

Valery MICHAUX,
HDR, NEOMA Business School

Les six mutations du secteur automobile : simple transformation, reconfiguration plus profonde, ou dangereuse disruption ?

Résumé :

Christensen a introduit l'idée que pour analyser les innovations disruptives ou de rupture, il faut dépasser complètement la dimension technologique. La disruption ou la rupture constitue un processus global de transformation sectorielle qui vient heurter les compétences clés et les modèles économiques des entreprises traditionnelles du secteur. L'analyse de Christensen a ouvert la voie à des approches alternatives visant à approfondir ce processus de transformation sectoriel qui peut prendre parfois plusieurs dizaines d'années. L'analyse des transitions d'un régime sociotechnique à un autre et, plus particulièrement l'approche multiniveau développé par Geels constituent l'un de ces cadres théoriques alternatifs. Ce cadre théorique permet d'analyser le processus de transformation sectorielle comme une situation de déverrouillage institutionnel. Geels considère que les transitions, d'un régime sociotechnique à un autre, peuvent être de nature différente : simple transformation, reconfiguration plus complexe ou disruption dangereuse. Cette recherche vise à mieux comprendre quelle est la nature des mutations actuelles du secteur automobile à travers une monographie longitudinale partant de 2015 jusqu'à 2022. Elle met en évidence un processus évolutionniste multidimensionnel complexe par palier où différents axes de transformation évoluent en même temps mais pas à la même vitesse, les uns entraînant les autres dans la disruption. Elle permet d'enrichir notre connaissance des mutations sectorielles de grande ampleur et des processus de disruption ainsi que d'approfondir la grille théorique de l'approche multiniveau.

Mots clés : Disruption technologique ; innovation ; transition sociotechnique ; perspective multiniveau ; stratégie.

Transformations in the automotive sector: complex change, deeper reconfiguration or dangerous disruption?

Abstract:

Christensen (1997, 2003) introduced the idea that to analyze disruptive or breakthrough innovations, one must go beyond the technological dimension. Disruption is a global process of sectoral transformation that challenges the core competencies and business models of

traditional companies in the sector. Christensen's study has paved the way for alternative approaches aimed at deepening this process of sectoral transformation that can sometimes take several decades. One of these alternative theoretical frameworks is the study of transitions from one socio-technical regime to another, and more particularly the multilevel perspective developed by Geels (2002, 2004, 2005, 2010, 2011, 2014). It allows us to analyze the process of industrial transformation as a situation of institutional unlocking. Geels considers that transitions from one socio-technical regime to another can be different: simple transformation, more complex reconfiguration, or dangerous disruption. This research aims to better understand the nature of current mutations in the automotive sector through a longitudinal monograph from 2015 to 2022. It highlights a complex multidimensional evolutionary process in successive steps where different axes of transformation evolve at the same time but not at the same speed, leading each other into disruption. It enriches our knowledge of large-scale industrial changes and disruption processes as well as contributes to enriching the theoretical grid of the multi-level perspective.

Keywords : Technological disruption ; innovation ; socio-technical transition; multi-level perspective; strategy.

Introduction

Assistons-nous aujourd'hui à la fin du véhicule à essence, aussi appelé le véhicule thermique ?

Durant trente ans, l'inertie de l'industrie automobile a été particulièrement importante et sous-estimée par les experts (Wells et Nieuwenhuis, 2012). En effet, la Commission européenne a tenté de réguler les émissions polluantes et d'impulser la transition vers le véhicule électrique depuis les années 1990 avec des normes de pollution de plus en plus drastiques (Dijk et Yarime, 2010). En réalité, les différentes politiques publiques développées n'ont eu pour effet que d'améliorer le véhicule thermique (Dijk et al., 2016).

Pour analyser cette situation d'inertie sectorielle, notamment celle de l'automobile, les chercheurs ont eu souvent recours à la grille théorique des régimes sociotechniques (par exemple, Geels et Schot, 2007 ; Dijk et Yarime, 2010 ; Wells et Nieuwenhuis, 2012 ; Dijk et al., 2016 ; Fraedrich et al., 2015 ; Sovacool & Hess, 2017 ; Skeete, 2018 ; Marletto, 2019 ; Mohamad et Songthaveephol, 2020 ; Wesseling et al., 2020). Après stabilisation, les secteurs industriels se figent sur un mode de fonctionnement donné, autour de technologies et de modèles économiques dominants. Ces systèmes sont très difficiles à modifier de façon brutale. Ils évoluent très lentement, de façon incrémentale, en intégrant les innovations les plus compatibles avec le système déjà en place. Or, il ne suffit pas de décréter une transformation des régimes sociotechniques pour que celle-ci s'enclenche. Encore en 2010, la transition électrique était quasi certaine selon beaucoup d'experts. Mais, six ans plus tard, en 2016, les véhicules électriques et hybrides ne représentaient toujours que 1 % des ventes de voitures au niveau mondial. En effet, la voiture électrique est considérée comme une technologie disruptive au sens de Christensen (1997 ; 2003). Elle remet trop profondément en cause les compétences

clés comme les modèles économiques des acteurs traditionnels du secteur. Des lors, les entreprises traditionnelles n'ont aucun intérêt à l'adopter.

Néanmoins, on constate aujourd'hui un changement brutal de tendance qui commence en 2016-2017 (Morris et al., 2020 ; Wesseling et al., 2020). Début 2022, les véhicules électriques représentent déjà plus de 8 % au plan mondial et en Europe. Un peu plus de 40 % des véhicules immatriculés ne sont déjà plus des voitures à essence avant le début de la guerre en Ukraine. On assiste à ce que les chercheurs analysant les régimes sociotechniques, appellent : une phase de « déverrouillage ».

Cette recherche est exploratoire. Elle vise à mieux comprendre les transitions sociotechniques et plus particulièrement leur phase de « déverrouillage », situation qui caractérise aujourd'hui les changements brutaux de l'industrie automobile. Cette analyse mobilisera l'approche théorique dite « multiniveau ». Ce cadre théorique est le plus cité au niveau international pour comprendre les transitions des régimes sociotechniques. Quels sont les enseignements que l'on peut tirer de l'analyse de la « phase de déverrouillage », de la trajectoire d'évolution du secteur automobile au prisme de l'approche multiniveau ? Peut-on traiter de disruption du secteur automobile ? Les acteurs du secteur automobile sont-ils en danger ?

Une monographie longitudinale – conduite année après année - de 2015 à 2022 intégrant de nombreuses sources documentaires, permet de faire émerger deux résultats principaux : d'abord, le secteur automobile est aujourd'hui traversé par six axes de transformation parallèles ayant chacun une vitesse d'évolution différente. Nous pouvons mettre en évidence de véritables mutations, définies comme des changements profonds ¹. Ensuite, le déverrouillage institutionnel du secteur automobile suit une trajectoire d'évolution par palier qui, petit à petit déstabilise un premier axe entraînant ainsi certains autres axes dans son sillage.

Ces deux observations nous permettent de conclure que le secteur automobile est rentré dans une phase de disruption progressive dangereuse, entraînée par l'électrification des flottes de véhicules mais qui est loin d'être circonscrite qu'à cette seule mutation. Cette phase de disruption progressive laisse néanmoins un peu de temps aux acteurs traditionnels pour s'adapter au fur et à mesure des transformations.

Cet article est composé de trois parties principales. La revue de la littérature (1) montre d'abord comment les travaux de Christensen (1997 ; 2003) ont ouvert la voie d'une nouvelle compréhension des innovations disruptives et constituent une base pour les travaux de référence de Geels (2002, 2004, 2005, 2010, 2011, 2014, 2018) sur les transitions sociotechniques. La revue de la littérature développe également ce qu'est une situation de verrouillage et de déverrouillage des régimes sociotechniques ; détaille l'approche multiniveau de Geels et les différents types de transition-sociotechnique-possibles dont ceux qui sont considérés comme des disruptions rapides ou progressives. La seconde partie développe les résultats empiriques

¹ <https://www.lalanguefrancaise.com/dictionnaire/definition/mutation>

principaux de cette recherche (2). En troisième partie, ces résultats sont discutés au prisme des théories développées dans la revue de la littérature (3).

La contribution de cette recherche tient à son caractère inédit avec un suivi année après année sur huit ans des transformations dans un secteur qui vit une situation rare : un déverrouillage institutionnel. Cette recherche permet d'enrichir notre connaissance des mutations sectorielles de grande ampleur et des processus de disruption ainsi que de développer la grille théorique de l'approche multiniveau.

1. Revue de la littérature

Les processus disruptifs ont été étudiés par Christensen (1.1.). Ce dernier a approfondi l'idée de déstabilisation des compétences clés des entreprises. Toutefois, les théories des systèmes sociotechniques comportent un intérêt particulier (1.2.). En envisageant le verrouillage institutionnel, le développement de l'innovation de façon incrémentale est abordé en montrant que les innovations disruptives ne peuvent être développées qu'en dehors du système. Néanmoins, la dynamique de transition ou de déverrouillage institutionnel est envisagée à travers la perspective multiniveau (1.3.). Les changements au sein de l'environnement créent des pressions et le régime sociotechnique se déstabilise. Ces tensions créent alors de nouvelles opportunités. Progressivement, les innovations disruptives sont adoptées et un nouveau système sociotechnique est mis en place. Une telle analyse permet alors d'aborder une typologie des transitions (1.4.).

1.1. Les processus disruptifs ou de rupture de Christensen

Les travaux de Christensen (1997, 2003) sont majeurs dans le domaine de l'innovation. On lui doit l'approfondissement de plusieurs concepts clés.

D'abord, on lui doit la notion de « *disruptive technologies* » qui est traduit soit par « technologies disruptives » soit par « technologies de rupture » selon les auteurs. Cette notion s'est développée dans la lignée des travaux de recherche ayant affiné depuis les années 1960, la différence entre innovations incrémentales et radicales. Pour des auteurs comme Henderson et Clark (Henderson et Clark, 1990), l'innovation radicale est une innovation qui déstabilise le champ de connaissances nécessaires pour développer de nouveaux produits ou les utiliser. On retrouve cette idée avec d'autres auteurs qui mettent plutôt l'accent sur la notion de déstabilisation des compétences clés (Tushman et Anderson, 1986).

Christensen va approfondir cette conception. Les entreprises traditionnelles d'un secteur développent toutes des compétences clés autour des technologies dominantes de leur secteur. Ces compétences clés leur permettent d'être compétitives. Les technologies disruptives sont celles qui déstabilisent les compétences clés des entreprises traditionnelles d'un secteur et qui rendent ces entreprises caduques si elles ne réussissent pas à s'adapter rapidement. Par exemple, au cours de la décennie 2000, Nokia n'a jamais réussi à développer de nouvelles compétences clés technologiques pour faire face à I-phone d'Apple (compétences clés en software).

L'entreprise qui était le leader mondial jusqu'en 2007, ne représentait plus que 1 % de parts de marché en 2012. Elle a revendu son activité smartphone juste après.

Christensen a également montré que les technologies disruptives émergent dans des niches périphériques, hors du cœur de marché et ne sont pas du tout déstabilisantes pour les entreprises traditionnelles du secteur au départ. Ce n'est que dans un second temps que l'amélioration des performances de ces technologies, trouvant des débouchés dans des produits et des services moins onéreux mais ayant une proposition de valeur supérieure aux produits et services traditionnels, commence à créer une menace pour les entreprises traditionnelles. Il est parfois déjà trop tard. Christensen affine donc la notion de technologies disruptives ou de rupture. Quand on traite de disruption, il ne faut pas prendre en compte uniquement la dimension technologique mais considérer des innovations comme des mutations au sein d'un secteur, capables de remettre en cause les modèles économiques (exemple : AirBnB).

La voiture électrique peut être considérée comme une innovation disruptive au sens de Christensen car elle remet profondément en cause non seulement les compétences clés des acteurs tout au long de la chaîne de valeur du secteur automobile mais aussi leur modèle économique (Mohamad et Songthaveephol, 2020 ; Wesseling and al., 2020). Les moteurs électriques sont composés de 150 pièces là où les moteurs thermiques sont composés de 2 000 pièces. Il faut donc beaucoup moins de main d'œuvre et de qualification pour fabriquer les voitures électriques et elles nécessitent une maintenance beaucoup moins fréquente. De plus, certaines pièces ne sont pas transférables comme les boîtes de vitesse ou la direction assistée. La mutation vers l'électrique conduit donc à une remise en cause profonde du modèle économique des constructeurs comme des équipementiers qui tiraient une partie non négligeable de leur revenu de la vente de pièces détachées et de la maintenance (Fraedrich et al., 2016 ; Wesseling et al., 2020). Cette remise en cause se cumule à la substitution d'un savoir-faire que les constructeurs maîtrisaient (fabrication des moteurs thermiques) par des batteries qui représentent environ 40% du coût total de la valeur des véhicules électriques et dont le savoir-faire est détenu pour l'instant par l'Asie. C'est pourquoi, jusqu'en 2015-2016, toutes les politiques publiques mises en place pour accélérer l'adoption des véhicules électriques n'ont abouti qu'à améliorer les critères environnementaux des moteurs thermiques. Ces transformations s'ajoutent à la numérisation en cours des voitures qui représentait déjà un tiers de la valeur des voitures en 2020 et devrait représenter environ 50 % d'ici 2030 (Morris et al., 2020). Cela ouvre la porte à des défis totalement nouveaux comme la cybersécurité et la gestion des données (Fraedrich et al., 2016). Ces changements multiformes ont tendance à réduire le rôle des constructeurs automobiles et des fournisseurs de composants traditionnels en faveur de nouveaux entrants, de fournisseurs de batteries et d'entreprises technologiques (Mohamad et Songthaveephol, 2020).

On doit également à Christensen la notion de dilemme de l'innovateur (Silberzahn, 2015). Pour Christensen, ce ne sont pas les entreprises traditionnelles d'un secteur qui sont en position d'adopter les premiers les innovations disruptives ou de rupture. Seuls, les nouveaux entrants ont intérêt à les adopter. En effet, il y a pour les entreprises traditionnelles, un dilemme majeur. Adopter de façon précoce une technologie disruptive, c'est se tuer soi-même. C'est remettre en question complètement ses propres compétences clés et son propre modèle économique

traditionnel à un moment où ils sont encore dominants et continuent à assurer le succès de l'entreprise. Comme l'a montré Christensen, il est très rare que les entreprises ignorent les ruptures provoquées par les innovations disruptives qui sont en cours dans leur environnement. Ce qui les freine, est ce dilemme (Silberzahn, 2015). Si elles misent trop sur les innovations disruptives, elles mettent en danger leur activité actuelle. Si au contraire elles consacrent trop de ressources à défendre leur activité actuelle, elles prennent le risque de rater des opportunités futures. Or, face à un tel dilemme, les entreprises traditionnelles ont toujours tendance à choisir la défense de leur activité actuelle. On pense à l'exemple classique de Kodak (Silberzahn, 2015), incapable d'adopter de façon précoce la photographie digitale car elle remettait en cause à la fois son modèle économique fondé sur les pellicules mais aussi ses compétences clés fondées sur la chimie. Par la suite, il était trop tard, la disruption apportée par la photographie digitale portée par les smartphones, a terminé d'achever le groupe Kodak.

Les travaux de Christensen vont être l'objet de forte critique et il va faire évoluer sa théorie. De nombreuses entreprises traditionnelles réussissent à s'adapter aux innovations disruptives. S'inspirant des travaux de recherche ayant approfondi ces cas d'adaptation, Christensen va proposer une synthèse. Les entreprises traditionnelles s'adaptent en développant une entité organisationnelle externe à côté de leur propre organisation traditionnelle pour profiter des technologies disruptives de façon précoce tout en conservant leur activité centrale à succès. D'autres auteurs proposent des tactiques encore plus précises pour lutter contre les innovations disruptives (Charitou et Markides, 2003).

Enfin, Christensen a affiné la notion de rupture ou de disruption. Pour lui, la rupture ne se caractérise pas comme un évènement. Il s'agit pour lui d'un processus de changement des règles du jeu et donc de changement de la structure d'un secteur. Le secteur se restructure autour de nouvelles technologies, de nouveaux modèles économiques, de nouvelles sources de création de valeur. Ce processus peut être très long, parfois plusieurs dizaines d'années, entre l'émergence d'une innovation, ses premiers impacts et le changement complet de règles au sein d'un secteur. Ce processus de multiples changements explique pourquoi ces ruptures sont généralement sous-estimées par les acteurs en place au démarrage. Ainsi, pour Christensen, l'innovation de rupture est un agent de transformation, pas la transformation elle-même.

Toutes ces notions constituent les prémices d'un autre cadre théorique qui va se développer en parallèle surtout à partir du début des années 2000. Pour certains chercheurs, les travaux fondateurs de Christensen, s'ils ont été majeurs, ne vont pas assez loin pour comprendre en profondeur ce processus long de transformation et de rupture qui conduit à des disruptions. Pour Geels (2018), pour comprendre en profondeur ces processus de rupture, il faut dépasser les produits et services et s'intéresser à un système sociotechnique multidimensionnel beaucoup plus global et sociétal.

Ainsi, la théorie de Christensen traite de la réponse stratégique d'un acteur à un changement disruptif de son environnement et se situe donc à une échelle micro, celle de l'organisation. Les théories des systèmes sociotechniques abordent les choses de façon plus macro.

1.2. La notion de régime sociotechnique et de verrouillage institutionnel

La notion de régime sociotechnique repose sur plusieurs paradigmes théoriques (Mahoney, 2000 ; Beyer, 2010) : le paradigme évolutionniste qui approfondit notamment la notion de trajectoires d'évolution et de dépendance de sentier (Nelson et Winter, 1982) et le paradigme institutionnaliste qui met en avant les mécanismes de reproduction institutionnelle (North, 1990). Elle découle de ce que les économistes ont appelé les « *rendements croissants* » (David, 1985 ; Arthur, 1989) c'est-à-dire la persistance de l'accélération de l'adoption de technologies qui n'étaient pas les plus efficaces alors même que les technologies les plus efficaces étaient encore disponibles. « *Un modèle institutionnel - une fois adopté - offre des avantages croissants avec son adoption continue, et donc avec le temps, il devient de plus en plus difficile de transformer le modèle ou de sélectionner des options précédemment disponibles, même si ces options alternatives auraient été plus efficaces* » (traduit de Mahoney, 2000, p. 508). Dans cette perspective, les acteurs qui ont de plus en plus intérêt à adopter la technologie dominante pour profiter des bénéfices de son adoption massive, bloquent eux-mêmes l'évolution du régime sociotechnique et empêchent l'évolution vers d'autres options technologiques. On considère dans ce cas que le système sociotechnique est dans une « situation de verrouillage » ou « *lock in* ». Cela ne signifie pas qu'il est immobile. Les changements se poursuivent et de nouvelles innovations sont adoptées mais uniquement de façon incrémentale sans déstabilisation pour le régime sociotechnique en vigueur (Beyer, 2010). Les innovations disruptives ne peuvent donc se développer qu'en dehors du régime.

Les régimes sociotechniques constituent des arrangements institutionnels complexes reposant sur différents acteurs, des facteurs matériels (technologies dominantes, infrastructures le long de la chaîne de valeur, réseaux de maintenance et d'approvisionnement, etc.), des facteurs formels (règlementations, savoir-faire partagés par les professionnels d'un secteur, etc.) mais aussi des connaissances plus tacites (croyances et significations culturelles partagées par les consommateurs, etc.). Les régimes reproduisent les conditions de leur propre continuité. Les comportements et les attitudes sont une partie importante du renforcement inconscient des structures sociales au fil du temps et expliquent la stabilité des régimes sociotechniques au quotidien (Dijk et Yarime, 2010). Ils sont activement entretenus aussi par d'autres acteurs périphériques tels que les autorités publiques, les instituts de recherche, les institutions financières, etc.

Selon Wells et Nieuwenhuis (2012), le régime sociotechnique de la voiture thermique, né au début du XX^{ème} siècle et toujours en vigueur à la fin du siècle, reposait : sur le maintien d'un système industriel spécifique (recherche de volume maximum, chaîne de valeur organisée autour d'équipementiers et d'intégrateurs répartis dans le monde), d'un système marketing (marque) et d'un modèle économique (vente de véhicules neufs et d'occasion, maintenance, vente de pièces détachées). Il a été maintenu grâce à une culture automobile développée autour

de la « voiture individuelle » en tant qu'icône culturelle et symbole de la modernité, de la liberté et du pouvoir de l'individu (Wells et Nieuwenhuis, 2012 ; Fraedrich et al., 2016).

1.3. La dynamique de transition d'un régime à un autre : la perspective multiniveau

La théorie institutionnaliste de North (1990) place les changements radicaux après une longue période de continuité historique. North considère qu'un choc exogène ou endogène est nécessaire pour amener l'un des acteurs du système à dépasser les coûts de la déviance pour remettre en question les institutions actuelles et libérer des ressources pour renégocier le statu quo interne du régime sociotechnique. Les néo-institutionnalistes parlent d'entrepreneurs institutionnels pour désigner ces acteurs spécifiques (DiMaggio, 1988). Le régime sociotechnique rentre alors dans une phase de « lock-out » ou de déverrouillage institutionnel. C'est le début d'une transition sociotechnique en tant que vaste changement radical multidimensionnel et systémique.

Basée sur les travaux fondateurs de Geels au début des années 2000 (Geels, 2002, 2004, 2005, 2010, 2011, 2014), la perspective multiniveau (*Multi-level Perspective ou MLP*) reste la grille théorique la plus citée et la plus dominante aujourd'hui dans le monde pour analyser la situation de déverrouillage d'un régime sociotechnique que l'on appellera une « transition sociotechnique ». En d'autres termes, cette perspective tente d'expliquer comment l'innovation disruptive parvient quand même à déstabiliser un régime sociotechnique pour enclencher une trajectoire évolutionniste qui va aboutir à l'adoption d'un nouveau régime sociotechnique. Cette grille de lecture est beaucoup utilisée dans le cadre des transitions énergétiques, écologiques et environnementales.

La perspective multiniveau de la transition des régimes sociotechnique de Geels est basée sur trois strates ou niveaux qui co-évoluent en même temps tout au long de la trajectoire de transition (figure 1). Les trois strates se présentent ainsi :

- 1/ Le « paysage » (traduction de *landscape*) fait référence à des phénomènes et des évènements extérieurs au régime sociotechnique : politiques publiques qui introduisent des changements importants, changement dans les attitudes, les besoins et les valeurs des consommateurs, guerre, crise économique, pandémie, etc. Ces phénomènes exogènes peuvent être amenés à exercer des pressions plus ou moins importantes sur le régime sociotechnique. Il s'agit d'environnement.
- 2/ Le régime sociotechnique lui-même constitue le second niveau de la grille d'analyse.
- 3/ Les « niches » constituent le troisième niveau d'analyse. Elles font référence aux innovations disruptives ou de rupture qui ne peuvent émerger et se développer que hors du régime sociotechnique. Ce niveau est en dehors des contraintes de verrouillage exercées par le régime sociotechnique. Pour Geels, ces niches agissent comme des incubateurs de nouvelles technologies qui ne peuvent pas encore rentrer en compétition avec les technologies en vigueur au sein du régime sociotechnique car au départ elles peuvent avoir de faibles performances et des prix plus élevés que les technologies traditionnelles.

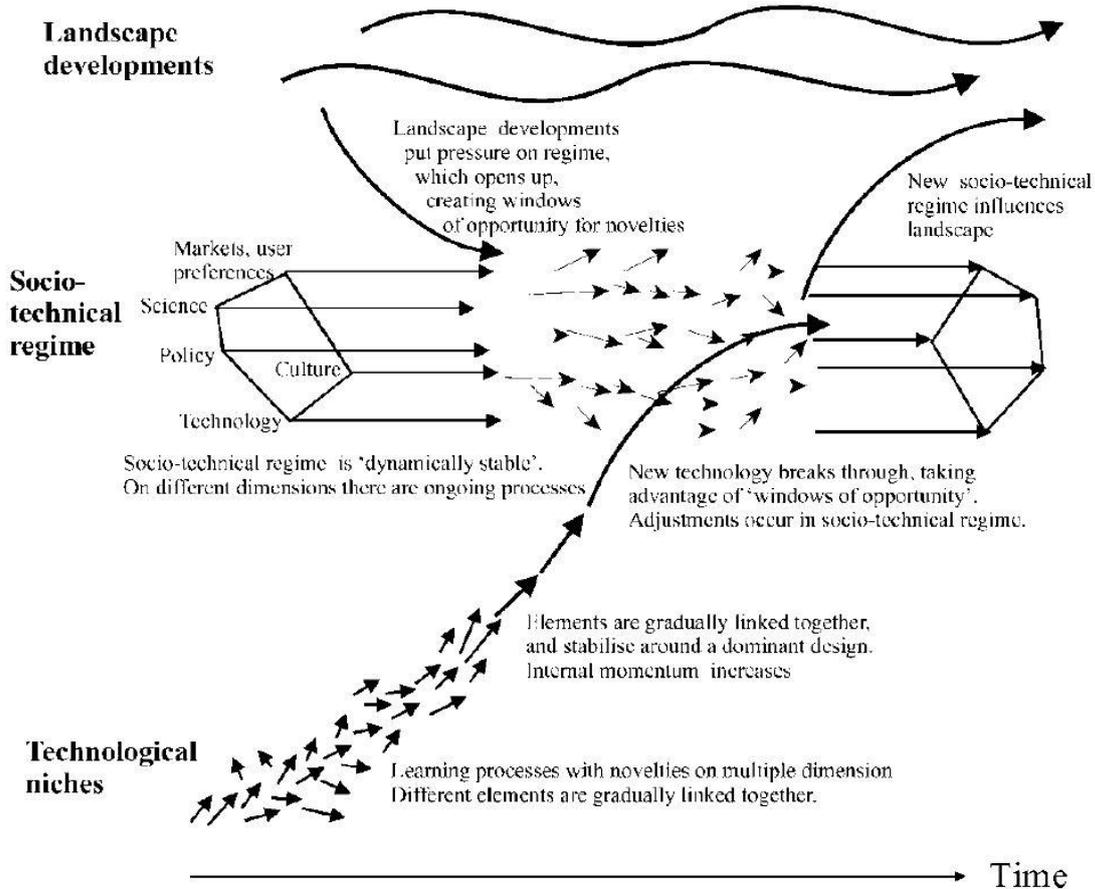


FIGURE 1 : L'APPROCHE MULTINIVEAU - SCHEMA INTERNATIONAL LE PLUS CITE (GEELS, 2002)

Geels insiste sur le fait que la perspective multiniveau constitue plutôt un cadre heuristique utile qu'une réalité empirique. Ce cadre aide à conceptualiser la façon dont les transitions, d'un régime sociotechnique à l'autre, se produisent. Ces transitions commencent par une phase de déverrouillage institutionnel.

Une situation de déverrouillage institutionnel ou de *lock-out* se produit lorsque, d'une part, le paysage global crée suffisamment de pression pour commencer à déstabiliser les acteurs du régime sociotechnique et d'autre part, les niches qui fournissent des solutions disruptives sont acceptées, financées et adoptées par les acteurs du régime sociotechnique (figure 1). Plus précisément, trois types de processus sont en jeu dans une trajectoire de transition. Les changements au niveau de l'environnement créent des pressions sur le régime qui commence à se déstabiliser. Les tensions au sein du régime forment des fenêtres d'opportunités.

Les innovations disruptives situées dans les niches et souvent portées par des nouveaux entrants bénéficient de ces fenêtres d'opportunités. Le régime commence à se déstabiliser sous l'influence de ces nouveaux entrants. Progressivement, les acteurs du régime adoptent ces innovations disruptives faisant basculer l'ancien système sociotechnique vers un nouveau (Geels, 2006). Geels montre que la transition d'un régime à l'autre résulte de la coévolution dans le temps de ces trois niveaux : environnement, niches et régime.

1.4. Typologie des transitions

La perspective multiniveau a été critiquée parce qu'elle ne décrit pas les micro-transformations au niveau des individus, de leurs pratiques au sein des organisations mais reste au niveau des acteurs collectifs, de leurs relations et de leurs comportements stratégiques (par exemple, Lawhon et Murphy, 2012 ; Jain, 2020). Néanmoins, cette approche conceptuelle est plébiscitée car elle est heuristique. Elle a marqué un tournant dans l'analyse des transitions sociotechniques avec la typologie introduite par Geels et Schot (2007). Pour ces auteurs, il existe six types de transition (tableau 1). Pour construire cette typologie, les auteurs ont combiné principalement deux facteurs : le moment et la nature des interactions entre les trois niveaux du modèle multiniveau et le degré de maturité des technologies disruptives (Geels et Schot, 2007).

Les différents types de transition d'un système sociotechnique	Y a-t-il disruption du régime sociotechnique ?
<p>Type 0/ La « reproduction » est une situation typique de verrouillage qui se caractérise par des changements incrémentaux lents.</p>	<p>Pas de disruption du régime sociotechnique</p>
<p>Type 1/ La « transformation » se réfère à une pression modérée externe. Certaines innovations disruptives s'avèrent, avec le temps, compatibles avec le régime sociotechnique à condition de transformations spécifiques. Elles sont donc adoptées très lentement au fur et à mesure par les acteurs du régime par ajouts successifs. La dynamique sociale institutionnelle est importante au sein du régime. Les acteurs agissent pour changer progressivement les règles du régime et s'adapter à ces innovations disruptives. Cela conduit à des ajustements cumulatifs et à des réorganisations qui ne perturbent pas ou ne déstabilisent pas le régime mais le transforment.</p>	<p>Transformation sans disruption du régime sociotechnique</p>
<p>Type 2/ Le « désalignement » et le « réalignement » font référence à de fortes pressions au niveau de l'environnement externe qui conduisent à une longue érosion du régime actuel et à l'émergence de fenêtres d'opportunités. Si les innovations disruptives de niche ne sont pas suffisamment matures, aucun substitut clair n'émerge, mais il y a de la place pour de multiples innovations disruptives qui peuvent coexister et rivaliser les unes avec les autres jusqu'à ce que l'une devienne dominante, provoquant un réalignement vers un nouveau régime. Cette trajectoire est caractérisée par une forte instabilité et donc une forte incertitude. Les fenêtres d'opportunités permettent l'exploration d'une multitude d'innovations, qui ouvrent une période relativement longue de coexistence, d'incertitude et de compétition entre les technologies pour les ressources.</p>	<p>Erosion lente du régime sociotechnique</p>
<p>Type 3/ La « substitution technologique » fait référence à une forte pression externe et à des innovations disruptives de niche suffisamment matures qui conduisent à la perturbation rapide du régime actuel et à sa substitution rapide par un tout nouveau régime sociotechnique. Cette phase de substitution est précédée par une phase de développement des technologies disruptives à l'abri du régime.</p>	<p>Disruption brutale du régime sociotechnique après une phase de maturation</p>

<p>Les acteurs du régime y portent peu d'attention, car le régime se porte bien en l'absence de pression de l'environnement. Lorsque le « choc externe » se produit, l'innovation disruptive est suffisamment mûre pour prendre la place laissée par le régime qui est en proie à des multiples tensions. Cette transition qui est conduite par la technologie, se caractérise par une compétition importante entre les acteurs du régime et les nouveaux arrivants.</p>	<p>technologique qui peut être longue</p>
<p>Type 4/ La « reconfiguration » se réfère à une pression modérée externe qui ouvre progressivement des fenêtres d'opportunités. Plusieurs innovations disruptives de niche sont adoptées progressivement par les acteurs du régime. Cela conduit à des changements substantiels cumulatifs dans l'architecture de base du régime. Les acteurs traditionnels du régime restent moteur dans cette reconfiguration. Néanmoins, les nouveautés intégrées par le régime finissent par contraindre les acteurs du régime à profondément modifier leur mode de fonctionnement et d'organisation.</p>	<p>Reconfiguration sans disruption du régime sociotechnique</p>
<p>Type 5/ La « disruption » se réfère à des pressions externes très élevées qui conduisent à une succession de transitions : transformation puis reconfiguration sans déstabilisation qui débouchent sur une phase de substitution technologique rapide et corrélativement sur une disruption brutale si les technologies disruptives sont suffisamment matures (ou une érosion longue, si les technologies ne sont pas complètement matures).</p>	<p>Disruption progressive - puis plus ou moins-rapide du régime sociotechnique</p>

TABLEAU 1 : LES DIFFERENTS TYPES DE TRANSITION - D'APRES GEELS ET SCHOT (2007) ET GEELS (2006).

Cette approche se différencie de celle de Christensen pour plusieurs raisons. L'approche multiniveau apporte une vision dynamique. Elle explique pourquoi certaines technologies disruptives réussissent à déstabiliser rapidement certains régimes sociotechniques grâce aux pressions exercées par des événements externes alors que d'autres mettent plusieurs dizaines d'années. L'approche multiniveau permet également de différencier des situations de transformation ou de reconfiguration où les acteurs traditionnels du secteur adoptent les technologies disruptives sans que le régime sociotechnique soit disrupté (types 1, 2, 4) et des situations de disruption progressive ou brutale du régime sociotechnique, plus dangereuses pour les acteurs en présence (types 3 et 5). Dans les transitions de types 1, 2 et 4, les acteurs du régime sociotechnique ont le temps de s'adapter et de faire évoluer eux-mêmes les règles et l'organisation du régime sociotechnique.

Ainsi, seuls les transitions de type 3 et 5 peuvent être considérées respectivement comme une disruption rapide ou progressive. La disruption de type 3 est la plus brutale pour les acteurs du régime sociotechnique et la plus dangereuse. La disruption du type 5 est un peu plus progressive que la type 3. En effet, elle laisse aux acteurs du régime sociotechnique un peu plus de temps pour s'adapter même si, en réalité, les nouveaux entrants constituent un véritable danger.

2. Méthodologie

Cette recherche est exploratoire. Elle vise à mieux comprendre les transitions sociotechniques et plus particulièrement la phase de « déverrouillage » d'un régime sociotechnique. Quels sont les enseignements que l'on peut tirer de l'analyse de la « phase de déverrouillage » de la trajectoire d'évolution du secteur automobile au prisme de l'approche multiniveau ? Peut-on traiter de disruption du secteur automobile ? Les acteurs du secteur automobile sont-ils en danger ?

Sur le plan méthodologique, la perspective multiniveau s'inscrit dans la tradition des monographies longues (Geels, 2002, 2004, 2005, 2010, 2011, 2014). Cette recherche couvre une période de 8 ans entre 2015 et 2022 et croise de nombreuses ressources documentaires permettant de reconstituer les événements apparus au cours de ce laps de temps et de les recontextualiser dans leur contexte de l'époque (Wesseling et al., 2020).

L'approche multiniveau apporte une grille de recueil des données précise. Pour chaque unité de temps (l'année), les informations sont recueillies au fil du temps au trois niveaux clés. Pour récolter les données brutes, la presse économique généraliste et professionnelle a été utilisée (tableau 2).

- 1/ **Niveau environnement externe** - Les événements et phénomènes externes susceptibles d'exercer des pressions plus ou moins importantes sur le régime sociotechnique sont répertoriés. Sont retenus chaque année, tous les événements externes qui sont en train de modifier d'une façon ou d'une autre le secteur automobile ou la mobilité. Pour cela, une veille active longitudinale (toute l'année) permet d'identifier les articles les plus pertinents à retenir pour l'analyse. En fin d'année, une synthèse permet de sélectionner les événements ayant eu le plus d'impact. Ces événements sont documentés (Site Internet, etc.). Si en année N+1, il apparaît que certains événements en année N sont plus impactants que prévu, ils sont réintroduits au fur et à mesure dans l'analyse. Par exemple, en 2017, les pays européens les plus en avance ont commencé à établir la date buttoir de 2030 ou 2035 pour la fin des moteurs thermiques dans leur pays. Cette information n'avait pas été jugée essentielle à l'époque.
- 2/ **Niveau régime** - Les modes d'adaptation et les stratégies des acteurs principaux du régime sont étudiés (les constructeurs, les équipementiers, les syndicats salariés, l'Etat, les organismes représentatifs du monde de l'automobile, les consommateurs, etc.). Tous les changements survenus au sein du régime sociotechnique lui-même sont détaillés. Il en est ainsi de la façon dont ces changements ont été vécus par les différents acteurs de l'industrie automobile ; du comportement stratégique des acteurs du régime (alliance, partenariats stratégiques, acquisition, etc.) ainsi que ce que disent les professionnels et les experts des technologies et innovations de rupture et la façon dont elles sont introduites ou pas dans le régime. Les informations sont issues principalement des études, de la presse professionnelle et des sites Internet des acteurs. Cette méthode de collecte des données longitudinale permet de mettre en évidence, année après année, la façon dont chaque acteur s'adapte ou pas aux changements.

- 3/ **Niveau des niches** - Les technologies et innovations de rupture en gestation au sein des niches susceptibles de déstabiliser le régime sociotechnique sont identifiées. Les principales start-ups portant ces technologies sont suivies chaque année. Ce sont les informations issues principalement des études spécialisées et de la presse professionnelle qui sont mobilisées.

Cette technique de collecte des données longitudinale permet des analyses intermédiaires chaque année. Cela permet de resituer année après année, les phénomènes externes au régime sociotechnique et identifier la pression que ces phénomènes ont exercé sur le régime sociotechnique et la dynamique d'adoption ou pas des innovations de ruptures situées dans les niches.

Documents sources	Détail	Type d'informations récoltées sur une unité d'une année
En France, presse généraliste et professionnelle puis en Europe	70 articles 2015 67 articles 2016 121 articles 2017 133 articles 2018 141 articles 2020 90 articles 2021 + 51 articles européens	Veille active presse généraliste longitudinale : Les Echos, Le Monde et La Tribune exclusivement ; Veille active quotidienne presse professionnelle longitudinale : www.turbo.fr , www.largus.fr , www.auto-moto.com , www.caradisiac.com , www.automobile-magazine.fr , www.automobile-propre.com ; www.usine-digitale.fr ; Presse Européenne : divers (recherche mots clés en fin d'année) ; - Articles portant sur l'industrie automobile (industrie dans sa globalité, batteries, constructeurs et équipementiers, métaux rares, hydrogène, etc.) ainsi que sur la mobilité (véhicules autonomes, nouvelles mobilités, etc.) ; -Articles portant sur l'évolution des régulations en France et en Europe.
Rapports, Etudes, Analyses	Chaque année, en moyenne une quinzaine d'études, d'analyses et de rapports datés	- Analyse/études du secteur automobile en France et en Europe (contrat de filière, analyses par des cabinets de conseil, analyses par des cabinets d'étude, etc.) ; - Analyses/études du secteur des batteries ; - Analyses/études de l'hydrogène dans la mobilité ; - Analyses du secteur mobilité.
Sites Internet	Recontextualisation par rapport aux dates	Commission Européenne, gouvernement français, constructeurs, équipementiers ; Analyse des décisions prises recontextualisées par date.

TABLEAU 2 : SOURCES ANNUELLES UTILISEES POUR CETTE MONOGRAPHIE LONGITUDINALE 2015-2022

3. Les deux principaux résultats de cette recherche

Cette recherche exploratoire aboutit à deux principaux résultats.

3.1. Trois paliers de déstabilisation

Notre recherche montre qu'on peut identifier trois paliers successifs de transformation.

Le premier palier de transformation correspond à la période 2015-2017. Cette période est marquée par l'impact du Diesel Gate et la guerre contre les pollutions dans les centres-villes. Certains pays précurseurs commencent à fixer des dates d'arrêt de la vente de voitures neuves thermiques, ce qui apparaît très avant-gardiste à l'époque. Les constructeurs répondent à la crise engendrée par le Diesel Gate avec quelques modèles électriques. Toutefois, ces modèles restent perçus, par les professionnels et les politiques, comme un marché de niche marginal.

Le second palier de transformation correspond à la période 2018-2019. La pression de la lutte contre les gaz à effet de serre se fait plus pressante. De plus en plus de pays européens commencent à légiférer pour fixer des dates précises marquant la fin de la vente de voitures thermiques neuves, dont la France pour 2040¹. L'Europe veut pousser l'électrique, mais est inquiète de la dépendance à l'Asie en matière de batterie. Elle ne veut pas refaire l'erreur des panneaux solaires en boostant une technologie qu'elle ne maîtrise pas. Commence à émerger l'idée que l'Europe pourrait prendre le « *lead* » sur les batteries de 4^{ème} génération, meilleure pour l'environnement. Une filière européenne commence à être initiée. Cette évolution des perceptions rend possible un premier électrochoc européen. Les objectifs de réduction de CO2 fixés en 2019 par l'Europe sont beaucoup plus importants que prévu. Réunions de crise chez tous les constructeurs. Ces objectifs les obligent à intégrer un important pourcentage de voitures électriques dans leur portefeuille de vente de véhicules neufs d'ici 2040. Néanmoins, la voiture électrique reste considérée comme complémentaire. Les hybrides commencent à être perçus comme "la solution".

Le troisième palier de transformation correspond à la période 2020-2022. L'évolution des mentalités et du degré de préparation des constructeurs automobiles rend possible une nouvelle phase de durcissement. Il est difficile d'améliorer le moteur thermique en même temps que basculer vers l'électrique. Émerge donc l'idée qu'il serait préférable d'abandonner le moteur thermique pour atteindre le plus rapidement possible une taille critique sur l'électrique, baisser les coûts, les prix et favoriser l'adoption. Ce basculement est poussé par certains syndicats salariés qui estiment qu'avec un accompagnement *ad hoc*, c'est le seul moyen d'éviter une trop « grande casse sociale ». Ces évolutions de perception rendent possible le second électrochoc européen lors de l'été 2021. La Commission européenne annonce la fin de la commercialisation

¹ <https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2019/01/16/co2-emission-standards-for-cars-and-vans-council-confirms-agreement-on-strict-limits/#:~:text=Sur%20la%20p%C3%A9riode%202025%2D2029,moyenne%2C%20C3%A0%20celles%20de%202021.>

des voitures thermiques pour 2035 (votée par le Parlement puis le Conseil européens en 2022)¹, y compris les véhicules hybrides, soit 5 ans avant la date fixée par la majorité des pays européens, dont la France. Cette date symbolique de 2035 est validée par le parlement européen en juin 2022 malgré les lobbying allemand et français qui souhaitaient *a minima* conserver les motorisations hybrides. Résultat, la majorité des constructeurs ont complètement modifié leur stratégie pour basculer vers le tout électrique bien avant 2030 (véhicules neufs). Les organisations tout au long de la chaîne de valeur sont en cours de transformation.

Trois paliers successifs ont donc été nécessaires pour aboutir à cette révolution. C'est un cas d'école. Fait marquant, ce déverrouillage du secteur automobile européen entraine aujourd'hui dans son sillage d'autres parties du monde comme les États-Unis.

S'agit-il alors de disruption ?

3.2. Identification de 6 axes de transformation parallèles ayant des vitesses de changement différentes

Cette recherche montre également que le processus de déverrouillage du secteur automobile dépasse la question de la motorisation. Sur cette période de temps (8 années), il a été possible d'identifier six axes de transformation du secteur automobile suffisamment distincts les uns des autres pour que cela ait un sens de les considérer et de les analyser de façon isolée. La nature des transformations est différente. Les facteurs qui conduisent les changements sont différents. Leur dynamique est différente. Ils évoluent parallèlement, mais pas à la même vitesse (tableau 3).

Axe de transformation	Détails 2015-2022	Dynamique dans le temps 2015-2022
Axe 1 : Ouverture progressive des types de motorisation vers un mix (essence, hybride, hybride rechargeable, et électrique à batterie)	Développement de différents types de motorisation dans le portefeuille de produits des constructeurs automobiles Forte tension transformatrice sur l'organisation des constructeurs et leurs compétences clés entre la pression exercée par les pouvoirs publics et les lents changements de comportement des consommateurs.	L'analyse détaillée année après année de cet axe montre une accélération des transformations en cours par paliers successifs sur les 8 années. Les deux dernières années annoncent une mutation profonde du secteur. Les technologies du véhicule à batterie de 3 ^{ème} génération sont considérées comme les plus matures pour le régime sociotechnique (par rapport à l'hydrogène par exemple). C'est cette technologie qui est adoptée en priorité pour se substituer aux véhicules thermiques.

¹ <https://www.vie-publique.fr/en-bref/285406-les-eurodeputes-votent-linterdiction-des-moteurs-thermiques-en-2035>

<p>Axe 2 : digitalisation de l'automobile</p>	<p>Développement de la voiture connectée porteuse de nouveaux services digitaux, d'options automobiles activables à distance, et de contenus diversifiés avec l'émergence de cinq nouveaux défis pour les constructeurs : 1/ l'utilisation et la protection de leur capital de données autour des chauffeurs et des voitures ; 2/ l'importance de la dimension logicielle dans l'automobile et la dépendance croissante aux semi-conducteurs et autres technologies liées aux logiciels embarqués ; 2/ les enjeux liés au système d'exploitation des automobiles avec des nouveaux risques de dépendance envers quelques entreprises comme dans le secteur des téléphones portables avec le duopole : Android – IOS d'Apple ; 4/ l'arrivée massive de nouveaux entrants ayant des compétences technologiques ; 5/ la répercussion de ces nouvelles technologies dans les prix des automobiles.</p>	<p>L'analyse détaillée année après année montre une évolution lente et régulière des problématiques de voiture connectée sur la période de 8 années qui a pris la forme au démarrage d'un renforcement des partenariats entre constructeurs et entreprises de la tech ainsi que de diversification des constructeurs dans ces nouveaux domaines. Sur cette période, on voit se développer le cockpit digital (système d'<i>infotainment</i>). Certains constructeurs comme Volkswagen tentent de développer leur propre système d'exploitation. On observe une nette accélération depuis le début des années 2000 avec l'émergence rapide de nouveaux modèles économiques à la carte fondés sur l'abonnement à des services digitaux activables à distance de façon ponctuelle pour gommer l'effet prix.</p>
<p>Axe 3 : une voiture de plus en plus « augmentée »</p>	<p>C'est un axe important de transformation avec 30 équipements de base qui vont devenir obligatoire en Europe en 2022. Ces équipements ne sont pas nouveaux mais le fait de les rendre obligatoire va augmenter le prix des véhicules d'entrée et de moyenne gamme.</p> <p>Parallèlement, on observe le développement d'une voiture augmentée plus sûre, bénéficiant des dernières avancées technologiques issues de la recherche portant sur la voiture autonome (radars, lidars, cameras, etc.).</p>	<p>Sur les équipements classiques, l'analyse détaillée année après année montre une évolution lente et régulière de cet axe dans les 8 dernières années. Sur les technologies autonomes, les transformations étaient très restreintes jusqu'à il y a deux ans mais on observe depuis une accélération fondée sur le modèle économique de l'abonnement à des <i>auto-pilot</i> que l'on active à distance (abonnement mensuel) sur les modèles premium.</p>
<p>Axe 4 : Emergence de nouveaux modèles de consommation automobile accompagnés par la transformation des modèles économiques des acteurs</p>	<p>Transformation émergente des constructeurs automobiles en hubs de services de mobilité avec le développement de nouveaux modèles économiques : forfaits location/leasing à très court, court et long terme avec intégration de nouvelles offres de mobilité (véhicules pour les vacances) voire abonnement basé sur un nombre de kilomètres (mois/an).</p>	<p>L'analyse détaillée année après année montre une évolution très lente de cet axe sur les 8 années même si, ici aussi, on observe une petite accélération ces deux dernières années, avec des offres de location/leasing sans engagement de plus en plus fréquentes de la part des constructeurs.</p>

<p>Axe 5 : Tension entre les voitures individuelles et la mobilité urbaine collective partagée</p>	<p>Remplacement en milieu urbain du modèle individuel de la voiture personnelle par de nouvelles formes de mobilité collective (autopartage en <i>free floating</i> ou non, covoiturage, VTC, Robot-taxi, vélo électrique, etc.) y compris tests partout dans le monde de véhicules collectifs autonomes.</p>	<p>L'analyse détaillée année après année montre que c'est l'axe qui montre la plus lente dynamique alors que c'est celui qui a été le plus surmédianisé durant les 8 dernières années. Toutes les études montrent que la dépendance à la voiture individuelle est restée prépondérante aujourd'hui même en zone urbaine. Cela ne veut pas dire que ces nouvelles mobilités ne sont pas de plus en plus utilisées, mais cela signifie qu'elles viennent s'ajouter aux moyens existants et qu'elles ne viennent pas se substituer à l'automobile personnelle. Parallèlement, les technologies des véhicules autonomes sont de plus en plus testées dans le cadre de taxis et navettes autonomes, pour l'instant bien abritées au niveau des niches.</p>
<p>Axe 6 : Disintermédiation et réintermédiation aval de la chaîne de valeur automobile</p>	<p>En aval, plus les politiques omnicanales des constructeurs se développent, plus ils remettent en cause eux-mêmes le rôle et le nombre de concessionnaires indépendants automobiles traditionnels.</p> <p>En parallèle, il apparaît de nouveaux entrants <i>pure players</i> tant dans le domaine de la distribution de voitures neuves que d'occasion (Amazon, Le Bon coin, etc.) mais aussi de nombreuses startups spécialisées.</p> <p>Enfin, beaucoup d'acteurs spécialisés du secteur (<i>pure players</i>, nouveaux entrants ou entreprises traditionnelles) se diversifient vers le reconditionnement des voitures d'occasion.</p>	<p>Les transformations sont restées relativement lentes en aval mais vivent une nette accélération ces deux dernières années dans le domaine de la voiture d'occasion, notamment dû aux impacts de la pandémie sur les pénuries de semi-conducteurs. Les constructeurs s'adaptent à cette nouvelle situation en lançant des usines de reconditionnement de voitures d'occasion, suivant ainsi le modèle développé par quelques <i>pure players</i>. Certains constructeurs commencent à restructurer leurs réseaux de concession indépendants pour trouver une meilleure coordination entre leur propre réseau et les réseaux externes.</p>

TABLEAU 3 : IDENTIFICATION DE 6 AXES DE TRANSFORMATION PARALLELE DU SECTEUR AUTOMOBILE ENTRE 2015 ET 2022

4. Discussion théorique

La perspective multiniveau met l'accent sur des situations spécifiques : les transitions d'un système sociotechnique à un autre. Les transitions correspondent à des périodes très longues (Geels, 2002, 2004, 2005, 2010, 2011, 2014). Mais cette recherche montre que la phase de déverrouillage institutionnel (*lock out*) peut finalement être assez courte si les conditions sont réunies.

Nos résultats sont convergents avec la perspective multiniveau qui traduit les transitions comme une coévolution de trois strates :

- 1/ Environnement externe ;
- 2/ Régime ;
- 3/ Niches.

Les pressions exercées par les phénomènes ou événements externes (1 –politiques publiques) finissent par ouvrir des fenêtres d’opportunité au sein d’un régime sociotechnique verrouillé comme l’était le secteur automobile (2 – verrouillé autour des véhicules thermiques) pour favoriser l’adoption d’innovations disruptives (3 – voiture électrique) qui étaient restées jusque-là isolées dans les niches. Il s’agit de cycle de coévolution (1-2-3). Mais le cadre théorique de la perspective multiniveau reste assez général. Les résultats de notre recherche permettent d’apporter une connaissance plus approfondie de la phase d’enclenchement des transitions. Ils sont en cela inédits.

4.1. Une évolution par palier

L’approche multiniveau considère qu’une transition correspond à un seul grand cycle de coévolution 1-2-3. Or, les résultats de cette recherche montrent qu’entre 2015 et 2022, il y a déjà trois cycles de coévolution 1-2-3, chaque cycle rendant possible le cycle suivant.

Les phénomènes d’évolution par palier sont très présents dans la théorie évolutionniste (Mahoney, 2000). La théorie évolutionniste montre comment chaque palier conditionne le palier suivant. On appelle ce phénomène : la dépendance de sentier. Seule la séquence précédente rend possible la séquence qui succède. Certains auteurs mobilisent la notion d’évolution ponctuée (*punctuated evolution*) pour rendre compte de ces trajectoires par palier (Michaux, 2016).

Cette recherche complète la perspective multiniveau en approfondissant la phase de déverrouillage des régimes sociotechniques. Elle montre clairement une évolution par palier inédite (Michaux, 2022).

4.2. Des paliers d’évolution multi-dimensionnelle

Parallèlement, les résultats de cette recherche montrent que cette trajectoire d’évolution par palier est plus complexe qu’attendu. Ils remettent en cause la vision très classique des transitions qui montrent une seule grande transformation à l’œuvre (voir figure 1). En réalité, nos données empiriques montrent six axes de transformation parallèle qui ont chacun leur propre temporalité et vitesse.

Dans les premiers travaux de Geels, cette complexité est déjà présente. Toutefois, les théories sont susceptibles d’être simplifiées lorsqu’elles sont diffusées dans le monde entier.

Geels a eu l'occasion d'étudier la transition du régime sociotechnique des calèches au régime sociotechnique des voitures thermiques dans le transport urbain américain entre 1915 et 1930 (Geels, 2005). Il souligne qu'il est nécessaire d'aller au-delà de l'apparente simplicité du processus de substitution d'une technologie par une autre pour comprendre ce qu'il se passe pendant ce processus de transition. Il décrit un processus complexe qui intègre le rôle joué par différents axes de transformation qui co-évoluent en même temps pour faire basculer le système sociotechnique des calèches à cheval vers celui de la voiture thermique.

- L'émergence de la vapeur a permis le développement d'usines dans les villes. Ce processus a accéléré l'urbanisation et entraîné une immigration des populations vers les centres urbains, qui elle-même a créé une pression sur le régime de transport urbain ; qui a conduit à la création des tramways électriques mais aussi d'autocars et surtout des flottes de taxis.
- La transformation des campagnes et le développement de politiques publiques locales et nationales ont stimulé la construction de routes et donc l'utilisation de la voiture individuelle comme moyen de surmonter l'isolement social des communautés agricoles.
- Les deux premières transformations ont induit une demande de plus en plus forte qui a entraîné l'agrandissement des usines et favorisé une recherche de standardisation, des économies d'échelle et des effets d'expérience ; qui ont permis la baisse significative des prix du célèbre modèle T de Ford.
- Le développement parallèle des démarreurs électriques a favorisé la diffusion de ce modèle T de Ford.
- Le développement parallèle du réseau de stations d'essence, accompagné par la structuration du système pétrolier, a complété la structuration du système sociotechnique de la voiture thermique.

Dans ces premiers travaux, Geels montre que ce n'est jamais la maturité des niches ou la pression du paysage seul qui est capable d'induire une transition d'un régime vers un autre. La transition d'un régime découle des interactions entre les groupes et les acteurs de la société ainsi que de l'alignement d'autres changements sociétaux plus larges comme la transformation des pratiques, des attitudes, des normes et des valeurs existantes (Fraedrich et al., 2016).

4.3. La disruption d'un régime sociotechnique par palier et par axe

Peut-on dire qu'il y a disruption du secteur automobile ? Pour répondre à cette question, nous allons analyser nos données empiriques (chaque axe de transformation) au prisme de la typologie des transitions de Geels et Schot (2007).

Axe de transformation	Analyse multiniveau – Quel type de transition selon la typologie de Geels et Schot (2007) ?
<p>Axe 1 : Ouverture progressive des types de motorisation vers un mix (essence, hybride, hybride rechargeable, et électrique à batterie)</p>	<p>La dynamique de changement du régime sociotechnique est principalement conduite par des chocs au sein de la strate du « paysage » avec 3 paliers d'évolution dans les politiques publiques conduites par l'Europe en termes d'objectifs de baisse des émissions de gaz à effet de serre et même de fin de la commercialisation des véhicules à moteurs thermiques pour 2035.</p> <p>En début d'année 2021, on pouvait considérer que l'on était encore en phase de reconfiguration (transition de type 4) au sens de Geels et Schot (2007) mais au cours de l'année 2022 on commence à rentrer dans une phase de substitution qui va profondément déstabiliser l'ensemble du régime sociotechnique de l'automobile. On évolue vers une transition de type 5 – accélérée, cumulative et disruptive.</p>
<p>Axe 2 : digitalisation de l'automobile</p>	<p>La dynamique de changement du système sociotechnique est principalement conduite par les acteurs du régime eux-mêmes et par les nouveaux entrants. Les savoirs faire sont détenus par les acteurs de la tech, ce qui constituent en soi, un profond facteur de déstabilisation.</p> <p>La dynamique de changement du système est également liée à la quasi-disruption de l'axe 1. Il est beaucoup plus facile de fabriquer une voiture électrique qu'une voiture thermique et on assiste à une forme d'effondrement des barrières à l'entrée. Cet effondrement se cumule à la digitalisation du véhicule et accélère l'entrée des acteurs de la tech dans le domaine.</p> <p>On peut considérer qu'on est au stade de la reconfiguration pour l'instant (transition de type 4) au sens de Geels et Schot (2007). Néanmoins, on perçoit sur cet axe quelques signes de déstabilisation du régime sociotechnique en place sous la pression conjuguée de deux facteurs : 1/ l'arrivée massive de nouveaux entrants ayant des compétences technologiques qui deviennent fabricant d'automobiles (notamment les grandes entreprises de la tech comme Foxconn, Xiaomi, Huawei, Amazon, etc.); 2/ la pénurie de composants due à la pandémie et à la guerre en Ukraine, qui privilégie les acteurs de la tech.</p> <p>On évolue vers une transition de type 5 – accélérée, cumulative et disruptive.</p>
<p>Axe 3 : une voiture de plus en plus « augmentée »</p>	<p>La dynamique de changement du système sociotechnique est principalement conduite par les politiques publiques et par la dynamique interne des acteurs du régime.</p> <p>On peut considérer qu'on est au stade de la reconfiguration (transition du type 4) au sens de Geels et Schot (2007) avec une portée limitée pour l'instant (uniquement sur les modèles <i>premium</i>). Mais cet axe suit de près les transformations de l'axe 2. Il existe un risque de déstabilisation des acteurs du régime sociotechnique à court terme et donc passage en type 5 .</p>

<p>Axe 4 : Emergence de nouveaux modèles de consommation automobile accompagnés par la transformation des modèles économiques des acteurs</p>	<p>On peut considérer qu'on est au stade de la reconfiguration (Type 4) pour l'instant au sens de Geels et Schot (2007) sans signe de déstabilisation ou de disruption du régime sociotechnique.</p>
<p>Axe 5 : Tension entre les voitures individuelles et la mobilité urbaine collective partagée</p>	<p>Il s'agit d'une simple transformation du régime sociotechnique pour l'instant (Type 2) au sens de Geels et Schot (2007).</p>
<p>Axe 6 : Désintermédiation et réintermédiation avale de la chaîne de valeur automobile</p>	<p>Le régime sociotechnique s'adapte au fur et à mesure avec simple reconfiguration (type 4 - Geels et Schot, 2007). Néanmoins les nouveaux entrants fragilisent la situation des acteurs traditionnels.</p>

TABLEAU 4 : MISE EN PERSPECTIVE DES RESULTATS EMPIRIQUES AVEC LA GRILLE D'ANALYSE DE GEELS ET SCHOT (2007)

L'analyse axe par axe est intéressante car elle permet de conclure sur la disruption du secteur automobile.

Fin 2022, seul l'axe 1 (motorisation) est totalement rentré dans une déstabilisation du régime sociotechnique de l'automobile suffisante pour enclencher une substitution (types 3/5) au sens de Geels et Schot (2007). On peut considérer qu'il y a eu disruption progressive qui s'est accélérée avec d'abord une phase de reconfiguration suivie d'une phase de substitution. *Stricto sensu*, c'est le seul axe qui fait l'objet d'un processus de disruption fin 2022. Pour l'instant, les autres axes sont soit au stade de la simple transformation (adaptation sans aucune remise en question du régime sociotechnique traditionnel) comme l'axe 5, soit au stade de la reconfiguration comme les axes 2, 3, 4, et 6. Néanmoins, l'axe 2 est sur le point de basculer vers une situation de substitution, entraînée par la disruption rapide de l'axe 1. Il y a donc risque d'une disruption dangereuse de type 5 à très court terme. L'axe 3 tend également à basculer mais plus lentement que l'axe 2.

On peut conclure de cette analyse que le secteur automobile est bien rentré dans un processus de disruption progressif profond qui repose sur la convergence entre 6 axes de transformation qui interagissent les uns avec les autres. La déstabilisation d'un axe (l'axe 1) entraîne les autres axes dans son sillage (les axes 2 et 3).

L'analyse multiniveau permet d'aller plus loin que les travaux de Christensen sur la disruption. Notre recherche montre que la disruption correspond à un processus évolutionniste multidimensionnel complexe par palier où différents axes de transformation évoluent en même temps mais pas à la même vitesse, les uns entraînant les autres dans la disruption.

Conclusion

Cette monographie longitudinale sur la période 2015-2022 a permis d'analyser en profondeur la phase de déverrouillage du régime sociotechnique automobile au prisme de la grille théorique de l'approche multiniveau. Les résultats de cette recherche permettent d'enrichir cette grille.

L'approche multiniveau considère qu'une transition correspond à un seul grand cycle de coévolution entre des changements impulsés par l'environnement, des changements au sein du régime et des innovations disruptives protégées au sein de niches. Les pressions exercées par les phénomènes ou événements externes finissent par ouvrir des fenêtres d'opportunités au sein d'un régime sociotechnique verrouillé, pour favoriser l'adoption d'innovations disruptives qui étaient restées jusque-là isolées dans les niches. Or, les résultats de cette recherche montrent qu'entre 2015 et 2022, il existe déjà trois cycles de coévolution, chaque cycle rendant possible le cycle suivant. Les phases de déverrouillage résultent donc d'un processus d'évolution par palier. Parallèlement, les résultats de cette recherche montrent que les transformations sont multidimensionnelles. La transition résulte de la convergence et de l'interaction entre 6 axes de transformation en même temps qui semblent se déstabiliser les uns, les autres progressivement.

Cette recherche permet de penser la disruption de façon plus approfondie que ne le propose la théorie de Christensen. Ce n'est pas une seule innovation disruptive qui déstabilise les entreprises mais la convergence de différents changements multidimensionnels en même temps, même si ces différents changements n'ont pas le même rythme de transformation. Parallèlement, l'approche multiniveau et la typologie des transitions de Geels montrent qu'en fonction de l'intensité des événements exogènes, le temps d'adaptation des acteurs du régime peut beaucoup varier. Ainsi, la disruption constitue un type spécifique de transition qui peut être soit brutal – soit progressif. L'automobile apparaît comme un exemple de disruption progressive qui laisse un peu de temps aux acteurs du régime pour s'adapter même si les dangers sont de plus en plus importants et que tout le secteur tend à basculer progressivement vers la disruption.

La disruption dépend des stratégies que les différents acteurs du régime sociotechnique vont déployer pour faire face à ces changements multidimensionnels et du temps qu'elles ont pour déployer ces stratégies. Dans le cas du secteur automobile, les entreprises ont un peu plus d'une dizaine d'années pour s'adapter à la fin de la production des véhicules thermiques. Néanmoins, la plupart des entreprises s'est donnée pour objectif de basculer leur production vers le 100 % électrique dès 2030. Ce contexte crée une situation d'urgence, même s'il n'existe pas fatalité. Si le régime sociotechnique du secteur automobile est entraîné vers la disruption, cela ne veut pas dire que les acteurs du régime seront disruptés et disparaîtront. Pour faire face aux six mutations actuelles, les constructeurs poursuivent des stratégies qui peuvent être différentes. Par exemple, Renault a pris la décision de scinder en deux son activité pour créer un *pure player* « Renault électrique » qui va rentrer en bourse de façon indépendante au cours de l'année 2023.

Il s'agit de bénéficier des valorisations boursières stratosphériques des *pure players* du véhicule électrique, dans le sillage de Tesla. Parallèlement, il va y avoir d'anciens véhicules thermiques jusqu'en 2045 au minimum. Pour diversifier son activité thermique, le groupe vient de lancer une « re-factory », un pôle dédié à l'économie circulaire et au reconditionnement industriel des véhicules d'occasion dans son site de Flins (Yvelines). En 2023, le site reconditionnera déjà 45 000 véhicules d'occasion. Parallèlement, le groupe Stelantis (résultant de la fusion PSA et Fiat-Chrysler) bascule également vers le 100 % électrique dès 2030 en développant une série de co-entreprises avec des spécialistes où le groupe va transférer progressivement son personnel au fur et à mesure de la mutation. Le groupe fait le pari des nouvelles mobilités en rachetant à d'autres constructeurs leur filiale d'autopartage qui démarrent trop lentement. Il vient également de développer une nouvelle co-entreprise avec Crédit Agricole Consumer Finance pour constituer un leader de la location longue durée de véhicules. Il est un des seuls constructeurs pour l'instant à basculer tous ses concessionnaires vers le statut d'agent pour conserver la maîtrise des données. Quant à Volkswagen, le constructeur mise sur des stratégies toutes aussi originales. Le groupe parie sur les carburants de synthèse pour faire rouler des véhicules thermiques zéro émission après 2035 et est le seul constructeur à tenter de développer son propre système d'exploitation et son propre réseau interne de lien entre les véhicules pour faire face aux grandes entreprises technologiques. Les stratégies sont plurielles face à la disruption progressive du régime sociotechnique de l'automobile et rien n'est encore joué contre les nouveaux entrants qui affluent dans le secteur.

Bibliographie

ARTHUR W.B. (1989), « Competing technologies, increasing returns, and “lock-in” by historical events », *The Economic Journal*, n° 99, p. 116-131.

BEYER J. (2010), « The Same or Not the Same - On the Variety of Mechanisms of Path Dependence », *International Journal of Social Sciences*, vol. 5, no.1, p.1-11.

CHARITOU C. D. & MARKIDES C. C (2003), « Responses to Disruptive Strategic Innovation », *MIT Sloan Management Review*, vol.44, n°2, p. 55-63.

CHRISTENSEN C. M. (1997), *The Innovator's dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail* », Boston, MA, Harvard Business School Press.

CHRISTENSEN C. M. & RAYNOR M. E. (2003), *The Innovator's solution: Creating and Sustaining Successful Growth* », Boston, MA, Harvard Business School Press.

DAVID P. (1985), « Clio and the economics of QWERTY », *American Economic Review*, vol. 75, no.2, p. 332-337.

DIJK M. & YARIME M. (2010), « The emergence of hybrid-electric cars: Innovation path creation through co-evolution of supply and demand », *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 77, no. 8, p. 1371-1390.

DIJK M., WELLS P. & KEMP R. (2016), « Will the momentum of the electric car last? Testing an hypothesis on disruptive innovation », *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 105, April, p. 77-88.

DiMAGGIO P. (1988), « Interest and agency in institutional theory”, in ZUCKER L. G. (ed.), *Research on Institutional Patterns: Environment and culture*, Cambridge, MA: Ballinger Publishing Company, p. 3-22.

FRAEDRICH E., BEIKER S. & LENZ B. (2015), « Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility », *European Journal of Futures Research*, vol. 3, p.3-11.

GEELS F. W. (2002), « Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study », *Research Policy*, vol. 31, p. 1257-1274.

GEELS F. W. (2004), « From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory », *Research Policy*, vol. 33, no. 6-7, p. 897-920.

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 and Strategic Management*, vol. 17, no. 4, p. 445-476.

GEELS F. W. (2010), « Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective », *Research Policy*, vol. 39, no. 4, p. 495-510.

GEELS F. W. (2011), « The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms », *Environmental Innovation & Societal Transitions*, vol. 1, no. 1, p. 24-40.

GEELS F.W. (2014), « Regime Resistance against Low-Carbon Transitions: Introducing Politics and Power into the Multi-Level Perspective », *Theory, Culture & Society*, vol. 31, no. 5, p. 21-40.

GEELS F.W. (2018), « Disruption and low-carbon system transformation: Progress and new challenges in socio-technical transitions research and the Multi-Level Perspective », *Energy Research and Social Science*, vol. 37, p. 224-231.

GEELS F. W. & J. SCHOT (2007), « Typology of Sociotechnical Transition Pathways », *Research Policy*, vol. 36, no. 3, p. 399-417.

HENDERSON R. M. & Clark K. B. (1990), « Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms », special issue: Technology, organizations, and innovation, *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, no 1, p. 9-30.

JAIN S. (2020), « Fumbling to the Future? Socio-Technical Regime Change in the Recorded Music Industry. » *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 158, p. 120-168.

LAWHON, M. & MURPHY J. T. (2012), « Socio-technical regimes and sustainability transitions: Insights from political ecology », *Progress in Human Geography*, vol. 36, no. 3, p. 354-378.

MAHONEY J. (2000), « Path Dependence in Historical Sociology », *Theory and Society*, vol. 29, no. 4, p. 507-548.

MARLETTO G. (2019), « Who Will Drive the Transition to Self-Driving? A Socio-Technical Analysis of the Future Impact of Automated Vehicles » *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 139, February, p. 221-234.

MICHAUX V. (2022), « Trajectoire de transition des régimes sociotechniques : le cas du basculement du secteur automobile vers la fin du moteur thermique à essence », *Management et Avenir*, Sous presse.

MICHAUX V. (2016), « Dialectique entre phases critiques et paliers de transformation dans les trajectoires de changement stratégique : le cas d'une réforme territoriale silencieuse mais d'ampleur », *Management & Avenir*, no. 89, p. 35-64.

MOHAMAD M. & SONGTHAVEEPHOL V. (2020), « Clash of Titans: The Challenges of Socio-Technical Transitions in the Electrical Vehicle Technologies – the Case Study of Thai Automotive Industry », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 153, April, 11 p.

MORRIS D., GARCIA-PEREZ A. & MADZUDZO G. (2020) « Cybersecurity threats in the auto industry: Tensions in the knowledge environment », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 157, August, 8 p.

NELSON R. R. & WINTER S. G. (1982), « *An Evolutionary Theory Of Economic Change* », The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.

NORTH D.C. (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance* », Cambridge, Cambridge University Press.

SKEETE J. P. (2018), « Level 5 autonomy: The new face of disruption in road transport », *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 134, September, p. 22-34.

SILBERZAHN P. (2015), « *Relever le défi de l'innovation de rupture* », Paris, Pearson.

SOVACOOOL B. K. & HESS D.J. (2017), « Ordering Theories: Typologies and conceptual frameworks for sociotechnical change », *Social Studies of Science*, vol. 47, no. 5, p. 703-750.

TUSHMAN M. L. & ANDERSON P. (1986), « Technological Discontinuities and Organizational Environments », *Administrative Science Quarterly*, vol.31, no. 3, p.439-65.

WELLS P. & NIEUWENHUIS P. (2012), « Transition Failure: Understanding Continuity in the Automotive Industry », *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 79, September, p. 1681-1692.

WESSELING J. H., BIDMON C. & BOHNSACK R. (2020), « Business model design spaces in socio-technical transitions: The case of electric driving in the Netherlands », *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 154, May, 11 p.