



Innovation et évolution industrielle de long terme

Jackie Krafft

Chargée de recherches au CNRS

CNRS-IDEFI
250 rue Albert Einstein
06560 Valbonne
France

Tel : 04 93 95 41 70

Fax : 04 93 65 37 98

E-mail : Jackie.Krafft@idefi.cnrs.fr

Marie-Antoinette Maupertuis

Maître de conférences
en Science Economique

IDIM, Université de Corse
Avenue Jean Nicoli
20250 Corté
France

Tel : 04 95 45 01 44

Fax : 04 95 45 00 80

E-mail : maupertu@univ-corse.fr

Innovation et évolution industrielle de long terme

RESUME :

Cet article présente les développements récents des modèles de cycle de vie de l'industrie, en soulignant notamment les avancées réalisées par rapport au modèle de base de Gort et Klepper (1982). Compte tenu du regain d'intérêt actuel pour ce type de littérature, l'objet de cet article est, tout d'abord, de retracer les résultats analytiques et empiriques de ce courant particulier de littérature dédiée à la dynamique industrielle. Il est, ensuite, de montrer les limites de ces modèles dans la prise en compte de certains déterminants fondamentaux de la dynamique industrielle – comme les relations verticales, les différents types de coopération interfirmes, la nature de la demande, la segmentation des marchés, ou le contexte de propriété industrielle – qui sont pourtant constitutifs des mécanismes d'évolution des industries dans les économies modernes. Il est, enfin, de rechercher les points de rencontre et/ou de divergence existant entre ce courant et d'autres approches - évolutionniste ou traditionnelle - de la dynamique industrielle, et permettant de repousser les limites précédemment identifiées.

TITLE AND ABSTRACT :

“Innovation and long term evolution of industries : new issues about life cycle models”

This article presents the new developments in industry life cycle analysis, compared to the basic model of Gort and Klepper (1982). In a context where industry life cycle models are back at the centre stage of the economic literature, the purpose of the article is, first, to assess the analytical and empirical results of this specific trend of industrial dynamics. Second, it is to show the limits of this framework in integrating some crucial determinants of the industrial dynamics – such as vertical relationships, different types of interfirms cooperation, the nature of demand, market segmentation, or the industrial property context – which are nevertheless key evolution mechanisms of industries in modern economies. Third, it is to characterize the possible connexions and/or divergences between industry life cycle models and other trends of the industrial dynamics literature, be they evolutionary or mainstream, able to come over the preceding limitations.

Mots Clefs:

Dynamique Industrielle, Innovation, Shakeout ou Sortie Massive, Intégration, Spécialisation, Coopération.

Classification JEL:

L10, L20, L60, O30.

Nombre de caractères:

54 779

1. INTRODUCTION¹

La littérature sur le cycle de vie du produit, qui s'est développée à l'origine dans les analyses du commerce international et du management, a rencontré dans les années 1980 un succès notable en économie industrielle et de l'innovation. Gort et Klepper (1982) synthétisent d'importants résultats empiriques précurseurs et revendiquent l'utilisation d'une métaphore biologique pour construire un modèle d'évolution industrielle fondé sur la relation entre la nature de l'innovation et les processus d'entrée-sortie sur les marchés. Pour ces auteurs, les industries, tout comme les organismes vivants, se transforment à chaque étape de leur histoire et traversent ainsi des phases d'émergence, de croissance, de maturité et de déclin modifiant leurs caractéristiques structurelles. Ce modèle est devenu une des références principales des analyses d'évolution de long terme des industries.

L'objet de notre article est de recenser et d'évaluer l'apport des différents travaux sur le cycle de vie qui constituent aujourd'hui un corpus spécifique de la littérature consacrée à la dynamique industrielle. Nous avons choisi de focaliser notre attention sur des contributions de référence dans le domaine qui toutefois restent le produit d'un petit nombre d'auteurs. Ce choix d'un nombre restreint d'auteurs (autour de Steven Klepper) ne doit pas être considéré comme une limite, dans la mesure où ce sont bien ces auteurs qui proposent une approche originale par rapport au reste de la littérature de dynamique industrielle, notamment par un travail sur des séries temporelles longues et des études de cas, et par une approche délibérément axée sur l'histoire de l'industrie et l'évolution de ses frontières.

L'intérêt de notre recension porte sur deux enjeux essentiels associés à la connaissance, à la diffusion et à l'utilisation du modèle de cycle de vie de l'industrie. Le premier enjeu est de savoir si le cycle de vie peut être conçu comme un modèle à la fois fiable et pertinent de l'évolution de long terme des industries. Plus concrètement, il convient de se poser les questions suivantes : quelles sont les caractéristiques de ce modèle et dans quelles conditions s'applique-t-il ? Dans les industries dont l'évolution ne correspond pas au cycle de vie, peut-on déterminer des régularités susceptibles d'expliquer les tendances d'évolution de long terme ? Peut-on, sur la base de ces régularités, construire des modèles complémentaires - ou alternatifs - au cycle de vie ? Il s'agit donc de faire le point sur ce que l'on sait de la

¹ Ce travail a été en partie développé dans le cadre du Programme Actions Intégrées 'Procope' (France-Allemagne) financé par Egide et le Ministère des Affaires Etrangères. Il s'insère dans un projet intitulé 'Cycle de vie des industries à haute intensité de connaissances' (n° 04656RA, 2001-2003).

dynamique des industries à la fois d'un point de vue analytique et empirique. Il s'agit également de voir si l'effort considérable des tenants du cycle de vie, en termes de masse d'informations statistiques accumulées et de combinaisons de méthodes pour les traiter, permet une meilleure connaissance des principales industries des économies développées, et dans quelle mesure cet effort donne lieu à des propositions conceptuelles nouvelles sur l'évolution de l'industrie.

Le second enjeu est de comprendre les articulations possibles de ce corpus de travaux avec les autres analyses de dynamique industrielle, c'est à dire, d'une part, les théories de l'organisation industrielle qui retiennent, comme indicateurs de la dynamique des industries, les turbulences affectant les variables structurelles de marché et, d'autre part, les théories évolutionnistes qui privilégient l'explication technologique et institutionnelle de la dynamique industrielle. Les questionnements actuels de ces trois groupes de travaux semblent se rejoindre sur une problématique commune : celle de concevoir des modèles d'évolution des industries pouvant concilier, selon différents niveaux d'agrégation (firmes, secteurs, industries ...), à la fois les caractéristiques de persistance et de changement qui accompagnent la dynamique de long terme, mais aussi l'hétérogénéité micro-économique des firmes et les régularités détectées par les études statistiques à un niveau plus global (industriel ou interindustriel).

L'article s'organise de la manière suivante. Dans la section 2, nous présentons les lignes de force des modèles de cycle de vie du produit apparus dans les années 90. Ceux-ci concentrent l'analyse sur les phénomènes dits de 'shakeout' qui correspondent à des sorties massives de firmes en phase de maturité de l'industrie, et qui donnent à l'industrie un profil d'évolution cyclique². Nous montrons, dans la section 3, l'importance que revêtent dans ce corpus analytique les tests empiriques effectués pour de multiples industries. Dans une section 4, nous mettons en lumière un certain nombre de limites des modèles de cycle de vie. Nous soulignons la nécessité qu'il y a à intégrer dans ces modèles le rôle des relations verticales, des alliances, de la nature de la demande, et de la définition des droits de propriété dans l'évolution de l'industrie. Plus généralement, il apparaît que ces modèles sont très liés aux caractéristiques d'évolution des industries au cours de la première moitié du 20^{ème} siècle, qui se sont toutefois fortement modifiées dans les périodes plus récentes. Compte tenu de ces limites, nous examinons dans une section 5 d'autres analyses de la dynamique industrielle qui

² Nous traduirons, dans la suite de cet article, le terme 'shakeout' par 'sortie massive'.

permettent de saisir, de manière alternative ou complémentaire au cycle de vie, les mécanismes sous-jacents à l'évolution de long terme des industries dans les économies modernes.

2 . LE CYCLE DE VIE DANS LES ANNEES 90 : RECHERCHES SUR LA NATURE ET LES CAUSES DE LA SORTIE MASSIVE

Le modèle de base de cycle de vie - qui se veut être initialement une théorie du développement des innovations de produit - permet d'identifier les régularités qui accompagnent l'émergence des nouvelles industries. La démarche utilisée ne relève pas d'un cadre d'analyse unique : elle emprunte des éléments aux approches évolutionnistes, mais aussi aux courants traditionnels de l'organisation industrielle. Cette hybridation théorique soulève plusieurs questions essentielles à l'étude de l'évolution industrielle, auxquelles vont s'attacher de nombreux auteurs au cours de la décennie. La sortie massive des producteurs, qui dans sa plus simple expression correspond à une nette supériorité des sorties sur les entrées, devient le centre d'intérêt principal des chercheurs sur le cycle de vie. C'est moins le caractère spectaculaire de ce phénomène (dans certaines industries, il peut toucher 90% des producteurs) que l'enjeu théorique qu'il revêt au regard de la formation des oligopoles et à la justification d'une forme cyclique d'évolution des industries, qui conduit à la formulation de plusieurs explications concurrentes.

2.1. Le modèle de base

Le modèle présenté par Gort et Klepper en 1982 est considéré comme le cadre de référence des analyses de cycle de vie. L'étude de la séquence historique ou du sentier temporel suivi par une innovation en développement conduit à l'identification de 5 étapes d'évolution des industries.

La première étape débute avec l'introduction commerciale d'un produit nouveau par son inventeur ou tout au moins par son premier producteur. La taille du marché est alors étroite, l'incertitude est très forte et la définition du produit et des usages qui en seront faits n'est pas encore stabilisée. La période se termine lorsque de nouveaux entrants commencent à pénétrer l'industrie émergente. La longueur de cette période dépend de la taille du marché juste après l'introduction de l'innovation, mais aussi du nombre d'entrants potentiels et de leur capacité à imiter l'innovation de produit. La deuxième étape se traduit par une augmentation du nombre

de producteurs installés sur le marché. La croissance de l'output est alors forte et le design définitif du produit commence à se dégager. En fait, les innovations proviennent de firmes entrantes qui, à l'origine, n'appartiennent pas à l'industrie considérée. L'information qui est alors créée, et qui va permettre de façonner plus précisément le nouveau produit, émane soit d'innovateurs indépendants qui créent des start-ups, soit de firmes appartenant à des marchés technologiquement reliés. Cette information est aisément transférable d'une industrie à l'autre et son accessibilité engendre un effet positif sur l'entrée. Les opportunités de profit pour les entrants potentiels sont aussi importantes. Disponibilité de l'information et perspectives de profit stimulent alors le taux d'entrée. La troisième étape est caractérisée par une entrée nette nulle³. L'innovation de produit est moins prédominante, c'est l'innovation de procédé qui se développe avec l'apparition d'équipements spécialisés et d'un processus de production plus complexe. Cette étape s'achève par un déclin du taux d'entrée brute. La quatrième étape est marquée par une entrée nette négative. Dans ces deux étapes, l'information – qui joue toujours un rôle clé – est maintenant celle liée à l'expérience que les producteurs installés ont acquise dans la réalisation de leurs plans de production. Ce stock d'expérience, qui a été accumulé au cours du temps, agit alors comme une barrière à l'entrée. Les opportunités de profit sont alors plus réduites pour les entrants potentiels et le processus d'entrée est freiné de manière significative. Enfin, la cinquième étape fait l'objet d'une disparition d'un nombre important de firmes installées, d'une sortie massive. Le marché atteint un stade de maturité, les parts de marché se stabilisent. Cette maturité correspond à de faibles opportunités techniques dans l'amélioration du produit initial. Ces cinq étapes sont constitutives du cycle de vie de l'industrie, et sont représentées dans la figure suivante (Fig. 1):

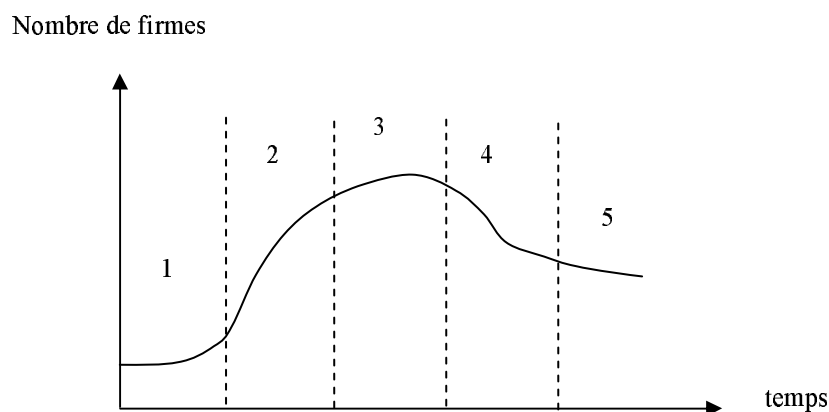


Fig. 1: Le cycle de vie de l'industrie

Le modèle met en évidence un certain nombre de principes analytiques novateurs. Tout d'abord, le raisonnement ne se fonde pas sur l'existence d'un nombre optimal de firmes sur le

³ L'entrée nette est nulle lorsque le nombre de firmes entrantes est égal au nombre de firmes sortantes.

marché. Ici, la structure de marché finale, de même que le nombre de firmes à chaque étape, dépend de la séquence des événements qui se sont produits étape après étape et des comportements d'innovation des firmes tout au long du cycle. Le modèle fournit donc une vision plus détaillée de l'évolution de l'industrie comparativement aux hypothèses traditionnelles mettant en avant des phénomènes d'économie d'échelle et prédisant une contraction systématique de la production (et du nombre de firmes) au cours du temps⁴. De plus, le changement technologique joue un rôle fondamental dans la détermination des taux d'entrée et du nombre de firmes installées sur le marché. Si, dans un premier temps, l'innovation de produit dynamise l'entrée, dans un second temps, l'innovation de procédé permet aux firmes d'ériger des barrières à l'entrée⁵. L'analyse de l'évolution de l'industrie considère explicitement les phénomènes d'entrée-sortie qui peuvent concerner les firmes sur des marchés technologiquement adjacents ou, plus généralement, les entrants potentiels. Dans les deux dernières étapes, la sortie nette n'est pas associée à la maturité du marché telle qu'elle peut être mesurée par la taille du marché et par le taux de croissance de la demande. La sortie nette correspond à une baisse du taux d'innovation, une baisse du taux de profit et une accumulation d'expérience par les producteurs installés. Comparativement aux hypothèses schumpeteriennes, ce ne sont pas les firmes les plus grandes (au dessus de la taille minimale efficiente et qui ont un avantage dans l'engagement de dépenses de R&D) qui survivent nécessairement.

Ces régularités de cycle font écho à trois types de changement qui interagissent dans l'évolution de long terme des industries : i) le changement technique qui a trait essentiellement à la nature et à l'orientation des innovations au cours du cycle de vie ; ii) l'évolution des structures de marché qui concerne les processus d'entrée et de sortie des firmes, mais aussi l'évolution des parts de marché et de l'output ; iii) la dynamique concurrentielle qui, au delà des seuls mouvements d'entrée et de sortie, concerne aussi la formation et l'évolution des avantages concurrentiels des firmes. La complexité de la recherche de liens théoriquement valides entre ces trois dimensions va conduire de nombreux auteurs à concentrer leurs efforts sur l'origine de la sortie massive qui, bien évidemment,

⁴ Cf., par exemple, les travaux menés dans la lignée de Mueller (1976).

⁵ Dans ce type de modèle, c'est l'innovation de produit qui constitue le point de départ de l'analyse. Cependant rien n'empêche de considérer que les innovations de procédé accompagnent aussi l'innovation initiale. En effet, il est aujourd'hui établi tant empiriquement que théoriquement que, pour innover dans les produits, les firmes doivent le plus souvent développer des innovations incrémentales prenant appui sur des phénomènes d'apprentissage, d'accumulation récurrente de connaissances et d'expériences. En cela, les activités de R&D jouent un double rôle : une source directe (bien qu'aléatoire) de créativité, mais surtout le développement routinier de capacités d'absorption indispensables à l'amélioration de processus et produits existants.

apparaît comme le phénomène à la fois singulier et central agissant sur l'évolution cyclique de l'industrie.

2.2. Les modèles de sortie massive

Dans ces modèles, les sorties correspondent aussi bien aux faillites qu'à la disparition d'une firme à travers une fusion-acquisition. Cela peut paraître surprenant dans le sens où la sortie par fusion n'a pas forcément pour origine une cause économique négative : l'entreprise peut être rachetée pour ses bonnes performances. Dans le cadre de ces modèles, pourtant, c'est la continuité productive et/ou technologique (ligne de produit) qui est retenue comme critère déterminant pour juger des conséquences des stratégies de croissance externe⁶. Si cette méthodologie semble faire peu de cas des fusions guidées par des considérations financières, notons que les sorties pour fusions et acquisitions ne représentent en moyenne que 5% des sorties massives⁷. Comme dans le modèle de base, l'enjeu est d'expliquer le comportement cyclique de l'industrie à partir d'un facteur, l'information disponible pour les entreprises. Cette information, très abondante initialement, se modifie et se raréfie au fur et à mesure que le cycle progresse. Ce facteur, considéré à l'origine comme purement exogène, est progressivement endogénéisé dans les modèles de sortie massive pour devenir une composante essentielle des connaissances, compétences et expériences des différentes cohortes d'entreprises qui pénètrent l'industrie.

Sortie massive et choc technologique

Une première famille de modèles peut être distinguée, dans laquelle la sortie massive est engendrée par un choc technologique extérieur à l'industrie⁸. Un premier choc technologique apparaît avec le développement du produit nouveau qui est mis sur le marché. Un phénomène d'entrée est alors constaté puisque des opportunités de profit apparaissent. L'entrée se poursuit jusqu'à ce que les profits deviennent nuls, et la structure industrielle se cristallise alors sur un certain nombre de firmes. L'apparition d'une nouvelle trajectoire technologique engendre à nouveau un processus d'entrée, mais implique également un problème d'adaptation des firmes installées à la nouvelle technologie. Dans le modèle, et selon un

⁶ En fait, lorsqu'une entreprise est rachetée par un concurrent au sein de la même industrie, elle disparaît comme entité juridique et seule l'entreprise acheteuse est comptabilisée. Economiquement d'ailleurs celle-ci intègre les parts de marché, la technologie et l'expérience de l'entreprise cible. En cas de fusion, c'est l'entreprise qui réalise déjà le nouveau produit et/ou qui donne son nom à la nouvelle entité qui reste sur le marché. Le partenaire est considéré alors comme sortant (Klepper, 2002a).

⁷ Klepper et Simons (1997) et (2000).

⁸ Il s'agit essentiellement de modèles formels autour de Jovanovic et Mc Donald (1994).

processus aléatoire, seules quelques firmes installées réussissent à s'adapter. Les firmes qui échouent sont alors victimes de la sortie massive. Le caractère cyclique apparaît parce que la structure industrielle est régulièrement perturbée par l'introduction de nouveaux produits et procédés. Toutefois, le processus par lequel certaines firmes sortent reste inexpliqué, et rien ne permet de prévoir (en fonction par exemple de leurs actions passées) ce qui garantit à d'autres firmes de perdurer. Le caractère séquentiel et cumulatif des choix d'innovation, qui pourtant est au cœur des modèles de base de cycle de vie, n'est pas considéré, ici, comme fondamental.

Sortie massive et design dominant

La seconde famille de modèles restaure ce caractère séquentiel et cumulatif et le relie explicitement à l'émergence d'une standardisation qui se développe de manière endogène dans la structure industrielle⁹. L'émergence d'un design dominant en cours de cycle provoque la sortie de toutes les firmes ne l'ayant pas adopté, mais il reste toutefois à expliquer pourquoi, à un moment donné, une variété du produit supplante toutes les autres. Lorsqu'à l'issue d'un programme de R&D, les grandes firmes introduisent sur le marché un nouveau produit¹⁰, elles doivent faire face à une situation d'incertitude forte qui prend deux formes particulières : i) l'incertitude sur les préférences des acheteurs et utilisateurs potentiels relatives aux caractéristiques de l'innovation de produit ; ii) l'incertitude sur les moyens technologiques de satisfaire ces préférences. L'existence de cette dernière incertitude va conduire un certain nombre de producteurs à entrer sur le marché en proposant des variétés différentes du produit. Une concurrence se met alors en place entre les multiples offreurs. L'expérience acquise par les utilisateurs concernant les différents produits, de même que celle des offreurs dans les moyens de produire, font que l'on observe une résolution progressive de l'incertitude au cours du temps. Les utilisateurs se fixent ainsi sur le produit qui leur offre le maximum de caractéristiques désirées. De leur côté, les offreurs développent un apprentissage dans les procédés les moins coûteux qui leur permettent de proposer la variété de produit préférée au meilleur prix. Les externalités de réseaux qui se mettent en place entre offreurs, ainsi que les investissements réalisés dans les produits complémentaires, renforcent la position d'une variété, appelée 'design dominant', au détriment des autres. L'innovation de produit décroît, puisque l'ensemble des acteurs (offeurs et utilisateurs) s'orientent vers la

⁹ Cf. les modèles issus de Utterback et Suarez (1993).

¹⁰ Ces analyses sont construites sur l'hypothèse schumpeterienne de l'avantage en R&D de la grande firme qui enclencherait par ses innovations de produit un processus de "destruction créatrice".

production et la consommation du standard. L'entrée devient alors plus difficile. L'innovation de produit est remplacée par l'innovation de procédé. En effet, dès que le standard s'impose, les investissements dans le processus de production de ce standard relèvent d'un choix rationnel. Une sortie des firmes les moins efficaces est alors inévitable. Pour la théorie du design dominant, la sortie massive apparaît donc comme la conséquence d'un choix rationnel d'investissement en incertitude qui intègre les phénomènes d'apprentissage (éventuellement de co-production) de la part des utilisateurs et des offreurs.

Sortie massive et avantage concurrentiel des premiers entrants

La troisième famille de modèles affine encore le raisonnement en introduisant une distinction entre entreprises installées, nouveaux entrants et entrants plus tardifs¹¹. Cette spécification permet de lever une limitation du modèle de base de cycle de vie, dans lequel on ne considèrerait que les premiers entrants (qui, par leurs innovations, font émerger une industrie) et les entrants plus tardifs. Les cohortes de firmes (installés, premiers entrants, entrants tardifs) se distinguent par des capacités de R&D différentes. De cette hétérogénéité résultent, tout d'abord, des rendements de R&D variables selon les firmes et selon la date d'entrée, ainsi qu'une structure des coûts de production différente. Selon l'hypothèse schumpeterienne, les capacités de R&D sont positivement corrélées à la taille des firmes entraînant ainsi une baisse des coûts moyens supportés par les plus grandes d'entre elles (avantage de la taille en R&D). Toutefois, les firmes en croissance doivent aussi supporter des coûts d'expansion (essentiellement des coûts de bureaucratie) qui entraînent la diminution des rendements de l'activité de R&D au cours du temps. Dans ces conditions, ce sont les premiers entrants qui bénéficient de rendements croissants et qui vont relever le défi de l'innovation de procédé, mieux que ne le font les installés ou les entrants plus tardifs. L'avantage de ces premiers entrants est donc simultanément fondé sur la décroissance des rendements de R&D des grandes firmes installées¹², mais aussi sur la diversité des capacités d'innovation des firmes qui les conduisent à réaliser, dans un premier temps, des innovations de produit puis, dans un deuxième temps, des innovations de procédé – voire des imitations – sans avoir à encourir les coûts initiaux. La date d'entrée devient donc un élément clé dans la formation de l'avantage concurrentiel par rapport aux installés, et constitue également un critère de survie discriminant

¹¹ Cf. Klepper (1996) et Klepper et Simons (2000).

¹² Les coûts d'expansion que subissent les firmes installées grèvent les gains issus de la baisse des coûts moyens permise par la R&D. De plus, au delà d'une certaine échelle de production, dans les phases avancées du cycle de vie, les coûts moyens sont constants tandis que les coûts d'expansion ne cessent de croître et ce, dans un contexte de concurrence accrue.

par rapport aux entrants plus tardifs. Ce mécanisme reste, toutefois, plus un élément explicatif de la persistance des premiers entrants qu'une explication de la sortie des derniers entrants. Cette sortie trouve deux types d'explications. La première est la pression concurrentielle qui s'exerce dans les périodes avancées du cycle de vie lorsque le nombre de firmes installées tend vers son maximum et que la baisse du coût de production moyen permise par les innovations de procédé ne compense plus la baisse des prix, notamment juste avant la sortie massive¹³. La seconde tient aux erreurs d'appréciation de la situation du marché par les derniers entrants provoquées par leur manque d'expérience au regard des cohortes précédentes. Ces deux causes de sortie ne sont pas exclusives l'une de l'autre : les deux facteurs peuvent se cumuler pour accroître le phénomène de sortie massive. Dans ce cas, l'hétérogénéité des firmes qui se matérialise par l'appartenance à différentes cohortes laisse une place importante au développement temporel des connaissances et expériences, mais aussi aux erreurs, qui font partie du jeu normal d'un processus concurrentiel.

3. LE ROLE DES ETUDES EMPIRIQUES

Les études empiriques ont fortement contribué à la reconnaissance des analyses de cycle de vie comme étant un des principaux courants de dynamique industrielle¹⁴. Pour autant, le rôle de ces études empiriques se modifie au cours de l'évolution même du courant d'analyse. Si, dans un premier temps, on cherchait à tester et, en quelque sorte, à confirmer le modèle sur un ensemble toujours plus grand d'industries, au cours des années 90, on va au contraire se focaliser sur une étude approfondie de certains secteurs qui deviennent des domaines privilégiés d'application du schéma théorique général en cinq phases. Les travaux empiriques s'orientent donc maintenant vers une étude plus ciblée et plus fine de la complexité sous-jacente aux différentes régularités de fin de cycle de vie, notamment celles qui portent sur la sortie massive.

¹³ Les derniers entrés doivent de fait affronter une échelle de production la plus élevée de l'histoire de l'industrie, et donc leur marge commerciale est très faible.

¹⁴ En effet, des avancées importantes ont été permises par le traitement de séries temporelles longues (en général une cinquantaine d'années) sur un grand nombre d'industries (environ une cinquantaine, là aussi), qui font le caractère original et précurseur du cycle de vie.

3.1. Les domaines principaux d'application

Une dizaine d'industries semblent être particulièrement conformes à l'évolution décrite par le cycle de vie. Parmi ces industries, on peut citer en tout premier lieu l'industrie automobile, mais aussi les industries des machines à écrire, des pneus, des avions, des télévisions, des tubes cathodiques et de la pénicilline¹⁵. Dans ces industries, on met en évidence les grandes régularités caractéristiques d'un cycle de vie : croissance de la production dans les phases initiales de l'évolution, puis diminution progressive ; concentration des firmes installées dans les phases initiales, puis augmentation du nombre d'entrants, et enfin disparition d'un nombre significatif de firmes ; lien entre part de marché et profitabilité ; avantage concurrentiel et pérennité sur le long terme des premiers installés ; substitution des innovations de procédé aux innovations de produit au cours du temps. Le modèle de base reste robuste, dans la mesure où certaines industries qui n'avaient pas fini leur cycle de vie au début des années 80 se comportent bien de manière cyclique au cours des années 90, ce qui infirme les hypothèses alternatives en termes d'économie d'échelle (hypothèse traditionnelle), et de sortie des firmes les plus petites inefficaces en R&D (hypothèse schumpeterienne). Toutefois, certains phénomènes fondamentaux restent encore inexplorés. Par exemple, dans l'industrie automobile, les phénomènes d'entrée-sortie ne sont plus expliqués par le cycle de vie à partir du milieu des années 1930. L'entrée tardive de concurrents, qui débute dans les années 1940 et s'accroît dans les années 1960 à 1980, ne peut être caractérisée dans ce cadre analytique, alors même que ce type d'entrée remet fortement en cause l'apparition effective d'une sortie massive, et a également des implications sur les variations de parts de marché, et sur le leadership des premiers entrants.

Dans les travaux empiriques récents, on cherche également à cerner le lien entre le développement historique de l'industrie et l'agglomération des entreprises autour de centres géographiques spécifiques. Ainsi, on s'intéresse à l'évolution de l'industrie automobile américaine et à la désignation de Détroit comme capitale de cette industrie¹⁶. On se concentre aussi sur les relations entre firmes installées et création de nouvelles firmes. Dans beaucoup d'industries, les nouveaux entrants proviennent d'un essaimage de firmes installées, et cela peut constituer soit un facteur de dynamisation de l'innovation, soit un phénomène de blocage de la concurrence. Le développement de l'entrepreneuriat, analysé sous l'angle de l'évolution

¹⁵ Klepper (1997), Klepper (2001) et Agarwal (1998).

¹⁶ Cf. Klepper (2002b). On trouve également cette même démarche pour le Royaume Uni avec la concentration géographique de l'industrie automobile autour de Coventry, mais aussi pour l'Allemagne avec Munich (Cf. les travaux récents de Uwe Cantner, R. Bochma et K. Frenken).

des connaissances et compétences par phénomène de reproduction et d'héritage, est particulièrement au centre des préoccupations.

3.2. La mesure de la sortie massive

Dans les travaux empiriques, certains choix sur la statistique pertinente ont dû être opérés. Dans la mesure où la disponibilité de données complètes et de long terme revêt un enjeu particulier dans cette littérature, on renonce progressivement à mobiliser des informations sur les profits des entreprises ou leur distribution, ou sur les parts de marché, pour se concentrer sur la variable la plus disponible: la statistique des entrées/sorties. Cela se traduit par des efforts intensifs sur la mesure de la sortie massive. Une définition plus précise est proposée¹⁷. Un produit ne connaît pas de sortie massive si le nombre de firmes ne descend pas en dessous de 70% du niveau maximal atteint (appelé 'pic des producteurs') ou si, étant descendu en dessous de 70%, ce nombre est remonté à 90% du niveau maximal atteint. En fonction de cette définition, seulement 27 des 46 industries considérées dans le modèle de base observent effectivement une sortie massive. L'hypothèse de l'avantage des installés inhérent à la taille fait également l'objet de tests empiriques. Dans quatre industries américaines (automobiles, pneus, téléviseurs, pénicilline), on vérifie que l'avantage lié aux rendements croissants de la R&D pour l'innovation de procédé revient en effet aux premiers entrants qui éliminent de l'industrie les autres entrants (plus tardifs) et gagnent ainsi des parts de marché. D'autres facteurs que les rendements croissants de la R&D peuvent également jouer sur l'avantage de compétitivité des premiers entrants, et ceci plaide pour l'intégration dans l'analyse d'un 'effet réseaux'. Enfin, sur la notion de leadership de long terme, les premiers entrants mais aussi les entrants tardifs semblent se maintenir parce qu'ils ont pénétré le marché à des étapes où les taux de sortie étaient faibles (étapes 1, 2 et 5). Si les premiers entrants dominent véritablement l'industrie en captant de larges parts de marché pour un grand nombre de produits, les derniers entrants tendent plutôt à occuper de petites niches productives.

3.3. Les théories de la sortie massive à l'épreuve des faits

Les trois principales théories de la sortie massive (choc technologique, design dominant, et avantage concurrentiel) font également l'objet de tests¹⁸. L'étude économétrique envisage que le risque de sortie d'une firme est expliqué par la date d'entrée de la firme sur le marché (âge), l'appartenance à la cohorte (on distingue les 'cohortes de pré-sortie massive', i.e. celle des

¹⁷ Klepper et Miller (1995).

¹⁸ Klepper et Simons (1997).

premiers entrants; et les 'cohortes de sortie massive', i.e. celle des entrants tardifs), la date de début de la sortie massive (date à laquelle correspond le pic de producteurs) et la durée de la sortie massive. Le résultat principal du test est que le risque de sortie est d'autant plus faible que l'âge de la firme est important. Ainsi, de manière explicite, la cohorte des premiers entrants connaît les plus faibles taux de sortie pendant la sortie massive. Les cohortes les plus jeunes (entrants tardifs) connaissent les taux de sortie les plus élevés¹⁹. Ce résultat économétrique est confronté à l'histoire du changement technique propre à chacune des industries : il apparaît que l'avantage des premiers entrants est directement lié à leur dynamique d'innovation puisque ces firmes sont aussi les plus innovatrices. On a donc une validation empirique de l'explication de la sortie massive en termes d'avantage concurrentiel des premiers entrants. La sortie massive est ici le produit d'un processus de concurrence qui s'opère via la capacité des firmes à innover et donc à survivre. Comme on le supposait dans le modèle de base, celles-ci bénéficient d'une expérience acquise qui renforce leur capacité de survie. La sortie massive n'est donc pas la conséquence mécanique d'un choc technologique exogène. De même, la thèse du design dominant est réfutée empiriquement.

3.4. L'articulation théorique/empirique dans le cycle de vie

Une des caractéristiques du courant du cycle de vie est d'avoir toujours été l'objet d'itérations successives entre la recherche d'une explication théorique et l'étude empirique des phénomènes industriels. Dans le tableau suivant (Tableau 1), nous illustrons le produit de cette méthode dans le cadre du modèle de base de cycle de vie, et dans les modèles de sortie massive.

¹⁹ Dans ce modèle, on teste également l'hypothèse de convergence des risques de sortie de cohortes successives. Les résultats sont cependant très différenciés selon les industries et n'autorisent aucune conclusion définitive.

	Implications empiriques des modèles	Observations empiriques	Acceptation ou rejet des hypothèses	Nouvelles formulations
Modèles de cycle de vie	<p>H1 : Le nombre d'entrants dépend de la croissance de l'output (+), des économies d'échelles qui dominant en phase de maturité (-)</p> <p>H2 : Le nombre d'entrants dépend de la capacité de R&D (+) qui est essentiellement le fait des grandes firmes et conduit à la sortie des petites firmes inefficaces</p> <p>H3 : Le nombre d'entrants dépend de la population des entrants potentiels (+) et de la probabilité d'entrer (+), qui dépend elle même de l'information des entrants (+), de l'expérience des installés (-) et des profits espérés des entrants (+)</p>	Tests sur 46 industries, sur la période 1873-1960	<p>L'hypothèse H3 est retenue ;</p> <p>Les hypothèses H1 et H2 sont rejetées</p>	<p>L'évolution de l'industrie est fortement marquée par l'apparition d'une sortie massive en phase de maturité.</p> <p>Plusieurs hypothèses sont formulées pour déterminer ses conditions d'émergence et son impact sur les autres variables</p> <p>=> Des modèles de cycle de vie aux modèles de sortie massive</p>
Modèles de sortie massive	<p>H1' : La sortie massive dépend d'un choc exogène (+)</p> <p>H2' : La sortie massive dépend de l'émergence d'un design dominant (+)</p> <p>H3' : La sortie massive dépend de l'avantage concurrentiel des premiers entrants (+)</p>	Tests sur 10 industries (les domaines principaux d'application), sur la période 1873-1990	<p>L'hypothèse H3' est retenue ;</p> <p>Les hypothèses H1' et H2' sont rejetées</p>	<p>La sortie massive doit être analysée en référence à l'hétérogénéité des entreprises et de leurs connaissances.</p> <p>De nouvelles hypothèses sont formulées sur la manière dont les dates d'entrée conditionnent les caractéristiques des cohortes d'entrants</p> <p>=> Des modèles de sortie massive aux modèles de cohortes</p>

Tableau 1 : Synthèse des résultats des modèles de cycle de vie et de sortie massive

Dans le modèle de base de cycle de vie, des propositions alternatives concernant le nombre d'entrants, la probabilité d'entrer et les conditions de l'entrée sont examinées. L'hypothèse H1 (hypothèse traditionnelle) fait prévaloir le rôle des économies d'échelle, l'hypothèse H2 (hypothèse schumpeterienne) met en avant l'avantage des grandes firmes installées dans l'engagement des dépenses de R&D, et l'hypothèse H3 (hypothèse de cycle de vie) soutient la prédominance du rôle de l'information dans la dynamique d'entrée. Les résultats des tests menés sur 46 industries au cours de la période 1873-1960 font apparaître que seule l'hypothèse H3 est valide, et que les processus d'entrée/sortie dépendent bien de la nature et de la transformation de l'innovation tout au long du cycle de vie. Par ailleurs, la sortie

massive devient l'élément essentiel qui fait que, de manière récurrente, les oligopoles se forment et structurent l'industrie. Les modèles de sortie massive viennent affiner cette thèse. Les tests empiriques menés sur une dizaine d'industries (les domaines principaux d'application) sur la période 1873-1990 font apparaître que les oligopoles sont toujours composés et dominés par le même type de firmes : les premiers entrants. De plus, cette composition des oligopoles ne répond pas à un phénomène purement aléatoire (rejet de l'hypothèse H1' du choc technologique), et elle n'est pas non plus complètement déterminée par la standardisation imposée par les firmes installées (rejet de l'hypothèse H2' du design dominant). Ces résultats empiriques permettent de soutenir l'hypothèse H3' (avantage concurrentiel des premiers entrants), et de la compléter par de nouvelles formulations (portant sur l'hétérogénéité des firmes, leurs bases de connaissance, leur date d'entrée, et l'appartenance à différentes cohortes) qui sont constitutives de contributions émergentes que l'on peut qualifier de 'modèles de cohortes'.

Ces itérations successives entre travaux analytiques et tests empiriques, qui portent sur la nature des mécanismes sous-jacents aux différentes régularités de cycle, ont parfois comme produit joint de montrer que l'évolution de certaines industries n'est pas totalement décrite par le modèle de cycle de vie et, comme nous allons le voir, peut conduire à des profils 'sans sortie massive'²⁰.

4. LES LIMITES DU CYCLE DE VIE : VERS LA RECHERCHE DE NOUVEAUX DETERMINANTS

L'exigence d'une recherche de nouveaux déterminants d'évolution de long terme se présente dès lors que, dans certaines industries, les firmes initiales connaissent une surprenante longévité par rapport à de nouvelles firmes entrantes, porteuses de technologies ou de produits concurrents et plus performants. Dans ces situations, l'absence de cycle peut s'expliquer par une évolution spécifique des besoins des utilisateurs potentiels, ou par le développement de compétences complémentaires par des firmes amont, aval ou partenaires qui imposent une certaine stabilité de la structure industrielle dans le temps. De plus, le régime de propriété intellectuelle peut jouer un rôle non négligeable sur les comportements innovateurs et sur les entrées-sorties. Il est donc possible de distinguer certains déterminants qui, lorsqu'ils sont présents de manière individuelle ou conjointe dans l'industrie étudiée, font que cette industrie

²⁰ L'expression anglaise utilisée dans la littérature est : '*non shakeout patterns of evolution*'.

se démarque d'une évolution de type cycle de vie. La mise en évidence de ces déterminants incite à revenir sur le pouvoir explicatif des modèles de cycle de vie.

4.1. L'importance des relations verticales

Le cycle de vie se focalise sur l'impact de l'évolution du changement technologique sur la structure du marché, et plus particulièrement sur la structure horizontale du marché. Toutefois, dans certains cas, ce sont les relations verticales qui ont un impact dominant sur l'évolution de l'industrie. Notamment, les processus d'accumulation de compétences et d'innovation, comme les processus d'entrée-sortie, sont gouvernés par la présence d'offreurs spécialisés en innovation de procédé et de produit, mais aussi par la division du travail qui peut exister entre des inventeurs et des firmes spécialisées dans la production et la distribution.

Les offreurs spécialisés en innovation de produit et de procédé

Dans certaines industries, on a observé 20 ou 30 ans après la commercialisation de l'innovation de produit (i.e. après l'émergence de l'industrie) l'apparition de firmes spécialisées en amont qui ont proposé de nouveaux procédés de production, de nouveaux équipements, des inputs nouveaux aux firmes installées dans l'industrie issue de l'innovation de produit. Ces offreurs spécialisés ont mis leurs innovations de procédé à la disposition des firmes situées en aval par l'octroi de licence sur brevets. La présence des offreurs spécialisés a permis l'entrée de nouvelles firmes en aval et donc la réintroduction d'une forte concurrence dans une industrie qui entamait sa phase de maturité. Ce phénomène d'entrée a perturbé la sortie massive qui pouvait être anticipée, ainsi que les avantages des premiers entrants, et a également entraîné un déclin des parts de marché des firmes leaders. De tels phénomènes se sont opérés dans le domaine des télécommunications, industrie dont on aurait pu penser qu'elle était en phase de maturité. La dérégulation, qui débute aux Etats Unis au milieu des années 80 et se poursuit pour la plupart des pays européens jusqu'à la fin des années 90, a bien évidemment eu pour but d'introduire de nouveaux entrants, proposant des offres alternatives et surtout des tarifications plus attrayantes. Au cours de cette période, on peut noter également que les firmes installées (anciens monopoles) se sont désengagées de leurs activités de R&D et les ont, en quelque sorte, déléguées à leurs équipementiers. Ces offreurs spécialisés ont alors eu un rôle déterminant dans les processus d'innovation, puisqu'ils se sont chargés de mettre en place les nouveaux équipements (terminaux et réseaux) répondant aux nouvelles exigences du marché. Par là même, l'entrée et le maintien sur le marché des

nouveaux opérateurs de télécommunications ont été renforcés, puisque les équipementiers ont rendu les dernières innovations technologiques en matière de réseaux, de même que les nouveaux produits et services qui y sont associés, accessibles à tous les entrants au niveau aval²¹.

Les inventeurs et les firmes spécialisées dans la production/distribution

Dans certaines industries, comme celles de l'imagerie médicale (rayons X, RMN, tomographie assistée par ordinateur), l'innovation de produit a été mise au point par des firmes de type start-ups, souvent créées par des chercheurs provenant de laboratoires de recherche académique. Ces firmes étaient spécialisées techniquement et ont dû avoir recours, lorsque le marché a débuté sa croissance, à d'autres entrants spécialisés dans la production et la distribution de ces produits nouveaux. Ces entrants n'étaient pas vraiment nouveaux au sens où ils maîtrisaient les techniques plus anciennes d'imagerie. En pénétrant le nouveau marché, ces firmes ont alors développé les compétences qu'elles détenaient déjà en matière de production et de distribution et ont également engagé des stratégies d'innovation. Une troisième vague d'entrants est alors apparue, composée de firmes spécialisées dans les tests et la sécurité médicale, mais aussi plus largement des firmes issues de la révolution informatique.

4.2. Le rôle des accords de coopération

Les accords de coopération modifient considérablement la nature des avantages respectifs des innovateurs et des entrants potentiels et jouent *in fine* sur la dynamique concurrentielle. Cette dimension est toutefois négligée par les analyses de cycle de vie : les modifications de la structure horizontale de l'industrie (notamment la sortie massive) ne sont appréhendées qu'au travers du nombre et du taux d'entrée-sortie, sans aucune référence aux phénomènes de coopération et d'alliances.

²¹ Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire d'amender le modèle de cycle de vie sur la notion d'industrie. Dans ce modèle, les industries sont supposées pouvoir être étudiées indépendamment les unes des autres. Or, dans le cas présent, et du fait de la convergence des industries télécoms, IT et électronique, il est nécessaire de prendre en compte un ensemble de firmes qui appartiennent au sens statistique à des industries différentes. La non prise en compte de ces acteurs complémentaires situés en amont rendrait inopérante et invalide toute analyse de dynamique industrielle. Dans la mesure où l'émergence d'un cycle de vie est très dépendante de la définition de l'industrie qui est retenue, un travail spécifique de définition des contours de l'industrie, de justification de ses frontières, doit toujours être préalable aux analyses de dynamique industrielle. Cf. Fransman (2002).

La coordination des compétences et des savoirs

Dans un contexte d'incertitude et de régime de droits de propriété faibles, les accords de coopération entre firmes et détenteurs d'actifs complémentaires spécifiques déterminent l'avantage des installés ou la réussite ou l'échec des stratégies d'entrée des imitateurs²². La concurrence entre les installés et les premiers entrants s'opère par la maîtrise des actifs spécifiques qui, compte tenu des coûts de transaction élevés, est effectuée le plus souvent par un recours à des formes d'organisation dites 'hybrides'. Ainsi les firmes pharmaceutiques, confrontées au nouveau paradigme du génie génétique, se sont engagées dans les années 80 dans une course aux joint-ventures avec des entreprises spécialisées de biotechnologie. Ce type d'accord est basé sur une complémentarité de compétences puisque, à l'époque, seules ces entreprises maîtrisaient les procédés biotechnologiques susceptibles de révolutionner les méthodes traditionnelles de production des médicaments. Les grandes firmes, quant à elles, possédaient des compétences dans les procédures de tests cliniques, de production et de distribution de grande échelle. Dans les industries fondées sur la recherche scientifique (pharmacie, mais aussi chimie, etc.), les grandes firmes installées conservent un accès permanent aux connaissances scientifiques en passant des accords avec les sources d'information en recherche fondamentale. Dans le cas de la biotechnologie, les accords avec les entreprises spécialisées issues du milieu académique ou les accords avec les laboratoires universitaires ont probablement donné aux grandes firmes pharmaceutiques les délais d'adaptation nécessaires au nouveau paradigme technologique. Même si de nouveaux innovateurs de procédé ont pénétré certains domaines thérapeutiques (vaccins, diagnostics, etc.), l'avantage des grandes firmes installées n'a pas été remis en cause et la sortie massive n'a pas eu lieu²³.

Dimension stratégique des accords et impact sur le cycle de vie

Dans les NTIC, le nombre et la nature des accords évoluent en fonction du cycle de vie²⁴. Dès la phase 1, des accords de R&D apparaissent : ils sont révélateurs d'information sur les compétences et sur les investissements des firmes situées sur des trajectoires technologiques concurrentes. Dans la phase 2, les alliances se multiplient pour réaliser le développement

²² Teece (1986).

²³ Ici aussi, la définition d'industrie est élargie à la prise en compte de firmes ayant des activités et compétences différentes, mais complémentaires (grandes firmes pharmaceutiques installées, petites firmes spécialisées en biotechnologies). Sont intégrées de manière explicite également les institutions de recherche, du fait de leur rôle incontournable dans le développement de nouvelles connaissances et dans la dynamique industrielle plus largement.

²⁴ Cf. Cainarca et al (1992). Leur test empirique porte sur plus de deux mille alliances passées entre les différentes firmes des industries des NTIC entre 1980 et 1986.

complet de certaines trajectoires (accords de développement, accords de commercialisation). Le nombre d'alliances est maximal à la fin de cette phase. En phase 3, les firmes n'ont plus intérêt à livrer de l'information et tentent d'ériger des barrières à l'entrée. Certains standards émergent. Les alliances chutent. En phase 4, les parts de marché se stabilisent. Il s'agit alors pour les firmes en place de réactiver leur trajectoire technologique. Le trend des alliances reprend selon trois voies : accords stratégiques entre concurrents, accords avec les utilisateurs du produit, accords de commercialisation sur des marchés étrangers. En phase 5, quelques accords de récession ou de rationalisation de la production permettent aux leaders de maintenir la vitalité de l'industrie dans cette phase de déclin.

Dans ce type d'industries de haute technologie, des alliances de pré-entrée, de pré-emption et de dissuasion par l'entrée²⁵ peuvent engendrer des phénomènes de verrouillage technologique, d'éviction d'autres concurrents, de mise en place de standards qui altèrent de manière irréversible la configuration générale du cycle de vie. Ainsi, sur le segment des mémoires dynamiques (DRAM) de l'industrie informatique, où les cycles de vie sont très courts (7-10 ans) et la course à l'innovation forte, les alliances de R&D entre leaders visent à retarder l'obsolescence des produits existants. Le segment des micro-processeurs RISC est quant à lui caractérisé par une superposition de différentes générations de technologies et soumis à une course au standard intense. La firme innovatrice développe alors des accords de seconde source qui consistent à livrer sa technologie aux innovateurs potentiels susceptibles de mettre au point un standard concurrent. Dans tous ces cas, les accords de coopération semblent indissociables de l'étude des mécanismes d'entrée-sortie et d'émergence de design dominant.

4.3. La nature de la demande et la segmentation des marchés

Lorsque la demande est très diversifiée, et que se créent d'importantes niches commerciales, le cycle de vie n'est pas adapté à l'explication de l'évolution de l'industrie²⁶. Dans ce cas, le modèle de cycle de vie est pris en défaut. Les études qui confirment le modèle d'évolution du cycle de vie se sont focalisées sur des industries où le produit est un 'système' et où les consommateurs ont des demandes similaires. Il n'est pas évident que ce modèle s'applique de

²⁵ Par les accords de pré-entrée, les firmes en place développent leurs compétences sur le nouveau segment technologique, tout en limitant les investissements spécifiques (le plus souvent irrécouvrables) par la mise en œuvre des accords technologiques et des accords de distribution. L'accord de pré-emption permet à deux firmes innovantes d'exclure les autres firmes en course. Enfin, par les alliances de dissuasion à l'entrée, la cession d'une technologie à un concurrent via l'octroi d'une licence permet d'éviter que ce concurrent n'impose sa propre technologie. Cf. Combe (1995).

²⁶ Sur ces points, voir Nelson (1998) ; Windrum et Birchenhall (1998) ; et Langlois et Robertson (1995).

la même manière et avec autant de pertinence à l'industrie des produits chimiques, dans laquelle une variété de produits assez différents est fabriquée pour des usages similaires, ou à l'industrie pharmaceutique, dans laquelle les besoins des consommateurs sont divergents et très spécifiques. De la même manière, à certaines industries (jets d'affaire, lasers) correspondent des marchés extrêmement segmentés, chaque type de clientèle désirant un service spécifique, sur mesure. Pour ces industries, le processus d'entrée est en général continu et la sortie massive n'apparaît pas. Les leaders perdent de fortes parts de marché sur leurs concurrents, et ne conservent pas leur avantage de premier entrant.

4.4. Droits de propriété intellectuelle et évolution des industries

De manière presque surprenante pour une théorie du changement technologique, les travaux sur le cycle de vie des industries ne font que très peu référence à la question des conditions juridico-économiques dans lesquelles les innovations de produit ou de procédé sont protégées et diffusées. Le régime des droits de propriété intellectuelle ne semble pas être considéré comme une des forces majeures qui guident l'évolution des industries par les tenants du cycle de vie²⁷. Deux éléments peuvent être mis en perspective pour analyser les limites du cycle de vie sur la question des droits de propriété intellectuelle. Sur le plan empirique, faire des droits de propriété intellectuelle (brevets, licence, copyrights, marques, etc.) une variable explicative nécessite d'avoir recours à des bases de données idoines sur la protection industrielle. Or lorsqu'elles existent, celles-ci sont forcément incomplètes sur les périodes étudiées (fin du 19^{ème} siècle – fin du 20^{ème}). Les séries de dépôts de brevet ou de citations des brevets pourraient notamment révéler de manière précise comment et à travers quels types d'entrants la diffusion technologique s'est opérée, quand et comment le passage de l'innovation de produit aux innovations de procédé a eu lieu. La scientométrie des brevets (ou de familles de

²⁷ Une relecture du matériau historique mobilisé dans ces travaux permet de déceler, dans des industries se comportant conformément au cycle de vie, des cas où le degré et la nature de protection des innovations a pesé sur le futur de l'industrie. On peut se demander ce qu'il serait advenu de l'industrie des téléviseurs dans les années 70 si le leader américain dans le domaine de la couleur, *RCA* n'avait pas volontairement livré toute son information, pensant être protégé par l'insuffisant développement des circuits intégrés. Cette mauvaise stratégie de propriété intellectuelle, couplée à d'autres innovations dans le domaine des circuits intégrés, a provoqué quasi automatiquement l'entrée de nouveaux producteurs et placé son principal challenger, *Zenith*, au premier rang. De même, le développement de l'industrie automobile n'aurait pas connu l'ampleur rencontrée au début du 20^{ème} siècle aux Etats-Unis si un système de licences croisées mis en place à l'initiative de la *Chambre de Commerce et d'Industrie de l'Automobile* de ce pays n'avait pas permis la diffusion de l'information sur les multiples avancées techniques dans le domaine des produits et des procédés. Le résultat fût effectivement l'entrée de multiples petits producteurs indépendants et innovateurs dans un premier temps même si, par la suite, les innovations organisationnelles permettant l'émergence d'un standard ont conduit à la formation d'un oligopole. Enfin, comment la production de la pénicilline aurait-elle évolué si les incitations des pouvoirs publics au cours de la seconde guerre mondiale n'avaient eu lieu ?

brevets) permet aujourd'hui de reconstituer dans le temps les évolutions des connaissances sous-jacentes aux évolutions de marché. Dans le cas de certaines industries du 20^{ème} siècle telles que la pharmacie, les semi-conducteurs ou l'instrumentation de pointe, ce suivi serait probablement un complément aux études actuelles sur le cycle de vie. Sur un plan théorique, en revanche, on comprend moins pourquoi les tenants du cycle de vie ont occulté la question de la définition des droits de propriété. Le double lien existant entre structures de marché et brevets (ou licences) a fait l'objet de nombreuses analyses à la lumière du dilemme incitation privée à innover - diffusion sociale de l'information scientifique et technique mis en évidence par Arrow dans les années 60. Les travaux sur la durée optimale du brevet, les stratégies d'octroi de licences, les courses aux brevets ou les brevets dormants et leurs conséquences sur les structures de marché (barrières à l'entrée, pré-emption, ...) ou encore l'étude comparative de l'incitation à innover pour différentes structures de marché offrent de nombreuses pistes de recherche dans le cadre des modèles de cycle de vie. La prise en compte de ces avancées analytiques de l'économie de l'innovation éclairerait peut-être certains mécanismes d'évolution de long terme d'industries où le changement technologique est récurrent.

4.5. Retour critique sur la portée explicative des modèles de cycle de vie

L'examen de ces différents déterminants de la dynamique industrielle appelle à un retour critique sur les modèles de cycle de vie. En fait, deux positions semblent se dégager à ce stade de la réflexion. La première consiste à considérer que les modèles de cycle de vie fournissent essentiellement un cadre d'analyse de l'évolution historique d'industries qui ont vu leur émergence au cours de la première moitié du 20^{ème} siècle. Dès lors, les hypothèses et les conditions dans lesquelles se sont développés ces modèles, de même que l'utilisation de données temporelles de long terme pour les industries qui ont structuré le développement de l'économie américaine depuis la révolution industrielle, rendent très difficiles l'application de ces modèles aux nouveaux enjeux technologiques, économiques et organisationnels qui marquent l'évolution actuelle des industries, ou leur généralisation à d'autres économies développées (notamment en Europe). En quelque sorte, dans cette première vision, le cycle de vie serait un modèle 'daté' et trop centré sur le modèle américain. Le cycle de vie serait donc un modèle d'histoire industrielle qui ne permettrait pas de saisir les mutations des industries à la fin du 20^{ème} siècle et au début du 21^{ème} siècle, ou les phénomènes d'internationalisation des industries. Dans ce cas, les déterminants listés précédemment apparaissent bien évidemment comme de bonnes raisons pour rejeter en bloc le modèle de cycle de vie.

La seconde position, que nous soutenons dans cet article, est d'utiliser de manière systématique les apports de cette littérature pour comprendre justement ce qui peut distinguer les industries traditionnelles (comme l'automobile), des industries dites nouvelles (comme les biotechnologies) ou en plein renouvellement (comme les télécommunications). Cette seconde perspective conduit à reconnaître que le modèle de cycle de vie est un apport central à l'étude de la dynamique industrielle, à la fois en termes de méthode (cette analyse porte d'emblée sur les changements industriels, et intègre à la fois les régularités de l'industrie et l'hétérogénéité des firmes qui la composent) et en termes de traitement de données (cette analyse considère l'impact de long terme des changements technologiques sur la structure industrielle). En ce sens, ce modèle peut être confronté aux changements rencontrés actuellement dans les industries, éventuellement invalidé, et finalement complété par la prise en compte de déterminants complémentaires. Dans cette perspective, un recours aux autres courants de dynamique industrielle, notamment aux modèles de dynamique des structures de marché et d'évolution technologique, semble nécessaire afin de développer un cadre d'analyse plus large.

5. MODELES DE DYNAMIQUE INDUSTRIELLE : QUELLES ARTICULATIONS POSSIBLES ?

Nous l'avons noté précédemment, les modèles de cycle de vie insistent sur le fait que leur analyse repose sur une combinaison d'éléments issus des modèles traditionnels et évolutionnistes. C'est bien dans cette perspective que nous soulignons ici les points d'opposition et les complémentarités qui existent entre le modèle de cycle de vie et les autres modèles de dynamique industrielle. Ils laissent entrevoir de nouvelles pistes d'investigation dans la conception de nouveaux modèles d'évolution de long terme des industries.

5.1. Cycle de vie et dynamique des structures de marché

D'un point de vue analytique, les outils utilisés par les théoriciens du cycle de vie et ceux de la dynamique des structures de marché sont similaires²⁸. Les variations en termes d'entrées-sorties, la caractérisation des parts de marché, le taux d'innovation majeure ou incrémentale, les performances des firmes sont, en effet, des instruments d'analyse communs aux deux courants. De plus, dans les deux types d'analyse, la notion d'industrie est comparable: il s'agit d'un ensemble de firmes (en plus ou moins grand nombre) qui vendent un même type de

²⁸ Cf. Geroski (1995) ; et Sutton (1998), pour des références de base.

produit sur un même marché. Toutefois, c'est dans l'utilisation de ces outils que l'on peut noter des divergences. Si, pour les analystes de la dynamique des structures de marché, il s'agit de déterminer des structures industrielles d'équilibre et de les comparer au cours du temps, il s'agit en revanche pour les auteurs du cycle de vie de comprendre l'enchaînement des événements qui induisent un certain nombre de régularités d'évolution. En ce sens, dans le cadre du cycle de vie, l'étude des structures de marché n'a pas de sens si elle est déconnectée des mécanismes qui, historiquement, engendrent un certain profil d'évolution de l'industrie. De plus, le rôle de l'innovation qui est fondamental dans les analyses de cycle de vie ne fait que rarement l'objet d'une analyse intégrée dans les modèles de dynamique des structures de marché. Les analyses en termes de compétition stratégique, développées depuis les années 1980 et formalisées en termes de jeux, peuvent déterminer les incitations à innover dans des situations de structures de marché plus ou moins concentrées. Bien que ces analyses marquent une avancée fondamentale par rapport aux modèles plus anciens, fondés sur les économies d'échelle, leur démarche privilégie une étude comparative de différentes situations d'équilibre, plutôt que l'analyse du passage d'une situation à une autre.

D'un point de vue empirique, les approches en termes de cycle de vie tendent à rechercher, sur la base de faits stylisés, une analyse cohérente de la manière dont les industries évoluent et contribuent au changement économique. L'objet des travaux empiriques de dynamique des structures de marché est en quelque sorte plus 'modeste', puisqu'il s'agit d'attester d'un certain nombre de faits stylisés, sans toutefois pouvoir y faire correspondre une explication analytique. Pour autant, comme pour le cycle de vie, la recherche de faits stylisés au niveau des firmes ou à des niveaux plus agrégés (intra-industriel ou interindustriel), a comme objectif de résoudre le paradoxe selon lequel l'extrême hétérogénéité des caractéristiques des firmes s'accompagne de grandes régularités d'évolution des industries. Dans cette perspective, les travaux empiriques en termes de structures de marché permettent de dégager des résultats complémentaires à ceux du cycle de vie, en ayant recours à des indicateurs de dynamique industrielle propres à ce courant d'analyse : l'asymétrie (persistante) des performances des firmes, les phénomènes de turbulence dans la démographie industrielle, la croissance et la distribution de taille des firmes.

5.2. Cycle de vie et dynamique technologique

Les modèles évolutionnistes de dynamique industrielle sont basés sur les principes de sélection et d'adaptation et mettent en avant le rôle prédominant du changement

technologique²⁹. La co-évolution retenue entre la technologie et les structures industrielles est expliquée, d'une part, par la pression sélective qu'exerce le changement technologique sur des firmes fortement hétérogènes et, d'autre part, par les processus d'adaptation réalisés par ces firmes³⁰. Ce sont leurs capacités d'apprentissage et d'adaptation qui garantiront leur survie.

Les modèles de cycle de vie semblent recouvrir les principes de sélection et d'adaptation, mais la pression sélective ne s'exerce pas en général via un progrès technologique exogène³¹. Il s'agit plutôt d'un processus de concurrence endogène qui s'opère à travers les capacités d'innovation des firmes et qui a pour résultat que des firmes sortent du marché, que d'autres y prospèrent ou encore qu'un design dominant émerge. Cette spécificité des modèles de cycle de vie est identifiable dans l'impossibilité de classer ces modèles dans une des deux catégories de modèles évolutionnistes dominants. En effet, les travaux évolutionnistes sont en général regroupés en deux classes distinctes correspondant à deux scénarios théoriques issus des conjectures schumpeteriennes. Le premier scénario est le modèle 'Schumpeter Mark I'³², dans lequel l'entrée est relativement facile d'un point de vue technologique, les firmes nouvelles jouent un rôle particulièrement important dans le développement des activités innovatrices, et les avantages concurrentiels et technologiques des firmes installées subissent une érosion continue. Le second scénario est le modèle 'Schumpeter Mark II'³³, qui est caractérisé par de fortes barrières à l'entrée pour les nouveaux innovateurs du fait de la prédominance des grandes firmes établies dans ce type d'activité, et une domination compétitive et technologique d'un petit nombre de firmes. Or, un véritable enjeu réside dans l'explication du glissement de l'hypothèse schumpeterienne de destruction créatrice caractéristique de 'Schumpeter Mark I' vers celle d'accumulation créatrice à la base de 'Schumpeter Mark II'. Transposées à l'analyse du cycle de vie, ces hypothèses permettent notamment d'expliquer comment, dans les premières phases du cycle, les nouveaux entrants peuvent remettre en cause l'avantage des firmes installées via l'innovation mais aussi, une fois que la sortie massive a eu lieu, comment l'avantage des premiers entrants se renforce au cours du temps et leur offre une capacité de survie plus grande par rapport aux entrants tardifs.

²⁹ Cf. Dosi et al. (1997) ; et Dosi et Malerba (2002), pour une revue de littérature.

³⁰ En effet, la diversité industrielle est inhérente à la nature même des firmes puisque celles-ci se différencient par leur profil de compétences, leur annuaire de routines et le sentier qu'elles ont suivi.

³¹ Exception faite de Jovanovic et Mc Donald (1994).

³² En référence à *La Théorie du Développement Economique*, publié par Schumpeter en 1912.

³³ En référence à *Capitalisme, Socialisme et Démocratie*, publié par Schumpeter en 1942.

Sur un plan empirique, il existe une grande complémentarité entre les résultats obtenus par les approches évolutionnistes et ceux dérivés du cycle de vie. La recherche de faits stylisés est, dans les deux cas, organisée autour de la coexistence de propriétés de turbulence et de changement (identifiables au niveau de la firme et de l'industrie) et de propriétés de persistance et d'invariance (notamment au niveau interindustriel). Cependant, cette recherche de faits stylisés ne se situe pas sur le même plan dans la mesure où les théoriciens évolutionnistes tentent de montrer que l'articulation entre les deux types de propriétés est inhérente aux contextes technologique et institutionnel dans lesquels s'exercent les principes de sélection et d'adaptation des firmes. Dans les travaux empiriques sur le cycle de vie, la recherche de l'explication des faits stylisés se veut, en revanche, transcendante aux évolutions scientifiques et institutionnelles.

6. CONCLUSION

Le modèle de cycle de vie de l'industrie fournit un cadre analytique autorisant la mise en évidence de certaines régularités de l'évolution de long terme de nombreuses industries. Le corpus de travaux qui s'y réfère, et auquel nous avons consacré cet article, offre de ce point de vue un apport conséquent à la connaissance du fonctionnement et de l'évolution de diverses industries. Toutefois, ce modèle ne constitue pas une théorie générale de la dynamique des industries comme le laisse entrevoir à la fois la mise en évidence de déterminants nouveaux, et la confrontation aux modèles concurrents et complémentaires en termes de structures de marché, ou de nature évolutionniste. Pour autant, les nouveaux débats sur le cycle de vie de l'industrie attestent de l'actualité de la relation entre innovation et évolution de long terme des industries et constituent déjà sans nul doute une étape importante de la résolution de cette question centrale de la dynamique industrielle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGARWAL, R. [1998], "Evolutionary trends of industry variables", *International Journal of Industrial Organization*, 16, 511-525.
- CAIRNACA, G., COLOMBO, M., and MARIOTTI, S. [1992], "Agreements between firms and the technological life cycle model : evidence from information technology", *Research Policy*, 21, 45-62.
- COMBE, E. [1995], *Alliances entre firmes et course technologique*, Paris : Economica.
- DOSI, G. and MALERBA, F. [2002], "Special issue: interpreting industrial dynamics 20 years after Nelson and Winter's Evolutionary theory of economic change", *Industrial and Corporate Change*, 11(4), 619-894.
- DOSI, G., MALERBA, F., MARSILI, O., and ORSENIGO, L. [1997], "Special issue: industrial structure and dynamics: evidence, interpretation and puzzles", *Industrial and Corporate Change*, 6(1), 3-202.
- FRANSMAN, M. [2002], *Telecoms in the Internet age: from boom to bust to... ?*, Oxford: Oxford University Press.
- GEROSKI, P. [1995], "What do we know about entry?", *Industrial Journal of Industrial Organization*, 13(4), 413-614.
- GORT, M., and KLEPPER, S. [1982], "Time paths in the diffusion of product innovations", *Economic Journal*, 92, 630-653.
- JOVANOVIC, B., and Mc DONALD, G. [1994], "The life cycle of a competitive industry", *Journal of Political Economy*, 102, 322-347.
- KLEPPER, S. [1996], "Entry, exit, growth and innovation over the product life cycle", *American Economic Review*, 86, 562-583.
- KLEPPER, S. [1997], "Industry life cycles", *Industrial and Corporate Change*, 6(1), 145-181.
- KLEPPER, S. [2001], "Employee startups in high tech industries", *Industrial and Corporate Change*, 13(3), 639-674.
- KLEPPER, S. [2002a], "Firm survival and the evolution of oligopoly", *Rand Journal of Economics*, 33(1), 37-61.
- KLEPPER, S. [2002b], "The capabilities of new firms and the evolution of the US automobile industry", *Industrial and Corporate Change*, 11(4), 645-666.
- KLEPPER, S., and MILLER, J. [1995], "Entry, exit, shakeouts in the United States in new manufactured products", *International Journal of Industrial Organization*, 13, 567-91.
- KLEPPER, S., and SIMONS, K. [1997], "Technological extinctions of industrial firms : an inquiry into their nature and their causes", *Industrial and Corporate Change*, 6 (2), 379-460.
- KLEPPER, S., and SIMONS, K. [2000], "The making of an oligopoly : firm survival and technical change in the evolution of the U.S Tire industry", *Journal of Political Economy*, volume 108(4), 728-760.
- LANGLOIS, R., and ROBERTSON, P. [1995], *Firms, markets and economic change*, London and New York: Routledge.
- MUELLER, D. [1976], "Information, mobility, and profit", *Kyklos*, 29(3), 419-448.
- NELSON, R. [1998], "The co-evolution of technology, industrial structure and supporting institutions", in Dosi, Teece and Chytry (eds.), *Technology, organisation and competitiveness : perspective on industrial and corporate change*, Oxford and New York: Oxford University Press.
- SUTTON, J. [1998], *Technology and Market Structure*, Cambridge: MIT Press.
- TEECE, D. [1986], "Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy", *Research Policy*, 15, 285-305.
- UTTERBACK, J., and SUAREZ, F. [1993], "Innovation, competition and industry structure", *Research Policy*, 22, 1-21.
- WINDRUM, P., and BIRCHENHALL, C. [1998], "Is product life cycle a special case ? Dominant design and the emergence of market niches through co-evolutionary learning", *Structural Change and Economic Dynamics*, 9, 109-134.