

# Caractéristique des assembleurs automobile en Chine

NING NING WANG<sup>1</sup>, PIERRE BAPTISTE<sup>1</sup>

<sup>1 1</sup> École Polytechnique de Montréal  
Département de Mathématiques et Génie Industriel  
C.P. 6079, succ. Centre-ville, H3C 3A7, Montréal, Québec, Canada  
wangningbing@hotmail.com

<sup>2 1</sup> École Polytechnique de Montréal  
Département de Mathématiques et Génie Industriel  
C.P. 6079, succ. Centre-ville, H3C 3A7, Montréal, Québec, Canada  
pierre.baptiste@polymtl.ca

**Résumé** - Avec « the machine that changed the world », Womack et son équipe du MIT [Womack 1991] analysaient au début des années 90 le phénomène japonais dans l'industrie automobile. Ces deux dernières années, la Chine est devenue simultanément le premier marché et le premier producteur d'automobile. Une question fondamentale est de savoir s'il s'agit seulement d'un déplacement d'entreprises, ou si on vit l'émergence d'un nouveau modèle de production. La visite de 4 entreprises automobiles chinoises, tant locale qu'européenne, japonaise et européenne montre qu'il y a une grande variabilité de modèles qui coexistent en Chine et qu'il serait sans doute prématuré de parler de modèle de production nouveau. Les entreprises étrangères semblent installer en Chine des usines à très haut taux d'automatisation, assez conventionnelles par rapport aux modèles classiques, alors que les entreprises locales restent beaucoup plus utilisatrices de main d'œuvre.

**Abstract** – In its book « the machine that changed the world », Womack and Al. studied in the 90<sup>th</sup> the Japanese system in automotive industry [Womack 1991]. During the last 2 years, China became simultaneously the first market in the world and the first country for individual car production. A main issue is to understand if this phenomenon is simply a move of many assembly lines to the market, or if there is a birth of a new production model. This paper presents the visit of 4 Chinese automaker companies, 3 of them connected with a foreign partner (European, Japanese and American) and a local one. First results show a great variability in production models, and of supply chain management. Companies connected with foreign partners have a high automation level, local one a more manpower approach.

**Mots clés** - Automobile, entreprises chinoises, lean production, production modulaire, innovation.

**Keywords** - Keywords in English.

## 1 INTRODUCTION-

L'industrie automobile se développe rapidement dans les pays émergents. Cette industrie qui peut permettre le développement de nombreux secteurs économiques connexes [Fu 2006] est souvent soutenue par les gouvernements de ces pays.

Globalement, les deux cinquièmes des voitures produites dans le monde sont produites en Chine, Inde ou Brésil. La Chine à elle seule, passée en tête des pays producteurs en 2009, produit aujourd'hui presque 25 % des voitures produites au monde.

Parallèlement, la Chine est devenue en 2009 le premier marché mondial de véhicules particuliers avec 13,6 M de véhicules (particuliers et utilitaires) sur les 65M vendus (contre 10 M environ pour les US). Ces données sont accessibles sur le site de l'Organisation Internationale des Constructeurs Automobiles (OICA) qui suit ces données depuis 1919. (oica.net)

Cet essor colossal de la consommation et de la production s'accompagne-t-il de l'émergence de nouvelles pratiques ou méthodes de génie industriel ?

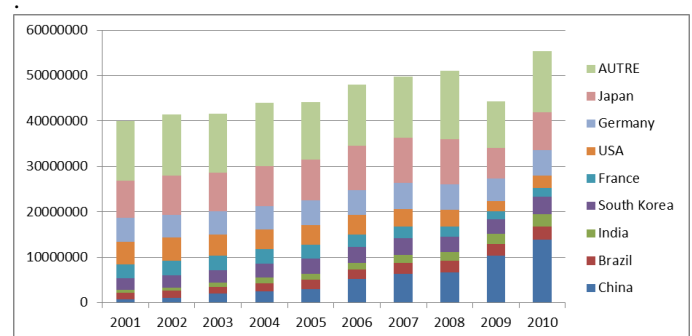


Figure 1 : répartition de la production de voitures individuelles par pays (source [www.oica.net](http://www.oica.net))

Devant la montée particulièrement remarquable des constructeurs automobiles durant les années 80, l'équipe de Womack [Womack et Al., 1991] avait analysé l'ensemble des compagnies automobiles et leurs usines de production afin de comprendre les mécanismes ayant conduit à cette transformation. Il en avait déduit l'apparition d'un nouveau mode de management de la production de Masse, depuis connu sous le nom de Lean Production.

## 2 REVUE DE LA LITTÉRATURE

L'histoire de l'automobile chinoise peut se consulter sur le WEB, ou exemple dans [Fu 2006] ou [CAIA 2010]. Elle se sépare en trois grandes phases. Des années 30 aux années 85, la Chine produit essentiellement des véhicules utilitaires, avec un savoir-faire grandement emprunté à l'URSS.

Dans la deuxième partie de cette période, les grands constructeurs actuels (Nanjing, Shanghai Automotive Industry Corporation, Jinan, Beijing Automotive Industry) verront le jour, mais resteront modestes.

Dans la fin de cette période, la production chinoise de voitures individuelles ne dépassait pas 5000 unités. La production était essentiellement des camions légers. La Chine manquait de technologie, de talent et de capitaux pour développer ce secteur.

Après 1985, le gouvernement chinois décide d'ouvrir ses portes à des Joint-ventures avec des constructeurs étrangers : Beijing Jeep, Shanghai Volkswagen, Guangzhou Peugeot par exemple. En quelques années, la production interne atteindra le demi-million d'unités (en 1998, la Chine produit 508000 unités).

Dans cette période, la Chine encourage aussi les familles à s'équiper, et les industries locales à se développer. À partir de la fin des années 90, le gouvernement, conscient que le développement des compétences chinoises ne peut se satisfaire des Joint-ventures, va soutenir les industriels locaux.

De nouvelles compagnies comme BYD, Chery, Geely, Jimlong ou encore Ylton vont voir le jour. De 700000 véhicules année produits en 2000, la Chine va atteindre plus de 13 millions de véhicules en 2010.

De fait, cet effort de développement est tinté en Chine de fortes spécificités locales, chaque région appliquant des stratégies qui lui sont propres. Par exemple, [Thun 2004] étudie les différences entre la région de Shanghai et celle de Guangzhou, la première municipalité ayant une approche beaucoup plus structurée, la seconde beaucoup moins contrôlante (qualifiée par Thun de « laisser-faire »).

Tous les nouveaux acteurs se concentrent sur des stratégies d'innovation initialisée par l'imitation. Cette approche a été largement étudiée dans de nombreuses recherches. En particulier, le cas des entreprises chinoises a été largement étudié, par exemple par [Boyer 1998] [Kim 1997] [Zhou 2006] [Chen 2009] [Harwit 2001]. Notons que les deux premiers étudient au départ le phénomène en Corée et leur extension en Chine.

Ces entreprises sont maintenant dans une phase d'innovation par création. La transition a été particulièrement étudiée dans [Dolson et Safarian 2008]. En septembre 2010, Warren Buffett a proposé une stratégie de coopération avec BYD autour des véhicules électriques.

Malgré tout, en 2008, seulement 2 constructeurs parmi les 10 premiers constructeurs en Chine n'étaient pas des Joint-ventures (Geely et Cheery). Et en réalité, jusqu'en 2009, les premiers constructeurs chinois n'arrivaient qu'après le 20<sup>e</sup> rang mondial. En 2010, les compagnies locales dépassent juste 25 % du marché. Donc malgré des progrès extrêmement impressionnants et une progression fulgurante, le premier rang mondial en production et en vente profite encore aujourd'hui largement à des entreprises mixtes.

Malgré quelques critiques intéressantes comme celle de [Boyer et Fressenet 2006], l'idée communément admise est que le Lean Manufacturing a plus ou moins remplacé le mass production dans les entreprises japonaises, et que c'est la source de l'amélioration. Pour ces auteurs, l'interprétation de l'équipe de Womack est trop rapide, et ils sous-estiment le fait que les entreprises japonaises qui avaient appliqué. D'une part, ils remarquent qu'il n'y a pas un, mais plusieurs modèles japonais, et ensuite, que le lean manufacturing s'adressait en fait à un segment de marché visé par Toyota, différent des segments de marché d'autres entreprises japonaises (par exemple Nissan) et des entreprises américaines qu'elles côtoyaient. Ils ont conclu que la transposition du modèle lean manufacturing aux entreprises américaines ne pouvait pas se faire sans changer l'approche marché. Compte tenu du type de segment visé par les entreprises sur le territoire chinois (très gros volume de production sur un nombre important de véhicules, petits et assez simple), ce point prend toute sa pertinence.

En Chine, peu de travaux ont été écrits sur le sujet. En revanche, de très nombreux écrits scientifiques en chinois couvrent le problème de la production modulaire.

Badlwin et Clark [Badlwin and Clark, 1997] ont proposé ce concept dans le contexte d'arrangements des modules avec variantes de taille et de types afin de mieux répondre aux besoins des clients. Ce principe consiste à sous-traiter de gros blocs (modules) et de n'assembler sur les lignes que de gros bocks plutôt qu'une multitude de composants.

Dès 1916, cette approche était étudiée, et appliquée dans certaines parties de l'industrie automobile. En Chine, la production modulaire a généré en automobile de nombreux travaux de recherche, en chinois essentiellement.

[Lan Feng 2006] a introduit l'assemblage modulaire. Yang [Meng 2008] a analysé la chaîne logistique chinoise sous l'aspect de la production modulaire.

Dans le contexte d'une approche d'innovation par poursuite, la production modulaire semble jouer un rôle important. Le rôle de la production modulaire dans le contexte de poursuite technologique dans l'industrie automobile chinoise a été étudié par [Wenqiang Guo 2009]. Il conclut que si l'innovation par l'imitation est indispensable au développement de l'industrie automobile chinoise, la production modulaire en est l'accompagnement obligé.

Curieusement, la bibliographie anglophone sur le sujet est quasi inexistante. En revanche, pour un chercheur comprenant le chinois, il est clair que c'est considéré en Chine comme un élément fondamental.

### 3 MÉTHODE DE RECHERCHE

Pour comprendre la nature de cette évolution rapide, à l'instar de ce que fit l'équipe de Womack dans les années 90, mais avec des moyens incomparablement plus modestes, nous avons proposé de visiter des entreprises automobiles chinoises et de mesurer sur place les principaux paramètres qui avaient été étudiés à l'époque, pour évaluer si de nouvelles tendances qui se dessinaient.

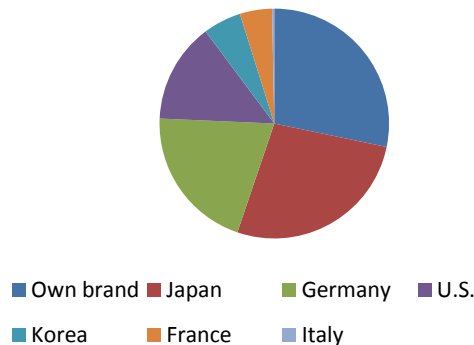


Figure 2 Part de la production en 2010 suivant les différentes origines (donnée OICA)

#### 3.1 Choix des entreprises

Pour tenir compte simultanément de la diversité des entreprises automobile en Chine et des difficultés de contacter leurs responsables, nous avons choisi de nous concentrer sur 4 entreprises :

- Entreprise A : entreprise Joint-Venture avec un grand constructeur européen,
- Entreprise B : Joint-venture avec un grand constructeur Nord-américain
- Entreprise C : Joint-venture avec une compagnie japonaise,
- Entreprise D : entreprise locale, parmi les plus grandes en Chine.

Dans chacune de ces compagnies, des ingénieurs ont été contactés directement ou indirectement.

#### 3.2 Domaine et questionnaire

Womack et al. s'étaient concentrés sur 5 éléments clefs, à savoir :

1. Opération de l'usine
2. Coordination de la chaîne logistique
3. Conception des véhicules,
4. Relation avec les clients
5. Management de la production

Étant donné la nature particulière de la conception dans l'industrie automobile chinoise et le temps limité dont nous disposons pour visiter ou consulter les entreprises, nous ne regarderons pas les critères de la troisième catégorie.

Concernant les répondants, l'objectif initial est de contacter des ingénieurs des secteurs suivants : Lignes d'assemblage, département des achats, département des ventes. Le

questionnaire regroupait 17 questions sur la ligne d'assemblage, 10 sur les ventes, 3 sur les achats.

Des questions ouvertes permettaient de compléter au besoin. Par souci de simplification et étant donné la vitesse d'évolution de ces entreprises, les questions ne portaient que sur l'état de l'entreprise au moment de la rencontre, soit au printemps 2011.

#### 3.3 Cueillette de données

L'étude s'est faite en Chine dans les trois premiers mois de 2011. La chercheuse s'est déplacée en Chine, et est rentrée en contact avec des ingénieurs des compagnies ciblées, soit avec des contacts directs (connaissances ou alumni de son université) soit avec des contacts indirects.

Les entreprises A et B ont pu être visitées et les données ont été confirmées sur place.

Dans l'entreprise A, les personnes interviewées ont été les ingénieurs de production, en charge de la ligne d'assemblage.

Pour les questions dépassant leur sphère de compétences, ils nous les ont renvoyés plus tard en consultant eux même d'autres personnes de l'entreprise.

Dans l'entreprise B, le répondant était un sénior manager. Pour les questions plus techniques auxquelles nous pensions qu'il aurait du mal à répondre, nous avons préparé des réponses intuitées à partir de l'analyse du site WEB chinois de la compagnie, et nous lui avons demandé de les valider au mieux de ses connaissances.

L'entreprise C n'a pas été visitée, mais un ingénieur a pu être interviewé et il s'est aidé de son propre site WEB pour compléter les questions auxquelles il avait des difficultés à répondre.

L'entreprise D n'a pas été visitée non plus, car elle est extrêmement hermétique. En revanche, c'est un ingénieur de production, bien connu du chercheur, qui a été autorisé à répondre par courriel aux questions, en complétant avec ses collègues ingénieurs.

Globalement, les données des entreprises A et B ont été constatées, mais celles des entreprises C et D nous ont été fournies, sans possibilité de les contrôler. De plus, les contextes sont relativement difficiles en ce sens qu'il n'est pas possible de repasser régulièrement pour valider les résultats.

## 4 RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'usine d'assemblage de l'entreprise A se situe au même endroit que le siège social. La productivité est de 32 heures par voitures, sauf pour l'entreprise D qui a une productivité beaucoup plus faible.

Cette productivité est bien supérieure à celle observée au Japon dans les années 1989, qui était de 16.8 heures par voiture. Elle est, sauf pour D, du même ordre de grandeur que celle des entreprises américaines en 1989.

Table 1 Survey data from the assembly

Company	Japanese (1989)	American (1989)	A JV Europe	B JV US	C JV Japon	D Chine
Assembly hours /car	16.,8 h/voi	25.1 h/voit	32 h/voit	35 h/voit	21 h/voit	100h/voit
Assembly defects / 100 cars	60	82.3	5		5	2
Taux de réparation			5%		5%	2%
Assembly space (sq.ft./vehicule/year)	5.7	7.8	5.54		3.03	3.105
Size of Repair Area (as % of assembly space)	4.1	12.9	11.4		5	8.5
Number of workers	238		800-900		650	1800
Job rotation (0=none, 4=frequent)	3	0.9	2		2	4
Number of job classes	11.9	67.1	6		11	10-13-13
Training of new production workers (hours)	380.3	46.4	160		40	168
Welding ( % of direct steps)	86.2	76.2	90		68	80
Painting ( % of direct steps)	54.6	33.6	80		42	40
Assembly( % of direct steps)	1.7	1.2	10		8	40

La surface de l'aire d'assemblage est d'environ 43700 m<sup>2</sup>. La surface de la zone de soudage n'était pas connue, mais elle est visiblement du même ordre de grandeur (sans doute très voisine). Le ratio de surface par véhicule et par an est donc de l'ordre de  $2 \cdot 43760 \cdot 10.764 / 170000 = 5.54$ . Ce ratio est très voisin de celui observé au Japon (soit 5.7) en 1989.

Alors que les entreprises couplées avec des compagnies étrangères semblent utiliser plus de main-d'œuvre que les entreprises japonaises en 1989, et même que les entreprises américaines moyennes de l'époque, l'entreprise purement chinoise utilisent beaucoup plus de main-d'œuvre et a en conséquence un nombre d'heures par voiture disproportionné.

Table 2 Survey data from the department of procurement

Company	Japan (1989)	American (1989)	A JV Europe	B JV US	C JV Japon	D Chine
Die change times (minutes)	7.9	114.3	20		8	3-4
Machines per worker	7.4	2.5	4	3	3	3-4
Inventory levels (days)	1.5	8.1	6	5	7	2
Engineering carried out by suppliers (%)	51	14	90	90	83	4
Number of suppliers per assembly plant	170	509		40	30	8
Proportion of parts delivered just-in-time (%)	45	14.8	80	85	50	90
Proportion of parts single sourced (%)	12.1	69.3	80	80	60	85
Number of components suppliers			320	305	250	8

Table 3 Survey data from the department of sale

Company	Japan (1989)	American (1989)	A JV Europe	B JV US	C JV Japon	D Chine
Vente de l'usine en 2010			800,000	1,030,000	200,000	800,000
% du marché en Chine			19%	20.1%	2.2%	28%
Number of dealers	1621	16300	497	510	1020	1000
Car sales per dealer	222	393	2300	2020	197	800

Les durées d'apprentissage sont aussi assez variables. Curieusement, l'entreprise annonçant le plus petit temps de formation est celle qui couplée avec une compagnie japonaise. Il serait important de contrôler la donnée. Les autres ont des taux intermédiaires entre les japonaises et les américaines en 1989.

Les pourcentages de direct step en peinture ou en soudure ne semblent pas significativement différents aujourd'hui de ce qu'ils étaient dans le passé, ils n'étaient d'ailleurs à l'époque pas significativement différents entre les entreprises japonaises et les entreprises américaines.

Dans l'entreprise A et B, au département des achats, le niveau moyen de stock est de 6 et 5 jours, donc bien moins performant que les 1.5 du Japon en 1989, mais mieux que les entreprises américaines de l'époque. L'entreprise D a au contraire un niveau de stock extrêmement bas, mais elle produit en fait pratiquement tous ses composants. Le temps de changement est de 20 minutes dans l'usine A, moins performant que les entreprises japonaises en 1989, mais mieux que les entreprises américaines de l'époque : Clairement, les enseignements du SMED se sont étendus aux entreprises chinoises. Même si les réponses de l'entreprise D semblent basses, les autres montrent que l'on est plus dans une philosophie lean que Mass production.

Alors que les 3 entreprises ayant des partenaires étrangers se départissent d'une grande partie de la conception sur les sous-traitants (en l'occurrence ceux de la maison mère), l'entreprise chinoise est particulièrement intégrée. Elle a très peu de sous-traitants, et de toute manière sous traite très peu de ses composants. Cette entreprise fait état d'une forte proportion de ses composants délivrés en juste à temps, mais elle produit en fait l'essentiel des composants.

Le nombre de sous-traitants est faible pour toutes les compagnies étudiées. Ceci s'explique sans doute entre autres par un partenariat poussé des trois premières entreprises avec leur maison mère et par l'intégration de la dernière.

Il est remarquable de noter l'homogénéité des réponses quant à la proportion de pièces approvisionnées chez un seul fournisseur. Clairement, la politique des entreprises est de trouver un fournisseur et de s'en contenter.

A priori, il existe une très grande variété dans les réseaux de distribution, sauf si les questions ont été mal comprises. L'écart entre 197 (voisin de la performance des japonais en 1989) et 2000 est assez stupéfiant, quoique les ventes de petits véhicules à bas prix et l'explosion littérale du marché ces dernières années pourraient expliquer cela.

## 5 DISCUSSION

Au départ, les Joint-Ventures ont été en Chine le prototype de la mise en place de la production modulaire. Le pourcentage très élevé de pièces sous-traitées et le nombre très faible de sous-traitants montrent une relation très spéciale avec les sous-traitants.

D'après la littérature, cette approche ne s'est imposée qu'après 1997.

Les entreprises chinoises créées depuis se sont caractérisées par un très grand dynamisme, l'arrivée fréquente de nombreux nouveaux modèles, la généralisation de l'innovation par imitation et de l'approche modulaire. Cela semble la raison principale de l'essor des entreprises chinoises.

Contrairement à ce que l'on pensait initialement, ni le niveau d'automatisation, ni la maîtrise des technologies de l'information ni l'application particulière du Lean ne semblent les démarquer de leurs concurrents. L'approche main d'œuvre très visible dans la compagnie purement locale ne se retrouve pas dans les 3 autres (ou du moins avec un niveau sans comparaison).

Aujourd'hui en Chine, de très nombreux constructeurs automobiles utilisent des lignes très modernes et flexibles. Non seulement ils produisent plusieurs modèles différents, souvent assemblés sur la même ligne, mais ils intègrent toute la gestion de chaînes logistique, le plus souvent dans un contexte de production modulaire. Ils intègrent les outils du management global (GMS) en apprenant les méthodes du Lean Production. Ils développent des tournées de véhicule (Milk-run) en logistique amont ou aval, développent des applications CRM. De fait, le plus souvent, plus de 90 % des composants sont out sources.

Localement, les différents constructeurs ont développé des stratégies de mise en concurrence des sous-traitants. Les aspects verts semblent au cœur des préoccupations de gestion. Qu'il s'agisse de l'opération des lignes ou de l'approvisionnement, les fournisseurs sont tous évalués sur les

critères environnementaux, l'utilisation rationnelle des ressources de l'énergie et des matières premières.

## 6 CONCLUSION

Il est difficile de visiter et d'interviewer des entreprises chinoises pour comprendre le type de production qu'elles mettent en place. Clairement, les entreprises ayant des coopérations avec une maison mère étrangère ont une organisation de production assez homogène. Comparables en beaucoup de points aux entreprises américaines des années 90, elles ont sans doute un niveau d'automatisation légèrement supérieur, peut-être dû au fait qu'elles sont parties de rien, ce qui avait déjà été remarqué par Womack pour expliquer certains écarts entre entreprises américaines et japonaises.

Clairement, les entreprises chinoises qui ont un taux de croissance extrêmement important ont un mode de fonctionnement différent.

Avec la prudence qu'une seule a été visitée, il semble que leur niveau d'intégration (peu de sous-traitants) et leur niveau de main d'œuvre n'aient rien avoir avec les autres. Mais rien ne laisse paraître qu'il s'agisse d'un nouveau modèle. Ce type d'intégration n'est pas sans ressembler aux structures des entreprises japonaises ou coréennes qui chapeautent leur réseau « interne » de sous-traitants.

## 7 REFERENCES

- Baldwin, C., and Clark, K. *Managing in an age of modularity*. Harvard Business Review: September-October: 84-93.1997.
- Baldwin, C., and Clark, K. *the power of Modularity*. Cambridge. MA: MIT press.2000.
- Robert Boyer, *Between Imitation and Innovation: The Transfer and Hybridization of Productive Models in the International Automobile Industry*, Oxford University Press.1998.
- Boyer R., Freyssenet M., *Le Monde qui a changé la machine*. Essai d'interprétation d'un siècle d'histoire automobile. Quatorze textes préparatoires, GERPISA, Paris, 2006, Édition numérique, freyssenet.com, 2006.
- Zhengong Chen, A brief history of China's Y-10: Imitation versus innovation, *Technology in Society* 31 (2009) 414–418.
- China Automotive Industry Association (various years), "*Chinese Automotive Industry Yearbook*", China Automotive Technology Research Center, 2010. (in Chinese).
- Wendy Dobson \*, A.E. Safarian, The transition from imitation to innovation: An enquiry into China's evolving institutions and firm capabilities *Journal of Asian Economics* 19 (2008) 301–311.
- Lan Feng (2006). A review of new technology of automobile assembly production. *Journal of Tianjin AUTO*, Issue 4.
- Y. Fu, "Some Thoughts about the Development of Automobile Industry," *Practical Technology of Automobile*, vol. 1, pp. 4-5, 2006. (In Chinese).
- Wenqiang Guo (2009) Imitation is the only way for Chinese auto industry. *Journal of East China Economic Management* .23(3).
- Eric Harwit, "*The impact of WTO membership on the automobile industry in China*," *The China Quarterly*, No. 167 (2001), pp. 655±70.
- P. James, A. Womack, and T. J. Daniel, *the Machine That Change the World*. New York: Harper Perennial, 1991.
- Michele Kremen Bolton, Imitation versus innovation: Lessons to be learned from the Japanese, *Organizational Dynamics*, Volume 21, Issue 3, Winter 1993, Pages 30-45.
- Kim, Linsu. *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Boston, MA: Harvard Business School Press. 1997.
- Meng Yang (2008) A strategy discussion of procurement management in modulated supply system in Chinese auto industry. *Auto Industry Research*. Issue 11.
- Kevin Zheng Zhou, Innovation, imitation, and new product performance: The case of China, *Industrial Marketing Management* 35 (2006) 394–402.