiescer au moins 50 % d'autobus à faibles émissions dès 2020 et 100 % dès 2025⁽⁹⁾. Un arbitrage probablement facilité par la décision déjà affichée de la RATP de convertir sa flotte selon un rythme plus ambitieux que la loi. En contrepartie, cette loi va faciliter le déploiement du programme de bus électriques : quand un projet est rendu obligatoire par la loi, il perd de son incertitude et son déploiement s'en trouve facilité vis-à-vis des acteurs internes et externes. Par ailleurs, la loi a permis à la RATP de ne plus être un poisson pilote isolé, mais un poisson pilote à la tête d'un grand groupe de métropoles qui se convertiront peu de temps après.

En parallèle, l'État va aussi donner aux villes des moyens d'agir, en permettant aux collectivités locales de créer des zones à faibles émissions (ZFE). La ville de Paris s'est saisie de cet outil pour restreindre l'accès à la capitale aux véhicules les plus polluants, y compris les véhicules de transport en commun. Elle a par ailleurs annoncé sa volonté de restreindre progressivement la liste des véhicules éligibles,

avec comme objectif annoncé la suppression totale des véhicules diesel. Les maires des communes avoisinantes regroupées au sein de la Métropole du Grand Paris, prévoient des dispositifs similaires. Si ces annonces et décisions n'ont pas eu d'impact sur la stratégie d'ensemble du programme bus2025, déjà extrêmement ambitieuse, elles ont néanmoins permis de consolider sa légitimité : le programme de bus électriques le plus ambitieux d'Europe répond désormais à une demande et à une exigence des collectivités locales, et il n'est donc pas envisageable de relâcher le calendrier. En contrepartie, les acteurs du projet ont dû faire de la pédagogie auprès des parties prenantes, pour expliquer à quel point le projet était déjà ambitieux et qu'il n'était pas envisageable d'accélérer son déploiement.

Un accompagnement réglementaire

Au-delà de ce rôle moteur dans le calendrier du projet, l'interaction avec les pouvoirs publics a été constante pour adapter les règles encadrant le transport public.

Une spécificité du code de la route français a au départ favorisé l'émergence d'autobus électriques : il autorise des dépassements de poids d'une tonne pour les autobus électriques notamment⁽¹⁰⁾. Ainsi, un autobus électrique peut légalement peser jusqu'à 20 tonnes avec voyageurs, au lieu de 19 tonnes pour un autobus diesel, ce qui a permis de construire et d'acheter des autobus transportant le même nombre de passagers que des bus diesel. Dans d'autres pays, la limitation à 19 tonnes a été un frein au développement d'autobus à recharge au dépôt, car les opérateurs disaient à juste titre qu'ils souhaitaient transporter des personnes plutôt que des batteries.

Mais évidemment, le caractère innovant du programme a obligé à repenser la réglementation en vigueur. Ainsi, par exemple, les dispositions de réglementation des ateliers de charge de batteries étaient prévues pour des batteries au plomb, qui peuvent dégager de l'hydrogène en cas de défaillance, ce qui n'est pas le cas des batteries modernes au lithium équipant les bus électriques.

Dans un tel contexte, l'administration peut décider d'instaurer un régime dit « à autorisation » : puisqu'elle n'est pas en mesure d'écrire des règles génériques pour le nouveau champ technique, il appartient à l'exploitant de démontrer, au cas par cas, que son installation protège suffisamment les biens et les personnes, en particulier les employés, les tiers (riverains...) et les intervenants (pompiers...). Cette procédure aurait rallongé d'au moins 12 mois le délai de réalisation de chaque centre bus, notamment pour la tenue d'une enquête publique obligatoire dans le régime d'autorisation, et aurait nécessité des modélisations coûteuses pour chacun des centres bus.

L'entreprise avait anticipé ce risque et s'était mise en relation avec l'administration dès 2015, notamment dans le cadre de l'expérimentation du centre bus de Belliard. Pendant environ trois ans, la RATP et ses partenaires ont modélisé le comportement des autobus

⁽⁸⁾ Électriques ou GNV.

⁽⁹⁾ Article L224-8 du code de l'environnement, créé par l'article 37 de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV).

⁽¹⁰⁾ Article R312-4 du code de la route.

et des batteries et ont mené de nombreux essais dans des centres certifiés, pour mieux comprendre les modes de défaillance des autobus électriques. Ces travaux ont contribué à la rédaction par l'administration d'une réglementation sur les dépôts de bus électriques : entrée en vigueur en août 2018, elle est bien plus contraignante que la réglementation sur les autobus diesel, mais elle permet au moins de construire un déploiement sur des bases stables et sans processus d'autorisation.

L'implication de l'énergéticien

Dès 2015, la RATP initie des échanges avec le distributeur d'électricité, Enedis⁽¹¹⁾, pour s'assurer que le réseau d'électricité pourra garantir la charge des autobus, et pour anticiper au mieux le raccordement des centres bus. À travers les modes de transport ferrés (métro, RER, tram), l'ingénierie interne a une longue expérience des systèmes d'alimentation électrique et entretient déjà des liens étroits avec Enedis. Ayant elle-même un réseau de distribution interne, l'entreprise connaît les contraintes et les temporalités associées aux travaux sur un système de distribution électrique, et anticipe donc les discussions avec l'énergéticien. La RATP demande l'instruction de plusieurs scénarios de raccordement, et des études de faisabilité pour le raccordement de chacun de ses centres bus. Le résultat des études est concluant : le réseau de distribution en Île-de-France peut assurer la recharge des autobus électriques de la RATP. Pour garantir la continuité du service public, l'entreprise choisira un double raccordement au réseau Enedis, car une coupure de câble avec un raccordement simple conduirait à une interruption de l'exploitation d'un centre bus complet pendant plusieurs jours.

Lancé début 2016, le premier projet d'études concerne la conception générale du réseau électrique au sein d'un centre bus. Plusieurs options sont développées, puis chacune est analysée selon des critères de coûts de mise en œuvre, d'impact spatial (en milieu urbain dense, les espaces pouvant accueillir des autobus sont rares), de fiabilité et de maintenabilité. La solution finalement retenue permet de maximiser la place pour les autobus, et doit garantir un niveau élevé de fiabilité à un coût maîtrisé.

Le raccordement de 17 centres bus électriques représente comme on l'a vu un chantier industriel important, nécessitant environ 100 km de fouilles sur voie publique. Pour s'assurer du bon déroulement de ce chantier, et optimiser au mieux les dépenses publiques en partageant les contraintes mutuelles, la RATP et Enedis signent début 2018 un partenariat au niveau des présidents.

L'équipe programme, chef d'orchestre de l'ambidextrie contextuelle

Le programme se présente donc comme un portefeuille foisonnant de projets variés dans leur objet comme dans les acteurs qu'ils mobilisent. Certains explorent des scénarios possibles, d'autres développent les solutions de 2015, d'autres enfin assurent des solutions

transitoires entre la situation existante et le service de mobilité futur. Comment organiser le déploiement de cette transition sans mettre en péril l'exploitation existante ? Tel est le sujet central du champ de recherche sur l'ambidextrie organisationnelle. La littérature du domaine retient trois formes possibles d'organisations.

L'ambidextrie structurelle (Tushman & O'Reilly, 1997) consiste à séparer les acteurs en charge de concevoir la rupture. C'est le cas par exemple dans le management de projets de rupture comme les projets Logan ou Kwid de Renault (Jullien, Lung & Midler, 2012 ; Midler, Jullien & Lung, 2017). *L'ambidextrie contextuelle* fait au contraire reposer l'élaboration de la transformation sur les acteurs de l'entreprise en les laissant dans leur situation de travail habituelle, mais en leur donnant du temps pour explorer de tels scénarios (Gibson & Birkinshaw, 2004). Enfin, *l'ambidextrie de réseau* consiste à opérer la rupture en s'appuyant sur des acteurs externes à l'organisation (typiquement des start-up) que l'on va aider dans leur activité exploratoire (en les finançant ou en les accueillant dans des incubateurs montés par l'entreprise). On assiste au développement de formes associant les trois modèles dans des *innovation labs* de plus en plus fréquents dans les grandes entreprises (Ben Mahmoud Jouini, 2015).

Les options d'organisation privilégiées par la RATP pour articuler le projet bus2025 avec l'organisation existante participent du modèle de l'ambidextrie contextuelle. Elles privilégient au maximum l'insertion intime des acteurs du changement dans le système d'exploitation en place.

Organisation du programme

Ce choix organisationnel se traduit d'abord par la position de l'équipe programme. Mi-2015, une direction de programme est créée au sein du département du matériel roulant bus (MRB). Le département est en charge de l'achat des autobus et de leur maintenance. Ce choix peut paraître surprenant dans une entreprise disposant d'un département dédié à la maîtrise d'ouvrage de grands projets, mais va s'avérer judicieux à plusieurs égards dans la suite du projet. Le département MRB est historiquement un département de processus, et n'a que peu d'historique de projets, ce qui va certes nécessiter une phase d'adaptation aux spécificités du fonctionnement en mode projet, et notamment du fonctionnement matriciel. L'avantage du département est en revanche qu'il est proche de l'exploitation et de la maintenance, rattaché au directeur général adjoint en charge des opérations de transport et de la maintenance. L'achat d'autobus, qui représente la plus grande partie du budget du projet, y est piloté, et la proximité avec le projet semble essentielle pour maîtriser les interfaces nouvelles. Par ailleurs, la proximité avec l'exploitation facilite la conduite du changement, nécessaire pour accompagner la transition vers des autobus électriques.

Pour le pilotage des projets, plusieurs niveaux de pilotage « classiques » sont mis en place. Un comité de direction a lieu tous les deux mois, où sont passés

⁽¹¹⁾ Qui s'appelait ERDF à l'époque.

en revue tous les projets du portefeuille de projets. En alternance avec les comités de direction, des comités restreints par domaine ont lieu tous les deux mois, où les projets sont suivis de manière plus détaillée. Enfin, des revues de pilotage semestrielles de chacun des projets du portefeuille sont mises en place : elles permettent de faire un bilan complet d'un projet. Toutes ces instances de pilotage se font en présence du directeur de programme.

En tout, la mise en œuvre du programme de bus électriques implique de manière directe plus de 150 personnes au sein de l'entreprise, sans compter les plus de 15 000 exploitants, conducteurs et mainteneurs, et les personnes impliquées chez les fournisseurs et sous-traitants.

La gouvernance

Pour impliquer au mieux tous les départements de l'entreprise, et anticiper les changements induits pour les nombreux acteurs des ingénieries, de l'exploitation et de la maintenance, une gouvernance au niveau de l'entreprise a été mise en place dès début 2016. Tous les trois à quatre mois, une réunion d'environ deux heures a lieu au niveau du comité exécutif (Comex), y compris la présidence de l'entreprise, pour anticiper et traiter les risques majeurs identifiés. Par ailleurs, des comités de pilotage réguliers ont lieu avec le client autorité organisatrice, Île-de-France Mobilités, sur différents sous-aspects du programme.

En parallèle, une gouvernance par métiers est mise en place, pour permettre des discussions entre experts : ces comités thématiques ont lieu sur une base trimestrielle ou semestrielle, et abordent les aspects principaux du programme : centre bus, exploitation et maintenance, énergie, etc. Ces comités permettent le partage régulier des résultats des études en cours, et permettent d'acter des décisions structurantes en présence du directeur de programme et des responsables des métiers concernés.

Les dispositifs d'apprentissage transverses

Pour répondre au défi de l'exploration et du déploiement simultanés, à la fois dans des domaines connus de l'entreprise et dans des domaines nouveaux, la RATP mettra en place deux forums d'apprentissage permettant de mutualiser et de capitaliser les compétences construites progressivement dans le programme. Ce sont d'un côté les expérimentations grandeur nature, qui impliquent presque l'intégralité des métiers. De l'autre, ce sont les comités thématiques, qui, au-delà de leur rôle dans la gouvernance, sont aussi des lieux d'échanges entre experts, en particulier sur l'avancement des études.

Discussion : vers un modèle de management des programmes ambidextres

De nombreux secteurs vivent actuellement des disruptions systémiques analogues à celles que nous avons caractérisées : transitions radicales, brutales et massives, sur des périmètres beaucoup plus larges

que leur « cœur de métier », impliquant des acteurs hétérogènes et sortant des habituels partenaires, et qu'il faut mener sans mettre en péril l'activité qui constitue la base de leurs revenus actuels. Derrière ces transitions obligées, on trouvera souvent les contraintes de l'urgence climatique, la montée en puissance massive des technologies numériques ou l'arrivée de compétiteurs redoutables par leur capacité de déploiement d'innovations, comme certains acteurs américains ou chinois.

De telles transitions appellent des organisations et des processus d'innovation différents de ceux qui ont fait l'excellence des entreprises dans les années 1990, où l'on organisait à sa main un flux d'innovations dans le cadre d'un *dominant design* à peu près stabilisé.

Nous avons dans cet article dessiné sous le terme de « management de programme ambidextre » certains principes clés d'un nouveau modèle qui semble mieux adapté à ces situations. Nous avons illustré ces principes avec l'exemple du programme bus2025 de la RATP, qui est typiquement confronté à ce type de transition. Évidemment, le projet est en cours et son histoire n'est pas terminée. Cet article n'a donc pas l'ambition de montrer qu'il sera une *success story*, mais que certains principes d'organisation peuvent être rationnellement plus cohérents avec la situation de disruption systémique que les processus qui règlent actuellement l'innovation dans les entreprises. Nous voudrions dans cette section resituer le cas par rapport à ce qui pourrait être un modèle général de management des programmes ambidextres.

Disruption systémique et management de programme ambidextre

Le tableau page 14 permet de synthétiser, à partir du cas du programme bus2025, les raisons pour lesquelles le management de programme ambidextre peut constituer une réponse pertinente aux spécificités des disruptions systémiques.

Ambidextrie contextuelle ou structurelle ?

Il n'est évidemment pas question de soutenir ici que le cas épuiserait toutes les formes d'organisation du management de programme ambidextre. La littérature sur l'ambidextrie propose, on l'a vu, des configurations contrastées de mise en œuvre de ce principe dans les organisations, entre ambidextrie contextuelle et ambidextrie structurelle.

Le choix de l'ambidextrie contextuelle se justifie pour deux raisons principales. Tout d'abord, le positionnement du projet dans la stratégie de l'entreprise. Comme nous l'avons vu, cette transition est à la fois une stratégie proactive de la direction et une réponse à des contraintes externes. Il ne fait aucun doute que la transition énergétique se fera sur l'ensemble du système de transport par autobus. Par conséquent, impliquer dès que possible l'ensemble des acteurs de l'entreprise semble être la meilleure stratégie pour accélérer la transition. Cette situation est différente chez les acteurs industriels de l'automobile, par exemple (von Pechmann, Midler, Maniak & Charue-Duboc,

Spécificités des disruptions systémiques	Caractéristiques du management de programme ambidextre
Radicalité de la rupture	+ Identification d'une cible de transition stratégique globale + Ajustement de la stratégie « chemin faisant » en fonction des résultats des études
Dimension systémique de la transition	+ Réunion au sein d'un même programme de tous les projets contribuant à cette transition stratégique, quels que soit leur nature, leur périmètre ou leur horizon + Implications des acteurs extérieurs (pouvoirs publics, énergéticiens, fabricants de bus...) au plus tôt dans la réalisation du programme.
Echelle de la rupture	+ Phasage du projet par élargissement progressif du périmètre d'expérimentation sur terrain réel
Vitesse de la transition	+ Organisation d'une coordination au sein de ce programme visant, d'un côté, à mutualiser les apprentissages et à en accélérer le déploiement le plus large possible et, de l'autre, à assurer une progression concourante du développement de toutes les composantes du système global afin que certaines variables ne constituent pas des goulots ralentissant le déploiement efficace de l'ensemble
Poursuite de l'activité existante pendant le déploiement de la rupture	+ Imbrication forte du projet avec l'exploitation en place, de manière à anticiper les problèmes et préparer les acteurs au passage à l'échelle globale + Options de déploiement privilégiant la continuité du service (transition par des bus hybrides, priorisation des sites de déploiement...)

2015 ; Midler, 2013), qui doivent piloter la vitesse de transition vers l'électrique finement en fonction de contraintes extérieures moins prédictibles : le passage complet du moteur à combustion interne au moteur électrique en un temps court serait, pour un constructeur automobile de rang mondial, un risque insensé car il ne peut anticiper la réponse des consommateurs et les demandes des régulateurs.

Deuxièmement, l'architecture spécifique de l'offre de l'entreprise. L'ambidextrie structurelle repose aussi sur la capacité d'isoler le projet de l'offre de l'entreprise en exploitation. Or, les bus électriques ont un impact majeur sur de nombreux systèmes et processus d'exploitation d'une entreprise de transport public. Au-delà de quelques expérimentations limitées, on ne peut introduire des bus électriques dans l'offre sans repenser le système, comme nous l'avons vu ci-dessus. Par ailleurs, l'exploitation parallèle de bus électriques et de bus thermiques peut engendrer des contraintes d'exploitation, que l'entreprise peut souhaiter minimiser en accélérant la transition. Dans une entreprise fabriquant des produits, la situation est souvent différente : l'entreprise peut consacrer certains moyens de production à des produits spécifiques et peut également différencier sa politique commerciale en fonction des segments de clientèle ou de marché qui favorisent l'une ou l'autre technologie. En d'autres termes, un service de transport public a une architecture d'offre intégrée tandis qu'une offre de produits est plus modulaire (Baldwin & Clark, 1997 ; Voss & Hsuan, 2009). Gérer une transition dans un contexte modulaire peut se faire sur un modèle d'ambidextrie structurelle, tandis qu'une offre intégrée favorise l'ambidextrie contextuelle.

La figure 4 de la page suivante résume ces deux configurations différentes.

Évidemment, ce choix d'ambidextrie contextuelle présente aussi des inconvénients, d'ailleurs soulignés

par la littérature (Gibson & Birkinshaw, 2004) : risque de manque de disponibilité des acteurs, mobilisés par leur tâche opérationnelle ; aversion au risque associé à des changements trop brutaux ; manque de compétence pour concevoir des scénarios très différents de l'existant.

C'est précisément pour éviter ces inconvénients tout en profitant des avantages du modèle contextuel qu'est mise en place une fonction programme forte, visant à orchestrer l'activité des agents qui participent à la transition, sans les sortir de leurs unités opérationnelles.

Ce choix s'oppose à celui que l'on constate chez certains constructeurs automobiles (par exemple Daimler) pour ce qui constitue un autre exemple typique de disruption systémique : le développement des taxis autonomes (Midler, Maniak & de Campigneulle, 2019). On assiste en effet dans ce contexte à la création d'une *business unit* séparée et autonome, réunissant des centaines voire des milliers de personnes représentatives des expertises nécessaires à de tels développements, et mobilisant autour d'elle des partenaires variés, entreprises de technologies ou de services de mobilité, pour couvrir l'ensemble du périmètre d'un service de mobilité de taxi autonomes. On est donc ici dans une ambidextrie de type structurel ou mixte, telle que définie par Ben Mahmoud Jouini *et al.* (2007).

Il est encore trop tôt pour juger du bien-fondé de ces choix, puisque ces deux histoires ne sont pas achevées. Nous pouvons en revanche constater que ces choix contrastés sont cohérents avec la position des acteurs qui sont aux manettes de la transition. Pour la RATP, opérateur de service, c'est l'intégrité du système de transport qui est le cœur du projet. Le véhicule-autobus n'est que le moyen de rendre un service. D'où un management de la transition qui intègre étroitement *conception produit* et *conception service*.

Les constructeurs automobiles, à l'inverse, voient d'abord dans les véhicules autonomes une nouvelle classe de produits, complémentaire à leurs gammes actuelles, et dont le développement peut s'effectuer comme un produit nouveau spécifique. Ils ne voient dans les opérateurs de systèmes de taxi autonomes qu'une « couche » supplémentaire, analogue aux gestionnaires de flotte. Certains intègrent dans leur stratégie la possibilité d'être eux-mêmes opérateurs de cette nouvelle couche, tandis que d'autres semblent aujourd'hui s'en tenir à servir en véhicules adaptés des opérateurs spécialisés (comme Waymo, filiale de Google, ou Uber). Quoiqu'il en soit, ils n'ont pas à intégrer la transformation d'un service de transport existant comme doit le faire la RATP et peuvent donc fonctionner en structure autonome. Ils peuvent donc adopter un modèle d'ambidextrie structurelle avec la dynamique de déploiement du schéma de gauche de la figure 4 ci-dessous.

Disruption du système d'offre et déstabilisation du système client

La transition que nous avons analysée ne manquera pas de surprendre par l'absence d'un acteur qui est, d'habitude, sur le devant de la scène des grandes transitions : le client voyageur. Le passage du thermique à l'électrique est-il totalement transparent pour le client voyageant en bus ?

Cela est d'autant plus surprenant à première vue que la question de l'adoption de la voiture électrique par les clients a constitué et constitue encore l'un des goulots au déploiement massif du marché de la voiture électrique individuelle (von Pechmann, Chamaret, Parguel & Midler, 2016). Il fallait alors intégrer dans le management du programme un volet sur l'organisation de l'apprentissage des clients, volet complexe mais indispensable pour qu'ils soient prêts à passer à l'acte d'achat lorsque la disponibilité de l'offre

véhicule électrique leur en donnerait la possibilité (von Pechmann, Midler, Maniak & Charue-Duboc, 2015).

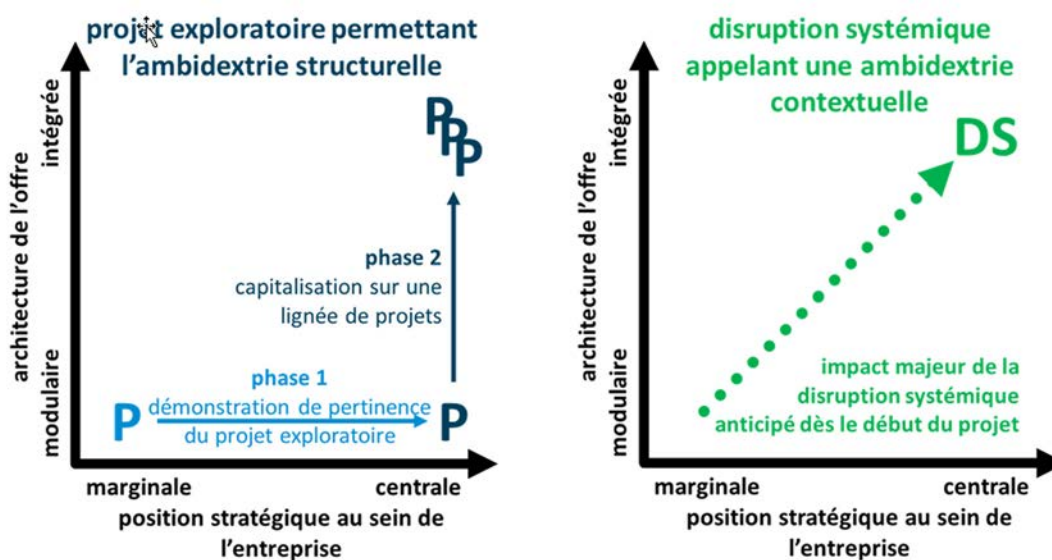
Rien de tel ici. Si la rupture est majeure pour l'opérateur de mobilité, elle ne déstabilisera pas l'expérience des clients. Le passage à l'électrique va probablement apporter des valeurs clients nouvelles comme un plus grand silence à bord ou une mobilité plus fluide, mais rien de comparable à l'apprentissage de la mobilité électrique par un conducteur de voiture thermique.

La comparaison est d'ailleurs tout à fait intéressante. La valeur créée par le programme bus2025 est une valeur collective : l'amélioration de la qualité de l'air en ville. C'est le collectif qui en bénéficie, et à la limite bien plus les cyclistes qui roulent derrière le bus que les clients qui sont dedans... Il y a ici cohérence entre un bénéfice collectif et le fait que ce sont des acteurs publics (l'autorité organisatrice des transports) qui en assument le coût et prennent en charge les changements nécessaires. Pour la voiture individuelle, au contraire, c'est au client individuel d'assumer le coût et l'apprentissage d'une innovation dont le bénéfice est, au moins au début, perçu comme essentiellement collectif. D'où l'importance du travail considérable à mener pour créer, par des *business models* innovants et des services, une expérience de mobilité électrique individuelle capable de stimuler l'achat.

Management des transitions dans l'urgence et pilotage du triangle d'or des projets

Le programme bus2025 illustre un cas de transition tirée par les délais. Déclenché dès le départ, en décembre 2013, par une obligation d'arrêt du diesel avant 2025, cette priorité du facteur temps s'est trouvée renforcée par la loi de transition énergétique, qui a rendu le projet obligatoire. Dès lors, la question de l'arbitrage économique ne s'est plus posée en

Figure 4 : Position organisationnelle des projets exploratoires et des disruptions systémiques.



termes de *faire* ou *ne pas faire*, mais en termes d'optimisation des modalités de mise en œuvre pour minimiser les coûts. Les révisions successives du programme (100 %, puis 80 %, puis 2/3 de bus électriques, le reste au GNV) et le lancement d'un appel d'offre massif (400 millions d'euros pour 1000 autobus électriques) ont été deux décisions marquantes traduisant la prise en compte de la contrainte de coût du programme. Peut-être que l'équilibre entre économie du programme et planning aurait été différent dans le contexte d'une exploration de transition plus lente.

Conclusion : introuvable anticipation et management des disruptions systémiques

Nous voudrions terminer en nous interrogeant sur l'opportunité de tels modes de transition. Assurément, il semble plus raisonnable de transformer la société par étapes plus incrémentales et continues que par de telles transitions brutales et globales. Mais est-ce possible ? Pourquoi la RATP a-t-elle lancé une transition énergétique massive et accélérée plutôt qu'une transition douce ? Pourquoi les projets de voitures électriques ont-ils fait du surplace pendant 30 ans avant que quelques PDG plus ambitieux que d'autres appuient sur le démarreur ? Pourquoi faut-il la perspective des Jeux Olympiques à Paris ou, hier encore, d'une possible exposition universelle pour déclencher un projet comme le Grand Paris Express, dont on va évidemment regretter la complexité, mais dont on attendait en vain les précurseurs depuis

des décennies ? Il est évidemment tentant d'en appeler à la maturité des technologies et des prises de conscience mais l'argument est fallacieux. Ce ne sont pas principalement les progrès de la science en électrochimie qui ont déclenché le décollage de la mobilité électrique en 2011 : en réalité, c'est l'ambition des programmes industriels qui a relancé l'attrait des scientifiques de multiples disciplines pour des recherches sur un domaine qui n'excitait pas grand monde depuis bien des années.

L'un des grands maîtres du jeu d'échec, Tartakover, définissait ainsi, en substance, la différence entre la stratégie et la tactique : la tactique, c'est savoir ce qu'il faut faire quand il y a quelque chose à faire ; la stratégie, c'est savoir ce qu'il faut faire quand il n'y a rien à faire. Le monde actuel nous convie à constater avec modestie notre capacité stratégique collective, au sens où l'on vient de la définir. Ce constat, que l'on peut regretter, rejoint les conclusions de travaux menés, dès le début des années 1990, sur le concept d'urgence en gestion (Riveline, 1991). L'urgence y apparaît, assez paradoxalement en apparence, comme un « liant organisationnel » (Moisdon, 1990) forçant à transcender les contradictions et à trouver des compromis entre différents systèmes de valeur et différents enjeux qui cohabitent sans se confronter directement dans l'exercice usuel des organisations. Dès lors, plutôt que de regretter une introuvable capacité d'anticipation et de préparation aux ruptures majeures à venir, une priorité nous semble être de développer nos capacités tactiques pour piloter dans l'urgence de grands programmes de ruptures complexes. C'est à l'apprentissage de telles capacités que cet article veut contribuer.

Annexe : Planning du projet

11 déc. 2013	Décision du STIF (Île-de-France Mobilités) d'arrêter les achats d'autobus diesel et d'acheter massivement des bus hybrides pour remplacer les bus diesel les plus anciens.
14 mars 2014	Présentation du programme bus2025 au Conseil d'Administration de la RATP.
17 mars 2014	Annonce officielle du programme bus2025.
17 août 2015	Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte : obligation d'acquiescer au moins 50 % d'autobus à faibles émissions dès 2020 et 100 % dès 2025. Possibilité, pour des collectivités locales, de créer des zones à faibles émissions (ZFE, ex-ZCR).
6 déc. 2016	Délibération du STIF (Île-de-France Mobilités) : « Pour les zones urbaines les plus polluées, un objectif d'intégralité du parc en bus propres en 2025 » (y compris bus hybrides).
11 janv. 2017	Décret d'application de la loi transition énergétique : pour la RATP, 50 % de bus électriques et GNV à partir de 2020 et 100 % à partir de 2025.
11 oct. 2017	Annonce par la ville de Paris de la sortie des véhicules thermiques d'ici 2030, dans le cadre du Plan Climat de Paris, et réaffirmation de la sortie du diesel d'ici 2024.
3 août 2018	Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) : signature de l'arrêté ministériel de prescriptions générales applicables aux ateliers de charge des bus électriques.
fin 2019	Premières livraisons importantes d'autobus électriques dans des centres bus convertis à l'exploitation en électrique.
fin 2020	Premières livraisons d'autobus issus de l'appel d'offre massif (jusqu'à 1000 autobus).
2025	Parc RATP composé à 100 % d'autobus électriques, GNV et hybrides.

Bibliographie

- ABERNATHY W. J. & CLARK K. B. (1985), "Innovation: Mapping the winds of creative destruction", *Research Policy*, 14(1), pp. 3-22.
- ABERNATHY W. J. & UTTERBACK J. M. (1978), "Patterns of Industrial Innovation", *Technology Review*, 80(7), pp. 40-47.
- ALCHET M. & MIDLER C. (2019), "Reorienting Electric Mobility Research focus on Industrialization Issues", *International Journal of Automotive Technology and Management*.
- ARTTO K., MARTINSUO M., GEMÜNDEN H.G. & MURTOARO J. (2009), "Foundations of program management: A bibliometric view", *International Journal of Project Management*, 27(1), pp. 1-18.
- BALDWIN C. Y. & CLARK K. B. (1997), "Managing in an age of modularity", *Harvard Business Review*, 75(5), pp. 84-93.
- BEN MAHMOUD-JOUINI S. (2015), "Innovation Units within Established Firms. Towards a Cartography", in *IPDMC Proceedings*, Copenhagen.
- BEN MAHMOUD-JOUINI S., CHARUE-DUBOC F. & FOURCADE F. (2007), "Multilevel Integration of Exploration Units: Beyond the Ambidextrous Organization", *Academy of Management Proceedings*, 2007(1), pp. 1-6.
- BEN MAHMOUD-JOUINI S., LENFLE S. & MIDLER C. (2019), « Le management des mégaprojets: les leçons de l'expérience », in *Les effets économiques et urbains du Grand Paris Express*, J.C. Prager Editeur, Paris, Economica.
- BIRKINSHAW J. & GUPTA K. (2013), "Clarifying the Distinctive Contribution of Ambidexterity to the Field of Organization Studies", *Academy of Management Perspectives*, 27(4), pp. 287-298.
- BOWER J. L. & CHRISTENSEN C. M. (1995), "Disruptive Technologies: Catching the Wave", *Harvard Business Review*, 73(1), pp. 43-53.
- BROWN T. (2009), *Change by design: how design thinking transforms organizations and inspires innovation*, New York, N.Y., Harper Collins.
- CALANTONE R. J., CHAN K. & CUI A. S. (2006), "Decomposing Product Innovativeness and Its Effects on New Product Success", *Journal of Product Innovation Management*, 23(5), pp. 408-421.
- CHANG T.-C., WYSK R. A & WANG H.-P. (1991), *Computer-aided manufacturing*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall.
- CHESBROUGH H. W. & TEECE D. J. (1996), "When Is Virtual Virtuous ? Organizing for Innovation", *Harvard Business Review*, 74(1), pp. 65-73.
- CHRISTENSEN C. M. (1997), *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Boston, MA, Harvard Business School Press.
- CLARK K. B. & FUJIMOTO T. (1991), *Product development performance : strategy, organization and management in the world auto industry*, Boston, MA, Harvard Business School Press.
- COOPER R. G. (1990), "Stage-Gate Systems: A New Tool for Managing New Products", *Business Horizons*, 33(3), pp. 44-54.
- CUSUMANO M. A. & NOBEOKA K. (1998), *Thinking beyond lean: how multi-project management is transforming product development at Toyota and other companies*, New York, Free Press.
- DANNEELS E. & KLEINSCHMIDT E. J. (2001), "Product innovativeness from the firm's perspective: Its dimensions and their relation with project selection and performance", *Journal of Product Innovation Management*, 18(6), pp. 357-373.
- DUNCAN R. B. (1976), "The ambidextrous organization: Designing dual structures for innovation", in KILMANN R. H., PONDY L. R. & SLEVY D. P. (éd.), *The management of organization design*, New York, NY, North-Holland, pp. 167-188.
- FLYVBJERG B., BRUZELIUS N. & ROTHENGATTER W. (2003), *Megaprojects and risk: an anatomy of ambition*, Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press.
- GIBSON C. B. & BIRKINSHAW J. (2004), "The antecedents, consequences, and mediating role of organizational ambidexterity", *Academy of management Journal*, 47(2), pp. 209-226.
- HATCHUEL A. & WEIL B. (2002), « La théorie C-K : Fondements et usages d'une théorie unifiée de la conception », in Colloque « Sciences de la conception », Lyon.
- JULLIEN B., LUNG Y. & MIDLER C. (2012), *L'épopée Logan : nouvelles trajectoires pour l'innovation*, « Stratégies et management », Paris, Dunod.
- LE MASSON P., WEIL B. & HATCHUEL A. (2006), *Les processus d'innovation : conception innovante et croissance des entreprises*, Paris, Hermes Science Publications.
- MANIAK R., MIDLER C., BEAUME R. & VON PECHMANN F. (2014), "Featuring Capability: How Carmakers Organize to Deploy Innovative Features across Products", *Journal of Product Innovation Management*, 31(1), pp. 114-127.
- MAYLOR H., BRADY T., COOKE-DAVIES T. & HODGSON D. (2006), "From projectification to programmification", *International Journal of Project Management*, Rethinking Project Management, 24(8), pp. 663-674.
- MIDLER C. (2013), "Implementing a Low-End Disruption Strategy Through Multiproject Lineage Management: The Logan Case", *Project Management Journal*, 44(5), pp. 24-35.
- MIDLER C. (1993), *L'auto qui n'existait pas : management des projets et transformation de l'entreprise*, Paris, France, InterEditions.
- MIDLER C. (1995), "'Projectification' of the firm: The Renault case", *Scandinavian Journal of Management*, 11(4), pp. 363-375.
- MIDLER C., JULLIEN B. & LUNG Y. (2017), *Innover à l'envers : repenser la stratégie et la conception dans un monde frugal*, Dunod.
- MIDLER C., MANIAK R. & BEAUME R. (2012), *Réenchâtrer l'industrie par l'innovation : l'expérience des constructeurs automobiles*, Dunod, DL 2012.
- MIDLER C., MANIAK R. & DE CAMPIGNEULLES T. (2019), "Ambidextrous program management, the case of autonomous mobility", *Project Management Journal*, special issue on exploration projects.
- MINTZBERG H. & WATERS J. A. (1985), "Of strategies, deliberate and emergent", *Strategic Management Journal*, 6(3), pp. 257-272.
- MOISDON J.-C. (1990), « Grands projets, organisation et urgence », in École de Paris, Séminaire Vie des Affaires.
- VON PECHMANN F. (2014), « L'ingénierie du déploiement d'une plateforme disruptive : le cas du véhicule électrique », Palaiseau, École polytechnique.
- VON PECHMANN F., CHAMARET C., PARGUEL B. & MIDLER C. (2016), « Comment prévoir le succès d'une innovation de rupture? Le cas du véhicule électrique », *Décisions Marketing*, (81), pp. 81-98.
- VON PECHMANN F., MIDLER C., MANIAK R. & CHARUE-DUBOC F. (2015), "Managing systemic and disruptive innovation: lessons from the Renault Zero Emission Initiative", *Industrial and Corporate Change*, 24(3), pp. 677-695.
- VON PECHMANN F., MIDLER C., MANIAK R., CHARUE-DUBOC F. & BEAUME R. (2012), "Managing systemic disruption projects in the automotive industry: towards a comparative analysis of electric mobility initiatives", in 28th EGOS Colloquium – Design!?, Helsinki.
- PRAGER J.-C. (2019), *Le Grand Paris Express : les enjeux économiques et urbains*, Paris, Economica.
- PRASAD B. (1996), *Concurrent engineering fundamentals*. Vol. 1. *Integrated product and process organization*, London, Prentice-Hall.
- RIVELINE C. (1991), « De l'urgence en gestion », *Gérer et comprendre, Annales des Mines*, n°22, pp. 82-92.
- SOBEK D. K., WARD A. & LIKER J. K. (1999), "Toyota's Principles of Set-Based Concurrent Engineering", *Sloan management review*, 40(2), pp. 67-83.
- TEECE D. J. (1996), "Firm organization, industrial structure, and technological innovation", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 31(2), pp. 193-224.
- TUSHMAN M. L. & O'REILLY C. A. (1996), "Ambidextrous Organizations: Managing Evolutionary and Revolutionary Change", *California Management Review*, 38(4), pp. 8-30.
- TUSHMAN M. et O'REILLY C. A. (1997), *Winning through innovation a practical guide to leading organizational change and renewal*, Boston, MA, Harvard Business School Press.
- UTTERBACK J. M. & ABERNATHY W. J. (1975) "A dynamic model of process and product innovation", *Omega*, 3(6), pp. 639-656.
- VOSS C. A. & HSUAN J. (2009), "Service Architecture and Modularity", *Decision Sciences*, 40(3), pp. 541-569.