

La modularité organisationnelle : vers un nouveau modèle d'organisation de l'industrie ?

Edouard Barreiro

05/2006

Résumé : L'observation d'une coïncidence temporelle entre la « dé-verticalisation » des industries et la montée en puissance des modes de production « modulaires » a conduit certain nombre d'auteurs à suggérer que la modularité pourrait être la cause de la dé-verticalisation et constituer un modèle d'organisation de l'industrie.

L'objectif de cette contribution est de montrer que la modularité ne constitue en réalité qu'une modalité de coordination qui se présente comme la conséquence et non comme la cause de la dé-intégration verticale puisqu'elle a pour fonction d'en réaliser les potentialités.

Organizational modularity : toward a new model of industrial organization?

Summary: The observation of a temporal coincidence between a "de-verticalisation" of industries and a rise of "modular" methods of production lead some economists to suggest the modularity could be the cause of the de-deverticalisation and a new model of industrial organization.

The aim of this paper is to show that modularity is just a new method of coordination that is the result and not the cause of the vertical de-integration and it is set up to carry out its potentialities.

Mots clés : dynamique industrielle, organisation de l'industrie, division du travail, innovation, modularité, coopération.

Key words: industrial dynamic, industrial organization, division of labor, innovation, modularity, cooperation.

JEL : L00, L22, L23

I. Introduction

Les travaux de Chandler (1977, 1990) ont permis de montrer que le développement économique s'est effectué entre le dix-neuvième et le vingtième siècle, selon un processus de concentration qui est à l'origine des grandes entreprises « conglomerates ». Ces nouvelles entreprises se distinguaient des anciennes par leur intensité capitaliste (utilisation massive de machines) mais également par leurs capacités à exploiter des économies d'échelle rendues possible par la mise en place de nouvelles technologies de production. Leur structure intégrée s'expliquait par la nécessité d'assurer une régularité de la production dans un environnement particulièrement instable, caractérisé par une forte croissance de la demande et des revenus¹.

Ce processus, qui s'est poursuivi tout au long du vingtième siècle, semble aujourd'hui connaître une inflexion notable. « Au lieu d'une domination continue de firmes multi produits dans lesquelles le contrôle managérial dirige un grand nombre d'étapes du processus de production, nous voyons une importante augmentation de la spécialisation verticale à travers une « dé-verticalisation » qui affecte les industries « chandleriennes » traditionnelles mais également les firmes high-tech de la fin du vingtième siècle » (Langlois, 2003a, p. 352).

Selon Langlois (*ibid.*), cette évolution ne remet pas en cause la validité de la l'explication « chandlerienne » qui reste pertinente dans la mesure où l'intégration verticale demeure une solution organisationnelle adaptée à un contexte économique particulier. De la même manière, la dé-intégration verticale témoigne d'une adaptation des industries à un nouvel environnement économique. En effet, si l'intégration verticale était une solution adaptée à une certaine instabilité de l'économie (notamment au niveau de la demande), cette dernière évoluait dans un climat concurrentiel relativement apaisé. Avec l'intensification des échanges internationaux, les entreprises, notamment dans les pays développés (Etats-Unis, France, Allemagne,...) sont aujourd'hui soumises à une plus forte pression concurrentielle. Cette évolution constitue une nouvelle contrainte pour les entreprises, qui doivent introduire une plus grande flexibilité dans leurs processus de production de manière à être plus réactives. Dans cette perspective, les entreprises opèrent un changement dans leurs stratégies de production, préférant l'externalisation à l'intégration verticale. Parallèlement à ce processus de « dé-verticalisation », on peut également observer l'émergence d'un nouveau mode de

¹ « Dans les industries intensives en capital la capacité de production nécessaire au maintien d'une échelle de production minimum efficace requiert une coordination attentive non seulement du flux de produits à travers le processus de production mais également du flux de biens intermédiaires provenant des fournisseurs et du flux des produits finaux par les intermédiaires jusqu'au consommateur final » (A. Chandler, 1992, p.81).

production : la modularité. Cette coïncidence temporelle de deux phénomènes, *a priori* complémentaires, pourrait laisser penser qu'il existe, comme le suggère Sturgeon (2002), une relation directe entre ces deux événements. La « dé-verticalisation » serait le résultat de la mise en place, par les entreprises, de réseaux modulaires de production. On peut toutefois s'interroger sur la causalité établie par Sturgeon entre ces deux phénomènes. Il est, en effet, parfaitement possible de montrer que, contrairement à ce que suggère l'auteur, la modularité n'est pas à l'origine de la « dé-verticalisation » mais qu'elle se présente comme le moyen de gérer les contraintes qui en découlent. Dans cette perspective, le véritable phénomène à analyser est celui de la « dé-verticalisation ».

Pour justifier cette position, il est nécessaire dans une première partie de clarifier le concept de modularité. Il nous sera ainsi possible, dans une deuxième partie, de montrer que la modularité n'est finalement qu'un moyen de coordonner des processus de production de plus en plus complexes.

II. Qu'est ce que la modularité organisationnelle ?

La modularité s'inspire d'une idée ancienne puisque Simon évoquait dès 1962 le fait que tout produit complexe peut être décomposé en sous-systèmes. Pour cela, il suffit de grouper des ensembles de composants, en les intégrant dans un nombre restreint de sous-systèmes. Ce processus permet de dégager une face visible (les sous-systèmes) qui abrite un ensemble de composants devenu invisibles. Avec l'externalisation croissante que connaissent les industries, depuis la fin des années 1990, le concept de modularité redevient d'actualité, dans la littérature économique. Toutefois, la nouveauté est qu'aujourd'hui l'application de la modularité ne se fait pas uniquement lors de la conception des produits et de leurs composants, elle intervient également lors de la conception du processus de production.

Une abondante littérature² présente la modularité organisationnelle comme un nouveau modèle d'organisation de la production. Ces travaux très hétérogènes peuvent être séparés en deux ensembles. D'une part, ceux dont l'objectif est de définir de manière analytique le concept de modularité et ses implications dans l'organisation de la production. D'autre part, des travaux plus empiriques qui étudient la modularité dans les industries. Il est intéressant de

² Voir, Sanchez et Mahoney (1996), Frigant et Talbo (2001), Fixson et Sako (2001), Sturgeons (2002), Sako (2003), etc...

noter, que dans ces derniers la modularité, telle qu'elle est analytiquement définie, est présentée comme un idéal que les entreprises cherchent à atteindre, ce que Sako (2003, p. 17) qualifie de « going modular ».

La modularité : éléments de définition

La modularité désigne deux phénomènes distincts mais liés : la modularité organisationnelle et la modularité technique. La modularité technique est la décomposition d'un système en sous-systèmes, qui communiquent entre eux par des interfaces spécifiques. « L'architecture d'un produit est dite modulaire lorsque les interfaces sont parfaitement découplées (c'est à dire qu'une modification sur l'un des modules connecté par l'interface n'entraîne pas de changement sur les autres éléments mis en relation par cette interface), et parfaitement standardisées (c'est-à-dire qu'elles acceptent la connexion d'une grande variété de composants) » (Catel, Monétari, 2004, p. 208)³. Dès lors, le processus de production peut être décomposé en activités évoluant de manière autonome. Dans cette perspective, Sako (2003) souligne que les différentes activités nécessaires à la production d'un bien (que ce soit dans une industrie, dans une entreprise ou un de ses départements, etc...) ont les mêmes propriétés que les systèmes complexes. Elles peuvent être « modularisées », c'est-à-dire segmentées en unités organisationnelles autonomes. Pour cela, il est nécessaire de développer des interfaces, strictement définies entre elles mais également un « mappage » clair entre chaque tâche et chaque unité organisationnelle (entre chaque module et chaque fonction pour la modularité technique), aux différents niveaux de hiérarchie organisationnelle. Une unité organisationnelle, au même titre que l'architecture organisationnelle, peut ainsi avoir plusieurs formes : elle peut être une équipe ou un département de l'entreprise ou l'entreprise elle-même. Comme pour la modularité technique, les unités organisationnelles interagissent et se coordonnent entre elles. Tant qu'elle respecte les contraintes liées aux interfaces, chaque unité peut agir de manière totalement indépendante, puisque toute évolution du sous-système qu'elle a en charge ne remet pas en cause le fonctionnement des autres éléments. Le meilleur exemple de ce type d'organisation est l'informatique. Les grandes marques telles que IBM, Hewlett Packard ou Dell assemblent des composants provenant de firmes diverses (Intel, AMD, nVidia, Creative, etc...). Chacun de ces composants interagit avec l'architecture globale (l'ordinateur) par l'intermédiaire d'une interface parfaitement standardisée (port PCI,

³ L'objectif de notre travail n'étant pas de faire une étude détaillée de la modularité nous renvoyons le lecteur aux principaux travaux sur le sujet : Langlois (1995); Baldwin, Clark (1987) ; Ulrich, (1995), Fixson et Sako (2001), Sako (2003).

slot, socket etc...). Il est ainsi possible d'affecter la conception et la production de chaque élément à une unité organisationnelle spécifique. La standardisation des interfaces techniques permet l'existence d'interfaces organisationnelles sous forme d'informations codifiées communes à toutes les unités organisationnelles (règles générales de conception). Il existera également une information imparfaitement codifiée qui n'est pas appelée à circuler et qui sera propre à chaque unité. L'indépendance des unités organisationnelles dépend de la stabilité du premier type d'informations alors que le second type, s'il ne remet pas en cause le premier, peut évoluer de manière totalement indépendante.

Les systèmes modulaires industriels

Pour Sturgeon (2002), même s'il n'offre pas un modèle général d'organisation de l'industrie, le travail de Chandler laisse apparaître en filigrane une justification théorique à la firme intégrée. Outre la réduction des coûts de transaction, formalisée par la suite par Williamson (1975), le principal argument de Chandler est l'obtention d'économies de vitesse⁴. Pour ce dernier, l'intégration verticale et le contrôle hiérarchique avaient pour principal objectif de résoudre le problème des coûts fixes engendrés par une production de masse ; l'enjeu étant de réduire les délais entre la construction de la capacité de production et les premières ventes. Un investissement en coûts fixes ne pouvait être profitable que si son utilisation se faisait rapidement et à un niveau d'utilisation toujours élevé. Comme le souligne Lazonick (1991), le processus d'intégration verticale décrit, par Chandler, traduit le besoin d'assurer l'utilisation maximale des sites de production et des équipements. L'extension de l'échelle de production implique en effet une meilleure coordination des flux de matériaux et de paiement dans le système. En intégrant ce type d'activités et en les plaçant sous le contrôle des managers, la firme peut ainsi ajuster le flux des intrants à celui de la production.

Sturgeon (2002) souligne que le problème des coûts fixes soulevé par Chandler (1977) persiste. Cependant, comme aucune dépense de publicité, aucune innovation de produit ni aucun nouveau marché ne peut assurer des taux d'utilisation suffisants pour justifier de nouveaux investissements en sites ou en équipements, les capacités de production sont à présent construites hors de la firme. Cette dernière, en « externalisant », se spécialise dans une nouvelle activité : la coordination des flux entrants et sortants de produits dans ses usines, et

⁴ « Les innovations dans le domaine de l'organisation furent provoquées par la nécessité de coordonner et de contrôler une production à débit élevé. Les accroissements de productivité et la baisse des coûts unitaires (que l'on appelle souvent économies d'échelle) résultèrent beaucoup plus de l'augmentation de la vitesse et du volume de la production que celle de la taille des usines ou des installations » (Chandler, 1977, p. 315).

peut ainsi limiter ses investissements en capital fixe et en R&D. Ce nouveau mode de production se justifie de deux manières : tout d'abord, comme nous l'avons vu, pour bénéficier d'économies d'échelle, puis pour bénéficier d'une plus grande flexibilité.

La réduction du cycle de vie des produits et leur complexité croissante induisent une importante pression sur les différentes activités des firmes (R&D, production, vente, etc...). En réponse à cette pression, les firmes choisissent d'externaliser un grand nombre d'activités non spécifiques pour répartir les risques associés à la volatilité des marchés sur un grand nombre d'acteurs du réseau modulaire (*ibid.* p. 485).

Pour Sturgeon, « la déviation du modèle "chandlerien" provient du fait que les économies d'échelle et de vitesse qui se produisent dans le système de réseau modulaire, surpassent celles réalisées par une seule firme parce qu'elles résident à l'extérieur et peuvent être partagées dans l'ensemble de l'industrie » (*ibid.* p. 471). Il apparaît évident que pour Sturgeon, la modularité organisationnelle est plus qu'un nouveau mode de production, elle est au cœur du processus de recomposition des industries. C'est la recherche de ces effets positifs qui conduit les entreprises à adopter une stratégie d'externalisation dont la résultante est une « dé-verticalisation » des industries.

Cependant, cette démarche pose problème ; si la modularité est au cœur de ce processus et si elle s'impose comme le nouveau modèle d'organisation de l'industrie, cela signifie qu'il existe une uniformité des modes de production et de coordination. Par conséquent, l'ensemble des secteurs devrait évoluer selon un processus identique. Or, si les travaux de Sturgeon semblent démontrer que la modularité constitue un phénomène majeur dans l'industrie informatique, ils ne sont pas en mesure de justifier son importance ni même son existence dans d'autres industries. En effet, l'industrie informatique est soumise à des contraintes qui lui sont propres : créer un produit adapté au plus grand nombre, par la voie de la variété des composants et au moindre prix. Si ces objectifs peuvent être communs à d'autres industries, chacune d'entre elles a des contraintes très différentes qui les conduisent à adopter des stratégies diversifiées. Par ailleurs, comme le montre un certain nombre de travaux, la modularité ne peut pas être appliquée de manière uniforme à tous les secteurs (*cf.* Fixson, 2003 ; Sako, 2003, Fixson et Sako, 2001; Talbot et Friguant, 2001).

En fait, la modularité telle qu'elle est conceptuellement définie peut difficilement être mise en place, car peu d'architectures modulaires permettent un véritable découplage (une réelle indépendance des composants). L'idée qu'il est possible de constituer différentes architectures, notamment pour diversifier le produit final, en effectuant différentes combinaisons de modules est difficilement réalisable même pour le secteur informatique, qui

constitue pourtant la référence en terme de modularité (Fixson et Sako, 2001). En effet, la vitesse d'évolution des technologies rend malaisée le maintien d'interfaces standardisées. A titre d'exemple, le fondateur⁵ AMD a plusieurs fois exprimé sa volonté de rendre pérenne l'interface processeur – carte mère (le *socket*⁶), or l'évolution des processeurs AMD a conduit à une constante remise en cause de cette dernière. Cette difficulté est encore plus importante dans d'autres industries comme l'automobile où il est très contraignant, voire impossible, d'affecter une fonction à chaque module (Sako, 2003), ce qui rend très délicat le processus de décomposition. L'automobile est le contraire d'une architecture « découplée », l'évolution d'un des éléments peut remettre en cause l'ensemble du produit. La combinaison de modules est donc impossible d'un constructeur à l'autre et très délicate à l'intérieur même de la chaîne de production d'un constructeur.

La mise en place de la modularité se heurte à une limite supplémentaire dans des industries comme l'automobile ou l'informatique, ce mode d'organisation nécessiterait une sévère spécification *ex ante* de l'architecture du produit et des interfaces entre chaque composant, ce qui briderait inévitablement les opportunités d'innovations futures (Buenstorf, 2005, p. 232). L'exemple d'AMD est une parfaite illustration de ce dilemme. AMD aurait pu garder un standard unique (le *socket*) mais au prix d'une moindre performance de ses produits. C'est ce constat qui conduit Buenstorf à remarquer que « [...] la modularité est un idéal qui ne peut pas être parfaitement atteint en matière de développement de produits dans le monde réel » (*ibid.* p.233).

Les difficultés rencontrées lors de la mise en place d'interfaces techniques rejouent de manière systématique sur la modularité organisationnelle ; il est délicat pour une unité organisationnelle de travailler de manière indépendante si chacune de ses avancées remet en cause l'architecture globale. Il est alors impossible de découper une organisation en unités qui soient à la fois complémentaires (c'est le travail de l'ensemble des unités qui permet la production du bien final) et indépendantes (chacune peut faire ses propres développements en s'appuyant sur l'information et la connaissance codifiées qui servent d'interfaces). De la même manière que les produits sont soumis à l'évolution des technologies, qui se manifeste sous forme de contraintes techniques, l'organisation est soumise à l'évolution des connaissances. Chaque fois qu'un élément d'une architecture évolue ou qu'émergent de nouvelles connaissances, l'information et la connaissance codifiées qui circulent entre les unités organisationnelles et qui forment les interfaces, sont remises en cause. « Les tâches

⁵ Le fondateur est la firme qui produit les processeurs.

⁶ En trois ans, le consommateur a connu trois types d'interfaces carte mère-processeur (462, 754 et 939).

dans un projet innovant ne peuvent pas être partitionnées à l'avance, puisque la connaissance change de manière continue » (Langlois, 2002, p 25). Il est alors difficile, dans un système dynamique, de définir des interfaces cognitives codifiées entre les unités organisationnelles qui puissent assurer une certaine stabilité de l'organisation. L'organisation peut alors être appelée à changer, à se « modulariser », ce qui peut, évidemment être coûteux. Il peut être préférable, dans ce cas, de favoriser l'intégralité (structures non décomposables) plutôt que la modularité (Sako, 2002 p. 23).

Par ailleurs, si la modularité des produits, en dépit de ses limites, est techniquement possible, il est plus contraignant de « modulariser » les processus de production. Comme nous l'avons vu, il est délicat, voire impossible, d'établir de réelles interfaces entre des unités organisationnelles. Il paraît alors difficile d'envisager une réelle indépendance des différentes unités organisationnelles. On peut d'ailleurs souligner que la modularité organisationnelle décrite par Sturgeon, ne répond à aucun de ces critères. Dès lors, s'agit-il réellement de modularité ? La définition analytique de ce concept paraît trop restrictive pour que le phénomène décrit par Sturgeon puisse être considéré comme étant de la modularité. Il pourrait alors être envisagé d'adopter une définition plus large permettant de capturer l'apport des divers travaux sur le sujet. Cependant, cela soulève un nouveau problème : comment différencier la modularité des formes traditionnelles d'externalisation (sous-traitance, fourniture, etc...) ? Des éléments de réponse à notre problème se trouvent chez Simon (1962). Bien que la littérature sur la modularité fasse souvent référence aux travaux de l'auteur, elle occulte le fait que ce dernier n'ait jamais utilisé le concept de modularité et qu'il lui préfère celui de « décomposabilité »⁷.

Ce concept traduit la possibilité de séparer des activités productives de manière à permettre leur réalisation en parallèle. La « décomposabilité » d'un processus de production n'implique pas qu'il soit *stricto sensu* modulaire. Le degré de « décomposabilité » dépend du degré d'innovation et de l'état des connaissances. Plus précisément, un processus de production n'est jamais parfaitement « décomposable », Simon (1962) préfère parler de « systèmes presque décomposables » (*Nearly Decomposable System*). Dans ces systèmes, l'intensité des relations entre les sous-systèmes est plus faible qu'à l'intérieur des sous-systèmes ; ce qui signifie que chaque unité organisationnelle spécialisée peut innover sans que cela ait un impact significatif sur les relations avec les autres unités organisationnelles. Cependant, il doit arriver un moment où le développement de l'innovation au sein des unités

⁷ Simon (2002), réaffirme les avantages de cette structure, favorable à l'évolution des technologies. Dans cette contribution plus récente, le concept de modularité reste absent de son analyse.

organisationnelles remettra en cause les liens de complémentarité qu'elles entretiennent, ce qui aura pour conséquence de perturber de l'organisation de l'ensemble. (Buenstorf, 2005). Il existe alors un dilemme productif entre favoriser la stabilité du processus de production ou favoriser l'innovation. Par conséquent, la « *near – decompsability* » ou la volonté de modularité peut être considérée comme un phénomène transitoire entre deux vagues d'innovation dont l'objectif serait de favoriser la coordination des processus de production.

III. Le lien entre la modularité et la dé-intégration : quelle causalité ?

La mise en place de la modularité vise avant tout à pallier la difficulté que pose l'organisation d'un processus de production décentralisé. Les constructeurs automobiles, par exemple, ont tenté de combiner une stratégie d'externalisation et de modularité, l'objectif étant de favoriser la coordination des activités productives réparties chez de multiples partenaires. La modularité, comme l'a souligné Sturgeon (2002), permet de réduire un ensemble de coûts (de communication, de production, etc...) tout en favorisant une certaine indépendance (des constructeurs vis-à-vis de leurs fournisseurs). Cependant, pour Langlois (2002), l'objectif premier de ce type d'organisation est l'amélioration de la coordination. L'auteur argumente son point de vue en postulant que dans un contexte de marché fonctionnant parfaitement, une fois les standards établis, les unités organisationnelles pourraient se coordonner uniquement par le système de prix. Cependant, un marché parfait n'existe pas, c'est d'ailleurs pour cette raison que la coordination des processus de production nécessite tout un ensemble d'informations qui n'est pas contenu dans les prix.

Especially in a world of change, such coordination requires the transmission of information beyond what can be sent through the interface of the price system. As a consequence, *qualitative coordination* is necessary, and that need brings with it not only the organizational structure called the firm but also a variety of inter-firms relationships and interconnections as well. (R. N. Langlois, 2002, p.32)

La nécessaire coordination qualitative des processus de production signifie que la modularité n'est pas un mode de coordination en soit, elle est profondément ancrée dans les relations de coopération telles que les définit Richardson (1972) : la coordination d'activités complémentaires mais non similaires, c'est-à-dire ne mobilisant pas le même type de capacités (compétences, équipements, etc...). En effet, la modularité nécessite la construction préalable de complémentarités productives qui constituent les interfaces entre les différents acteurs

prenant part au processus de production. Chaque fois qu'une innovation ou une nouvelle technologie est introduite, ces complémentarités sont remises en cause. L'innovation étant un processus continu, la coopération demeure la principale modalité de coordination car elle permet un ajustement permanent des complémentarités productives des firmes.

La modularité, ou tout du moins sa mise en place, vise essentiellement à favoriser la coordination de processus de production de plus en plus décentralisés, elle n'est donc pas à l'origine de la dé-intégration met bien sa conséquence. Comme le souligne Gaffard (2003) la « dé-intégration » prend des formes très diverses selon les domaines d'activités concernés. Il paraît alors nécessaire de remettre en cause la causalité établie par Sturgeon entre la modularité et la « dé-verticalisation » pour comprendre les transformations de la structure des industries. En effet, la modularité ne permet pas d'expliquer l'organisation même du processus de production, *i. e.* la répartition des activités productives. En effet, même si la modularité permet de bénéficier d'un certain nombre d'avantages, notamment comme l'écrit Sturgeon (2002), de rendements croissants ; l'organisation modulaire de la production, compte tenu de ses coûts (Sako, 2002) et des risques liés à une perte de compétences⁸, ne peut constituer un modèle d'organisation de l'industrie.

La dé-verticalisation de l'industrie se présente comme un approfondissement de la division du travail, elle traduit la nécessité croissante pour les industries d'intégrer des connaissances et des compétences de plus en plus variées dans leur processus de production. Ces dernières n'étant pas disponibles de manière interne, la coopération devient alors le mode de coordination privilégié.

Dans cette perspective, il apparaît que le véritable phénomène à expliquer n'est pas la modularité mais le processus qui induit son émergence : la « dé-verticalisation ». Le problème est alors de comprendre pour quelles raisons le fonctionnement des économies de marché passe aujourd'hui par des structures dé-intégrées et non plus comme le faisait observer Chandler par des processus de croissance interne et externe des entreprises.

Toutefois la substitution d'une organisation décentralisée de la production à la firme intégrée « chandlerienne » ne doit pas être simplement interprétée comme la recherche, par un transfert d'un certain nombre de contraintes productives vers les fournisseurs, d'une réduction des coûts de production et de transaction. Elle se présente au contraire comme le résultat de la volonté des entreprises de maintenir leur position concurrentielle, ce qui les contraint à

⁸ Lorsque une firme « externalise » elle abandonne une partie de ses compétences, dans cette mesure il devient plus difficile pour elle d'évaluer le travail réalisé par les fournisseurs.

optimiser leurs coûts de production tout en fournissant des biens différenciés intégrant un fort contenu technologique. Dans cette stratégie de différenciation, l'innovation joue donc un rôle déterminant. Elle permet aux entreprises d'élargir leurs gammes de produits et ainsi d'augmenter leur échelle d'activité pour bénéficier de rendements croissants. En créant de nouvelles variantes dans une famille de produits, les entreprises ont la possibilité d'élargir leurs seuils de production sur des marchés encombrés et peuvent ouvrir de nouveaux débouchés. La différenciation ne conduit donc pas à un développement quantitatif des marchés mais à leur développement qualitatif.

Le marché automobile européen illustre parfaitement ce type de stratégie. Les constructeurs diversifient de plus en plus leurs produits pour créer de nouveaux débouchés. Cette différenciation passe par l'élargissement de leurs gammes (break, monospace, coupé cabriolet, etc...) mais aussi par le recours à de nouvelles technologies. Pour contourner le phénomène de saturation, les constructeurs tentent d'élargir leur part de marché au détriment de leurs concurrents en offrant des biens pourvus de nouvelles caractéristiques et donc attractifs pour le consommateur.

La différenciation, particulièrement dans l'automobile, ne se limite pas à une recomposition des entreprises et des industries dans lesquelles elles opèrent. Le changement organisationnel est dicté par une recomposition qui touche l'ensemble des industries, certaines changent, certaines apparaissent et d'autres disparaissent tout comme l'expliquait Young dès 1928. La réorganisation des industries n'est pas seulement due, comme le suggère Sturgeon, aux économies externes à la firme et internes à l'industrie, mais aux économies externes qui apparaissent dans l'ensemble des industries. A titre d'exemple, la diffusion massive de l'électronique dans l'automobile a fait émerger de nouveaux acteurs opérant antérieurement dans d'autres industries, obligeant les acteurs traditionnels du secteur à redéfinir leur domaine d'activités. Suite à ce processus de recomposition, les constructeurs sont en mesure de bénéficier de nouvelles technologies permettant la différenciation de leur produit ainsi que de tous les efforts en terme de coût, réalisés par ces nouveaux partenaires.

Cette démarche n'est pas propre à l'industrie automobile. On la retrouve par exemple, dans l'intérêt que les producteurs de processeurs portent actuellement à la production de diamants artificiels. Le remplacement du silicium, constituant principal de ces composants, par le diamant devrait leur permettre dans un avenir proche de supporter des températures de fonctionnement plus élevées. Le développement de ce nouveau procédé pourrait donc avoir un impact sur l'ensemble de l'industrie informatique en améliorant la performance des processeurs. Ces exemples, nous permettent de voir que l'externalisation n'obéit pas

uniquement à une stratégie de réduction des coûts, il ne s'agit pas simplement pour la firme qui « externalise » de bénéficier des rendements d'échelle qui se développent chez ses fournisseurs mais également d'avoir accès à des compétences spécifiques permettant de valoriser leur produits.

Cette stratégie se traduit par un approfondissement de la division du travail, une spécialisation accrue des activités productives et une croissance de la coordination par le marché⁹ (Langlois, 2003a). En effet, la différenciation par l'innovation implique une complexification des produits qui conduit à une spécialisation des activités qui les composent. Ces dernières deviennent alors le domaine d'entreprises spécialisées : « [...] le processus de différenciation industrielle, a toujours été, et demeure, le type de changement qui est, de manière tout à fait caractéristique, associé à la croissance de la production. L'accroissement de la complexité de l'équipement des ménages, tel que reflété par la plus grande variété de biens offerts aux consommateurs, a été significatif. Mais l'accroissement de la différenciation des produits intermédiaires et des industries produisant des produits ou des groupes de produits spécifiques a été bien plus importante encore » (Young, 1928, p. 101). La différenciation, parce qu'elle implique l'innovation et l'émergence de nouvelles activités, introduit de manière irrémédiable des ruptures dans l'organisation des processus productifs et donc dans l'organisation des industries. Chaque firme va alors intégrer les activités complémentaires qui entrent désormais dans ses domaines d'activités et déléguer celles qui n'en font plus partie. Les domaines d'activités des entreprises se définissent selon les capacités de ces dernières, c'est-à-dire selon leurs connaissances, leurs expériences et leurs compétences. L'avènement de l'électronique dans l'industrie automobile, par exemple, a entraîné un mouvement de recomposition de ce type. Les constructeurs ne possédant pas les compétences adéquates pour réaliser ces activités ont dû faire appel à des entreprises spécialisées, provenant parfois d'autres industries. Ces dernières, à mesure qu'elles se spécialisent, font partie intégrante de l'industrie automobile¹⁰.

La dé-verticalisation « n'est donc qu'une étape supplémentaire dans une division du travail toujours remise en cause, une nouvelle recomposition des économies internes et externes à l'entreprise qui conduit à de nouveaux accroissements de productivité et de

⁹ Il faut noter que pour simplifier son argumentation Langlois, dans cet article, intègre dans les relations de marché toutes les relations inter firmes dont la coopération.

¹⁰ Par exemple « Siemens qui au départ était un grand groupe d'électronique s'est scindé en plusieurs branches dont une, spécialisée dans l'automobile, puis, avec le processus de spécialisation, cette branche s'est transformée en Siemens VDO Automotive, entité indépendante née de la fusion entre Siemens Automotive, branche spécialisée dans l'électronique automobile du Groupe Siemens et VDO, équipementier automobile appartenant au Groupe Mannesmann » (Barreiro, 2005, p. 209).

variété » (Gaffard, 2003, p. 236). La différenciation implique pour les entreprises le recours à de nouvelles activités, il en résulte une recombinaison des processus de production qui nécessite la construction de nouvelles complémentarités productives et inter entreprises. Il ne faut pas négliger également tous les événements externes à l'industrie qui affectent la stratégie des entreprises. L'environnement socio-économique¹¹ peut orienter leurs choix productifs et avoir une influence sur l'organisation globale de l'industrie. Ainsi, par exemple, l'industrie automobile est de plus en plus contrainte par la réglementation environnementale. Respecter les normes en terme d'émissions polluantes oblige les constructeurs à intégrer de nouvelles technologies qu'ils ne possèdent pas, ce qui a pour conséquence d'augmenter la complexité de réalisation de leurs processus de production.

C'est cette complexité croissante que rencontrent les entreprises à organiser leurs processus de production, qui explique les tentatives de généralisation du recours à de nouveaux modes de coordination qui s'apparentent à la modularité.

¹¹ « L'environnement socio-économique [de la firme], regroupe l'ensemble des contraintes et des incitations qui influent sur le comportement des entreprises, c'est-à-dire la réglementation, la concurrence (qui incite à rechercher de nouveaux débouchés), les goûts des consommateurs ou l'environnement économique (conjoncture, prix des matières premières, etc...) » (E. Barreiro 2005, p. 228).

V. Conclusion

La modularité est avant tout un mode de conception relatif au produit, issu des sciences de l'ingénierie, dont l'objectif initial était de faciliter la création et la mise au point de technologies complexes tout en intégrant un certain niveau de flexibilité dans leur évolution. La modularité organisationnelle, essentiellement développée dans la littérature managériale et économique, vise, comme la modularité technique, à faciliter la conception et la production manufacturière de produits complexes mais également à améliorer la coordination entre les différentes parties prenantes au processus d'innovation et de production. Elle se présente alors comme un mode de coordination qui découle directement de la mise en œuvre des technologies conduisant à la réalisation de produits complexes (Sanchez et Mahoney, 1996)

La modularité qu'elle soit technique ou organisationnelle, constitue donc bien un mode de coordination spécifique, dont nous avons vu avec Langlois (1992) qu'il s'apparente à une coordination qualitative des activités productives. Ce constat soulève cependant une nouvelle difficulté qui n'est jamais véritablement prise en compte dans la littérature économique sur la modularité. Dès lors que la modularité est appréhendée comme une modalité de coordination au même titre que la fourniture ou la sous-traitance, comment définir analytiquement les frontières entre ces différentes modalités ?

Bibliographie

- Baldwin C. Y., Clark K. B., (1997), *Managing in a age of modularity*. Harvard Business Review.
- Barreiro E. (2005), « Coordination des activités innovantes et transformation de l'industrie automobile : l'exemple du common rail ». *Innovations, Cahiers d'Economie de l'Innovation*, N°22, 205-2, pp. 205-234.
- Buenstorf G. (2005), « Sequential production, modularity and technological change ». *Structural Change and Economic Dynamics* 16, 2005, pp. 221–24.
- Catel F., Monétari J. C., (2004), « Modularité : l'émergence de nouvelles compétences organisationnelles dans les industries de biens complexes ? », colloque IPI, Autrans, 22, 23 Janvier 2004.
- Chandler A. D. (1992), « Organizational capabilities and the economic history of industrial enterprise ». *Journal of Economic Perspectives*, volume 6, number 3, summer 1992.
- Chandler A. D. (1990), *Scale and scope: the dynamics of industrial capitalism* . Belknap Press: Cambridge, MA.
- Chandler A. D. (1977), *La main visible des managers, une analyse historique*, Economica, 1988.
- Fixson S., Sako M. (2001), « Modularity in product architecture: will the auto industry follows the computer industry? », Presented at the Fall Meeting, International Motor Vehicle Program 5IMVP), September 10 & 11, 2001, Cambridge, MA, USA.
- Fringuant V., Talbot D. (2001), « Proximité et logique modulaire dans l'automobile et l'aéronautique : vers une convergence des modèles d'approvisionnement ? », contribution à la III^{ème} Journée de la Proximité, Paris, 13-14 décembre, 2001.
- Gaffard J.L. (2003), « Coordination, marché et organisation ». Essais sur l'efficacité et la stabilité des économies de marché », *Revue de l'OFCE*, avril 2003.
- Gereffi G., Humphrey, J., Sturgeon T. (2005), « The governance of global value chains », *Review of International Political Economy*, February 2005, vol. 12, no. 1, pp. 78-104(27)

- Langlois R. N. (2003a), « The vanishing hand: the changing dynamics of industrial capitalism », *Industrial and Corporate Change*, vol. 12, pp. 351-385.
- Langlois R. N. (2003b), « Chandler in a Larger Frame: Markets, Transaction Costs, and Organizational Form in History », Working Paper 2003-16R, June 2003, revised January 2004
- Langlois R. N. (2002), « Modularity in technology and organization », *Journal of Economic Behaviour & Organisation*, vol. 49, pp. 19-37.
- Lamoreaux, Naomi R., Daniel M. G. Raff, and Peter Temin (2003), « Beyond Markets and Hierarchies: Toward a New Synthesis of American Business History ». *The American Historical Review* 108 (2), 25 Apr. 2005
- Lazonick W. (1991), *Business Organization and the Myth of the Market Economy*, Cambridge University Press.
- Richardson G. B. (1972), « The organisation of industry », *Economic Journal*, vol.82, n°327.
- Sako M. (2003), « Modularity and outsourcing: The nature of co-evolution of product architecture and organisation architecture in the global automotive industry », *à paraître dans The business of systems integration* edited in Andeas Prencipe, Oxford University Press.
- Sanchez R., Mahoney J.T. (1996), « Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design », *Strategic Management Journal*, 17, 63-76.
- Simon, H.A.(1962), « The architecture of complexity: hierarchic systems ». Proceedings of the American Philosophical Society, vol. 106, pp. 467–482 [Reprinted in revised form in his: *The Sciences of the Artificial*, 3rd ed. MIT Press, Cambridge, MA, 1996, pp. 183–216].
- Simon, H.A. (2002), « Near decomposability and the speed of evolution ». *Industrial and Corporate Change* 11, 587–599.
- Sturgeon T. J. (2002), « Modular production networks: a new American model of industrial organization» *Industrial and Corporate Change*, Vol. 11, Number 3, pp. 451-496.
- Ulrich, K. (1995) « The role of product architecture in the manufacturing firm », *Research Policy* 24, Elsevier Science B. V.

Williamson, O.E. (1975), *Markets and hierarchies: analysis and antitrust implications*, The Free Press, New York.

Young A. (1928), « Rendements croissants et progrès économique », *Revue Française d'Economie*, vol. 5, n°2, 1990.