

# Captifs dans les dépendances du sentier (battu)

## Nécessité d'une coordination associative et intersectorielle de la transformation

André Bleicher

### Résumé

La transformation de l'industrie automobile tourne à plein régime. Il s'agit en premier lieu d'une transformation techno-économique et (jusqu'à présent) moins de celle sociale-écologique voire même démocratique. Or, cette transformation marquera encore pendant des années les processus de remise à la page, modifiés tout au long des chaînes automobiles de création de valeur. En tout, les voies de transformation se perdent entre continuité et rupture dans une des industries au cœur du centre économique de l'Allemagne. Les forces d'opiniâtreté y opèrent fortement, particulièrement pour la raison que les dépendances du sentier (battu) emprunté par les branches ne sont guère suffisamment analysées et que cette dimension dans les évolutions possibles des voies n'ont pas été prises en compte. Dans cette contribution l'évolution des voies va être traitée à l'instar d'une forme de mobilité socio-écologique et communautaire.

### 1. Prologue : QWERTY — la découverte du « Lock-in »

En 1975 mourut à Seattle — aigri — Auguste Dvorak. Il avait développé dans les années 30, le clavier-DSK, ce qu'on appelait alors le *Dvorak Simplified Keyboards*. Il a vu que son clavier, dont le brevet avait été déposé en 1932, n'a jamais percé, bien qu'il ait été testé avec succès par la marine américaine. Au lieu d'entrer dans l'histoire comme un bienfaiteur de l'humanité, Dvorak s'est retiré à l'intérieur de l'université et a enseigné les statistiques et les méthodes mathématiques.

Pourquoi sur la série supérieure du clavier sur lequel j'écris, il y a la succession suivante des lettres : QWERTYUIOP (en allemand, le « Y » est remplacé par un « Z ») ? [En français, c'est la succession AZERTYUIOP, le « A » remplaçant le « Q ».] Paul David (1986) développe, à partir de cette interrogation, une étude de cas aussi divertissante qu'éclairante. Il explore tout d'abord la raison pour laquelle le clavier-QWERTY, à l'encontre d'autres possibilités — par exemple celle d'Auguste Dvorak — a percé, quoique le dispositif de saisie ou de frappe ne constitue pas la technologie la plus efficace en termes d'ergonomie.

La disposition des lettres du clavier-QWERTY est basée sur une ancienne disposition des machines à écrire construites au 19<sup>ème</sup> siècle. L'objectif de l'agencement des touches était d'assurer alors un fonctionnement sans friction, afin que les leviers de type mécanique ne s'accrochassent pas les uns aux autres. Un tri optimisé des touches pour une vitesse d'écriture plus élevée, aurait entraîné un blocage fréquent des différents leviers de typographie et aurait ralenti le travail d'écriture.

David (1986, p.39) explique : « Pour comprendre ce qui se produisit dans ces moments chargés de la destinée,

l'économiste doit penser que les machines à écrire, commençaient à occuper leur place comme un élément au sein d'un plus grand système de production, passablement complexe, avec des interdépendances techniques. Ce système englobait les forces de transcription comme aussi les machines à transcrire, et c'est pourquoi il y avait encore d'autres porteurs décisionnels importants en dehors des fabricants et acheteurs de machines à écrire qui offraient un travail qualifié, en tant que prestation de service, et les multiples institutions privées et publiques qui se chargeaient de former les gens aux compétences appropriées. Plus important encore pour le résultat, il y avait le fait que [...] ce vaste système de production n'était planifié par personne. »

Avec la généralisation de l'écriture à l'aveuglette, débuta la « marche » triomphale du clavier-QWERTY. Selon la légende, c'est Frank E. McGurrian qui remporta, en 1899, un concours de vitesse de frappe à la machine en ayant appris par cœur le clavier QWERTY et en frappant « à l'aveugle ». C'est ainsi que le clavier QWERTY a acquis la réputation d'être un clavier particulièrement efficace qui permettait d'écrire rapidement.

En raison de leur part de marché élevée, les machines à écrire de ce type sont devenues de plus en plus attractives : un nombre toujours croissant d'utilisateurs ont adapté leurs activités d'écriture à la disposition de ce clavier. L'approche du type de frappe a également entraîné des économies d'échelle positives pour les entreprises, qui ont pu trouver plus facilement des employés ayant appris à écrire sur la disposition QWERTY du clavier. Peu à peu, la machine à écrire au clavier-QWERTY s'imposa comme un standard. Le phénomène mena à un *design* de frappe et amorça la dépendance-au-sentier de cette technologie. L'évolution déboucha finalement sur un verrouillage [ou *lock-in*, en anglais dans le texte, *ndt*] de

cette technologie qui dure jusqu'à aujourd'hui.

La réciprocité technique, l'économie d'échelle et la quasi-irréversibilité des investissements, sont des facteurs décisifs pour le verrouillage du QWERTY. L'interdépendance technique et l'économie d'échelle résident dans le fait que le matériel disque-dur du clavier (*Hardware*) et le logiciel (*Software*) — sous la forme de la mémoire et des compétences des dactylos — doivent être compatibles. En supposant qu'il existe initialement un certain nombre de configurations de clavier concurrentes et que le clavier QWERTY n'est que légèrement prédominant, les qualifications des dactylos formés aux claviers QWERTY seraient alors améliorés. Cela augmenterait la probabilité que les dactylographes ultérieurs choisissent un arrangement compatible QWERTY et soient formés en conséquence. Cela signifie que les machines à écrire dotées d'un clavier QWERTY semblent plus utiles et donc plus précieuses que celles des producteurs alternatifs. En bref, les coûts des systèmes à écrire baissent pour tous les utilisateurs avec une diffusion plus vaste. Une approche générale des claviers avec une disposition différente, par exemple la disposition Dvorak, considérée comme plus efficace, n'est plus possible en raison de l'effet d'auto-renforcement dominant.

L'effet d'échelle, ainsi que la quasi-standardisation ont été déclenchés uniquement par la domination originelle d'un clavier. Ceux-ci ont été complétés par les calculs conventionnels des écoles de commerce privées, dont les tâches étaient facilitées par cette standardisation. À cela s'ajoutaient les contraintes auxquelles se retrouvaient les acteurs qui s'appuyaient sur des machines QWERTY : des « coûts irrécupérables [*sunk cost* » en anglais dans le texte, *ndt*] dus à des investissements spécifiques, à un savoir-faire, aux solutions organisationnelles et administratives qui ne pouvaient plus être utilisées comme alternatives. Les coûts extraordinairement élevés de la formation de toute une génération d'utilisateurs entièrement entraînés au clavier-QWERTY, ainsi que de nouveaux investissements en compétences et équipements rendent le processus pour ainsi dire irréversible.

Brian Arthur (1989) a utilisé l'exemple du clavier QWERTY pour étudier l'émergence du « verrouillage [*Lock-in*, en anglais dans le texte, *ndt*] » des structures et composants technologiques. Pendant la naissance d'une voie technologique des « événements historiques fortuits » agissent » (Arthur 1989, p.116), au sens d'effets d'accouplements réactifs, lesquels mènent par leur accumulation et interaction à un effet stabilisateur. Ici, les « effets de rendement croissants » (Arthur 1989, p. 128) sont soulignés comme cruciaux, mais aussi les structures de coûts fixes décroissantes ainsi que les effets d'attente, de coordination et d'apprentissage. Dans le même temps, Arthur critique les vues

## Dépendance-au-sentier-(battu)

**Fondateurs :** Paul David, Brian W. Arthur

**Quand :** 1985

**Contexte :** La dépendance-au-sentier fut développée dans l'économie des années 1980 et elle a gagné en importance au cours des années depuis dans la science politique ou la gestion d'entreprise

**Déclaration centrale :** Les dépendances-au-sentier peuvent conduire des systèmes, technologies ou entreprises au verrouillage, (*Lock-in*) bloquant tout changement.

**Logique transformationnelle :** Il faut une boîte à outils pour briser la dépendance-au-sentier, Il est important de noter que le système dépendant du sentier a souvent besoin d'une impulsion/contrainte extrême pour risquer une rupture du sentier.

traditionnelles de l'économie néoclassique.<sup>1</sup>

Stan J. Liebowitz et Stephen E. Margolis (1990), se sentaient provoqués par le récit du clavier-QWERTY et ils proposèrent alors une critique aussi piquante que supra-engagée. Ils reconnaissent le danger que représente pour le néoclassicisme la théorie de « *l'increasing returns* » et du « *Lock-in* ». Ainsi, toute leur critique suit la logique de Palmström, selon laquelle rien ne peut exister que le néoclassicisme ne permette. En se référant à la théorie des coûts de transaction, ils traitent la norme QWERTY comme des externalités positives (Ainsi, la décision d'une entreprise d'utiliser des claviers QWERTY a des effets financiers positifs sur d'autres, appelés effets extrinsèques. Les dactylos formés aux claviers QWERTY et d'autres acteurs en bénéficient). Selon Liebowitz et Margolis, avec autant d'externalités, il est presque exclu qu'elles ne soient pas « internalisées » par un acteur. Celui-ci s'approprierait une partie de l'avantage supérieur, produirait le meilleur clavier, le protégerait par des brevets, encouragerait ses ventes par des réductions de prix et établirait ainsi un standard. Les possibilités de gain sont si attrayantes. Cette possibilité est toutefois contestée par Paul David et Brian Arthur avec l'argument du *lock-in*.

Liebowitz et Margolis tentent de stabiliser leur

1 L'économie néoclassique défend la naissance d'un point d'équilibre entre l'offre et la demande. Or ce dernier est considéré comme un état idéal, dans lequel l'efficacité la plus haute, ou bien aussi l'allocation optimale des ressources existe. Arthur estime par contre que des technologies et des produits inefficients peuvent s'imposer dans un marché. Avec cela il critique en même temps l'indigence des clarifications dans laquelle les économistes se fourrent avec le principe de la maximisation du profit.

argumentation à l'aide d'un darwinisme cru. Ils doutent qu'un clavier moins efficace ait pu s'imposer, étant donné qu'il y avait encore de la concurrence.<sup>2</sup>

L'argument de David ne vise cependant pas l'infériorité du début mais celle, plus tardive, du clavier-QWERTY. Sa lenteur aurait en effet été expressément recherchée au départ afin d'écarter le risque de coïncement.<sup>3</sup> Lorsque ce risque a disparu — au plus tard avec l'introduction de la technologie à tête sphérique — et qu'il aurait été possible de passer à d'autres claviers, le QWERTY était déjà verrouillé. Liebowitz et Margolis n'accordent aucune attention au fait que la compréhension d'un clavier efficace peut évoluer au fil du temps.<sup>4</sup>

Beaucoup de travaux dans le recherche d'innovation utilisent le concept de la dépendance-de-sentier pour expliquer le fait que des changements sont souvent difficiles à atteindre. Cela vaut particulièrement en relation à la transformation pour une *green economy* [« économie verte », en anglais dans le texte, *ndt*]. La grande majorité des contributions explique la dépendance-du-sentier comme un phénomène technico-économique prépondérant. Mais les dépendances de voie vont bien plus loin que le verrouillage technique [*Lock-in*, *ndt*] et se retrouvent dans le droit, l'économie, les organisations, et tout nettement autour de l'utilisation des produits. Elles se retrouvent sur l'ensemble du plan sociétal, dans un sous-système sociétal, au niveau d'un secteur ou d'une branche ou ne serait-ce qu'au niveau d'une entreprise (voir l'interview avec Andreas Kaufmann, p.34 de cette revue : *Le cas Leica : une rupture de sentier réussi* [Traduit en français: SIAK3423.pdf, *ndt*]). Dans ce qui va suivre, il s'agira de dépendances-de-sentier qui verrouillent un secteur économique ou bien une branche. Et on explorera comment, sous les conditions des dépendances-du-sentier, on peut réussir les transformations toutefois. Pour cela, il faut tout d'abord élucider conceptuellement et concrètement ces dépendances. En adjonction, on analyse la dépendance-de-sentier de l'industrie automobile et finalement on développera la coordination associative comme une pierre de construction de la transformation.

2 « If standards are chose largely through the inflence of those who are able to internalise the value of standards, we woulf expect in Darwinian fashion, the prevailing standard to be the fittest economic kompetitor » [« Si les normes sont choisies en grande partie sous l'influence de ceux qui sont capables d'intérioriser leur valeur, nous nous attendrions, à la manière darwinienne, à ce que la norme dominante soit la concurrence économique la plus adaptée. *ndt* »]

3 Les leviers de frappe frappaient le rouleau par le bas et n'étaient pas rappelés par des ressorts, mais retombaient sous l'effet de la gravité.

4 Un autre argument mérite d'être évoqué : Liebowitz et Margolis avancent un argument pratique suffisant contre la pensée éclairée des professeurs d'université : « What credence can possibly be given to a keyboard (il s'agit de QWERTY, A.B.) that has nothing to accredit it but the trials of a group of mechanics and is adoption by million of typists ? [Quelle crédibilité peut-on accorder à un clavier qui n'a rien d'autre à son actif que les essais d'un groupe de mécaniciens et qui est adopté par des millions de dactylographes ?] - Voilà la substance de l'argument néoclassique : Des millions de mouches ne peuvent pas se tromper et tout devait arriver comme cela, parce que c'est raisonnable comme cela.

## 2. Cas de dépendance-du-sentier — conditions pour une dépendance-du-sentier

Le clavier-QWERTY n'est-il qu'un cas unique amusant ? Probablement pas. Le nombre des études historiques économiques, qui se réfèrent expressément au phénomène de dépendance-du-sentier, est en nette augmentation ces dernières années (pour un aperçu, voir Puffert (2019), quand bien même les résultats sont parfois contestés.

Un cas historique bien exploré de dépendance-du-sentier, c'est l'énergie atomique. Robin Cowan (1990), argue que la technologie à l'eau légère originellement développée en dominance pour la motricité des sous-marins de la marine de guerre-US, car pendant la Guerre froide, il était avantageux de pouvoir utiliser l'énergie atomique pour engendrer de l'électricité dans le domaine civil. Les avantages politiques ont dépassé les inconvénients liés au développement d'une technologie qui est loin d'être la moins chère. La grande expérience des ingénieurs avec la technologie de l'eau légère a finalement conduit à préférer ce système à des types de réacteurs moins développés — une évolution similaire aurait toutefois permis de rendre ceux-ci techniquement supérieurs.

Paul David (1990) présente la concurrence dépendant des sentiers battus entre les systèmes de courant continu et de courant alternatif au début de l'électrification. De 1880 à 1892, un combat fit rage aux USA sur la sorte de courant électrique à distribuer. J. P. Morgan avait la vision d'une industrie qui produise et délivre, non pas de l'électricité, mais des générateurs — chaque foyer, chaque entreprise, deviendrait un/e producteur/trice d'électricité indépendant/e. Thomas Alva Edison poursuivait par contre l'idée de produire du courant électrique en un lieu central et de transporter celui-ci au moyen d'un réseau de distribution dans les villes. Il est parvenu très tôt à développer un réseau personnel considérable pour combattre l'idée de Morgan. L'acteur central de cette coalition fut le secrétaire personnel d'Edison, Samuel Insull, qui a fait de la petite entreprise, *Chicago Edison*, l'embryon d'un nouveau secteur industriel. Son expertise dans les situations de faits, dans la technique comme dans l'économie, ses liens politiques, lui permirent de rassembler du capital, du savoir-faire technique, de la volonté politique et des manières d'innover que d'autres entreprises d'approvisionnement ne pouvaient pas avoir.

Bref : Le triomphateur dans le combat pour l'approvisionnement électrique fut tout d'abord Edison, mais il fut rapidement évincé du secteur de l'électricité par Morgan. En ce qui concerne l'idée de Morgan, d'un approvisionnement décentralisé en électricité, mais c'était toutefois trop tard. Le courant fut généré tout au long des siècles

suivants dans des centrales électriques et transporté et distribué dans des réseaux. Pour Morgan, ce processus était irréversible, notamment en raison des coûts irrécupérables élevés ou « *sunk cost* (coûts fixes) ». Mark Granovetter (1992)<sup>5</sup>, qui suivit ces processus aux USA, résume : « *Qu'on fasse bien attention, Edison n'a pas gagné cette bataille parce que sa solution avait été technologiquement juste, mais bien plutôt parce qu'il parvint à former une coalition victorieuse constituée d'acteurs-clefs.* »

La déclaration centrale de la théorie de « dépendance-du-sentier (Ackermann 2001, pp.58 et suiv.) a la teneur suivante : au moyen d'*effets d'échelle statiques et dynamiques, d'externalités directes de réseaux* et de *complémentarités* dans les marchés considérés, des résultats sous-optimaux peuvent apparaître.

Brain Arthur (1997) souligne l'importance de l'augmentation dynamique des économies d'échelle, c'est-à-dire des avantages du produit et de la technologie, qui s'accumulent à long terme, en raison d'une production ou d'une utilisation cumulative. De telles économies d'échelle peuvent se produire du côté de l'offre — par exemple, sous forme d'effets d'apprentissage — ou du côté de la demande, en raison d'externalités de réseau positives. La valeur d'un produit ou d'une technologie augmente avec le nombre d'utilisateurs.

Qu'en est-il des économies d'échelle ? L'exemple le plus marquant de ces « rendements croissants » (*increasing returns*) est celui des rendements croissants dus à la loi de la production de masse. Outre les effets d'apprentissage, ils reposent essentiellement sur le fait que des coûts fixes élevés, répartis sur un grand nombre de pièces, conduisent à des coûts de pièces avantageux. Cette leçon pour les étudiants de premier cycle en gestion d'entreprise s'appelle *economies of scale* et illustre l'augmentation de l'efficacité de la production. L'économiste Eugen Schmalenbach (1928, p.245) a poussé la leçon jusqu'au bout ; son argument fait aujourd'hui fureur sous les titres « *increasing returns* », « *rétroaction positive (positive rückkopplung)* » et « *lock-in* » *Furore* :

« *L'économie moderne, avec ses coûts fixes élevés, est privée du remède qui permet de concilier production et consommation et de rétablir ainsi l'équilibre économique. (...) Il se produit un fait étrange : les machines elles-mêmes sont de plus en plus équipées de commandes automatiques et peuvent ainsi se passer de l'aide de l'homme ; mais la machine économique dans son ensemble, la grande économie nationale, a perdu sa commande autonome.* »

Le remède dont nous parlons ici est l'effet de rétroaction négatif, qui repose sur des rendements décroissants. La surcapacité et la baisse de la demande avec des coûts fixes élevés, ne produisent pas l'effet bien connu et sou-

haité — la réduction de la production — mais l'effet paradoxal de son expansion, pour deux raisons :

Tout d'abord, des coûts fixes élevés — ce sont des « coûts irrécupérables », c'est-à-dire des ressources déjà dépensées qui pèsent désormais constamment sur l'entrepreneur ! — Les coûts fixes ont tendance à empêcher la réduction de la production, ce qui entraînerait une augmentation des coûts unitaires, tandis que les prix baisseraient. Deuxièmement, les économies d'échelle incitent les entrepreneurs à étendre leur production, selon la devise : « Nous pouvons nous tailler une plus grande part du gâteau grâce aux avantages de la production de masse, même si le marché a tendance à se rétrécir. Schmalenbach (1934, p.93) a prédit le résultat d'une telle concurrence ruineuse :

« *La concurrence se déroule généralement de telle manière que l'entreprise dégressive fixe des prix différenciés [particulièrement bas] et tente ainsi de pénétrer la clientèle du concurrent, mais les concurrents font de même et finalement tout le niveau de prix est détruit. Toutes les entreprises subissent alors des pertes.* »

Au lieu de réduire la production, l'économie — ou plus précisément, les entrepreneurs économiques agissant de manière rationnelle — réagissent en jetant de l'huile sur le feu de la crise. Ils augmentent leur production dans l'espoir d'augmenter leurs revenus, sachant que tout le monde fera probablement de même. Ils sont, pour reprendre le titre d'un livre d'Oskar Maria Graf, « tous prisonniers ! ».<sup>6</sup>

Pour résumer simplement : Des coûts fixes élevés bloquent un système de production — ici, une branche entière — de telle sorte que la sortie de crise est verrouillée. Ils sont un exemple unique de « retours incrémentaux (*increasing returns*) », pour lesquels on peut généralement dire (Arthur 1990 : p.22) : « *Une fois qu'un système [...] s'est engagé dans une certaine voie, il ne peut souvent plus la quitter, même si d'autres voies de développement s'avéraient rétrospectivement plus avantageuses.* »

Marshall, Kaldor, Myrdal, Shumpeter, Hicks, néoclassiques et critiques néoclassiques — [un panthéon de porteurs de prix Nobel et « d'Immortels »](#) — ont vu le phénomène des recettes croissantes et ses conséquences contradictoires. Mais ils ont toujours évité de se les poser vis-à-vis d'eux-mêmes. Les raisons se trouvent, selon Hicks (1946, p.84) [Effectivement c'est un gros « Hicks » ! *ndt*] et ceci dans un langage clairement conscient : « *parce que cela entraînerait l'effondrement menaçant d'une grande partie de toute la théorie économique avec elle.* » Chez Shumpeter (1954), les raisons sont similaires. Pour lui, « *l'existence d'un équilibre clairement déterminé — caduc en cas « d'increasing returns » — [...] naturellement :*

5 Granovetter s'appuie sur une investigation de Patrick McGuire (1986), qui porte l'intitulé à double-sens : *The control of power [le contrôle du pouvoir]*. Pour l'Allemagne une évolution analogue se laisse constater (voir Bleicher, 2007).

6 Sönke Hundt (1983) a démontré la caractéristique d'accord général de cette idée à l'exemple de l'industrie de l'acier.

## « La plus grande difficulté du monde ne consiste pas à inciter les gens à accepter de nouvelles idées, mais à oublier au contraire les anciennes »

John Maynard Keynes

*c'est de la plus haute importance, même si sa démonstration doit se faire au prix d'hypothèses très limitées ; sans la possibilité de démontrer l'existence d'un équilibre clairement déterminé [...] l'ensemble des phénomènes est en réalité un chaos qui échappe au contrôle analytique ».*

Dans les deux fois, l'argumentation suit au fond celle de la logique d'un ivrogne qui, rentrant chez lui, s'aperçoit qu'il a perdu la clef de la porte d'entrée de sa maison si tuer sur le côté gauche de la rue, mais qui s'en va la chercher maintenant sur le trottoir du côté droit de la rue parce qu'il y a de la lumière. Il est assez étrange que personne ne fasse au moins allusion à l'aspect idéologique qui est pourtant public : le fait que les fondements de la théorie économique ébranlent également les bases de légitimation de l'économie de marché. En effet, celle-ci repose en grande partie sur l'efficacité qui lui est attribuée et sur ce système immunitaire qui lui est inhérent et qui échoue si honteusement dans le cas des « *increasing returns* ».

Peut-on maintenant indiquer où l'on peut s'attendre à des économies d'échelle décroissantes et à des économies d'échelle croissantes dans une économie ? Arthur (1990, p.123) ose une affirmation générale : « *Les secteurs dépendant des matières premières d'une économie complète — c'est-à-dire l'agriculture, la production de biens en masse et l'exploitation minière — sont pour la plupart soumis à la loi des marges décroissantes ; ils constituent le domaine de la théorie économique traditionnelle* ». C'est certes noble — vis-à-vis de l'économie néoclassique — toutefois pourtant copieusement penser de manière idyllique, lorsqu'on pense aux effets d'échelle dans l'exploitation à ciel ouvert, dans l'industrie de l'acier ou bien l'économie énergétique traditionnelle. Même l'agriculture industrielle n'est pas compétitive sans économies d'échelle. « *En revanche, les parties d'une économie qui dépendent du niveau des connaissances techniques obtiennent des rendements croissants. Les ordinateurs, les médicaments, les avions, les automobiles, les logiciels, les télécommunications et l'optoélectronique, sont le fruit de processus complexes de recherche, de développement et de fabrication. Ils ont nécessité de gros investissements en matière d'expérimentation, de planification, de conception et d'équipement de production* (c'est-à-dire des coûts fixes importants, A.B.), *mais une fois sur le marché, il est relativement peu coûteux d'augmenter la capacité de production* ».

Il y a autre chose que l'économie néoclassique ne peut comprendre que comme des effets externes. Les préférences et l'utilité des acheteurs ne sont pas indépendantes les unes des autres. Car de grandes quantités de

produits de haute qualité technique réduisent non seulement les coûts pour le fabricant, mais augmentent également la valeur d'usage pour l'acheteur. L'exemple évident est celui des téléphones, des ordinateurs en réseau, des machines à écrire à clavier unique et, dans une certaine mesure, des automobiles. Dont la valeur d'usage augmente lorsque ces objets sont si nombreux que tout le pays est couvert d'un réseau de voies de transport, de stations-service et de bornes de recharge. Tous ces exemples renvoient à la mise en réseau ou à l'intégration systémique du côté des consommateurs, qui ne développent leurs avantages qu'au-delà d'un certain niveau — un seuil critique. Le fait que de telles imbrications impliquent *de facto* une standardisation des produits et des processus de production peut également être lu dans l'autre sens : La standardisation au sens de normalisation implique un verrouillage et donc des dépendances de sentier. Ainsi, celui qui établit une norme (voir l'industrie électrique et Edison) définit le type de verrouillage.

### 3. Répercussions des dépendances de sentier — L'exemple de l'industrie automobile.

Les secteurs de la circulation de la République Fédérale d'Allemagne et d'autres pays sont actuellement confrontés à divers défis qui ont leur origine dans un grand nombre de développements en partie dépendants les uns des autres. Le changement climatique et les émissions élevées de polluants atmosphériques en milieu urbain nécessitent des véhicules à faibles émissions ; Le « *scandale du diesel* » a ébranlé la confiance dans l'industrie automobile, les progrès technologiques dans les domaines de la numérisation et de l'e-mobilité remettent en question la domination des voitures particulières et des moteurs à combustion.

En outre, les mesures visant à promouvoir les déplacements respectueux de l'environnement et à renforcer les valeurs limites en Allemagne et notamment dans les pays où les véhicules allemands sont importés accélèrent ce changement.

Après de nombreuses hésitations, la politique et l'industrie s'efforcent d'abandonner le rôle de ceux qui sont motivés et de devenir plutôt les concepteurs de la transformation. L'expansion de la mobilité électrique joue un rôle crucial. La mobilité électrique est considérée par le gouvernement fédéral, ainsi que par les constructeurs automobiles, comme un instrument central pour réduire les émissions tout en maintenant la compétitivité de l'industrie automobile et du site industriel ainsi que la valeur ajoutée qui y est associée (Altenburg 2014, p.23) ; L'industrie de l'auto passe pour représenter 5 % environ de l'ensemble du PIB (440 milliards d'Euros) et 1,6 millions d'emplois (Hagedorn et coll. 2019 et quelque peu divergent, Puls & Fritsch 2020), la deuxième plus grosse branche d'Allemagne après la construction de machines

et d'équipements. En incluant les domaines de créations de valeurs placés en avant et après celui de l'auto, le ministère fédéral de l'économie (BMW i 2019) en ce qui concerne part de 2, 2 millions d'emplois qui naissent autour de l'automobile. Avec 38 % de toutes les applications et utilisations industrielles pour la recherche et le développement (*F&E : Forschung & Entwicklung*) et 29% des emplois directs dans l'ensemble de l'économie (VDA 2020), l'industrie automobile appartient au moteur d'innovations de l'Allemagne [On comprend ainsi aisément pourquoi il n'y a « qu'une mince feuille » de papier à cigarettes entre la Chancellerie allemande et *Volkswagen*, depuis très longtemps, *ndt*] Avec cela elle possède — considérée au plan de la politique industrielle — une haute relevance systémique depuis de nombreuses années, et elle justifie les vastes programmes d'encouragements et de facilitations de l'État allemand, au-delà de tous les ministères fédéraux et au-dessus de nombreux *Länder*. En même temps elle se trouve dans une extrêmement forte dépendance de l'exportation qui constitue 2/3 de l'ensemble de ses mouvements d'affaires. L'industrie automobile passe pour un modèle d'exhibition de la maîtresse d'exportation mondiale qu'est l'Allemagne qui a garanti depuis des décennies un taux d'emplois élevé dans le pays.

La structure de branche pyramidale est caractérisée comme très hiérarchisée. Au pyramidon se trouvent les anciens constructeurs allemands : *Audi, BMW, Daimler, Porsche* et *VW* ainsi que l'américain-US *Ford-Consortium* et *Opel* comme filiale du groupe *Stellantis* (*PSA, Fiat-Chrysler* depuis 2021). La pyramide des fournisseurs est dirigée par de grands spécialistes de la technologie qui font partie des plus grands fournisseurs mondiaux, comme *Bosch, Conti* et *ZF-Friedrichshafen*, ainsi que d'autres grands fournisseurs de premier rang comme *Mahle*-Groupe. S'ensuivent les fournisseurs des deuxième, troisième et quatrième degrés jusqu'au simple *JiT/JiS-Montagen* (*Just in Time/Just in Sequence*) et producteurs ainsi nommés *Commodity-Teile* et *Massenkomponenten* ou composants de masse, attribués dans le monde entier exclusivement sur la base du critère du meilleur marché.

L'évolution de l'industrie automobile pendant ces dernières décennies signale des caractéristiques nettes de dépendances-du-sentier :

● **Effets d'échelle dynamiques et statiques :** avec quelques 60 millions de voitures particulières et 20 millions de camions et utilitaires fabriqués (OICA 2011) d'importantes capacités de production ont été développées dans le monde entier, avec un taux d'utilisation de 60 à 80 %. (Pricewaterhouse Coopers Automotive Institute 2009). Dudenhöffer (2012) affirme que les investissements dans le développement de véhicules, le marketing, les réseaux de distribution et l'amortissement des installations de production, génèrent des économies d'échelle importantes dans l'industrie automobile. Mais l'industrie a également besoin de ces effets pour mainte-

nir son modèle d'entreprise à long terme. En raison de l'orientation élevée vers la plate-forme et de la standardisation (Clarke 2005, pp.25 et suiv.), des effets d'échelle dynamiques (notamment des effets d'apprentissage) ont pu être démontrés, car de nombreux produits similaires sont fabriqués sur la base de modules de même nature. Cela génère des effets d'apprentissage et d'expérience au niveau de la production.

● **Externalités directes de réseau :** dans le secteur automobile, les externalités directes de réseau peuvent être considérées comme l'infrastructure existante pour l'approvisionnement en carburant. Rien qu'en Allemagne, il existe actuellement environ 15 000 stations-service (Mineralölwirtschaftsverband 2022), qui proposent principalement du diesel et de l'essence. En outre, les normes de production partagées constituent un autre effet de réseau : ainsi, la formation aux métiers de l'automobile a été standardisée ou des outils standardisés ont été développés. La formation a pu être focalisée sur un type de technologie de propulsion Il en va de même pour les programmes des études de génie mécanique, qui fournissaient à l'industrie automobile un savoir-faire scientifique en matière d'ingénierie.

● Dans le cadre des complémentarités liées à l'utilisateur, il existe un savoir-faire particulièrement élevé en termes de caractéristiques de conduite ou de connaissances en matière de réparation. Dans le domaine des complémentarités concrètes de produits et de services, il existe une forte densité d'ateliers et d'accessoires spéciaux. Ces produits et services complémentaires existants seraient — du moins en partie — dévalorisés si une nouvelle technologie devenait dominante.

Dans le domaine de la propulsion conventionnelle, on constate une situation très stable avec une voie technologique claire (moteur à combustion et mobilité individuelle). Du côté des technologies de propulsion alternatives et d'autres formes de mobilité, on se trouve encore dans un état de fermentation typique, une « *era of ferment* [*ère de fermentation*, en anglais dans le texte, *ndt*] » (Rosenkopf et Tushman 1992, p.316), qui présente certes de grandes incertitudes, mais qui offre aussi une multitude d'options.

Cela n'a pas toujours été le cas. Afin de comprendre l'importance du moteur à combustion interne et celle de la mobilité individuelle pour les premiers pays industrialisés, il est essentiel de se pencher sur l'histoire de l'automobile. La littérature scientifique s'accorde largement sur le fait que depuis que l'automobile est devenue le moyen de transport dominant, d'importantes dépendances-au-sentier se sont développées à la fois dans la mobilité automobile en général et dans le moteur à combustion interne (voir, par exemple, Canzler & Knie 2018 ; Altenburg 2014 ; Åhman & Nilsson 2008 ; Cowan et Hultén 1994).

Dans les débuts de la fabrication d'automobiles, il y

avait une concurrence entre diverses technologies de propulsion. Outre des véhicules avec des moteurs thermiques et électriques, il y avait une concurrence des moteurs à vapeur autour de la direction du marché. L'automobile électrique était dominante au début, étant donné que la branche disposait d'un bon réseau et que le système d'entraînement était supérieur à celui des concurrents (Cowan & Hultén 1994, pp.65 et suiv.). Par ailleurs la technique des batteries connut alors une évolution rapide et fut en mesure, de 1890 à 1911, de plus que doubler ses capacités de stockage (Cowan & Hultén 1994, p.62 et suiv.). En tant que vainqueur dans cette concurrence, c'est le moteur à explosion qui en est ressorti. Les constructeurs de moteurs à combustion interne visaient déjà une production en série de véhicules standards et donc moins chers, tandis que les constructeurs de voitures électriques se concentraient sur le segment premium, plus onéreux. Par ailleurs des manques techniques comme les déficiences techniques telles que celles concernant le processus complexe de démarrage ont été corrigées de manière plus cohérente qu'avec les technologies concurrentes (Cowan & Hultén 1994, pp.66 et suiv.). En conséquence, les acteurs-clés de la recherche et de la production se concentrèrent de plus en plus sur le moteur à combustion, de sorte qu'il s'est imposé comme la technologie meneuse *leader* [en anglais dans le texte, ndt] qui pouvait s'imposer (Arthur, 1989, pp.126 et suiv.)

Après que le moteur à combustion interne s'était imposé comme *leader* du marché, sa domination a continué de croître grâce aux processus de rétroaction positive (*increasing returns* ou rendements croissants). Par exemple, la production de batteries était basée sur les exigences des véhicules équipés de moteurs à combustion interne, qui nécessitaient des capacités de stockage nettement inférieures (Cowan & Hultén 1994, p.62.) Un réseau de créateurs issus de l'industrie automobile et des sous-traitants ainsi que des technologies analogiques ont émergé et se sont renforcés mutuellement. Cependant, cela a également rendu difficile le développement d'alternatives à cette voie, tant en termes d'autres systèmes d'entraînement que d'autres moyens de transport. Même si les technologies et les concepts qui ne l'étaient pas, ont été exclus, qui ne répondaient pas aux exigences technologiques du réseau, cela a entraîné des effets positifs pour les technologies au sein du réseau. En outre, à mesure que l'automobile se généralisait, les coûts de production diminuaient (Cowan & Hultén 1994, pp.63 et suiv.). Outre les effets de réseau, les attentes des acteurs concernés du développement étaient également importantes, car l'hypothèse de la formation d'un « verrouillage (« *Lock-in* ») de cette technologie accélérât justement ce développement (Arthur 1989, p.123). En conséquence, le déclin des activités de recherche dans le domaine de la technologie de stockage et la stagnation de l'autonomie qui en résulte, placent les véhicules électriques équipés d'un moteur à combustion interne dans

une situation de désavantage concurrentiel décisif par rapport aux autres systèmes de propulsion (Altenburg 2014, p.6). Cependant, l'affirmation du moteur à combustion interne face à la concurrence d'autres systèmes de propulsion de véhicules n'était pas sans conteste ni sans alternatives, mais dépendait plutôt de décisions commerciales spécifiques et d'améliorations techniques dans une phase de concurrence entre différentes technologies.

Après que le moteur à explosions internes, quelque peu vers les années 1920, s'était imposé en tant que technologie de propulsion, sa dominance ne cessa de croître constamment. L'auto se développa à l'instar d'un symbole de statut social et rencontra une attention croissante dans la planification et la conception des villes (Canzler & Knie 2018, p.22). Cet agenda fut influencé conformément aux recommandations de la « *charte d'Athènes* » (1933). Elle propagea l'objectif d'une ville qui s'accommode de l'automobile et elle marqua durant des dizaines d'années la planification de la cité. Au travers de la scission entre logement, travail et consommation, elle contraignit aux cheminements plus éloignés et avec cela, au besoin impératif d'une auto (Fischedick et Grunwald 2017, p.25). Dans le sillage de la résolution pour l'automobile en tant qu'élément central du secteur de la circulation, naquirent des investissements et coûts fixes élevés par l'édification de l'infrastructure correspondante comme les rues et surfaces de parcage (Fischedick et Grunwald 2017, p.11). Ceux-ci relevèrent le seuil à franchir pour permettre un changement technologique, étant donné que pour l'abandon d'un sentier déjà parcouru, il va de soi que les investissements déjà engagés avaient déjà été perdus. (Wetzel 2002, p.8)<sup>7</sup>

Outre l'orientation infra-structurelle, planificatrice et institutionnelle de la ville donnée par l'auto, le réseau autour de cette technologie de la propulsion continua de se développer en existant parallèlement à cette industrie (par exemple, toute la pétrochimie qui lui est connexe), les professions spécialisées et les institutions de recherches qui sont dirigées vers le développement technique ultérieur assurant la préparation des composants nécessaires (Cowan & Hultén 1994, pp.68 et suiv. ; Altenburg 2014, p.6). De ce fait, ainsi que par l'optimisation technique constante de la voiture particulière, la dépendance-du-sentier fut de plus en plus stabilisée tandis qu'elle bloquait toute velléité de développement d'une autre alternative de locomotion (Altenburg 2014, p.20).

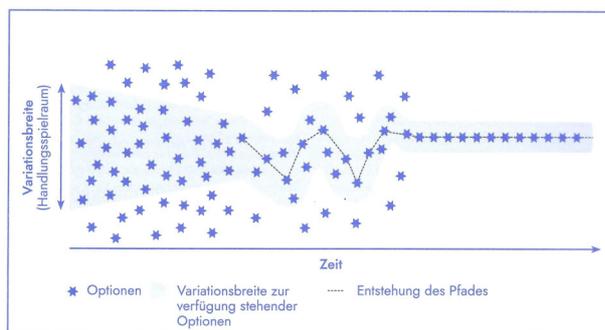
La société se modifia essentiellement en réaction à l'automobile. Cela se refléta dans l'évolution des industries, des nouveaux champs de professionnalisation et dans la

<sup>7</sup> L'investissement dans l'infrastructure automobile est étroitement lié à l'existence d'un centrisme réglementaire autour de la voiture, qui s'exprime dans la législation, étant donné que les structures de contrôle et de régulation des transports sont axées depuis des décennies sur l'automobile privée (Fischedick et Grunwald 2017, p.26) et qu'il existe de nombreuses subventions. Parmi celles-ci, on peut citer la déductibilité fiscale des trajets professionnels ou le privilège de la voiture de fonction.

construction des villes, mais aussi dans une mobilité plus élevée des êtres humains. À cette occasion, l'auto ne représente pas seulement un moyen de transport, mais elle imprègne l'évolution politique et sociétale (Cowan & Hulté 1994, p.69). Celle-ci mène aux « dépendances mentales-du-sentier dans l'usage de l'automobile [qui peuvent aller jusqu'au meurtre « par amour » de l'auto ou par consommation de drogues, *ndt*] (Fischedick & Grunwald 2017, p.26), car la possession d'un véhicule privé représentait un élément central d'une bonne vie (Canzler & Knie 2018, pp.58 et suiv.)

#### 4. Dépendance de sentier et rupture de dépendance en tant que défi transformateur

L'évolution d'une voie, une fois le sentier emprunté, est influencée par les résolutions qui ont précédé. Celles-ci en favorisent plus d'une et en désavantagent bien d'autres. Souvent elles en excluent quelques-unes ou bien même fixent l'avenir d'autres résolutions. En général, il y a toujours de nombreuses possibilités différentes quant à la façon dont peut évoluer un système à l'avenir. Celle-ci va être désignée ici comme « l'évolution d'un sentier ». Or, lorsque certaines évolution de sentier ont été empruntées, il s'avère souvent difficile d'en abandonner le cours par la suite.



L'illustration ci-dessus montre comment l'espace du jeu d'action [*Handlungsspielraum*, en ordonnée, *ndt*] des options disponibles [« petites étoiles d'espoirs », ou *Optionen*, *ndt*] se restreint au cours du temps [*Zeit*, en abscisse, *ndt*] au cours d'un processus décisionnel. Les dépendances de sentier prennent ainsi naissance, lorsqu'à la fin du processus, il ne se cristallise plus qu'un seul sentier [*Entstehung des Pfades*, en pointillés sur le schéma, *ndt*] et qu'on ne peut plus en parcourir d'autre.

Dans les années 1970, suite à la crise du pétrole, la fixation exclusive sur le moteur à explosion fut pour la première fois sérieusement remise en question, étant donné les inconvénients résultants de la dépendance de son importation qui devinrent alors évidents. Il s'ensuivit une activité de recherche renforcée dans le domaine des propulsions alternatives qui n'apportèrent toutefois aucun changement fondamental à la technologie ou au secteur des transports. Au lieu de cela, la part du diesel dans le

carburant des voitures personnelles fit un bond considérable (Statista 2018), étant donné que le moteur diesel avait une efficacité plus élevée en permettant une consommation moindre en combustible (Canzler & Knie 2018, pp.48 et suiv.) La branche s'était abandonnée à suivre le fil du même sentier. En cela les mentalités et le discernement ne changeaient guère. Même la reconnaissance du fait que la limitation du changement climatique d'origine humaine et de l'utilisation de l'air est inaccessible et incompatible avec le modèle économique actuel n'y a rien changé. Particulièrement du côté de la Société civile et de la science, la critique se mit à grandir sur la dominance des moyens de transport émetteurs intenses de polluants, raison pour laquelle la locomotion électrique revint de nouveau au centre de l'action des états et de celle industrielle. Dès les années 1991, des états comme la Californie, par exemple [un état, toujours en avance de 10 ans sur les autres, *ndt*] se mit politiquement à encourager la locomotion électrique (Cowan & Hultén 1994, p.70.)

**Une startup qui brise les sentiers battus :** Il est caractéristique que la branche, à partir d'elle-même ne pût guère parvenir à briser un sentier battu, les améliorations de la technologie tournaient essentiellement autour d'un perfectionnement de la technologie dominante. Ceci se trouve dans un contraste considérable à l'agenda que l'on porte pourtant bien fort à la connaissance du public. Au cours des 20 dernières années, chaque salon de l'automobile a été l'occasion d'annoncer de nouveaux produits basés sur de nouvelles technologies de propulsion. Mais la pénétration de ces produits sur le marché a été au mieux timide et de nouveaux efforts d'innovation dans le domaine de la propulsion conventionnelle ont été entrepris (Liesenkötter & Schwe 2012).

Cela montre nettement que l'apparition de nouvelles technologies soi-disant meilleures ne doit pas signifier automatiquement le remplacement des anciennes. Bien que la littérature néo-classique considère généralement que la voie la plus raisonnable du point de vue économique est de passer à la nouvelle technologie, or, cela n'a pas été le cas — Liesenkötter & Schwe (2014) parlent même d'un effet *sailing-ship* [« = effet voilier », en anglais dans le texte, *ndt*] » dans l'industrie automobile ; On veut dire par cela qu'un changement mené de manière offensive vers de nouvelles technologies est une sorte d'amélioration forcée de l'ancienne technologie qui a tout simplement lieu. Le fait que, contrairement à cette tendance, le secteur soit en train de changer est essentiellement dû à l'impulsion qui est venue de l'extérieur. Une seule entreprise en est à l'origine : *Tesla*. Il n'y a pas si longtemps encore, les responsables d'entreprises souffraient gentiment lorsqu'il était question de *Tesla*. Trop de drogues, que du vent et du blabla technique. Et surtout, pas de bénéfices ! Comment pourrait-on prendre cela au sérieux ? Aujourd'hui l'apparence est diverse. La presse économique est remplie de comparaisons avec

*Tesla*. Aucune voiture n'a été plus souvent mise à l'épreuve par les conseils d'administration et de surveillance de l'industrie automobile allemande que les véhicules de *Tesla*. On le sent partout : l'industrie automobile se sent littéralement mise au défi par *Tesla*. *Tesla* met l'industrie allemande au banc d'essai (Boes & Ziegler 2021).

Sur la question de savoir où en est le cas *Tesla*, les commentateurs donnent des réponses différentes. Hamish McKensie, qui a rédigé un ouvrage sur l'ascension de *Tesla*, la voit en premier lieu à l'instar d'une nouvelle ingénieure dans l'énergie et décrit l'histoire de « *comment l'électricité devint un cheval de Troie pour une nouvelle économie énergétique* » (McKensie 2018, p.9). Cette perspective est facile à comprendre. Le passage à la chaîne propulsive électrique, que *Tesla* semble avoir fait triompher, entraîne actuellement de profonds changements dans l'industrie automobile. En combinaison avec des énergies renouvelables, il est possible de réduire de manière significative les émissions de gaz à effet de serre. Le rôle de *Tesla*, lors de la montée de la propulsion électrique, est mis au premier plan par de nombreux autres commentateurs. Dans le management stratégique, *Tesla* est considérée comme une variante préminente d'une fabrication respectueuse de l'environnement, « *environmentally conscious manufacturing* [fabrication respectueuse de l'environnement] » (Florida 1996), et elle se voit catégorisée comme un *sustainable business model* [un modèle d'entreprise écologiquement durable] (Visser 2018, p.143).

Dans l'art et la manière dont *Tesla* a profilé sa stratégie, elle a adopté et adapté de nombreuses expériences de *l'entreprise Hightech* de la Silicon Valley. Avec son modèle d'innovation, *Tesla* s'appuie sur les caractéristiques propres à l'industrie automobile pour prendre des décisions et tient compte de toutes les données relatives au fonctionnement de l'industrie automobile comme s'il s'agissait d'hypothèses préliminaires. Elon Musk a décrit le processus d'évolution de la manière suivante : « *We believ in rapid evolution (...) It's like, find a way or make a way. If conventional thinking makes your mission impossible, then unconventional thinking is necessary* [Nous croyons en une évolution rapide (...) C'est comme trouver un moyen ou faire un moyen. Si la pensée conventionnelle rend votre mission impossible, alors la pensée non conventionnelle est nécessaire] (Elon Musk cité par Boudette 2018).

Il ne faut pas sous-estimer que la rupture de sentier est réalisée : Une branche verrouillée s'est libérée — en ce qui concerne la technologie de propulsion et la numérisation — de la dépendance-du-sentier. Ce n'est pas pour des prunes que *Tesla*, en tant qu'*entreprise institutionnelle*, doit être comprise comme la découvreuse d'une nouvelle règle. Avec cela, une tentaculaire persistance des dépendances-de-chemin de l'automobile (infrastructures de circulation, lieux de production) est certes re-

tombée à l'arrière-plan, mais elle existe toujours et la rupture de dépendance liée au sentier, au véritable sens du terme, n'est uniquement de fait, pour l'instant, qu'une rupture concernant la technologie de motorisation. Avec la fixation que cela entraîne sur la technologie de motorisation, le sentier de la mobilité individuelle motorisée se voit toutefois stabilisé & renforcé. Plus encore, les technologies futures ou les changements d'orientation sociétale sont bloqués et les véhicules électriques ne servent pas de « technologie de transition » pour réaliser un authentique changement global de la mobilité.

## 5. Le choix entre la mobilité électrique individuelle et le développement de systèmes de transport collectifs — une tâche de coordination associative

*Seulement du bon dans le mauvais ? La voie de la mobilité individuelle électrique* : l'électrification offre certainement un potentiel pour rendre la mobilité plus respectueuse du climat. La variante de la propulsion électrique par batterie, en particulier, est aujourd'hui prête à être utilisée selon l'état de la technique. Il est peu probable que la technologie des piles à combustible à l'hydrogène (*Fuel Cell electric vehicles*), autrefois en concurrence, connaisse une renaissance. D'une part, parce que la production d'hydrogène entraîne une baisse de l'efficacité et qu'en raison de la pénurie d'énergie, il est de plus en plus important d'atteindre une efficacité maximale dans le secteur de la mobilité. D'autre part, parce que presque tous les fournisseurs se sont engagés sur la voie de la propulsion par batterie et qu'un nouveau « *lock-in* » devrait donc voir le jour dans les années à venir.

L'électrification des moteurs nécessite la mise en place d'une infrastructure de recharge qui requiert des investissements importants et un aménagement de l'espace privé et public. De ce fait de nouvelles dépendances-de-sentier peuvent en naître. Cela vaut également pour l'électricité renouvelable, afin de répondre à la demande supplémentaire d'électricité.

Il faut pourtant constater que même le surmontement des dépendances-de-sentier du moteur à combustion de l'automobile en tant que moyen de transport dominant reste indemne. La part des transports individuels motorisés dans le volume de trafic reste élevée et les mesures prises jusqu'à présent au niveau fédéral et local pour promouvoir d'autres moyens de transport n'auront pas d'effet significatif si cette tendance se confirme. En outre, la focalisation unilatérale sur un changement comporte le risque de stabiliser la dépendance à l'égard de la filière en investissant dans la recherche, la production et le ravitaillement en carburant ou la charge des véhicules électriques. Les développements alternatifs sont ainsi bloqués.

*D'autres développements de sentiers sont possibles —*

*Transports en commun* : Utilisés en commun les systèmes de transports peuvent produire une contribution significative pour la protection du climat. Toutefois, quant à savoir s'ils sont principalement réalisables, cela dépend essentiellement de l'évolution des sentiers de la mobilité individuelle électrique. Il faut aussi tenir compte par ailleurs, que l'évolution d'un système de transport en commun d'usagers génère aussi une évolution du sentier et de nouvelles dépendances de sentier en naissent.

Que faut-il comprendre sous l'appellation de système de transports en commun ? Outre ce qui existe déjà, les systèmes de bus et ferroviaires, ils englobent diverses variantes de la *Sharing Economy*, l'économie du partage ou collaborative [en anglais dans le texte, *ndt*]. Pour renforcer cette branche du transport, il est nécessaire de consolider et d'élargir les transports publics par des mesures correspondantes. Il s'agit notamment des liaisons optimisées avec le *S-Bahn* et les trains régionaux, de nouveaux tramways, des bus plus rapides avec des voies et des feux de signalisation qui leur sont dédiés et des locations publiques de vélos (*Public Bike Services*). L'expansion des transports publics est généralement coûteuse et ne permet que des économies d'échelle qui deviennent apparentes avec une utilisation intensive.<sup>8</sup> Ils modifient en outre l'image de la ville, lorsque, par exemple, de nouvelles extensions sont mises en place et peuvent créer ainsi de nouvelles dépendances-au-sentier.

Une confrontation précoce, aux répercussions d'une promotion forcée à la mobilité électrique aux plans économique et politique, s'impose d'urgence. Dans le système socio-techniquement complexe de la mobilité, les conséquences d'un sentier emprunté ne deviennent fréquemment visibles seulement lorsqu'il est trop tard (Pierson 2000, p.253). En particulier avec les technologies de Transition, le risque est très élevé d'une dépendance-desentier non désirée (Frischdick e& Grunwald 2017, p.25). Les subventionnements en recherches et développements pour des concepts de propulsion et de mobilité devraient réussir le plus possible en restant ouverts aux résultats, quant aux mesures d'infrastructures, elles devraient rester ouvertes aux sentiers et donc, pas seulement faciliter un sentier et en bloquer d'autres. Bien que la propulsion électrique semble actuellement être l'alternative la plus prometteuse au moteur à explosion, il convient d'examiner et de permettre des voies alternatives au centrisme de l'automobilisme, lors de la prise de décision en matière de politique des transports.

Comment garantir cette ouverture du sentier et, par extension, un développement judicieux du sentier ? La plu-

8 Il existe souvent une concurrence pour l'utilisation des transports publics avec la mobilité individuelle motorisée, ce qui favorise la mobilité individuelle même lorsque les transports publics sont proposés à moindre coût, voire gratuitement. D'une part, parce qu'aussi la mobilité individuelle s'est habituellement solidifiée, d'autre part, parce que les systèmes de transport publics n'ont certes pas de coûts directs d'utilisation, mais elle fait bel et bien naître des coûts de transaction de l'utilisation.

part des évolutions de sentier ne sont guère planifiées, mais sont des événements fortuits. Pour éviter qu'un sentier de mobilité surgisse par hasard, et reste au contraire toujours ouvert au plus largement en reposant sur des décisions rationnelles des acteurs concernés, la coordination ne devrait pas être abandonnée seulement aux processus du marché. Il faut un instrument de coordination supra-mercantile dans le jeu d'interactions entre des acteurs étatiques et économiques ainsi que d'autres plans concertés. Actuellement on rencontre déjà une sorte de planification collective, lors de laquelle il est vrai que certains acteurs — par exemple les utilisateurs — n'ont pas été pris en compte ou bien pas suffisamment.

Mariana Mazzucato (2021, p.24) a éveillé un doute sur la conviction que l'état soit constamment, et en toutes circonstances, le pire des entrepreneurs. Il s'agirait là en fait d'un mythe attisé sans cesse par des représentants économiques et des politiciens libéraux-mercantiles. Toutefois la question n'est pas de savoir *si* l'état intervient mais *comment* il le fait. Le rôle de l'état ne devrait pas être à l'avenir de se limiter à réparer le marché de manière réactive. Il devrait bien plus configurer le marché de manière explicite pour la mobilité. C'est sa mission, au moyen de conditions-cadres de co-déterminer la direction dans laquelle l'économie se développe.<sup>9</sup> En aucun cas il ne s'agit de transférer en propriété à l'état un système de mobilité communautaire. Une propriété de l'état ne peut pas représenter une réelle alternative à la disposition privée. Il est beaucoup plus nécessaire qu'une propriété neutralisée n'étouffe pas la responsabilité personnelle dans des sociétés durables, mais encourage au contraire la coopération et la solidarité.

Un regard sur le niveau communal contribue à comprendre le croisement des actions des utilisateurs, de l'état et des personnes privées. Le système urbain des transports de personnes en Allemagne est dominé par la mobilité individuelle (Canzler & Knie, 2020, pp.144 & 155). Ce rôle de meneur est mis en évidence par la possession de véhicules ainsi que par la répartition modale, qui indique la part en pourcentage des moyens de transport dans les prestations de transport. En Allemagne, 57 % des trajets et 75 % des personnes-kilomètres sont ef-

9 Considéré à partir de la perspective de Steiner, en 1919, ce que j'avance ici peut sembler impliquer une grave déviation de la différenciation sociétale fonctionnelle et du partage du travail qui y est décrit. Il ne s'agit pas toutefois ici de reproduire la doctrine pure (voir Bleicher 2016, [traduit en français : SIAB416.pdf, et joint à cet article]) mais en partant de ce qui est donné de tenter de mettre sur la voie des concepts de mobilité associée. L'université Biberach a développé dans cet esprit un système de partage (*Sharing-système*), dans lequel on tente de combiner une forme communautaire de mobilité avec une focalisation sur les étudiants de l'espace environnant, les transports publics, et la mobilité électrique individuelle ainsi que les diverses formes utilisables publiquement de la micro-mobilité. Actuellement l'unité la plus grande et la plus immédiatement proche — la commune — hésite à reprendre cette forme de mobilité communautaire. Dans ces deux dernières années, un établissement basée sur une mobilité individuelle privée sous des conditions cadres partiellement écologiques, en a résulté et une évolution de sentier dans cette direction a été engagé.

fectués en voiture (infas et al. 2018, pp.3 & 46). Dans les régions urbaines (métropoles, régions métropolitaines, grandes villes et villes moyennes de moindre importance), elle représente néanmoins la part la plus élevée de tous les moyens de transport dans les régions urbaines, avec des valeurs comprises entre 38 et 61 pour cent (ibid., p.47). La densité des voitures particulières, qui n'a cessé d'augmenter ces dernières années, atteint de nouveaux sommets (Destatis 2020). La possession d'une voiture est également plus faible dans les régions urbaines, mais entre 58 % et 85 % des ménages possèdent au moins une voiture (infas et al. 2018, p.35). Outre le transport individuel motorisé dominant, on peut identifier en Allemagne des régimes subalternes dans le transport urbain. Il s'agit en premier lieu du vélo, de la marche et des transports publics, qui sont de plus en plus complétés par de nouveaux régimes, tels que le régime de mobilité multi- et intermodale ou les régimes de micro-mobilité.

Le régime du transport individuel motorisé est soutenu par un grand nombre d'acteurs, de réseaux et d'institutions différents. Il s'agit notamment des constructeurs automobiles, des fournisseurs, des commerçants, des automobilistes, des usines, de la construction et de la rénovation des routes, de la gestion des parkings, de la protection des consommateurs, de la planification urbaine et de la circulation, de la politique communale, etc. (Korte et coll. 2017, pp.7 et suiv. ; Ruhrort 2019, p.92) La diffusion et l'établissement de l'automobile est le résultat d'une action ciblée sur plusieurs décennies par divers acteurs issus de l'économie, de l'administration politique ainsi que des utilisateurs. Le jeu d'influence des acteurs auto-affins renforça la communication et la fixation des représentations de valeur autour de l'automobile et contribua à la stabilisation d'une culture de la mobilité orientées sur l'automobile (Ruhrort 2019, p.92). Aujourd'hui encore l'auto-mobilité profite encore d'un réseau d'acteurs en économie et de l'état, qui ont un grand intérêt à maintenir le *status quo* de l'auto-mobilité (Korte et Coll. 2017, p.11).

En face de ce régime, se trouve un régime qui englobe tous les moyens de locomotion et entre en concurrence au niveau local avec le transport motorisé individuel. Outre les déplacements classiques en transports publics, à vélo ou à pied, le *réseau écologique* comprend également les taxis et les formes d'utilisation collective de la voiture organisées commercialement, notamment le co-voiturage [*carharing*, en anglais dans le texte, *ndt*] (Rudolf 2014). Le but de ce régime c'est un changement du trafic. Les transports individuels mobiles doivent être transférés vers les *transports écologiques* et réduire ainsi l'impact négatif des transports individuels sur l'environnement. Le réseau écologique ne doit cependant pas être considéré comme un simple complément, mais doit remplacer le transport individuel motorisé par différentes offres afin de répondre efficacement à tous les besoins de mobilité. C'est pourquoi les différents moyens de transport

ne sont pas considérés séparément, mais comme un réseau qui offre un choix attrayant grâce à la possibilité de combiner les moyens de transport (intermodalité et multi-modalité), en fonction de la distance et du but du trajet. Il faut constater que de tels régimes d'association à l'environnement — par exemple à *Oslo* — ont remplacé avec succès le transport individuel motorisé et une nouvelle évolution de sentier a été découverte.

À *Oslo*, l'évolution d'un sentier a réussi vers un centre ville débarrassé de la voiture, après que le régime de la mobilité individuelle motorisée ait montré ses premières failles et que le régime subalterne ait été suffisamment mûr pour représenter une alternative. Sous ses bonnes conditions de départ, l'évolution du sentier renforça les possibilités du système de mobilité communautaire. Au centre-ville on visa à réduire au minimum l'auto-mobilité par des mesures autant restrictives qu'elles élargissaient les offres. Ils ont partiellement supprimé les parkings publics, modifié la circulation avec des systèmes de sens unique et des interdictions de passage et redistribué l'espace routier en faveur des modes de transport écologiques. Ceci a été combiné avec des mesures de promotion de l'environnement et mis en œuvre avec des projets innovants visant à améliorer la qualité du séjour (voir Wetzchewald 2023).

Le niveau communal représente une fenêtre de possibilités pour une évolution de sentier. En particulier pour la raison que les macro-acteurs, avant tout les exploitants de la mobilité individuelle motorisée (l'industrie automobile), ne participent pas directement aux décisions. Pour introduire une possibilité d'évolution de sentier, le panorama d'acteurs doit être élargi. En effet, le régime de la mobilité individuelle ne se fragilise que lorsque les acteurs qu'il néglige peuvent faire entendre leur voix. Ce sont tous ceux qui souffrent de la mobilité individuelle parce qu'ils sont touchés par les effets externes. Il en va de même pour ceux qui ne sont pas pris en compte par le système, parce qu'ils ne peuvent pas encore — ou plus — y participer. Et ceux qui préfèrent des formes de mobilité alternatives, mais qui ne peuvent pas les mettre en œuvre. L'impulsion donnée par le régime environnemental prend toute sa force lorsqu'il est possible de démontrer que les émissions sont évitées et que la qualité de vie de la commune s'améliore.

Il s'agit donc de compléter le panorama des acteurs de manière à ce que les *conseils de transformation* (représentants de la politique communale législative et exécutive, échantillon représentatif des ménages, des navetteurs, des entreprises et des institutions) reflètent les besoins de la commune de la manière la plus globale possible. Le discours doit pouvoir être mené sans domination — dans l'esprit d'Habermas — et ne pas être *a priori* légué. Au début, un laboratoire réel s'avère souvent utile pour tester des formes de mobilité alternatives avec un échantillon représentatif et objectiver ainsi les expériences. Sur cette base, il est également possible de si-

muler des estimations de coûts ou des intensités d'utilisation afin de pouvoir comparer les régimes de manière quantitative. Pour la mise en œuvre, il est recommandé de commencer et d'expérimenter à petite échelle, par exemple, avec un projet pilote et des expériences, puis d'étendre progressivement les effets d'apprentissage obtenus et de passer à l'échelle supérieure. En outre, il est possible de prendre des contre-mesures précoces et, le cas échéant, de démanteler des solutions provisoires. Il faut certes du courage pour réaliser des expériences, mais il faut aussi savoir doser ce courage. L'échec de projets pilotes peut renforcer les voix discordantes et entraîner une perte de confiance. La frontière est mince entre l'expérimentation, l'adoption de mesures de précaution et la mise en évidence rapide des changements, tout en planifiant et en vérifiant suffisamment pour éviter les revers.

Dans le débat autour de la transformation socio-écologique, de telles formes de coordination associatives jouent un rôle très marginal. Toujours est-il que Anthony Atkinson (2016) a proposé l'institution de conseils économiques et sociaux qui pourraient organiser une redistribution du pouvoir de décision. Il serait toutefois préférable de créer des conseils de transition et de durabilité. Une telle innovation sociale pourrait faciliter l'engagement des citoyens qui n'ont pas accès au système politique officiel. Les conseils ne doivent en aucun cas être composés uniquement des représentations antérieures du travail, du capital et de l'État. Afin de briser les rigidités des entreprises, leur tâche serait d'impliquer les organisations de base, les associations environnementales, les organisations de femmes, les initiatives de quartier, les groupes de défense des droits de l'homme, les ONG et autres groupes similaires de la société civile dans les décisions politiques fondamentales. Les conseils contribueraient à rendre plus transparentes les conditions de vie régionales ainsi que vérifier les critères de durabilité des développements de sentiers à venir et leurs résolutions.

Est-ce que tout cela est réaliste ? Le sociologue et théoricien des systèmes du monde, Immanuel Wallerstein (2014, p.44) écrit sur des systèmes en déclin : « La phase ultime, la phase de transition, est particulièrement imprévisible, mais elle est manifestement ouverte pour l'impact d'individus et de groupes [...] si nous voulons utiliser notre occasion [...] nous devons tout d'abord la reconnaître pour ce qu'elle est et en quoi elle consiste. » Il existe encore des possibilités de changements radicaux dans la politique climatique.

**Sozialimpulse 3-4/2023**

(Traduction Daniel Kmiecik)

**André Bleicher** est né en 1963 ; formation comme électromécanicien, études des théories de gestion d'entreprise et de sociologie, co-fondateur de l'*Institut Lorenz Oken*, Herrisschried, et de l'*Institut pour les questions sociale du présent*, Stuttgart dont il est membre

du *Vorstand* depuis 2015. Activité de développeur en organisation et coopération dans les réseaux de petites et moyennes entreprises, collaborateur scientifique au BTU Cottbus et de l'université de Leipzig. Professeur invité pour l'institutionnalisme comparatif de l'université Lumière II de Lyon, Professeur pour le développement et l'économie des affaires de la FH Salzbourg, depuis 2012 à l'université Biberach avec comme domaine d'enseignement : Direction d'entreprise et organisation. Depuis 2011, il est professeur en direction d'entreprises et d'organisation à L'université Biberach. De 2014 à 2023 il fut avant tout manager en science à l'interface de la science et de la politique. Il s'intéresse foncièrement à tout ce dont on peut développer une théorie. Son point fort en recherche ce sont les directions d'entreprises durables, les relations de travail et la démocratie économique. Il est particulièrement actif sur l'heure dans les questions concernant l'avenir des institutions académiques.

## Littérature

**Ackermann, Rolf (2001)** : *Pfadabhängigkeit, Institutionen und Regelreform [Dépendance du sentier, institutions et réforme réglementaire]* Mohr Siebeck.

**Alterburf, Tilman (2014)** : *From Combustion Engines to Electric Vehicles. A Study of Technological Path Creation and Disruption in Germany [Des moteurs à combustion aux véhicules électriques. Une étude de la création et de la rupture de la trajectoire technologique en Allemagne]* Deutsches Institut für Entwicklungspolitik.

**Arthur W. Brian (1989)** : *Competing technologies and Pathe Dependency in the Economy. [Technologies concurrentes et dépendance à l'égard de la voie économique]* University of Michigan Press.

**Atkinson, Anthony (2016)** : *Ungleichheit. Was wir dagegen tun können [Inégalité. Ce que nous pouvons faire contre]* Klett Cotta.

**Bleicher André (2016)** : *Eine Brancheassociation wider Willen ? Der Fall des Vereinigen Stahlwerke AG [Une association de branche à contre-cœur ? Le cas de l'Union des Acières AG]* dans **Sozialimpulse 2016 (4)**, pp.10-21. [Traduit en français : SIAB416.pdf, ndt]

**Bleicher André (2007)** : *Die Institutionalisierung eines organisationalen Feldes. Das Beispiel der Elektrizitätswirtschaft Diss, BTU Cottbus [L'institutionnalisation d'un champ organisationnel. L'exemple du secteur de l'électricité Diss]*

**BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019)** : *Electromobilität in Deutschland.*

<https://www.bmwi.de/Redaction/DE/Dossier/elektromobilitaet.html>, consulté le 29.07.2023.doi.org:10

**Bos, Andreas ; Ziegler, Alexander (2021)** : *Umbruch in der Automobilindustrie. Analyse der Strategie von Schlüsselunternehmen an der Schwelle zur Informationsökonomie. [Bouleversement dans l'industrie automobile. Analyse de la stratégie d'entreprises-clés à l'aube de l'économie de l'information.]* ISF Munich,

[http://doi.org/10.36194/IDGUZDA\\_Forschungsbericht\\_Auto](http://doi.org/10.36194/IDGUZDA_Forschungsbericht_Auto)

- Boudette, N. E. (2018)** : *Inside Teslas audacious push to reinvent the way cars are made* In [L'audace de Teslas pour réinventer la fabrication des voitures En savoir plus], dans le **New York Times** du 30 juin 2018.  
<https://www.nytimes.com/2018/06/30/business/tesla-factory-musk.html>
- Canzler, Weert ; Knie, Andreas (2020)** : *Neues Spiel, neues Glück ? Mobilität in Wandel* [Nouveau jeu, nouvelle chance ? La mobilité en mutation ] dans : Brunnengräber, A ; Haas, T. (éditeurs), *Baustelle Elektromobilität*. Edition PolitikS (139-160) <http://doi.org/10.14361/9783839451656>
- Canzler, Weert ; Knie, Andreas (2019)** : *Autodämmerung— Experimentierläufe für Verkehrswende. Strategiepapier der Heinrich-Böll-Stiftung* [Endiguement de l'auto- Expérimentation d'un changement de mode de transport. Document stratégique de la Fondation Heinrich Böll] — [https://www.boell.de/sites/default/files/strategiepapier\\_averkehrswende.pdf](https://www.boell.de/sites/default/files/strategiepapier_averkehrswende.pdf)
- Canzler, Weert ; Knie, Andreas (2018)** : *Taumelnde Giganten : Gelingt der Autoindustrie die Neuerfindung ?* [Géants chance-lants : l'industrie automobile parvient-elle à se réinventer ?], Oekom.
- Charte d'Athènes (1933)**, publiée pour la première fois par Le Corbusier. Voir : Le Corbusier, 1957/1962. *Aux étudiants — la Charte d'Athènes*, Paris et Hambourg .
- Clarke Contanze (2005)** : *Automotive production systems and standardisation ; From Ford to the case of Mercedes Benz* [Systèmes de production automobile et normalisation ; De Ford au cas de Mercedes Benz] chez Springer.
- Mineralölwirtschaftsverband (2012)** : *Anzahl der Tankstellen in Deutschland von 1950 bis 2012* [Nombre de stations-service en Allemagne de 1950 à 2012] Energie informationsdienst : **Tankstellen Special**.
- Cowan, Robin (1990)** : *Nuclear Power Reactors : A Study in Technological Lock-in* [Réacteurs nucléaires : Une étude sur le verrouillage technologique] dans le **Journal of Economic History**, Vol. 50, pp.541-567.
- Cowan, Robin ; Hultén, Staffan (1994)** : *Escaping Lock-in : The case of the electric vehicle* [Échapper au verrouillage : le cas du véhicule électrique], dans **Technological Forecasting and Social Change** 1 (53), pp.61-79.
- David, Paul (1985)** : *Clio and the Economics of QWERTY* [Clio et l'économie du QWERTY] dans **American Economic Review**, Vol. 75, pp.332-337.
- David, Paul (1986)** : *Understanding the Economics of QWERTY. The Necessity of History* [ Comprendre l'économie de QWERTY. La nécessité de l'histoire], dans Parker, W.N. (éditeur) : *Economics history and the Modern Economist*, Oxford, New York.
- David, Paul (1990)** : *The Dynamo and the computer. A Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox* [La dynamo et l'ordinateur. Une perspective historique sur le paradoxe de la productivité moderne] dans **The American Economist Review**, vol. 80, pp.355-361.
- Dittmer, Diana (2021)** : *Hat Musk zu hoch gewettet? : Dudenhöffer : « Tesla steckt in der Wachstum falle. »* [Musk a-t-il parié trop haut ? Dudenhöffer : « Tesla est pris au piège de la croissance. » ], ntv, 25 février 2021. — <https://www.n-tv.de/wirtschaft/Dudenhoeffer-Tesla-steckt-in-der-Wachstumsfalle-article-22386501.html>, consulté le 12.12.2023
- Dudenhöffer, Karin ; Dudenhöffer, Ferdinand (2012)** : *Kapazitätsauslastung als strategische Produktionsziel in der Automobilproduktion* [L'utilisation des capacités comme objectif de production stratégique dans la production automobile ] dans : Göpfert, I. ; Braun, D. ;Schultz, M. (éditeurs) : **Automobilogistik**, Wiesbaden, pp.170-180.
- Fischedick, Manfred ; Grunswald, Armin (édit.) (2017)** : *Pfadbabhängigkeiten in der Energiewende* [Les dépendances de sentier dans la transition énergétique], Munich.
- Florida, Richard (1996)** : *Lean and Green. Environmentally Conscious Manufacturing* [Moins de gaspillage et plus d'écologie. Fabrication respectueuse de l'environnement], dans : **California Management Review** 39 (2), pp.80-105.
- Granovetter Marc (1992)** : *Economic Institutions as Social Constructions : A framework for Analysis* [Les institutions économiques en tant que constructions sociales : Un cadre pour analyse ], dans : **Acta Sociologica** 35, pp.3-11.
- Hagedorn, Marcus ; Hartmann, Sandra ; Heilert, Daniela ; Harter, Christian ; Olschewski, Ingo ; Ecksteinn, Lutz ; Baum, Markus ; Henzelmann, Torsteen ; Schick, Thomas (2019)** : *AutomobileWertschöpfung 2030/2050. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie* [Création de valeur dans l'automobile 2030/2050, étude commandée par le ministère fédéral allemand de l'Économie et de l'Énergie.], IPE Institut für Politrikevaluation GmbH et al.
- Hicks, John R. (1946)** : *Value und Kapital. An Inquiry into some fundamental principles of economic Theory* [Valeur et capital. Une enquête sur quelques principes fondamentaux de la théorie économique] Oxford.
- Hundt, Sönke (1983)** : *Stahlindustrie und fixe Kosten* [Sidérurgie et coûts fixes] dans : Hundt, S. : *Beitrag zur Kritik der Betriebswirtschaftslehre* [Contribution à la critique de l'économie d'entreprise], Brême.
- Infras, DLR, IVT und Infas 360 (2018)** : *Mobilität in Deutschland — MID : Ergebnisbericht* [Ergebnisbericht]. Studie on Infas DLR, IVT und Infas 360 im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur [[Rapport de résultats]. Etude réalisée par Infas DLR, IVT et Infas 360 pour le compte du ministère fédéral allemand des Transports et de l'Infrastructure numérique.], FE-Nr. 70.904/15 ; <https://www.bmvi.de/sharedDocs/DE/anlage/G/mid-ergebnisbericht.pdf>, consulté le 23.11.2023.
- Korte, F. ; Göll, E.M. ; Behrendt, S. (2017)** : *Automobilität im Wandel — Transformationsfeldanalyse im Rahmen des Projekts Evolution2Green* —Transformationspfade zu einer Green Economy Arbeitspapier [L'automobile en mutation - Analyse du champ de transformation dans le cadre du projet Evolution2Green -Transformationspfade vers une économie verte. Un document de travail], Dortmund.
- Liebowitz, S.J. ; Margolis, S.E. : (1990)** : *The Fable of Keys* [La fable des clefs], dans : **Journal of Law and Economics**, vol. 33, pp.1-25.
- Liebowitz, S.J. ; Margolis, S.E. : (1990)** : *Network Externality : An Uncommon Tragedy*, dans : **Journal of Economic Perspectives**, vol. 8 pp.133-150.
- Mazzucato, Mariana (2021)** : *Mission. Auf den Weg zu einer neuen Wirtschaft Campus*. [Mission . Vers une nouvelle économie Campus.].

- McGuire, Patrik (1986)** : *The Kontrol of Powaer. The Political Economy of Electric Utility Development in the United States 1870-1930* [Le contrôle du pouvoir. L'économie politique du développement des services publics d'électricité aux États-Unis 1870-1930] Ph. D. dDss.[Thèse de 3ème cycle] Département de Sociologie de l'université de NewYork à Stony Brook.
- McKenzie, H. (2018)** : *Insane Mode. How Elon Musk's Tezla Sparked an Electric Revolution tau End of Age of Oil* [Mode démentiel. Comment la Tezla d'Elon Musk a déclenché une révolution électrique pour mettre fin à l'ère du pétrole] New York.
- Mineralölwirtschaftsverband [Association des industries pétrolières] (2012)** : *Anzahl der Tankstellen in Deutschland von 1950 bis 2012* [Nombre de stations-service en Allemagne de 1950 à 2012], Energie Informationsdients : Tankstellen-Special [Energie Informationsdients : Spécial stations-service]
- OICA (2022)** : *Production Statistics* : <https://www.oica.net/category/production-statistics/2022-statistics/> , consulté le 17.12.2023
- OICA (2011)** : *Automobilproduction weltweit 2000 bis 2010* [Production mondiale d'automobiles de 2000 à 2010]
- Pierson, P. (2000)** : *Increasing returns. Path dependenceand the Study of Politics* [Rendements croissants. La dépendance au sentier et l'étude de la politique], dans : **The American Political Review**, 2(94), pp.251-267.
- Puls, Thomas ; Fritsch, Manuel (2020)** : *Eine Branche unter Druck. Die Bedeutung der Autoindustry für Deutschland. [Une industrie sous pression. L'importance de l'industrie automobile pour l'Allemagne.]*, IW-Report N° 43/2020, Institut der deutschen Wirtschaft.
- Puffert, Douglas (2022)** : *Pfadabhängigkeit in der Wirtschaftsgeschichte* [La dépendance au sentier dans l'histoire économique], dans : Lehmann-Waffenschmidt, Marco ; Peneder, Michael (éditeurs), *Evolutorische Ökonomik [Économisme évolutif]*, Heidelberg, pp.435-442.
- PricewaterhouseCoopers Automotive Institute [Institut automobile PricewaterhouseCoopers] (2009)** : *Zukunft in Bewegung : Kapazitätsauslastung in der Automobilproduktion weltweit 1990 bis 2009* [L'avenir en mouvement : Utilisation des capacités dans la production automobile mondiale de 1990 à 2009], Francfort-sur-le-Main.
- PricewaterhouseCoopers Automotive Institute [Institut automobile PricewaterhouseCoopers] (2018)** : *Masterplan : « Nachhaltige Mobilität »* PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft unter Mitarbeit von Müller-BBM GmbH DTV — Verkehrsconsult GmbH. [Masterplan : " Mobilité durable " PricewaterhouseCoopers GmbH Société d'audit économique avec la collaboration de Müller-BBM GmbH DTV — Consultation trafic GmbH.]
- Rosenkopf, L. ; Rushman, M.L. (1992)** : *Organizational determinants of technolical change* [Déterminants organisationnels du changement technologique], dans : **Research in Organizational Behavior**, 14, pp.311-347.
- Rudolph, F. (2014)** : *Klimafreundliche Mobilität durch Förderung von Pedelecs. Locale Langfristiscenarien über die Wirkung von Instrumenten und Maßnahmen am Beispiel der Stadt Wuppertal, [Mobilité respectueuse du climat par la promotion des Pedelecs. Scénarios locaux à long terme sur l'effet des instruments et des mesures à l'exemple de la ville de Wuppertal]*, Bergische Universität Wuppertal, <http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/servlet/Derivate-servlet/Derivate-4119/dd1404.pdf>
- Schmalenbach, Eugen (1928)** : *Die Betriebswirtschaftslehre an der Schwelle der neuen Wirtschaftsverfassung* [La gestion d'entreprise à l'aube de la nouvelle constitution économique], dans : **Zeitschrift für Handels wissenschaftliche Forschung** 22 (V), pp.241-251.
- Schmalenbach, Eugen (1934)** : *Selbstkostenrechnung und Preispolitik* [Calcul du prix de revient et politique des prix] 6<sup>ème</sup> édition, Gloekner.
- Schumpeter, Joseph A. (1954)** : *History of Econolmis Analysis. [Histoire de l'analyse économique]* Oxford Y University Presse : <https://archive.org/details/HISTORYOFECONOMICANALYSISJOSEPHALOISSCHUMPETER>
- Sydow, Jörg ; Schreyögg, Georg ; Koch, Jochen (2009)** : *Organizational Path Dependence : Opening the black box* Dépendance organisationnelle à l'égard du chemin parcouru : ouvrir la boîte noire : dans : **Academy of managment Review** 34, pp.689-709.
- Statista (2018)** : *Anzahl der Produzierten Pkw mit Dieselmotor in Deutschland in den Jahren 1980 bis 2017* [Nombre de voitures particulières à moteur diesel produites en Allemagne de 1980 à 2017]— <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/469049/umfrage/produktion-von-diesel-pkw-beutschland/>, consulté le 29.07.2023.
- VDA (Verband der Automobilindustrie / Association de l'industrie automobile) (2020)** : *Zahlen und Datum —* <https://www.vda.de/de./services.zahlen/zahlen-und-daten/zahlen-und-daten-uebersicht.html> , consulté le 14.07.2021.
- Visser, W (2018)** : *Creating Integrated Value Through Sustainable Innovation. A Conceptual Framework* [Créer de la valeur intégrée grâce à l'innovation durable. Un cadre conceptuel], dans : Moralis, L., Melissen, F., Idowu, S, O. (Éditeurs) : *Sustainable Business Models : Principles, Promise and Practice* [Modèles d'affaires durables ; principes, promesse et pratiques.] Cham u. a. pp.129-150.
- Wallerstein, Immanuel (2014)** : *Die strukturelle Krise oder warum der Kapitalismus sich nicht mehr rentieren könnte* [La crise structurelle ou pourquoi le capitalisme pourrait ne plus être rentable] dans : Wallerstein, Immanuel ; Collins, Randall ; Man, Michale ; Derlugian, Georgi ; Cahoun, Craig (éditeurs) : *Stirb des Kapitalismus ? Fünf Szenarien für das 21. Jahrhundert* [La mort du capitalisme ? Cinq scénarios pour le 21<sup>ème</sup> siècle] Campus, pp.17-48.
- Wetzel, A (2005)** : *Das Konzept der Pfadabhängigkeit und seine Anwendungsmöglichkeiten in der Transformationsforschung* [Le concept de dépendance de sentier et ses applications possibles dans la recherche sur la transformation], Berlin.
- Wetchewald, Alina (2023)** : *Exnovation und Verkehrswende. Vom Automobilitätsregime zu einer nachhaltigen urbanen Mobilität* [Exnovation et tournant dans les transports. Du régime d'automobilité à une mobilité urbaine durable] Berlin Oekom, <https://doi.org/10.14512/9783987262586>