

## ONZIEME RENCONTRE INTERNATIONALE DU GERPISA ELEVENTH GERPISA INTERNATIONAL COLLOQUIUM

Les acteurs de l'entreprise à la recherche de nouveaux compromis ?  
Construire le schéma d'analyse du GERPISA

Company Actors on the Look Out for New Compromises  
Developing GERPISA's New Analytical Schema

*11-13 Juin 2003 (Ministère de la Recherche, Paris, France)*

### **LA MODULARISATION AUTOMOBILE : ENJEUX ET CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE POUR LES EQUIPEMENTIERS DE RANG 1**

*François FOURCADE, Christophe Midler*

#### **LA MODULARISATION AUTOMOBILE : QUEL INTERET POUR LES EQUIPEMENTIERS DE RANG 1 ?**

Depuis le début des années 90, dans le monde automobile, on a pu observer un engouement pour la modularisation. Qu'il s'agisse d'un phénomène de mode managériale ou le résultat d'études poussées, force est de constater que de plus en plus de « gros » sous ensembles sont livrés pré assemblés sur les chaînes de montage des constructeurs. Les premiers exemples sont les sièges, les moteurs ou les réservoirs, plus récemment sont apparus des modules de Cockpit, de face avant, de haillon arrière, de porte . En 2002, 10 ans après, malgré cet engouement initial nous pouvons dire que nous sommes toujours en phase de test. Rares sont les constructeurs qui ont adopté une architecture modulaire sur l'ensemble de leur gamme, rares sont les constructeurs qui se sont organisés pour interfacer des équipementiers modulaires et conduire le transfert de connaissances nécessaire. Notre recherche vise à mieux cerner les mécanismes profonds qui sous-tendent ce phénomène de la modularisation dans l'industrie automobile. Il nous a semblé intéressant, de prendre comme angle de vue non pas celui des constructeurs automobiles, mais celui des fournisseurs livrant ces modules aux constructeurs automobiles. Les enjeux sont en effet différents. Le constructeur se pose la question de choisir ou non la modularisation comme option de conception (Baldwin and Clark 2002), pour l'équipementier, la question est : doit il ou non prendre ce nouveau marché ? A t il le choix ? Pourquoi un équipementier livrant des composants, ou des « Systèmes » va t il se positionner ou non sur ces marché de Modules ?

La méthodologie de recherche appliquée pour traiter ces questions est une recherche action menée chez un équipementier automobile modulier que nous appellerons Sysmod. De 1998 à 2002, l'auteur a été acteur de la construction de l'activité Module de Sysmod en tant que directeur industriel et achats de la « start-up » module de façade avant. Cette position d'acteur observateur privilégié nous a permis d'accéder au cœur des décisions qui ont jalonné le parcours de cet équipementier. A l'issue des quatre années de construction de l'activité module, et malgré d'incontestables succès commerciaux<sup>1</sup>, la question qui a provoqué cette

---

<sup>1</sup> Sysmod est passé d'une part de marché marginale en 1998 à une part de marché tout à fait respectable en 2002 le plaçant dans le trio de tête sur un module particulier, le module de face avant

recherche émanait du constat tiré par direction de Sysmod : la modularisation dans l'automobile n'a pas forcément donné les résultats attendus. Ce constat est également tiré par les constructeurs : « c'est plus problématique que prévu »<sup>2</sup>. C'est l'aspect profitabilité du modèle économique qui était ici remis en question très sérieusement. La question de recherche était alors posée en ces termes : compte tenu des impacts apparemment peu intéressants de la modularisation pour Sysmod , quelle position stratégique devait prendre l'entreprise: rester mais à quel coût, abandonner mais à quel risque, trouver une voie intermédiaire mais laquelle ? Quels sont les enjeux et les conditions de mise en œuvre de la modularisation pour les équipementiers automobile de rang 1 ?

Nous visons dans cette recherche un apport fonctionnaliste au sens où nous tentons de nous intéresser aux causes et aux variables clefs de la modularisation. Notre cheminement intellectuel nous semble innovant, dans la mesure où partant de la littérature qui nous explique tous les bienfaits de la modularisation, en explicitant également les conditions particulières de mise en œuvre, nous opposons un terrain qui nous permet de révéler les limites du modèle proposé par la littérature actuelle et de le prolonger. Nous avons reconstitué l'histoire suivie pendant quatre années par cet équipementier. Notre hypothèse principale consiste à dire que si la modularisation n'a pas porté à ce jour les fruits attendus, ce n'est pas parce que la modularisation ne s'applique pas à l'automobile, mais parce que le processus de mise en place n'est pas identifié, et a fortiori suivi. A l'image de la gestion de projet, la modularisation peut être bénéfique tant aux constructeurs qu'aux équipementiers<sup>3</sup> et moyennant le suivi de « Méta Règles » que nous expliciterons. Nous formulons dans cette recherche un modèle théorique pour repositionner les enjeux d'une stratégie de modularisation. Nous explicitons également les conditions de mise en œuvre du modèle de stratégie pour les équipementiers de rang 1 et de fait pour les constructeurs automobiles.

## LE COURANT DE RECHERCHE SUR LA MODULARISATION

### Définitions :

Comme le précise Carliss BALDWIN (Baldwin and Clark 2000), le concept de module a rendu service à de nombreux secteurs allant des sciences du cerveau, à la psychologie en passant par les théories du langage, l'intelligence artificielle etc ... Il convient donc, devant l'étendue de ce champ de recherche, de préciser notre compréhension du concept de Module et des notions connexes.

Définissons en premier lieu la notion d'architecture. Ulrich(Ulrich 1995) affirme que l'architecture du produit est un élément fondamental de la performance d'une firme, et que le choix de sa modification relève des décisions de management bien au delà des seuls bureaux d'études. Il définit l'**architecture** du produit comme l'allocation des fonctions à des composants physiques en isolant trois étapes : l'organisation des éléments fonctionnels, la cartographie des ces éléments traduite en composants physiques, la spécification des interfaces entre ces composants qui interagissent. C'est cette définition de l'architecture que nous retiendrons dans notre étude. Henderson et Clark(*Henderson and Clark 1990*) définissent un **composant** comme une portion distincte d'un produit qui contribue à une fonction spécifique, et qui est liée au reste par le biais d'un jeu d'interfaces défini par

---

2 J.M. FOLZ conférence « Usine Nouvelle » Juin 02

3 Le constat tiré est que la modularisation telle qu'elle est menée à ce jour permet entre autre aux constructeur un allègement de leurs charges financières par voie de transfert chez l'équipementier mais ce dernier trouve difficilement la contrepartie nécessaire au maintien de sa profitabilité .

l'architecture du produit<sup>4</sup>. Si l'on prend un exemple dans l'automobile, le condenseur est un composant. Associé à un évaporateur, un compresseur, un fluide et des canalisations, ainsi que leurs interfaces, ces composants réalisent une fonction qui est la fonction de climatisation du véhicule, dans cet exemple. Si on ajoute à un ensemble de composants une forme d'intelligence sous la forme, dans notre exemple, d'une régulation de la température intérieure du véhicule, par le moyen de capteurs, de faisceaux électriques, et d'une carte électronique portant le programme informatique adéquat, on obtient **un système** : le système de climatisation de la voiture, dans ce cas précis. Reprenons, pour définir le module, l'exemple du condenseur. Si l'on regarde qui sont ses « voisins » dans la voiture, on trouve le radiateur de refroidissement, la serrure du capot, les phares avants du véhicule, des pièces souvent métalliques constitutives du châssis du véhicule, etc ... Chacun de ces éléments est un maillon qui réalise une fonction, mais chacune de ces fonctions peut être différente. Le radiateur contribue à la fonction du refroidissement du moteur, la serrure à la fonction de fermeture des ouvrants, les pièces métalliques contribuent à la fonction rigidité et/ou absorption d'énergie en cas de choc. Ces fonctions sont toutes très distinctes et pourtant, on peut retrouver tous ces éléments, livrés en un seul bloc pré-assemblé. On parle alors d'**un module**. Baldwin<sup>5</sup> parle dans ce cas de « Physical Modularity » par opposition à « Design Modularity » qui serait finalement l'optimisation des fonctions. Pour des raisons pratiques, j'appellerai dans la suite de ce document, dans un jargon personnel, composantier, modulier, systémier, toute entreprise se consacrant à la conception et à la livraison respectivement d'un composant, d'un module, ou d'un système. Karl Ulrich (Ulrich 1995) pour définir les modules, part de l'architecture du produit : une architecture est dite modulaire si on a un « one to one mapping » entre fonction et module et si les interfaces sont découplées dans le sens où modifier un composant ne demande pas de redessiner l'interface. Une notion importante unifiant tous ces champs est la notion d'interdépendance à l'intérieur du module, et d'indépendance entre les modules. Par opposition à une architecture modulaire, une architecture est dite intégrale si on n'a pas cette cartographie d'éléments « découplés » ( no one to one mapping ) et que les fonctions sont partagées entre plusieurs composants.

## **Les conditions de mise en œuvre d'une architecture produit modulaire et les opportunités des architectures modulaires.**

La modularisation a été essentiellement abordée dans la littérature en considérant le point de vue du donneur d'ordre et rarement celui de ses fournisseurs directs. La modularisation apparaît avant tout comme une option de conception qui nécessite des conditions de mise en œuvre initiales. Moyennant le respect de ces conditions initiales, le choix d'une architecture modulaire pour un produit donné offre de nouvelles perspectives pour le donneur d'ordre, en matière de stratégie, de rendement économique, et également en matière de technique, que l'on parle du produit ou de son processus de fabrication. La modularisation présente également des risques. La majeure partie de la littérature puise ses fondements dans des secteurs industriels tels que l'informatique de hardware et de software, la micro électronique. L'automobile est également abordée avec des problématiques finalement distinctes ce qui nous amène à dire que la modularisation est une notion contingente.

---

<sup>4</sup>“Component are physically distinct portions of the product that carry out specific functions and are linked to each other through a set of interfaces defined by the product architecture”

<sup>5</sup> Compte rendu d'un entretien tenu en Nov 2002 à l'université d'Harvard.

## *Les conditions de mise en œuvre de la modularisation*

Starr (Starr 1965) indique que l'intérêt économique lié au choix d'une architecture modulaire réside dans la nouvelle combinatoire de produits finaux qui sont manufacturables économiquement. Il annonce en même temps « the new concept ( la modularisation ) will not come into being overnight » mettant en relief les difficultés de coordinations nécessaires. Architecture produit et architecture de l'organisation sont liés par Sanchez (Sanchez and Mahoney 1996) et Langlois (Langlois 1997) , et le succès de la modularisation dans les PCs réside selon eux dans un *one to one mapping* entre produit et organisation. Coase (Coase 1937) dit que l'efficacité d'un système d'échanges correspond à un équilibre entre les coûts d'organisation des transactions entre les firmes et les coûts d'organisation de ces transactions en interne, dans l'Entreprise. Baldwin [Baldwin, 2002 #41 reprend ce point et démontre que la modularisation n'est efficace que si l'on découpe le produit là où les relations nécessaires entre les firmes sont les moins intenses, en volume comme en difficultés.

Ulrich (Ulrich 1995) insiste dans cette idée sur l'effort nécessaire , en amont de la conception, permettant de définir les « design rules ». Cet effort doit permettre de définir le découpage du produit de sorte que les cahiers des charges fonctionnels de chacun des modules existe et que les interfaces soient préalablement définies, pour permettre le travail en Black Box [Clark, 1989 #21. Cet effort est plus important que dans le cas d'une architecture intégrale, mais, le donneur d'ordre est supposé récupérer les fruits de cet effort dans le développement du produit car alors les partenaires pourront se concentrer sur leur Module sans avoir à rediscuter les interfaces, ce qui fait que l'on travaille plus vite<sup>6</sup> . Dans le même esprit, Fujimoto (Fujimoto and Clark 1995) indique que l'efficacité de la modularisation réside dans la simplification des liaisons entre les fonctions et les composants

Les outils de cette mise en conditions initiales ont été également étudiés dans la littérature de recherche. Les travaux du MIT<sup>7</sup> indiquent par quels moyens on obtient une architecture modulaire. C'est Eppinger (Eppinger, Whitney et al. 1994) qui indique que pour introduire de la modularité en conception, l'utilisation de Design Structure Matrix et de Task Structure Matrix , permet de concevoir l'objet de manière modulaire, et ce en trois étapes : La définition des « design rules » (Baldwin and Clark 1997), le développement des ces modules de manière indépendante, l'intégration du système et la phase de test

L'apparition de la modularisation va t elle simplifier ou non le besoin de coordination ? J. GALBRAITH (Galbraith 1973) donnait deux voies possibles pour cela : augmenter la capacité de coordination des firmes, avec des réseaux haut débit d'information, et baisser le besoin en information, et il donne le concept de « self contained tasks », et nous on peut parler de self-contained Modules. Baldwin dans sa conférence St Gobain reprend cette idée en la croisant avec les DSM et les TSM. Les « design rules » doivent alors viser cela, c'est à dire que l'on modularise pour réduire le besoin de coordination, et donc on accélère le développement.

Telles qu'annoncées par la littérature, les conditions d'obtention de la performance d'une architecture modulaire sont donc la définition en amont des « design rules » permettant le « one to one mapping » réduisant ainsi la nécessité de coordination entre les acteurs, le

---

<sup>6</sup> Ulrich Ulrich, K. (1995). "The role of product architecture in the manufacturing firm." *Research Policy* **24**: 419-440. évoque ce point pp 437 Il 28 : dans la plupart des cas ( lesquels ) , les pénalités ( ? ) en terme de system design liées à l'architecture modulaire sont compensées pas les gains en product developement, set up cost, etc ...

<sup>7</sup> Les principaux contributeurs cités ici sont K. ULRICH, D . Whitney, S. Eppinger et plus récemment David Sharman sur la critique des DSM et TSM comme outils de découpages.

montage « plug and play » des éléments via des spécifications précises. L'organisation doit être compatible avec le produit dans la même idée du « one to one mapping », avec peu de degrés de liberté entre les modules et un effet « black Box » à l'intérieur des modules

#### *Les 4 apports d'une architecture modulaire :*

Moyennant le respect des conditions initiales précisées, le choix d'une architecture modulaire va affecter la stratégie de la firme du donneur d'ordre, son rendement économique, les performances de son produit et de son processus de fabrication.

##### a) Stratégie de la firme du donneur d'ordre :

Ulrich (Ulrich 1995) pose le problème de l'architecture du produit au niveau de la décision stratégique de la firme du fait des nombreuses et profondes implications qu'elle impose. Pour le donneur d'ordre, la question posée est : dois je ou non jouer cette option de conception. Cette option peut être considérée comme une option (Mitchell and Hamilton 1988; Baldwin and Clark 1992; Jacquet and Navarre 2000; Baldwin and Clark 2002) , qui sera exercée ou non par le constructeur.

##### b) Rendement économique pour le donneur d'ordre :

Starr (Starr 1965) indique que l'intérêt économique lié au choix d'une architecture modulaire réside dans la nouvelle combinatoire de produits finaux qui sont manufacturables économiquement. La modularisation permet un coût d'obtention de la diversité moindre comparé à une architecture intégrale . Pour Ulrich (Ulrich 1995), deux forces sont à l'origine de l'idée de conception modulaire : la nécessité d'une plus grande combinatoire des produits issus directement du processus de production, mais aussi la nécessité d'une rationalisation de la conception du produit. Disposer d'une architecture modulaire permet une division claire du travail de conception, permettant un travail en parallèle, réduisant le besoin de discussion aux interfaces. Ulrich répond à la question de l'efficacité économique de la modularisation en relevant 3 éléments. Premièrement, la modularisation doit permettre une gestion de projet plus efficace. Deuxièmement, la modularisation permet durant la vie du produit une évolution plus aisée qu'il s'agisse d'évolution liées à une augmentation de performance, une addition d'option. Clark et Baldwin prennent l'angle de la rationalisation de conception devenue nécessaire pour accélérer l'innovation, du fait que chaque acteur est spécialisé sur son module. C. BALDWIN (Baldwin and Clark 2000) pp 12/13 indiquent que le choix d'un design et d'une architecture modulaire affecte la manière avec laquelle cette même conception pourra évoluer dans le temps. Il ressort de leur étude que la valeur que recèle une architecture modulaire est portée par le potentiel d'utilisation d'opérateurs qui sont au nombre de six<sup>8</sup>.

##### c) Possibilités nouvelles pour le produit

C'est Herbert Simon (Simon 1969) qui le premier a cherché à comprendre comment organiser la conception de systèmes complexes. C'est ce concept ( Module ) qui est central dans sa pensée, même si il n'est jamais cité, et qu'il illustre fort bien avec sa parabole de l'horloger. Selon lui, on peut organiser la complexité d'un système ( langage de

---

<sup>8</sup> Splitting ( a design and it's tasks ), Sostituating one module for another, Augmenting (adding a new module to the system, Excluding a module from a system, Inverting to create new design rules, Porting a module to another system



programmation, organisation, objet ) en le hiérarchisant : des éléments inférieurs obéissent à d'autres supérieurs et ainsi de suite. Ces éléments « inférieurs » sont de complexité moindre et donc plus faciles à concevoir.

Autre élément de la performance annoncée d'une architecture modulaire est le fait qu'elle permette une standardisation efficace « plug and play ». En effet, le découpage du produit et les interfaces étant disponibles en amont de la conception, on peut imaginer que chaque module devient interchangeable plus facilement, sans affecter le reste des fonctions produits. Enfin, concernant l'innovation, l'intérêt majeur de la modularisation, par opposition à une architecture de type intégral réside selon Ulrich & Eppinger (Ulrich and Eppinger 1999) dans la capacité à favoriser l'innovation et la flexibilité produit. La modularisation si elle est conduite correctement, favorise l'innovation s'effectuant à deux niveaux , au sein du module lui même, et dans la combinatoire entre les modules.

#### d) Possibilités nouvelles pour le process

K. Starr , (Starr 1965) face aux premiers signes de « product uniqueness » demandés par les clients, et aux débuts de la production par lots annonce la modularisation comme le nouveau concept qui va placer les responsables de production au premiers niveaux de l'entreprise. Il définit la modularisation comme étant le concept qui *...gives a newly developing capacity to design and manufacture parts which can be combined in the maximum number of ways*. Ulrich (Ulrich 1995) insiste sur le fait que la flexibilité de production est obtenue plus facilement via l'architecture du produit ... que via l'organisation de la production type Toyota. Il dit pp 429 Il 38 « une architecture modulaire permet une différenciation plus facile et surtout, le plus tard possible, y compris dans le réseau de distribution. C'est que l'on appelle le postponement ( Hau Lee & Corey Billington ) ».

Le choix d'une architecture modulaire ouvre donc pour le donneur de nouvelles perspectives, mais ouvre également de nouveaux pièges.

#### *Les pièges annoncés de la modularisation :*

Premier point d'ombre à porter au tableau des architectures modulaires, le coût du produit en soi peut ne pas être totalement optimisé par une option d'architecture modulaire du fait de l'existence de duplication de fonctions. La modularisation peut donc d'après Ulrich (Ulrich 1995), ne pas être le meilleur optimum<sup>9</sup>. Un autre point d'ombre levé à l'encontre d'une architecture modulaire et mis en relief par Henderson et Clark (Henderson and Clark 1990) , est le fait que l'architecture modulaire crée des cloisons étanches entre les concepteurs des modules et de fait rend quasi impossibles les innovations d'architecture, emprisonnant la conception dans un sillon duquel il sera difficile d'échapper : « path dependency » (Chesbrough and Kusunoki 1999) . E. SENDIL & D. LEVINTHAL (Ethiraj and Levinthal 2002) rejoignent le point de vue de Karl ULRICH en indiquant que trop de modularisation peut être anti-économique, et qu'un découpage intermédiaire doit offrir un meilleur rendement. Côté compétence projet enfin, une architecture modulaire va demander plus de planning et de compétence système ce qui n'est pas donné au départ d'une conception, alors que l'architecture intégrale va elle demander plus de coordination.

---

<sup>9</sup> économique : pp 432 : Local performance of a component can be optimized by a modular architecture, but global performance characteristic can only be optimized through an integral architecture

## La modularisation : une notion contingente :

Il ressort de la littérature de recherche que la modularisation est une notion contingente. Les conséquences d'un choix d'architecture modulaire ne sont pas les mêmes selon les points d'observation. Trois variables principales<sup>10</sup> ressortent de la littérature : le type d'industrie, le type d'architecture du produit, le positionnement dans la chaîne d'offre.

### a) La modularisation et le secteur industriel :

La recherche concernant la modularisation automobile s'est entre autre intéressée aux rationalités des constructeurs, puis a identifié les difficultés éventuelles de la mise en œuvre de la modularisation automobile. Mari Sako a un apport descriptif du phénomène (Sako and Murray 2001). Elle modélise les rationalités des constructeurs automobiles selon trois logiques<sup>11</sup> : la modularisation de la conception ( MID ), la modularisation pour l'utilisateur ( MIU ) et la modularisation pour la production ( MIP). Nous savons d'après Baldwin (Baldwin and Clark 2000) que dans le secteur des ordinateurs personnels, la modularisation est née du besoin de compatibilité entre les modèles et de l'accélération de l'innovation. Dans le secteur de la construction aéronautique la modularisation est née du partage de capitaux entre les partenaires. On comprend donc que la modularisation est née de tensions différentes selon le secteur industriel. Il convient donc d'être prudent quant aux transferts de conclusions entre secteurs industriels.

### b) La modularisation et l'architecture du produit

Daniel E. Whitney du MIT (Whitney 1996) fait le pont entre les produits électroniques ( VLSI : Very Large Scale Integration – microprocesseurs ) et les produits Electromécaniques Complexes en tendant d'expliquer les différences fondamentales existant entre les deux types de produit et ce qui fait que les modèles d'architecture produits ne sont pas transférables. Si je ne relève que le point où il considère la modularisation, il annonce très clairement (pp11): « *a modular approach works sometimes* ( dans des systèmes Electromécaniques Complexes ) , *but*

---

<sup>10</sup>Ulrich conclue son papier en levant lui même des zones d'ombre importantes, et qui concernent directement notre étude à savoir : En quoi le fait qu'une base solide de fournisseur existe va-t-elle influencer ou non tel ou tel type d'architecture ? Les constructeurs intégrés verticalement vont-ils adopter plus facilement tel ou tel type d'architecture, par rapport aux constructeurs non intégrés verticalement. En quoi la taille et la localisation géographique des firmes va-t-elle favoriser telle ou telle type d'architecture ? Les firmes peuvent-elles changer l'architecture du produit sans changer leur organisation ... et dans ce cas quelle organisation offre le plus de flexibilité quant à l'architecture produit ?

Nous ne répondrons pas à toutes ces questions, mais gardons en mémoire les rationalités principales ayant conduit ces industries vers la modularisation de leur produit, et confrontons les à une histoire particulière qui est celle d'un équipementier devenant acteur de la modularisation dans l'automobile, en espérant renseigner les zones d'ombres existantes, en proposant un autre modèle de théorie ainsi qu'un complément à la littérature actuelle.

<sup>11</sup>Modularity in design : Reduction in complexity resulting from interdependence of design parameters, shorter development leadtimes through parallel development of modules, and rapid adoption of new technologies by upgrading individual modules separately.

Modularity in use : High product variety by offering consumers the choice to "mix & match" options ( or modules) to meet their taste

Modularity in production : flexible manufacturing by taking complex and ergonomically difficult tasks off the main assembly line, and by postponement of final assembly to realise the high product variety without increasing production costs

*not in systems subjected to severe weight, space, or energy constraints* ». Fujimoto a lié d'une manière très macroscopique, la modularisation et les architectures Modulaires. La modularisation est d'autant plus efficace qu'elle est appliquée dans un produit à l'architecture dite ouverte<sup>12</sup>.

Le véhicule automobile de tourisme ( les pick ups et les Camions et les autobus ont des architectures différentes ) sont aujourd'hui des architectures dites intégrales, ce qui veut dire que modifier par exemple le diamètre d'une roue va affecter un grand nombre d'autre facteurs tels le freinage, la stabilité, la vitesse maximale, la consommation, l'aérodynamique. Bref, il faudrait négocier avec tous les pilotes de ces fonctions ... Dans l'architecture dite ouverte, chaque composant est « autonome », on peut donc le modifier sans affecter le reste du système.

#### Architectures:

Modular vs. Integral

Open vs. Closed

(Matrix: T. Fujimoto)

	Integral	Modular
Closed	Small cars Motorcycles Games software	Computer mainframes Machine tools
Open		PCs (hardware & software) Bicycles Internet products

L'architecture du produit est une notion fondamentale dans cette recherche de performance via la modularisation. La modularisation est donnée comme facile en architecture ouverte, moyennant le travail de mise en condition initiales ... Dans le cas d'architectures intégrales, c'est l'intégrité du produit (Fujimoto 1991) qui va contraindre le degré de profondeur de modularisation que devra atteindre.

#### c) La modularisation et la chaîne d'offre

C. BALWIN mobilise la théorie des options réelles (Baldwin and Clark 2002) pour exprimer la valeur qui réside dans la potentialité d'exercer l'un des six opérateurs mentionnés. Sur une typologie à quatre cases ( pp 288) : Grands, Petits, Visibles, Cachés la valeur nette de l'option est la plus forte pour les petits modules cachés. On comprends ici que selon le fournisseur qui livre tel ou tel module selon la typologie de Baldwin, les conséquences seront différentes, ils ne seront pas « traités » de la même manière. En ce qui concerne l'automobile les modules cachés seront certainement standardisés, alors que les modules visibles seront différents à chaque véhicule. Le modèle économique associé ne sera certainement pas le même.

Mari SAKO (Sako and Murray 2001)s'est intéressée au lien entre modularisation et sous-traitance. Elle évoque les trajectoires possibles qu'un constructeur peut prendre pour passer d'une architecture intégrale, à une architecture modulaire sous-traitée :

Le constructeur automobile qui a des véhicules en architecture intégrale peut dissocier (1) ou non ( 3 ) le passage à une architecture modulaire et la sous-traitance de la conception et de

<sup>12</sup> Shéma construit suite à l'intervention de T. FUJIMOTO à la conférence St GOBAIN en Juin 2002 à La Défense .



l'assemblage de ce module. Quand on est équipementiers, face à ces choix, la question qui se pose est alors : face à cette nouvelle architecture produit, dois-je prendre ou pas ces nouveaux marchés ? Ai-je le choix ?

Nous nous proposons maintenant de confronter cette littérature de recherche à un terrain particulier qui est celui de la modularisation automobile vue d'un équipementier de rang 1. Ce choix est déterminé par le fait que la modularisation d'un objet intégral, qui est le véhicule automobile de tourisme, pose des problèmes particuliers et qu'il nous semble intéressant de regarder comment cela se passe en détail. Il nous semble ensuite que le point de vue de l'équipementier va nous conduire à poser de nouvelles questions peu présentes dans la recherche existante notamment en ce qui concerne la reconfiguration de la chaîne d'offre et de la chaîne de la valeur. Enfin ce choix est également conditionné par ma position privilégiée d'ancien acteur au sein de Sysmod.

## **L'ANALYSE D'UNE TRAJECTOIRE : LA DIVISION MODULE DE FACE AVANT SYSMOD**

Nous allons tout d'abord observer la trajectoire de la division « module de face avant » de Sysmod sous un angle historique, sur la période 1998 – 2002 en insistant sur ce qui a été créé et qui n'existait pas, avant que Sysmod ne se lance dans ces Modules. Nous insisterons ensuite sur l'analyse de la rentabilité économique qui s'avère être l'élément critique qui a poussé Sysmod à approfondir les mécanismes via la recherche action que nous menons en ce moment.

### **La genèse d'une division ....**

Le point Zéro de cette aventure dans la modularisation automobile de la façade avant du véhicule remonte chez Sysmod à 1993 avec l'embauche d'un stagiaire de profil « designer styliste » industriel. Sysmod à l'époque livrait des échangeurs thermiques : radiateurs, condenseurs, refroidisseurs d'air de suralimentation, refroidisseurs d'huile, etc ... Une autre branche de Sysmod livrait des systèmes d'éclairage avant, une autre branche encore livrait des mécanismes d'ouvrant de capot (des serrures de capot), enfin, suite à une acquisition externe, des composants électroniques tels que des capteurs ultrason pour systèmes d'assistance au parking. Ce qui était demandé au stagiaire, était de réfléchir à une intégration astucieuse de tous ces éléments porteurs de fonctions différentes (refroidissement / éclairage / etc ...), ainsi que de réfléchir aux technologies possibles permettant de concevoir une pièce centrale « support » sur laquelle viendraient peut-être un jour s'accrocher tous les composants Sysmod appartenant à ce périmètre géographique. Il est important de noter qu'à l'époque, Sysmod n'était pas précurseur mais suiveur dans cette approche. Un constructeur et son équipementier « historique » livrait déjà ces sous-ensembles appelés modules de face avant. Il s'agissait donc pour Sysmod de gagner une crédibilité non plus dans la maîtrise des fonctions, mais dans la maîtrise de l'intégration dans le véhicule des composants issus du cœur de métier, participant à ces fonctions. C'est un autre métier qu'il fallait apprendre. Sysmod au travers de ces réflexions a commencé à présenter ses travaux aux constructeurs, qui petit à petit ont considéré Sysmod comme un partenaire crédible, à tel point qu'à partir de 1996, Sysmod était amené à répondre aux premiers appels d'offre de modules de façade avant sur un périmètre complet, incluant donc le périmètre des composants Sysmod mais également des composants tels que des poutres de pare-choc, des boucliers peints, des bidons de lave-glace, lave-projecteurs. Autre difficulté pour Sysmod, ces Modules doivent être livrés en « Mode

Synchrone »<sup>13</sup> qui était une nouvelle expertise à acquérir pour Sysmod dont la nature des composants de son cœur de métier n'avait jamais exposé à cette problématique logistique. Là encore, un nouveau métier devait être maîtrisé. C'est d'ailleurs à l'aide de cabinets conseils que les premiers appels d'offre étaient construits et présentés aux constructeurs.

Devant la multiplication des appels d'offre, c'est en 1997, que Sysmod renforce le pôle d'étude de ce nouveau marché en affectant deux chefs de projets, l'un issu de la fonction éclairage avec un profil commercial, l'autre de la fonction refroidissement avec un profil R&D. Leur mission consiste à comprendre et développer le marché. Un budget leur est affecté. Ils seront rejoints par une équipe de 3 personnes de conception, chargées de concevoir les Modules. Fin 1997, un constructeur contacte une division de Sysmod éclairage : « pour des problème de place en usine, accepteriez vous de livrer un Module de face avant ? ». La réponse de Sysmod est oui. En cascade et pour les même raisons, dans un autre pays, un autre marché est attribué à Sysmod. Ce sont de petits projets en volume<sup>14</sup>, sur lesquels Sysmod réalise seulement l'assemblage et la logistique, mais qui vont permettre d'accélérer fortement l'apprentissage. L'accélération qui va mettre fin à cette première phase de l'histoire des modules de face avant chez Sysmod est l'attribution, par un constructeur, le 15 Octobre 98, suite à de nombreux contacts préalables, d'un marché de face avant représentant un million d'unités par an à livrer, dans quatre pays différents.

C'est le 21 octobre 98 que suite à la présentation d'un modèle économique au président du groupe Sysmod, une division est créée le 02 Novembre 1998. Le fait qu'une division existe était fondamental pour que statutairement dans l'organisation Sysmod, cette équipe devienne crédible. Qui dit division dit également chez Sysmod « compte de résultat indépendant » ce qui allait permettre de suivre en détail la réalité économique se cachant derrière ce nouveau marché.

Il a alors fallu constituer des équipes, des connaissances, des outils, etc ... C'est à marche forcée que les premiers membres de la division ont « tenu » jusqu'à l'arrivée des renforts. C'est par le biais de l'embauche d'une vague de stagiaires de longue durée<sup>15</sup> de profils d'acheteurs et d'industriels ( Stagiaires longue durée ). Durant cette phase très enrichissante, les équipes réduites de Sysmod ont dû construire les compétences nécessaires au fil de l'eau afin de gagner en crédibilité le temps de constituer réellement son expertise. C'est ainsi que grâce à ce premier marché attribué, Sysmod a gagné la crédibilité nécessaire pour passer chez un autre constructeur du statut de futur fournisseur de rang 2 livrant des composants, au statut de partenaire, au sein d'une JV avec un plasturgiste, et remporté dans la foulée avec son partenaire un deuxième marché. Un troisième marché sera attribué la même année 1999 à Sysmod. Enfin dans ce lot de bonnes nouvelles il fallait des mauvaises nouvelles : le premier marché attribué s'est désagrégé. En effet un des constructeur a décidé dans son pays d'origine de garder la conception et l'assemblage du Module de face avant, ce qui retirait de fait 25% du volume initial à Sysmod. Ensuite, après huit mois de développement par les équipes de Sysmod en plateau chez le constructeur principal, Sysmod refusant de signer un engagement sur les prix jugés trop ambitieux, s'est vu de-facto retirer le marché « Europe » qui était le plus consistant. Sysmod n'a pu conserver que la part Amérique latine de ce marché. Sur le deuxième marché attribué, malgré un contrat attribuant à Sysmod 100% du marché mondial d'assemblage, les constructeurs, par le biais d'études Faire ou

---

<sup>13</sup> La livraison en Mode Synchrone impose de livrer les modules dans l'ordre de passage des véhicules. Cet ordre de passage n'étant fixé par le constructeur qu'avec une heure d'anticipation avant le passage des véhicules à monter. Ceci crée donc une « tension » particulière sur toute la chaîne d'approvisionnement amont qui est pilotée par le fournisseur modulier.

<sup>14</sup> Entre 100 et 150 véhicules par jour contre plus de 1000 par jour pour des projets dits de gros volumes

<sup>15</sup> 6 à 8 mois

Acheter<sup>16</sup> est revenu sur son engagement retirant à Sysmod 20% des volumes qui étaient destinés à être assemblés hors Europe.

Trois ans après, en 2002, ces trois projets ont démarré en série, plaçant Sysmod au rang de fournisseur mondial de modules de face avant. L'équipe Sysmod représente une centaine de personnes dédiées à cette activité, un tiers de ces équipes étant consacré à l'étude d'un module de face avant innovante. C'est à ce stade d'avancement de l'histoire que nous tentons de dresser un bilan en analysant ici les connaissances créées au fur et à mesure de la montée en puissance de cette division module de face avant.

## **Les connaissances acquises**

Tentons de faire ici le bilan des connaissances qui n'existaient pas chez Sysmod avant l'existence de cette division et qui sont maintenant ancrées. Sans viser aucune exhaustivité, regroupons les en six sous ensembles : les connaissances logistiques, les connaissances R&D ( produit et projet) , les connaissances des clients, la découverte des enjeux organisationnels internes, les enjeux de reconfiguration de la chaîne d'offre, les enjeux du modèle économique des modules.

### *Les connaissances logistiques :*

En quatre années, Sysmod s'est constitué une base de six sites avancés de fabrication, dans six pays différents, livrant de 150 modules de face avant par jour pour les plus petits, à 1200 par jour pour les plus importants. Sysmod est de fait devenu un équipementier crédible sur le plan de la production de modules en Mode synchrone<sup>17</sup>. Ces compétences ne sont pas révolutionnaires dans l'automobile, les équipementiers livrant de gros composants à forte diversité avait déjà été confronté à cette problématique et avaient de fait créé les compétences nécessaires. Pour Sysmod, c'était nouveau car les produits du cœur de métier étaient livrés sur stock, ne nécessitant pas d'acquérir cette compétence. En 1998, le fait de ne pas avoir d'expérience avait pénalisé Sysmod dans l'attribution de certaines affaires. On peut admettre que l'un des apports du partenaire de Sysmod dans le marché pris en JV en 1998, était entre autre cette compétence Synchrone. La division module de face avant de Sysmod est maintenant autonome dans ce domaine, dotée d'un système d'information développé en interne qui a déjà suscité de l'intérêt au delà des frontières du Groupe Sysmod.

### *Les connaissances R&D :*

Accompagnant l'apprentissage dans le développement de modules, de nouveaux métiers sont apparus. Celui d'architecte module par exemple n'existait pas au sein de Sysmod. En charge de l'intégration physique de tous les composants du périmètre du Module, c'est bel et bien un travail d'architecture qu'il a fallu mener main dans la main avec le constructeur

---

<sup>16</sup> C'est également sous la forte pression des directeurs d'usines locaux que le siège du constructeur a dû revenir sur son engagement initial.

<sup>17</sup> Le mode synchrone impose la livraison des composants de manière synchronisée avec le passage des véhicules sur la chaîne d'assemblage du constructeur. IL est caractérisé par un planning de passage des véhicules donné 90 minutes à l'avance à l'équipementier sous forme de ce que l'on appelle un « film de production ».

La division Module de face avant, étant responsable de la définition des interfaces entre les composants, ainsi que de la co-définition<sup>18</sup> des interfaces entre le véhicule et le module, il a fallu comprendre ce qu'était un châssis de voiture, aussi bien qu'une poutre pare choc ou un bouclier peint<sup>19</sup>. Ce sont donc des connaissances composants nouvelles qui existent maintenant. Il est à mon avis important de noter ici que c'est de cet apprentissage « candide » de la part de cette division de Sysmod qu'ont germé des idées d'innovations concernant des composants extérieurs au périmètre historique de Sysmod. Il semble important comme expliqué par Brusoni (BRUSONI and PRENCIPE 2001) d'étendre le périmètre des connaissances au delà de celles nécessaires à son périmètre de production. Les équipes de Sysmod sont maintenant capables de proposer un re-découpage innovant du produit offrant des avantages nouveaux en matière de performances techniques.

### *Enjeux techniques :*

Nous citerons ici deux enjeux majeurs qui, selon nos observations sur le terrain, ont pénalisé la valeur<sup>20</sup> créée par le module. Nous parlerons des arbitrages Modules et Système et des arbitrages Modules et Standardisation.

#### *- Modules et Systèmes :*

L'activité du Systémier est la recherche de l'optimisation d'une fonction, l'activité du Modulier est la recherche de l'optimisation géographique de composants préservant ou améliorant l'optimisation des fonctions. L'un ne peut aller sans l'autre et vice versa. Or, du fait de la manière avec laquelle le constructeur sélectionne le ou les fournisseurs de module, cette optimisation est aujourd'hui gérée de manière séquentielle. Les fonctions sont optimisées avant l'architecture des composants et du module. De fait, quand le modulier souhaite créer de la valeur en remettant en question tel ou tel choix technique pris par le systémier, ce dernier explique qu'il est trop tard.

#### *- Modules et Standardisation*

La valeur ajoutée du Modulier, du point de vue de l'équipementier, réside dans l'optimisation, au cas par cas, des architectures. Le constructeur lui peut aussi voir dans la modularisation un manière de favoriser la standardisation de ses véhicules (Ulrich 1995). Une force ressentie comme contraire par l'équipementier est alors la standardisation des composants poussée par le constructeur. Un cas emblématique, car il concerne presque tous les constructeurs, est celui de la serrure du capot. Tous les constructeurs cherchent à optimiser le coût de ce composant, par effet volume. De nos observations sur le terrain, nous avons extrait des situations où le coût d'interfaçage de ce composant standard avec le châssis, dépasse de trois fois le coût du composant lui-même. En multipliant ce surcoût par un million d'unité par an, on peut se demander si on n'a pas alors annulé le gain lié à la standardisation.

### *Les connaissances des clients :*

---

<sup>18</sup> Un Module de face avant est développé sur le mode du co-développement défini par C. Midler ( ... )

<sup>19</sup> Ces composants n'appartiennent pas au périmètre produit de Sysmod.

<sup>20</sup> Par création de valeur nous entendons ici la création soit de fonctions nouvelles permettant au constructeur de vendre plus cher son véhicule tout en rétribuant l'équipementier, ou la création de solutions permettant pour une même fonction de générer une productivité partagée l'équipementier et le constructeur.

Il a d'abord pour Sysmod fallu re-créer une intimité client car les Modules de face avant n'étaient pas ach  t  s, par le constructeur, dans les même services que ceux achetant les fonctions traditionnelles de Sysmod. Au delà de ce travail, il a fallu passer par un autre type d'apprentissage. Partons ici de notre exemple du module de face avant. Ce dernier est en moyenne constitué de 30 composants individuels allant pour les plus gros de la poutre pare choc et du radiateur, et pour les plus petits de l'avertisseur ou des fixations. La plupart des constructeurs automobiles sont organisés par logiques de fonctions. Il y a le concepteur et l'acheteur de la fonction refroidissement, il y a le concepteur et l'acheteur de la fonction absorption choc, etc... Par ailleurs, d'autres acteurs chez les constructeurs sont importants. Ce sont par exemple les architectes. Il y a les architectes de l'environnement sous capot moteur, il y a les architectes des pièces extérieures. A notre connaissance, même les constructeurs les plus avancés en matière de Modularisation, n'ont pas modifié, ou en surface seulement, leur mode d'interface de l'équipementier dans les projets. Ce dernier se retrouve alors contraint de jouer ce rôle de coordinateur de son client, ce qui n'est pas un rôle facile quand on est externe à l'organisation du constructeur. Ceci se traduit dans les faits par un grand nombre d'heures passées à prendre des décisions. Pour exemple, la signature d'un plan de serrure a pris plus de deux mois au responsable interne du constructeur chargé de l'interface avec le modulier, tant le nombre de décideurs était grand. En somme, Sysmod au travers de ces premières expériences de développement de Modules a acquis une bien meilleure maîtrise et compréhension des mécanismes de fonctionnement de ses clients.

Par ailleurs, illustrant la notion de contingence du module, une typologie des clients sur la variable de « délégation de responsabilité » a pu être constituée. Sysmod a collaboré avec des constructeurs ne laissant aucune responsabilité à l'équipementier quant à la conception du module, considérant le modulier comme un assembleur logisticien. A l'autre extrémité, Sysmod a du collaborer avec des constructeurs demandant à leurs équipementiers de prendre la responsabilité totale de la conception du module, du choix des fournisseurs, etc ...

### *Les enjeux organisationnels pour l'équipementier :*

Au fil des années, les équipementiers ont mod  l   leurs organisations pour créer une interface plus efficace avec le constructeur. A l'image de ces derniers, les équipementiers sont le plus souvent, c'est en tout cas valable chez Sysmod, organisés en ligne de produit fonctionnelles. On comprend alors, à l'image du point cité avec les clients, qu'une division chargée d'optimiser l'architecture d'un module doit également en interne multiplier les contacts autant de fois qu'il y a de fonctions différentes hébergées dans le module développé. Pour être synthétique, l'équipe interne chargée de développer des Modules rencontre en interne des difficultés semblables à celles rencontrées chez le constructeur. Comme chez le constructeur, les idées transversales ont du mal à survivre. Soit parce qu'elles sont tuées dans l'œuf par des logiques contraires (systèmes, standardisation, optimisation économique d'un composant au détriment du système pour cause de logique de centre de profit), soit parce qu'elle ne trouvent aucun sponsor interne dans la mesure où ces idées sont à cheval sur plusieurs divisions.

### *La reconfiguration de la chaîne d'offre :*

Les équipes de la division module de face avant de Sysmod ont dû, à marche forcée, apprendre et comprendre les difficultés propres à chaque composant. Mais le point le plus épineux en ce qui concerne les relations, tant avec les partenaires de JV qu'avec finalement les fournisseurs dit de rang 2, était précisément lié à la guerre de position sur la chaîne de la valeur. Chaque cas où le constructeur n'a pas défini clairement qui pilotait qui, des difficultés

sont apparues et ont gravement impacté la qualité du produit, et le contenu d'innovation de ce dernier qui s'est trouvé appauvri, limitant de fait les résultats financiers du marché<sup>21</sup>. L'enjeu est ici celui du maintien d'une position que l'on espère privilégiée qui est celle du fournisseur de rang 1. Même si de nombreux fournisseurs de rang 2 vivent très bien, certains fournisseurs de rang 1 dans une architecture dite conventionnelle refusent de se retrouver « rétrogradés » en position de rang 2 par un modulier. Sur le terrain, cela se traduit par une bataille « fratricide » entre équipementiers sur fond de réduction des prix de vente donc des marges. Durant le projet, de nombreux court-circuits plus ou moins favorisés par le constructeur. Sysmod a alors multiplié les contacts avec ses concurrents et partenaires potentiels pour bien cartographier les intentions de positionnement stratégique de chacun. En effet en quatre années, nombre de partenariats se sont scellés autour de cette question des Modules<sup>22</sup>.

### ***Les enjeux de la reconfiguration de la chaîne de la valeur – le modèle économique des modules :***

Malgré une prise de position rapide sur l'échiquier des fournisseurs potentiels de modules, et donc l'apport d'un chiffre d'affaire supplémentaire pour Sysmod, ce ne sont pas les félicitations qui ont salué les performances réalisées mais plutôt de fortes interrogations quant à la rentabilité réelle de ce nouveau marché. A la lecture du compte de résultat de la division de Sysmod, il ressortait très clairement des paramètres financiers loin des standards attendus, standards issus des activités de composants. Le « pay-back » de la division était jugé trop long, l'immobilisation de cash dans le besoin en fond de roulement était jugée trop importante, etc ... Nous allons regarder en détail pourquoi cette rentabilité apparaît comme fragile.

### **Un Modèle économique trop fragile :**

Si l'on regarde la modularisation sous l'angle du transfert des responsabilités se traduisant par un impact visible dans les comptes sociaux que voyons nous ? Pour cela, considérons la séquence des décisions que le constructeur est amené à prendre avant de décider de confier l'assemblage ou plus à un équipementier de rang 1. Tout se passe d'abord en interne, chez le constructeur. Ce dernier ne dispose généralement pas d'une comptabilité analytique lui permettant de dire précisément ce que coûte à l'entreprise telle ou telle séquence d'assemblage correspondant au périmètre d'un module donné. Alors<sup>23</sup>, le constructeur décide d'isoler physiquement l'assemblage de ce module hors de la chaîne d'assemblage principale. Cette première opération va lui permettre de mesurer les « pas de chaînes » libérés de fait, mais il va aussi pouvoir mesurer ce que coûte cet assemblage car alors, il aura une zone physiquement identifiée, dans laquelle travaillent des gens exclusivement dédiés à l'activité d'assemblage du module. Il pourra donc compter la main d'œuvre directe associée, les surfaces nécessaires, les niveaux de stocks composants et « en cours » requis, etc ...

---

<sup>21</sup> Nous verrons dans le chapitre consacré à la rentabilité fragile du marché que cette dernière est selon nous directement liées au contenu d'innovation du module développé .Pas d'innovation implique peu de rentabilité.

<sup>22</sup> On pourrait citer Expert Components racheté par Venture / Peguform, Hella en JV avec Behr pour faire de face avants parfois avec également Magna, Kansei en JV avec Calsonic pour faire des Modules de face avant et des Cockpits, Denso et Magnetti-Marelli,

<sup>23</sup> Parfois ces deux étapes sont simultanées



C'est alors que vient la décision de sous traiter ce même assemblage, à un tiers, un fournisseur de rang 1. En acceptant de réaliser l'assemblage du module à la place du constructeur, l'équipementier suppose qu'il pourra vivre de cette activité. Or le constructeur lui, ne considérant en général que ses seuls coûts directs<sup>24</sup> souhaitera que la décision « Acheter » dans ce bilan « Faire ou Acheter » se prenne si l'équipementier accepte que le prix de vente soit inférieur ou égal au coût directs interne du constructeur.

Pourquoi l'équipementier serait il plus performant que le constructeur dont le métier est l'assemblage ? L'équipementier qui accepte cet engagement pense réaliser des économies sur le différentiel de salaire<sup>25</sup>, sur une supposée plus grande efficacité due à un effet de spécialisation<sup>26</sup>. Dans les faits, l'existence des parcs fournisseurs a considérablement « gommé » ce différentiel de salaire<sup>27</sup>. L'effet de spécialisation a, dans certains cas, porté ses fruits, mais ce n'est pas généralisable.

Un phénomène observé a contribué à la fragilisation de la situation financière de l'équipementier. C'est en croyant échapper à un marché dit de commodité caractérisé par une seule pression sur les coûts et sur la standardisation que les équipementiers se sont aussi précipités sur ce marché des modules. Hors si l'on prend l'exemple de Sysmod, sur le périmètre du module de face avant, il y avait finalement plus d'entrants dans ce marché des Modules que sur le marché initial des radiateurs. En effet, les fabricants de composants justifient d'une expertise potentielle dans les modules appuyés sur l'expertise des fonctions majeures ( éclairage / refroidissement Moteur ), mais les injecteurs plastiques aussi appuyant leur crédibilité sur la capacité à concevoir une pièce de structure et à fixer dessus n'importe quel accessoire, enfin des logisticiens se sont également positionnés basant leur expertise sur l'assemblage et la livraison synchrone. Ce sont même certains fournisseurs de machines spéciales d'assemblage, ou de logisticiens, qui ce sont positionnés sur ce marché des modules. En somme ce sont les constructeurs automobiles qui ont organisé le marché et la concurrence. L'équipementier veut échapper au marché de commodité en investissant un « ticket d'entrée<sup>28</sup> » fort dans les modules, mais il y trouve finalement au moins autant de concurrents potentiels dans le marché des modules.

Autre mauvaise surprise découverte a posteriori, celle de la stratégie produit. Si l'on prend le cas d'un composant, quand bien même technique, il semble aisé pour Sysmod de bâtir une stratégie produit. En effet, quel que soit le type de constructeur, finalement le produit en lui même est peu affecté. Par exemple chaque véhicule a un radiateur de refroidissement. Ce qui change d'un véhicule à l'autre ce sont les calories à évacuer en fonction du débit d'air frais dont on dispose.

Pour des modules, c'est différent. Chaque produit dépend de la philosophie de conception du constructeur. Par exemple, chez un constructeur A, le périmètre produit du module de face avant inclus le refroidissement moteur et le bouclier peint, chez un constructeur B, le périmètre sera beaucoup plus étroit et ne concernera que les phares, sans le radiateur ni le bouclier. Pire encore, si l'on considère la seule pièce de structure, certains

---

<sup>24</sup> Les coûts directs sont les seuls coûts que le constructeur sache isoler de sa comptabilité.

<sup>25</sup> Dans l'automobile, pour des raisons historiques et syndicales, la main d'œuvre chez le constructeur est « plus chère » que la main d'œuvre chez un équipementier. Ce différentiel peut atteindre 25% aux USA, il est moindre en Europe.

<sup>26</sup> L'équipementier suppose que ses équipes se concentrant sur un périmètre restreint, celui du module, ils seront plus capable que le constructeur de dégager des productivités soit sur le processus d'assemblage soit sur les processus logistiques.

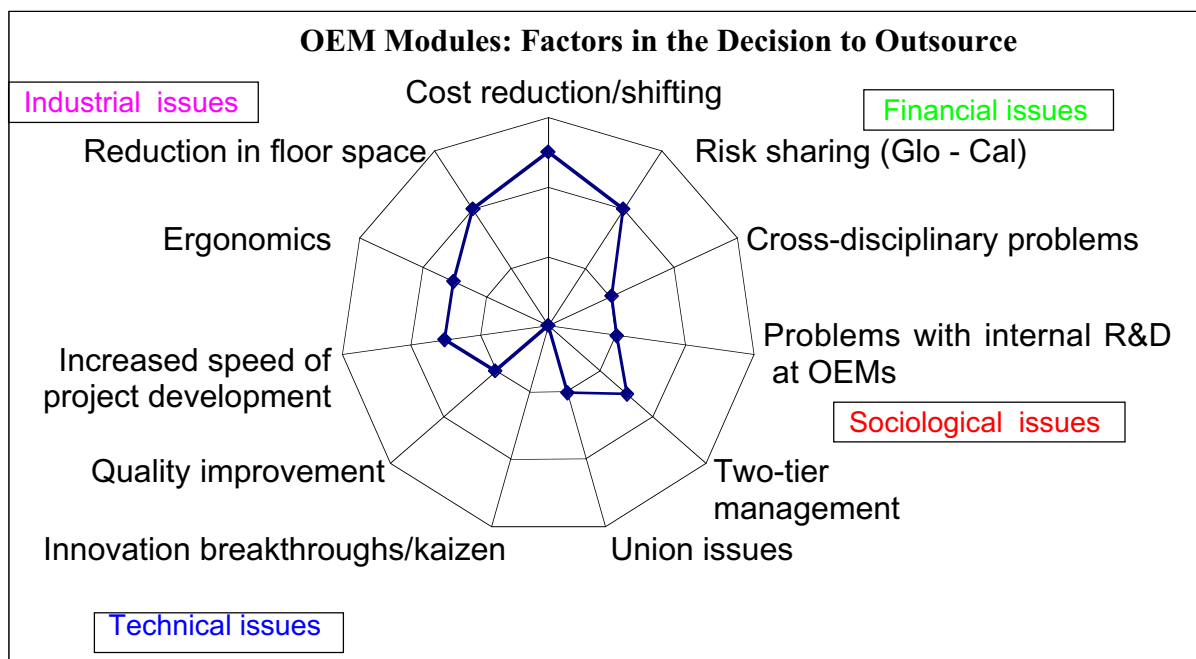
<sup>27</sup> Voir cas Smart par exemple

<sup>28</sup> J'appelle ticket d'entrée l'effort financier et humain nécessaire pour créer la compétence module là où elle n'existe pas encore.

constructeurs décideront qu'elle doit prendre part à la rigidité totale du châssis, ainsi qu'à l'absorption de l'énergie d'un choc, alors que chez d'autres constructeurs, cette pièce ne sert qu'à porter des accessoires, sans contribuer à la structure. On voit donc qu'il y a autant de produit que de constructeur, et même au sein d'un constructeur, les philosophies de conception changent d'une marque à l'autre, ou d'un pays à l'autre (les exigences d'absorption de choc sont différentes entre le Brésil et l'Europe par exemple). Economiquement parlant, cela se traduit pour l'équipementier par un effort important en conception et développement difficile à récupérer par effet de standardisation.

Bref, rien n'est venu compenser financièrement les concessions de marge qu'il a fallu faire pour être l'heureux élu. Au delà des économies potentiellement espérées par effet soit de protection et de développement de part de marché composants, ou soit par effet de spécialisation, les équipementiers ont basé la rentabilité du modèle économique des modules sur leur capacité à re-concevoir les produits, générant ainsi des sources de valeur à partager avec les constructeurs.

Nos observations sur le terrain ont montré que même si effectivement ces équipementiers ont en « réserve » des produits innovants pouvant effectivement générer des sources de profits à partager, dans la réalité, rares sont ceux qui ont pu adapter ces innovations sur des véhicules « série ». Les raisons principales de cette impossibilité à intégrer ces innovations sont liées au delà des problèmes d'organisation interne constructeur et équipementiers, à l'implication tardive de l'équipementier « Modulier ». Nous reviendrons sur ces difficultés dans l'explication des conditions de mise en œuvre de notre modèle stratégique. Comme le montre le graphique suivant<sup>29</sup>, ce n'est pas l'innovation qui a motivé les choix des constructeurs automobile vers les architectures modulaires



<sup>29</sup> Graphique construit sur la base de 35 interviews de responsables de Sysmod et d'autres équipementiers ayant eu à travailler directement avec des constructeurs automobiles sur des sujets de modules

Dans ce cas la situation financière de l'équipementier empire car pour générer ces innovations, il lui a fallu investir en R&D ( Hommes, Prototypes, Tests , etc ...). Les coûts ont encore augmenté, sans plus de retour sur investissement que dans le cas d'un marché d'assemblage.

On comprend donc ici qu'un équipementier automobile fait une sorte de pari sur une rentabilité supposée, mais doit ,pour avoir le droit de participer , investir des sommes considérables qui finalement grèvent la rentabilité espérée en début de projet. De nos observations nous pouvons tirer le constat que la modularisation automobile aujourd'hui dégrade la rentabilité des équipementiers de rang 1.

## **LES ENSEIGNEMENTS THEORIQUES DU CAS**

### **Les conditions de mise en œuvre :**

L'étude de la littérature annonce que, moyennant des conditions initiales particulières, le fait de modulariser un produit complexe devait apporter des performances nouvelles : développement de produits plus rapide, innovations répétées plus fréquentes, standardisation aisée, coordination entre les acteurs simplifiées, besoins de coordination diminués, etc ...

Ce que nous montre l'étude du cas présenté révèle des choses déjà connues. D'abord, la conception d'une voiture est un exercice très complexe Moisdon et Weil (Moisdon and Weil 1992) du fait du nombre de relations entre tous les acteurs. Ensuite la voiture est un cas d'architecture très intégral ce qui n'est pas donné comme l'architecture la plus favorable. Notre étude de cas met ensuite en relief que nous sommes loin d'avoir des organisations adaptée pour une modularisation efficace au sens de Sanchez et Mahonnet (Sanchez and Mahoney 1996) ou de Langlois (Langlois 2002). A aucun moment les constructeurs n'ont cherché comme recommandé par la littérature à produire un effort de définition et de découpage ex-ante permettant ensuite d'aller plus vite. Nous sommes dans une situation de co-apprentissage (Midler, Garel et al. 1997). Le cahier des charges par exemple a été co-conçu au sens ingénierie concourante donné par C. NAVARRE (Navarre 1992), au fil de l'eau contrairement aux recommandations données par Ulrich.

Les processus de sélection des fournisseurs par les constructeurs sont restés ceux de sélection de fournisseurs de composants, sous traitant mais pas co-développeurs . Par exemple l'implication tardive dans les projets des équipementiers modulaires les prive de leviers importants pour la création d'architecture nouvelles<sup>30</sup>. Nous n'avons pas observé de remise en question des découpages produits de sorte que, en conception modulaire ou pas, le produit fini « voiture » est identique

La modularisation dans l'automobile a visiblement démarré dans les conditions les plus défavorables. Fujimoto (Fujimoto 2001) semble indiquer sur ce sujet que certain constructeur japonais ont opté pour une démarche préalable de re-découpage du véhicule de sorte que la modularisation devienne efficace.

### **Les apports de la modularisation :**

La littérature nous a décrit les apports de la modularisation, du point de vue des constructeurs. Pour les équipementiers, il ressort de nos observations que la modularisation

---

<sup>30</sup> Style figé, choix des fournisseurs de rang 2 déjà défini, périmètre produit figé , etc

pourrait apporter également de nombreuses opportunités de développement et de transformation du marché. Néanmoins, il semble que les stratégies poussant les équipementiers vers les modules sont difficilement compatibles, aujourd'hui en tout cas, avec les motivations de constructeurs. Les apports pour l'équipementier se déclinent plus en terme de charges financières allourdies, prises de risques plus importantes, augmentation de l'effort de coordination de la chaîne d'offre, etc ... Il semble que si l'innovation devient un jour la motivation des constructeurs, alors les stratégies deviendront compatibles.

### **Les pièges :**

Les constructeurs automobiles n'ont finalement pas encore adopté la modularisation comme le Dominant design de demain même si les parcs fournisseurs semblent devenir un modèle de production de plus en plus répandu<sup>31</sup>. Nous n'en sommes donc pas au stade où les frontières entre les concepteurs de modules empêchent des innovations d'architecture (Chesbrough and Kusunoki 1999).

Pour l'équipementier, un autre piège consiste à sous estimer cette notion de contingence qui le conduit soit à sur-dimensionner ses équipes de conception quand finalement il n'aura aucun degré de liberté pour générer la valeur suffisante et de fait auto-financer son effort. Soit à l'inverse il peut aussi se laisser aveugler par une fausse notion de plate-forme<sup>32</sup> où pensant qu'une seule équipe suffirait à développer le module, il lui en faudrait trois.

Le piège principal à mon sens est lié à cette incompatibilité peut être momentanée de stratégie entre constructeur et équipementier. Ce sont les coûts, et au delà de la réduction des coûts c'est avant tout le transfert de ces coûts qui a été visé. Ford avait annoncé dans le Financial Times en 1991 qu'il serait le premier constructeur sans usine. La modularisation est un moyen de commencer ce transfert massif de charges du Bilan vers le compte de résultat. Ce ne sont ni l'innovation, ni la volonté de réduire les délais de conception qui ont dicté le mouvement vers la modularisation automobile. On est alors en droit de s'interroger sur la réelle valeur ajoutée de la modularisation, en dehors du seul transfert de risques et de cash du constructeur vers l'équipementier, pouvant entraîner la mort de ce dernier. Ces observations appellent plusieurs questions<sup>33</sup> fondamentales qui selon moi doivent être adressées de toute urgence, le risque étant de deux sortes : affaiblissement excessif des équipementiers, ou alors retour en arrière vers des conceptions non modulaires qui à mon sens priverait l'automobile des avantages d'une architecture modulaire. De manière plus globale, il y a deux manières de poser la question : dégage-t-on, de la modularisation telle qu'elle est pratiquée actuellement, une valeur ajoutée suffisante, tant pour le constructeur que pour l'équipementier ? Notre réponse appuyée par nos études de cas est plus que mitigée. Une deuxième manière de prendre le problème est alors de se demander, que faudrait il faire pour retirer les fruits de la modularisation dans l'automobile ? Nous allons tenter d'apporter des réponses à cette question. Notre thèse sur ce point étant que si la modularisation ne semble pas avoir aujourd'hui donné les résultats attendus, c'est une affaire de processus de mise en place.

---

<sup>31</sup> Voir conférence et travaux du Gerpisa en Juin 2002

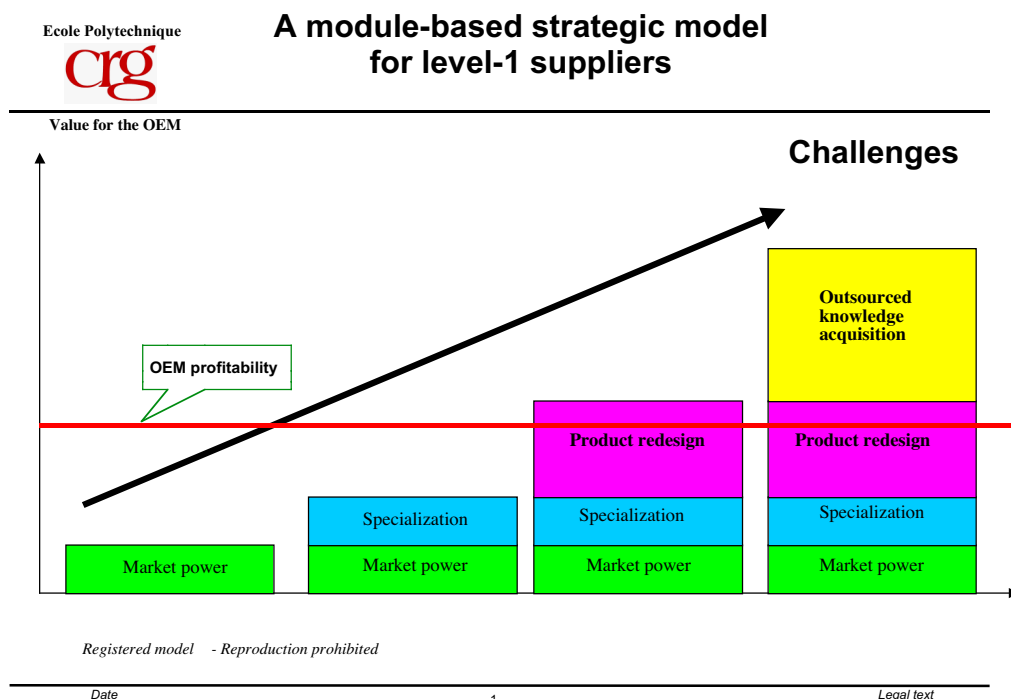
<sup>32</sup> Les notions de plate forme mondiales sont perçues par les équipementiers comme de vrais pièges annonçant un véhicule de gros volumes, et se traduisant dans les faits par des architectures très différentes au sein de la même plate-forme.

<sup>33</sup> Ces questions ont été levées au travers des nombreuses discussions que j'ai pu avoir avec C. MIDLER, la direction produit de Sysmod, et également le professeur LIKER aux USA.

Pour répondre à cette question prenons comme point d'entrée la question suivante face à ces conditions difficiles, pourquoi les équipementiers se sont-ils mobilisés pour rentrer dans ce nouveau marché des modules qui semble être loin de l'Eldorado. Enfin, quelles seraient les conditions favorables à la mise en œuvre d'une stratégie modulaire dans l'automobile ?

## UN MODELE THEORIQUE DE TRAJECTOIRE MODULAIRE DES EQUIPEMENTIERS

L'objectif de cette troisième partie consiste, à la lumière de nos études de cas, à tenter une modélisation théorique d'une trajectoire vers les modules pour les équipementiers automobiles de rang 1. Nous décrivons ici une trajectoire en 4 étapes en indiquant les enjeux associés à chacune d'entre elles.



## Stratégie 1 : La logique du pouvoir de marché – « Jeu de Go »

Quand nous analysons à posteriori ce qui a poussé Sysmod à rentrer dans ce marché, dès 1993, la réponse donnée est essentiellement défensive. Il fallait d'abord éviter que des concurrents ne prennent ces marchés, de peur que ces derniers spécifient ensuite leurs propres composants, au détriment des composants Sysmod. L'enjeu était donc la défense des parts de marché du cœur de métier. Par ailleurs, Sysmod sentait que poussée par l'augmentation de la complexité des véhicules, la tendance à la sous-traitance allait se renforcer, et ce sont les modules qui permettraient aux constructeurs d'offrir le découpage de cette sous-traitance. Il fallait être là. Il fallait monter dans le train, quand le ticket d'entrée était encore abordable, quitte à en descendre ensuite, ce qui coûterait de tout façon moins cher que d'essayer d'y

monter dans cinq ans. Egalement présent dans les esprits, existait l'idée qu'il fallait prendre place dans les parcs fournisseurs, et que quand on ne livre ni des sièges, ni des boucliers peints, ni des réservoirs, le seul moyen d'être présent est par la bais de « gros » modules livrés en synchrone. L'idée de prendre des places dans les parcs fournisseurs a également motivé les efforts consentis par Sysmod dans le sens de la modularisation. Une peur enfin animait les esprits, qui était celle d'une innovation d'architecture qui pourrait naître de la logique de réorganisation spatiale des composants impactant fortement (en bien ou en mal ) le cœur de marché. Il fallait être dans « la boucle ». J'utilise ici l'analogie avec le jeu de Go, car on sent chez Sysmod<sup>34</sup> une notion de pari sur l'avenir. Par ailleurs, au jeu de Go, un pion n'a aucune valeur autre que celle donnée par la position qu'il occupe. De même un marché de Module pris, au delà de sa rentabilité intrinsèque sera un bon marché ou pas dans la mesure où il contre correctement la concurrence et permet au Groupe Sysmod dans son ensemble de se déployer.

Si l'on prend du recul face à ces faits, on se rend compte que Sysmod, peut être sans le savoir, a déployé une stratégie d'option réelle (Jacquet and Navarre 2000). Ils sont rentrés dans ce marché de modules en y mettant le minimum de ressource possible : trois personnes et des stagiaires « longue durée ». Ils ont alors pris place dans le jeu, puis ils ont obtenu des petits marchés, renforçant juste assez la structure, puis des plus gros marchés structurant ainsi les équipes.

Comme dans une logique d'option (Jacquet and Navarre 2000) réelle, on dépense un peu pour voir, ce qui permet le cas échéant soit de se retirer du jeu à perte minimal, ou au contraire d'aller plus loin en dépensant encore un peu plus.

Quelle est la valeur de l'option prise, nous le verrons dans la quatrième stratégie de notre modèle. C. BALDWIN introduit ici de la théorie des jeux sur les jeux répétés en disant que l'on collabore une fois pour la valeur future représentée, plus que pour la valeur instantanée citant la notion de « self « enforcing » contracts ». L'idée pour l'équipementier de saisir un premier contrat est effectivement chargée de cette idée. « On mets un pied dans la porte » et après on construit sur ce premier marché.

Si l'on raisonne en terme de positionnement sur le chaîne de la Valeur, l'enjeu dans cette première rationalité était de défendre la position de fournisseur de rang 1. L'apparition de fournisseurs de Modules provoque inévitablement un décalage d'un cran des positions occupées par les fournisseurs. Les fournisseurs de rang 1 livrant depuis des décennies les constructeurs, vont petit à petit<sup>35</sup> se retrouver soit positionnés comme modulaires soit « rétrogradés » en position de rang 2, ce qui au delà des problèmes d'ego , les mettrait en position d'asymétrie informationnelle par rapport au rang 1 qui filtrera alors les informations. Cette asymétrie renvoi alors à la potentielle incapacité à détecter l'émergence d'un nouveau Dominant Design (Abernathy and Utterback 1978) sur le cœur de marché. Ce dominant design pouvant émaner de concurrents directs, ou de fournisseurs apparemment hors du champ de concurrence actuel<sup>36</sup>.

---

<sup>34</sup> Notion également validée par d'autres équipementiers « Modulaires » interrogés sur le sujet courant 2002.

<sup>35</sup> Dans les projets de modules observés, les fournisseurs ex-rang un ont continué, avec dans certains cas la bénédiction des constructeurs à « court-circuiter » le modulaire, créant de l'entropie destructive de Valeur. C'est une illustration des coûts de mise en place élevés évoqués par **M. SAKOSako, M. and F. Murray (2001). "Modules in Design Production and Use : implication for the Global Automotive Industry."** « High set up costs »

<sup>36</sup> Comme illustration ici, les fournisseurs de radiateurs ou d'éclairage, ont déposé des brevets sur des absorbeurs de chocs dans le cadre de modules de face avant.



Cette rationalité du « Jeu de Go » est elle auto suffisante ? Permet elle de compenser financièrement le coût du « ticket d'entrée ». Nos observations démontrent que non. Dans certains cas Sysmod a protégé ses parts de marché composants, et les a même développées lors du restyling , mais nous avons également d'autres cas où Sysmod se retrouve en position de livrer des Modules avec un contenu produit Sysmod extrêmement faible<sup>37</sup> .

Par ailleurs, le produit en lui même reste inchangé, et comme nous l'avons déjà évoqué, le marché s'est trouvé être encore plus ouvert à la concurrence que le marché de composants. La guerre des prix et le peu de leviers de productivité n'ont pas permis de financer cette première rationalité. Il fallait aller au delà, c'est notre deuxième stratégie.

## **Stratégie 2 : L'effet spécialisation**

Très vite s'est posée la question du comment, Sysmod allait, sous couvert d'une stratégie de Jeu de Go, financer l'effort nécessaire au développement de projets de Modules. En créant une division autonome avec son compte de résultat associé, Sysmod a souhaité donner les moyens internes et externes à cette équipe d'actionner les leviers qui ont permis et qui permettent encore à Sysmod d'occuper cette position d'équipementier Mondial actuel, à savoir les recherches d'actions de productivité de tous ordres : achats / process / logistique / Packaging etc ... . Quand on a su survivre à la pressions sur les coûts des 10 dernières années grâce aux changements de technologies de process, et aux réductions d'épaisseurs de feuilles d'aluminium sur des radiateurs, on doit bien arriver à vivre sur un périmètre plus large offrant une probabilité plus forte de genèse d'idées de productivité. On est dans une rationalité de « cost killer », sans rien changer au produit.

La rentabilité étant issue de ce que j'appelle ici un effet de spécialisation. La conception de packagings mieux appropriés que les packaging standards du constructeur ont permis des économies très significatives. Dans le même esprit parce que Sysmod avait des équipes dédiées sur des sujets précis, et également motivé par des questions de survie<sup>38</sup>, des boucles logistiques ont été optimisées permettant ainsi de rentrer dans le coût objectif fixé par le constructeur et permettant même de faire parfois mieux. Pourquoi un équipementier novice dans ce sujet ferait du premier coup une meilleure performance que le constructeur<sup>39</sup> ? C'est grâce à ce que j'appelle ici l'effet de spécialisation.

Venant en aide à cette logique de coûts inférieurs chez l'équipementier par rapport aux coûts chez les constructeurs, parlons ici du différentiel de salaire. Moteur presque principal de la motivation des constructeurs américains à modulariser, la sous-traitance à des équipementiers de sous ensembles préalablement montés par les constructeurs eux même a permis sans rien changer au produit des économies de plus de 20% sur la part main d'oeuvre. Si ce phénomène est réel, nos observations<sup>40</sup> démontrent que l'existence de parcs fournisseur tends à diminuer voire éliminer<sup>41</sup> ce différentiel de salaire, pour des problème de cohésion sociale des sites. Des opérateurs effectuant des opérations très similaires, déjeunant à la même

---

<sup>37</sup> Sysmod livre aujourd'hui un Module de Face avant sans composants de refroidissement et avec des phares de la concurrence.

<sup>38</sup> Si le constructeur rate l'optimisation de telle ou telle boucle logistique, il perd potentiellement de la productivité. Si un équipementier rate l'optimisation de ses boucles logistiques sur un module, la rentabilité de son projet passe en négatif le mettant très vite en situation de vie ou de mort.

<sup>39</sup> Question souvent posée par la direction Groupe Sysmod aux équipes de la division module de face avant lors des demande d'autorisation d'investissement et de lancement des projets

<sup>40</sup> En Europe et en Amérique Latine

<sup>41</sup> Dans le cas de la SMART à AMBACH.

cantine, doivent avoir des rémunérations équivalentes sous peine de création de tensions destructives.

De même que dans le cas de la rationalité du Jeu de Go, posons nous ici la question de la rentabilité du Modèle économique basé sur l'addition des deux rationalités : jeu de Go et effet de spécialisation.

Il apparaît que le modèle économique peut sembler rentable, si et seulement si le constructeur ne demande aucun effort de conception du module. En même temps, le modulier ne peut pas alors se distinguer de ses concurrents autrement que par le prix, ce qui n'a pas pour conséquence de pérenniser la position de modulier de l'équipementier<sup>42</sup>. Le cas observé le plus catastrophique étant celui où le constructeur au début du projet, laisse entrevoir à l'équipementier qu'il pourra générer de la valeur en proposant de choix fournisseurs différents par exemple, ou de système de fixations. Ce dernier met alors en place des équipes de conception et d'achats. Si dans les faits, aucun levier n'est laissé à l'équipementier pour qu'il isole des idées de productivités, ce dernier ne retrouve alors jamais le retour sur investissement des ces équipes supplémentaires. Ceci nous permet de dire que l'addition de ces deux rationalités ne semble pas suffire à assurer une rentabilité solide du marché de l'équipementier. Il faut aller plus loin.

### **Stratégie 3 : Re-engineering produit**

Très vite, après 1998, les équipes de la division Sysmod Module de face avant, ont cerné les enjeux et les difficultés à générer suffisamment de profit pour compenser les investissements et les risques associés à cette responsabilité de modulier. Il fallait aller au delà des deux logiques de Jeu de Go et de spécialisation pour trouver la « ligne de flottaison<sup>43</sup> » et la dépasser. Il n'y avait pas d'autre issue que de re-concevoir le module en le considérant comme un ensemble devant être géographiquement cohérent. Les axes de progrès visés étaient l'élimination systématique de toutes les redondances fonctionnelles<sup>44</sup>, puis la création de nouvelles fonctions<sup>45</sup> en prenant pour postulat que la position de Modulier permet une meilleure approche du problème<sup>46</sup>. Sysmod a alors considérablement renforcé ses équipes de recherche et développement pour pousser très vite la validation de quelques nouveaux

---

<sup>42</sup>Un équipementier numéro un mondial en volume de face avant livrées en 1998 pour un constructeur remplissant les conditions indiquées est donné pour presque mort en 2002. Un autre dans la même situation, vient d'abandonner toute une partie de son marché de module de face avant en 2002 alors qu'il s'y accrochait farouchement en 1998.

<sup>43</sup> Expression donnée par C. MIDLER- CRG

<sup>44</sup> Par exemple, la fonction éclairage portée par le module est pilotée par une électronique dédiée, la fonction refroidissement moteur est également hébergée par le module et pilotée par son électronique dédiée. La mise en commun des deux systèmes électronique peut représenter un gain de place, et d'économies.

<sup>45</sup> On peut par exemple citer la fonction dite « choc piéton » sur laquelle différentes branches fonctionnelles de Sysmod avaient été interrogées de manière indépendante par les constructeurs. L'existence de la division module de face avant a permis de prendre ce sujet de conception et d'apporter des solutions cohérentes tenant compte d'un plus grand nombre de variables du fait du périmètre Module.

<sup>46</sup> L'équipementier peut par son approche nouvelle, apporter des idées nouvelles comme dans le cas du liberty ship : Perhaps most remarkable was the diversity of the Americans who built Kaiser's "Liberty Fleet" - "probably only one in 200 had seen a shipyard before and 25% had not ever seen the sea. Many of his executives had not previously faced ship construction problems, and so they approached their new tasks - as indeed the whole organization did - with open minds and no preconceived theories about conventional shipbuilding, but with the determination to get things done quickly, efficiently, and with the minimum wastage of time, materials, and labor. ...a group which considered no task to be too difficult."

concepts. Dans une logique d'option, Sysmod a dépensé un peu plus pour pouvoir prendre un risque supplémentaire devant générer un retour sur investissement plus convainquant.

Ce sont de vraies idées, de vrais produits nouveaux qui ont alors été présentés aux constructeurs. Sur le « papier », ces nouveaux produits portaient en eux suffisamment de Valeur ajoutée pour permettre une plus forte rentabilité du marché tout en restant compétitifs par rapport aux objectifs fixés par les constructeurs aidés eux même par la concurrence que continuait de se livrer les prétendants au rang de modulier. Logique sous jacente à ce re-engineering du produit : l'élimination des concurrents. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, le marché des modulaires a fait rentrer en place de rang un des logisticiens, cassant les prix du marché. Seuls les équipementiers possédant une réelle profondeur technologique sur les composants et les systèmes environnants, pourront modifier de façon pertinente l'architecture du Module, en améliorant les performances fonctionnelle et économique. Il est clair que si ce type de module devenait le « dominant design », alors les logisticiens et tous les autres équipementiers ne possédant pas cette profondeur technologique sur les composants, se trouveraient éliminés du jeu des Rang 1.

Dans les faits, si l'on regarde le contenu d'innovation porté par les produits livrés en 2002, il est beaucoup plus faible comparé au potentiel existant. Cette troisième rationalité, ajoutée aux deux autres, semble indiquer la voie vers une rentabilité pérenne du marché de Modules, pour l'équipementier, mais visiblement, des conditions particulières doivent être réunies pour permettre la transformation de ces idées en une réalité économique favorable tant pour le constructeur que pour l'équipementier.

#### **Stratégie 4 : Externalités d'apprentissage**

Ayant considéré que la troisième stratégie de notre modèle portait en elle les germes d'une modularisation rentable pour l'équipementier et le constructeur, nous aurions pu en rester là. Or, à la lumière de nos études de cas, il nous a semblé qu'il restait une rationalité qui si elle venait s'ajouter aux trois autres, recèle selon nous d'autres sources de création de Valeur.

Cette logique est liée à la position de modulier comme capteur ( au sens électronique du terme ) d'information.

Nous nous posons dans la première stratégie, quelle était la valeur de l'option achetée par Sysmod en créant des équipes dédiées au Module de face avant.

Etre modulier c'est augmenter son niveau de connaissance et donc d'expertise générale sur les problématiques de conception d'une voiture. En effet, tout équipementier prétendant à un rôle de modulier, a découvert des problématiques que son métier précédent ( de systémier ou de « composantier ») ne lui avait pas demandé d'aborder. Ce sont des composants inconnus dont il a fallu réfléchir à l'intégration dans le modules, ce sont des contraintes d'architecture issues du constructeur qui ont été « cascadée » chez le modulier. Quand on est modulier , on en sait plus qu'avant dans l'absolu et on en sait plus relativement que les concurrents d'avant l'ère des modules qui n'y sont pas allés<sup>47</sup>. Dans le même esprit, un modulier est intégré plus tôt dans les projets qu'un fournisseur de composant. Il a accès à d'autres informations, plus tôt.

Si l'équipementier décide ( d'où la terme de modularisation consciente ) de s'organiser pour capter ces informations et les distribuer aux systémiers et composantiers de son propre

---

<sup>47</sup> Ils sont rares, mais certains équipementiers de rang1 ont fait le choix de ne pas livrer de Modules en restant dans le marché des composants ou des systèmes ; Pour n'en citer qu'un : Bosch.

groupe, ou de les diffuser à ses fournisseurs et partenaires, il peut capter ou faire capter par les autres des opportunités, il peut influencer son destin, ou celui de ses fournisseurs, il peut déceler et amplifier des signaux faibles etc ... Pour prendre un terme de théorie des jeux, nous sommes en situation d'information incomplète. Le fournisseur modulier peut créer une situation d'asymétrie informationnelle et jouer de cette position. Cette quatrième rationalité ne se traduit pas forcément de manière lisible immédiatement dans le compte de résultat des projets<sup>48</sup> mais elle représente selon nous un atout majeur pour le futur du modulier.

A l'image de la stratégie « re-conception » du produit, la stratégie « externalisation d'apprentissage » ne générera de la valeur que dans des conditions particulières d'organisation interne de l'équipementier et d'organisation particulière de l'interface entre l'équipementier et le constructeur, ainsi que d'organisation de l'interface entre l'équipementier modulier et ses fournisseurs de rang 2 et plus.

En résumé, au delà de la stratégie de re-conception, l'équipementier, on maximise la valeur qui se traduira en marge brute créée. En deçà, on fragilise l'équipementier. Si au delà du re – engineering on prend conscience de l'avantage « informationnel » que crée la position de Modulier, on peut alors atteindre une maximisation de la valeur créée.

Si nous cherchons à positionner nos études de cas sur ce modèle de rationalité successives poussant les équipementiers vers la modularisation, le constat que nous tirons est que certains constructeurs ont attribué à Sysmod des affaires en espérant que des idées d'innovations s'incarneraient dans les projets, mais dans les faits, des freins se sont opposés à l'intégration de ces innovations. Si l'équipementier s'organise pour d'une part capter le maximum d'information du fait de sa position privilégiée de « rang 1 », et d'autre part si ce même équipement s'organise pour que l'information captée soit transférée dans l'organisation et captée par ceux qui sauront y voir une valeur potentielle, alors la position de Modulier va bel et bien créer de la valeur.

## **LES CONDITIONS ASSOCIEES**

Nous nous intéressons dans cette partie au constat tiré de nos observations sur le terrain à savoir que même si constructeurs et équipementiers ont parfois rêvé à un module « innovant » tant par le contenu de ses composants que par son architecture, jamais il n'a vraiment été mis en œuvre. Quelles contraintes ont empêché la mise en place de ces idées porteuses de la valeur ajoutée devant permettre la compensation des nouvelles charges financières liées à la modularisation. L'enjeu de cette question nous paraît crucial, car à l'image de certains modules nés il y a dix ans et maintenant disparus<sup>49</sup>, si rien ne se passe au niveau du produit, le constructeur poussé par d'autres logiques apparemment plus efficaces<sup>50</sup> oubliera l'idée de modules. Sept contraintes clefs nous paraissent indispensables à reconsidérer pour obtenir une modularisation générant de la valeur pour l'ensemble de la chaîne<sup>51</sup>, sur du long terme.

---

plateau projet. Sysmod a identifié une faiblesse d'un concurrent et a de fait proposé une solution ce qui lui a permis de capter de la valeur supplémentaire de façon très opportuniste.

<sup>49</sup> Le module de refroidissement regroupant radiateur, condenseur, groupe moto ventilateur, est apparu chez RSA sur la Saphrane et a disparu sur les modèles suivants.

<sup>50</sup> Standardisation par exemple

<sup>51</sup> La photo prise aujourd'hui pourrait convenir à certains constructeurs qui ont par le biais de la Modularisation externalisé de leur bilans des pans entiers d'investissements ( outillages, stocks et en cours,

## **L'intégration du fournisseur de rang 1 dans les projets de Modules :**

A partir des 5 projets de modules étudiées en détail sur les quatre dernières années, il apparaît une variable fondamentale. A quel moment le fournisseur Modulier a-t-il été intégré ? Dans le pire des cas, le Modulier a été intégré deux années avant le démarrage série. Dans le meilleur des cas, il a été intégré trois années et demi avant le démarrage série, mais il avait travaillé en phase dite de compétition de concept (PCC) pendant huit mois avant son intégration effective, en parallèle du « vrai » projet. C'est ce cas qui nous a semblé le plus emblématique. En effet, Sysmod a remporté cette affaire croyant<sup>52</sup> que des degrés de liberté existeraient quant au choix du style, quant au choix du périmètre des composants, quand à certaines options d'architecture de certains composants impactant fortement l'architecture du Module<sup>53</sup>. Quand Sysmod a remporté l'affaire c'était sur la base d'une architecture issue de ce travail de PCC, il s'est avéré qu'entre temps le style avant de la voiture avait été figé affectant les entrées d'air et donc les choix de composants pour le refroidissement du moteur. Des composants standards dits « carry over », tels que la serrure avaient été imposés, que des choix de fournisseurs avaient été imposés, verrouillant de fait toute autre technologie que celle dominée par le fournisseur choisi<sup>54</sup>.

Nous l'avons dit au début de cet article, pour le constructeur, la modularisation est une option de conception qu'il choisira ou non. Une chose qui nous semble claire, est que si pour quelque raison que ce soit, le constructeur choisit cette option, tardivement dans le projet, il ne retirera qu'une partie de l'apport potentiel du module. Ce niveau de prestation lui suffit peut être, mais côté équipementier, pour que l'accord soit équilibré financièrement tout en étant au niveau de prix de marché, il faut que la Modularisation soit jouée dans son maximum de potentialité. Il faut donc que la modularisation soit étudiée très en amont, lors des phases exploratoires du projet de sorte qu'au moment de décider si c'est oui ou non une option de conception créatrice de valeur pour le client final, alors il faut que le minimum de contraintes ait déjà été gravées dans le marbre.

## **L'ingénierie contractuelle :**

Il est certain que lorsque l'on propose d'intégrer un fournisseur très en amont dans un projet, alors qu'il n'est pas sûr d'obtenir l'affaire en série ensuite, et qu'il faut pour qu'il puisse valoriser son travail, obtenir des informations hautement confidentielles, il faut que ceci soit « cadré » juridiquement. A quel moment les Achats pourront-ils challenger ce fournisseur ? Pourront-ils le challenger sur les coûts des composants, deux ans avant le démarrage série, au risque de mettre en péril la cohésion de l'architecture modulaire. Voilà un

---

besoin en fond de roulement), réduit des coûts directs visibles et invisibles (start up cost et mise au point), externalisé des risques (projets retardés, volumes pas au rendez-vous) sans effort

<sup>52</sup> Information véhiculée par les équipes du constructeur chargées de l'interface avec les modulaires potentiels.

<sup>53</sup> Je pense ici par exemple à la serrure du capot qui si elle est simple ou double, verticale ou horizontale, impactera très significativement les technologies à mettre en œuvre pour obtenir la rigidité nécessaire.

<sup>54</sup> Si le fournisseur livrait des pièces en acier, il n'était plus possible pour Sysmod de proposer d'autres technologies comme l'aluminium ou les composites.

échantillon des questions que doivent soulever les acteurs<sup>55</sup> pour mettre « toutes les chances du bon côté » afin qu'un produit optimisé voit le jour.

### **L'évaluation de la performance de l'architecture modulaire proposée :**

Une fois que le Modulier, qui aura été impliqué très en Amont remettra, avant l'accord de commercialisation du Véhicule, sa proposition d'architecture Modulaire, encore faut il que la performance de cette conception<sup>56</sup> puisse être évaluée de manière objective, autrement que via les seules économies en coûts directs. Une grille d'évaluation doit être co-conçue entre l'équipementier et son constructeur de sorte que des performances telles que la compacité, le poids, la capacité d'atteinte de telle norme à moindre coût, la capacité à respecter les lignes de style fixées initialement, soient autant de variables prises en compte, quantifiées et pondérées dans le choix final.

### **L'organisation interne du constructeur**

Ce qui doit ici être pris en compte c'est la capacité que peut avoir une organisation répartie en fonctions et en projets matriciellement à accueillir des idées transverses à ces fonctions, et qui plus est, issues de l'extérieur de l'organisation. On additionne ici plusieurs difficultés, celle de l'innovation dans les projets, celle de l'innovation transversale dite de rupture, et enfin celle de l'innovation « Not Invented Here » pour le constructeur.

### **Organisation interne de l'équipementier**

Côté Interne à l'équipementier, nous faisons le même constat de difficulté. Une idée demandant la fusion d'un composant d'un système d'éclairage avec un composant d'un système de refroidissement va demander à l'équipe module des trésors d'énergie, de diplomatie d'astuce et d'argent, pour espérer voir le jour.

### **Organisation de l'interface entre constructeur et équipementier**

La charnière entre les deux organisations est évidemment cruciale (Garel 1999). L'idéal annoncé dans la littérature (Baldwin and Clark 2000) est d'obtenir pour représenter les échanges entre les deux organisations, une matrice dite diagonale représentant le fait qu'un acteur du constructeur a un seul et unique interlocuteur chez l'équipementier. Les 1 représentant les points où il y a eu des échanges nourris pendant le projet, voici la matrice la plus simple que nous ayons pu observer sur nos projets.

Nous sommes loin du « one to one » interface entre le client et son équipementier recommandé par Ulrich (Ulrich 1995), et nous ne sommes pas encore dans la situation idéale de coûts de transaction minimums mis en lumière par C.BALDWIN (Baldwin 2002)

### **La délégation de responsabilité :**

Le périmètre des responsabilités, notamment concernant le management des fournisseurs de rang 2 et amont, ainsi que la maîtrise ou en tout cas la possibilité de remettre

---

<sup>55</sup> Achats, Management, etc ....

<sup>56</sup> Je considère ici la conception au sens large incluant tant le produit que l'architecture de la supply chain associée.



en question le périmètre des composants proposé par le constructeurs apparaissent comme des degrés de libertés essentiels pour que le module puisse apporter le maximum de valeur . Ce périmètre de responsabilité ne doit pas être remis en question en cours de projet, comme nous avons pu l'observer, au risque pour quelques centimes d'Euros d'économie sur un composant , de rater des économies plus importantes globalement sur le module.

## **LIMITES ET POURSUITES DE LA RECHERCHE**

### **Limite de l'étude :**

Avant d'ouvrir les suites de la recherche que nous allons mener, évoquons ici une limite importante à notre étude.

Nos observations sont issues de terrains occidentaux au sens large<sup>57</sup>. Sur ce point, évoqué par Chanaron(Chanaron 2001) et précisé par Fujimoto (Fujimoto 2001) nous permet de compléter nos observations en révélant deux trajectoires qu'il sera intéressant de suivre dans l'avenir. La trajectoire de modularisation des constructeurs Japonais qui sont en train d'opérer un découpage de la voiture fusionnant (Liker, Ettlie et al. 1995)<sup>58</sup>, (Chanaron 2001), les notions de Modules et fonctions. Ce découpage est réalisé en interne, et la partie visible sera par exemple une métamorphose de Toyota dans des sociétés sous forme de JV majoritaires. L'autre trajectoire décrite par Fujimoto est celle des constructeurs occidentaux<sup>59</sup> qui face aux mêmes difficultés sous traitent des blocs difficiles à traiter, et misent sur le fait que ce sera l'équipementier qui jouera le rôle d'intermédiaire pour la rationalisation de la conception et des transactions. Le modèle Japonais est donné comme le plus rapide à aboutir, le modèle occidental est donné comme recelant le plus fort potentiel d'innovation. Il sera intéressant de suivre ce phénomène et de mesurer l'impact de l'intégration dans la capacité à atteindre une modularisation optimale d'un produit intégral.

Différents contacts ont été pris pour nous permettre une analyse multi - produits et couvrir ainsi un spectre important de modules à savoir les modules de face avant, les modules de cockpit, les modules de porte, les modules haillon arrière, les modules de siège, les modules de réservoir.

### **Les suites de la recherche :**

Notre objectif va maintenant consister à identifier et paramétrer quelles seraient les caractéristiques d'un modèle économique de Modularisation automobile pérenne permettant de passer d'une logique de coûts à une logique de création de valeur, en augmentant la performance économique globale.

Pour cela, en nous inscrivant dans la tradition de recherche du CRG et dans le continuum des travaux sur les équipementiers du secteur automobile (Garel and Midler 2001; Lenfle 2001) , nous menons une recherche action sur deux fronts majeurs.

Nous allons tenter , avec un constructeur automobile, d'influencer les conditions initiales d'un projet de module et de tenter par ce biais d'augmenter la valeur ajoutée créée. Nous tenterons par ce biais de paramétrer les règles de découpage du produit et de l'organisation permettant de préserver l'intégrité du produit (Fujimoto 1991), la répartition de

---

<sup>57</sup> USA / Europe / Amérique du Sud.

<sup>58</sup> Article et compte rendu de discussion en Novembre 2002 à Ann HARBOR

<sup>59</sup> Nos observations montrent que ce que T. Fujimoto décrit comme étant un modèle « Occidental » s'apparente plus à un modèle Américain, chez certains constructeurs plus que d'autres.

la valeur tout au long de la chaîne d'offre, tout en bénéficiant des avantages d'une conception modulaire. Nous devons pour cela construire des outils d'évaluation de la Valeur créée par l'option de modularisation, ainsi que des outils permettant de paramétrer l'Hybridation optimale entre Modularité et Intégralité.

Le deuxième front sur lequel notre recherche action va porter concerne cette fois-ci l'interne de Sysmod. Nous allons analyser le processus nécessaire à la création d'un module innovant. On se pose donc la question de la stratégie d'innovation dans la conception, du point de vue de la modularisation. Cette question se situe dans le cœur de cible des travaux de recherche du CRG et plus précisément du groupe ERIC (Equipe de Recherche sur L'Innovation dans la Conception) mené par C. MIDLER. Cette équipe a une expertise particulière sur les questions d'innovation dans la conception, non seulement du point de vue des constructeurs automobiles (voir C. MIDLER dans [Benghozi, 2000 #385]), (Midler, Garel et al. 1997) mais aussi du point de vue des équipementiers automobiles (Lenfle 2000), (Kessler 1998) ce qui est plus rare. C'est en reconstruisant des trajectoires historiques de Modules et de composants que nous comptons nous appuyer pour réaliser cette étude.

## BIBLIOGRAPHIE :

- Abernathy and Utterback (1978).
- Baldwin, C. Y. (2002). Conférence St Gobain. Saint Gobain, Paris - La Défense.
- Baldwin, C. Y. and K. Clark (1992). "Modularity and Real Options." Harvard Business School Working Paper.
- Baldwin, C. Y. and K. Clark (1997).
- Baldwin, C. Y. and K. Clark (2002). "The option Value of Modularity in design ..." harvard NOM Research Paper(02-13).
- Baldwin, C. Y. and K. B. Clark (2000). Design rules : the power of modularity. Cambridge, MA.
- BRUSONI, S. and A. PRENCIPE (2001). "Knowledge specialisation, organizational coupling and the boundaries of the firm : why do firms know more than they make ?" Administrative Science Quarterly **Déc 2001**.
- Chanaron, J. J. (2001). "Implementing technological and organizational innovations and management of core competencies : lessons from the automotive industry." International Journal of Automotive Technology and Management **Vol 1, N° 1**: 128 - 144.
- Chesbrough, H. and K. Kusunoki (1999). "The Modularity Trap : Innovation, Technology Phase-Shifts, and resulting limits of virtual organizations." Harvard Business School mimeo.
- Coase, R. H. (1937). The Nature of the Firm. Economica **NS, 4**: pp 385-404.
- Eppinger, S. D., D. E. Whitney, et al. (1994). A model based Method for organizing Tasks in Product Development. Research in Engineering Design , **6**.
- Ethiraj, S. K. and D. Levinthal (2002). "Modularity and Innovation in Complex systems." "Wharton Web Site".
- Fujimoto, T. (1991). "Product Integrity and the role of design integrator." Design Management Journal **2**(2 - Spring 91): 29-34.
- Fujimoto, T. (2001). "The Japanese Automobile parts supplier system : the triplet of effective interfirm routines." International Journal of Automotive Technology and Management **Vol N° 1**: PP 1-34.
- Fujimoto, T. and K. Clark (1995). "Product development performance." Harvard Business School Press / Cambridge Ma.
- Galbraith, J. (1973). Designing Complex Organization. Reading, MA, Addison - Wesley.
- Garel, G. (1999). "Analyse d'un codéveloppement." Revue Française de gestion.
- Garel, G. and C. Midler (2001). "Front Loading problem solving in co-développement : managing the contractual, organizational and cognitive dimensions." International Journal of Automotive Technology and Management **1**(2/3): 236-251.
- Henderson, R. M. and K. B. Clark (1990). "Architectural Innovation : The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the failure of Established Firms." Administrative Science Quarterly **35**: 9-30.
- Jacquet, D. and C. Navarre (2000). "Managerial Implications of Implementing Real Options Thinking in Resource Allocation."
- Kessler, A. (1998). The Creative Supplier. A New Model for Strategy, Innovation and Customer Relationships in Concurrent Design and Engineering Processes: the Case of the Automotive Industry. Centre de Recherche en Gestion. Paris, École polytechnique: 314.

- Langlois, R. (2002). "Modularity in technology and organization." Journal of economics Behaviour and organization.
- Langlois, R. N. (1997). "Standards, Modularity, and Innovation : the case of Medical Practice."
- Lenfle, S. (2001). "Compétition par l'innovation et organisation de la conception dans les industries Amont. Les Cas d'Usinor." Thèse de Doctorat.
- Lenfle, S. e. M., C. (2000). "Innovation-based competition and the dynamics of design in upstream suppliers." International Vehicule Design Journal.
- Liker, J. K., J. E. Ettlie, et al. (1995). Engineered in Japan, Japanese technology Management Practices, Oxford University Press.
- Midler, C., G. Garel, et al. (1997). "Le co-développement : définition, enjeux et problèmes." Education Permanente(131): 95-108.
- Mitchell, G. R. and W. F. Hamilton (1988). "Managing R&D as a Strategic Option." Research Technology Management(May-June): 15-22.
- Moisdon, J. C. and B. Weil (1992). "L'invention d'une voiture : un exercice de relations sociales ?" Annales de Mines, Gérer et Comprendre.
- Navarre, C. (1992). "De la bataille pour mieux produire à la bataille pour mieux concevoir." Gestion 2000 N°6: 13-30.
- Sako, M. and F. Murray (2001). "Modules in Design Production and Use : implication for the Global Automotive Industry."
- Sanchez, R. and J. T. Mahoney (1996). "Modularity, flexibility, and Knowledge Management in product and organization design." Strategic Management Journal 17.
- Simon, H. A. (1969). The Architecture of complexity in the Science of the Artificial. Cambridge,MA, MIT Press.
- Starr, K. (1965). "Modular Production - A new Concept." Harvard Business Review(Nov. Déc. 1965).
- Ulrich, K. (1995). "The role of product architecture in the manufacturing firm." Research Policy 24: 419-440.
- Ulrich, K. and Eppinger (1999).
- Whitney, D. E. (1996). "Why Mechanical Design Cannot Be Like VLSI Design." Web site D.E. Whitney.