

Expansion des produits, des usages, des marchés et dynamique du système de conception : l'exemple de la voiture communicante.

**C. Midler, CRG – Ecole Polytechnique
S. Lenfle – Université de Cergy-Pontoise**

Publié dans Hatchuel A, Weil B. 2008. *Les nouveaux régimes de la conception. Langages, théories, métiers.* Vuibert: Paris

Peut-on caractériser des formes organisationnelles, des processus et des instrumentations de gestion qui soutiennent efficacement la création collective ? La question est ancienne en gestion, mais longtemps, les résultats les plus saillants ont été en quelque sorte négatifs. On savait beaucoup sur ce qui bloquait l'innovation, mais les caractérisations positives restaient bien imprécises voire tautologiques, comme en témoignent les célèbres notions de « structures organiques », « adhocratiques », et de « fuzzy front-end » par exemple. Depuis une vingtaine d'année, le développement important des travaux sur la gestion des projets innovants et les processus de conception ont permis d'avancer de manière significative sur la compréhension et l'explicitation des logiques de la création collective de nouveaux produits ou services. Comme toujours dans les sciences de gestion, ces avancées analytiques sont allées de pair avec la production et l'expérimentation de nouveaux outils et dispositifs pour soutenir les stratégies d'innovation toujours plus ambitieuses et risquées des praticiens.

L'objet de ce chapitre est d'illustrer ces avancées tant analytiques et normatives sur un domaine d'innovation particulier, que nous désignerons sous le terme de « voiture communicante ». Il s'agit l'ensemble des dispositifs et équipements (embarqués comme extérieurs à la voiture) permettant aux occupants de la voiture de communiquer avec l'extérieur. C'est évidemment le domaine de l'autoradio, mais aussi de la téléphonie mobile, des échanges d'informations qui sont à la base de fonctionnalités comme la navigation ou les systèmes télématiques permettant, par transferts et traitement de données par des plates-formes de services, de déclencher des alertes en cas d'urgence, d'informer des systèmes de gestion de flotte ou de commander certaines fonctions de la voiture en cas de vol par exemple.

L'intérêt de ce domaine est sa vitalité, sous-tendue par la dynamique technologique de l'électronique et de l'informatique. Mais nous montrerons que le sens comme l'intensité du flux de création d'innovation est essentiellement lié aux processus et aux organisations de conception en place dans l'industrie automobile.

Dans une première partie, nous ferons une analyse rétrospective de la trajectoire des produits du domaine (depuis l'autoradio des années 1930 jusqu'à la télématique automobile aujourd'hui). Dans une seconde partie, nous montrerons comment les métamorphoses des produits et l'expansion des marchés sont articulées sur les mouvements stratégiques et organisationnels qui ont caractérisé l'histoire des entreprises automobiles et de leurs équipementiers. Nous terminerons en montrant comment, dans la situation de crise récente de la télématique automobile, les recherches en cours peuvent proposer des instrumentations et des principes d'organisation susceptible de relancer la dynamique de création de services innovants en matière de mobilité communicante.

Ce chapitre tire parti de plusieurs recherches interventions menées avec des équipementiers ou des constructeurs automobiles, de 1994 à 2004 (Kessler, 1998, Lenfle Midler, 2003, Lenfle, 2004), ainsi que différents travaux d'élèves de l'option Ingénierie de la Conception des Mines (Auguiac et Goldbaum 1999, Acloque et Sauvegrain, 2001), et du Master Projet Innovation Conception de l'Ecole polytechnique (Bonnefous, 2003).

Morphologie de l'expansion d'un domaine d'innovation.

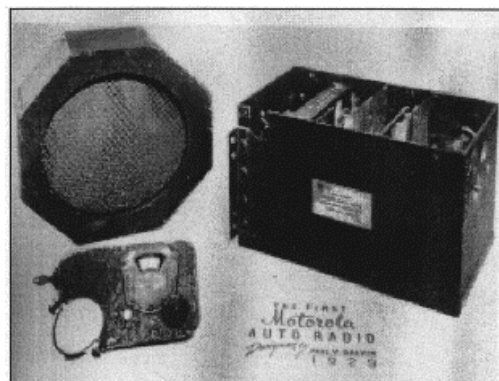
L'idée de la voiture communicante est ancienne et s'est matérialisée sous des formes variées, mobilisant les différentes technologies de transmission et de traitement de l'information : la radio, le téléphone sans fil, le transfert de données.

Cette trajectoire montre d'abord la complexité des dynamiques d'innovation. Si l'on peut voir, sur certaines phases, l'émergence d'un « dominant design » (Abernathy and Utterback 1978) qui stabilise et ordonne un moment la dynamique, on voit que, d'une part, le périmètre ainsi stabilisé est limité (par exemple, le format et l'alimentation de la « boîte » embarquée deviennent des standards, mais les contenus techniques et fonctionnels continuent d'évoluer) et que, d'autre part, ces dominant designs ne résistent pas aux dynamiques technologiques comme aux intentions d'amélioration des concepteurs. On assiste alors à la réouverture des espaces d'innovation, donnant lieu à un foisonnement, une incertitude et une instabilité de la dynamique des systèmes. C'est cette situation « d'innovation intensive » (Hatchuel, 1999), que l'on rencontre communément dans les domaines de l'informatique, de l'électronique (Brown Eisenhardt 1997) ou de l'électroménager (Chapel 1996) auxquels sont confrontés depuis plusieurs années les acteurs du domaine automobile.

La lignée de l'autoradio

L'histoire de la voiture communicante commence en 1929, avec la première radio embarquée dans une voiture, développé par Motorola (figure 1). En Europe, Philips développa le premier autoradio en 1934.

Figure1: Premier autoradio 1929 (Motorola)¹

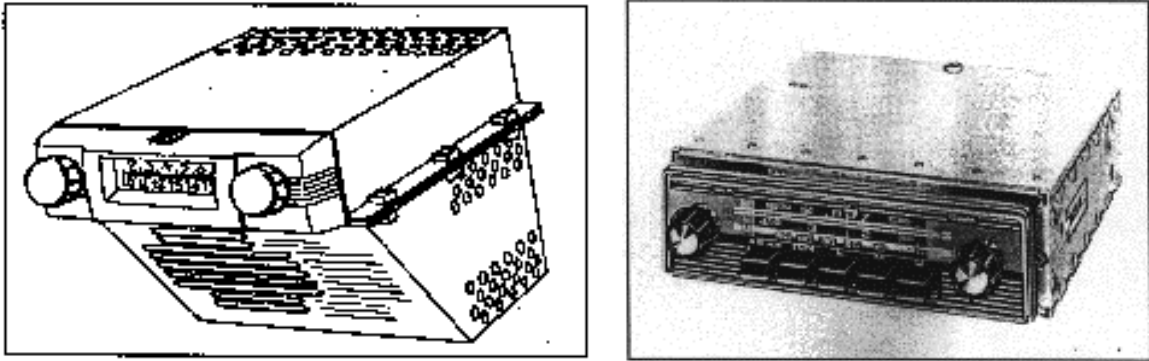


La technologie, issue de la radio « classique », est alors celle des lampes, avec les problèmes d'alimentation et de volume qui s'en déduisent. L'autoradio est de qualité médiocre du fait des problèmes d'interférences, peu fiable, encombrant, très consommateur d'énergie.

¹ Tous les schémas de cette partie sont extraits de Kessler, 1998.

Jusque dans les années 70, le produit va évoluer essentiellement avec le développement des composants électronique, et en particulier, dans les années 60, le remplacement des lampes par les transistors (Philips introduit en 1961 la première radio entièrement à transistors). Ce développement technologique permet non seulement d'améliorer la qualité des prestations et de réduire son coût mais de transformer l'architecture du produit jusqu'à l'intégration de toutes les fonctions dans la « boîte » de format standardisé (format « DIN »).

Figure 2 : Autoradio Philips 1955 (à gauche) & 1967 (à droite, entièrement transistorisé)

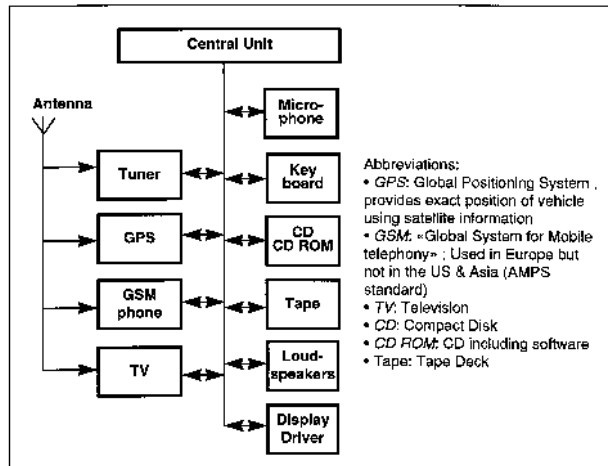


Source: Kessler 1998, p. 103 & 104

A partir de années 1970 la dynamique d'innovation se poursuit, d'un côté avec l'introduction de nouvelles fonctions améliorations de la fonction radio : affichage digital, pré-réglage des stations, RDS, de l'autre avec l'introduction de nouvelles fonctions de plus en plus éloignée de la fonction radio initiale : lecteur de cassettes, CD, TMC, un enrichissement permis par l'intégration croissante des fonctions dans des composants de plus en plus petits.

Il n'est pas nécessaire d'insister sur l'importance de l'évolution technologique qui, comme dans l'ensemble du secteur électronique, a sous-tendu la dynamique du produit autoradio : dynamique des composants électroniques (lampes, transistors, composants, microprocesseurs) ; évolution des protocoles de communication ; basculement d'une complexité hardware vers une complexité software ; évolution de l'architecture technique interne intégrant les composants selon les principes de la modularisation (Baldwin & Clark, 2000) qui va progressivement rapprocher l'architecture technique du système d'une définition fonctionnelle selon la figure 3 ci-dessous ; affirmation du concept de plate-forme, dissociant la façade du boîtier électronique permettant de préserver la standardisation des composants tout en diversifiant les produits finis.

Figure 3 : La modularisation des architectures internes des équipements embarqués.



La lignée du téléphone de voiture

Parallèlement à l'évolution de l'autoradio, la voiture communicante va aussi s'incarner dans une autre lignée d'équipements communicants, les téléphones embarqués. Le premier radiotéléphone, développé par ATT équipait des véhicules de pompiers et des véhicules militaires dès 1946. Les premiers téléphones commercialisés pour les véhicules particuliers sont testés dès 1956 (figure 4) en Suède (les pays scandinaves étant déjà en avance dans le domaine de la téléphonie mobile...).

Figure 4 : radiotéléphone ATT mobile testé sur une Volvo, 1956



(source magnusson, 2003)

Le mouvement de miniaturisation va s'accélérer avec les génération successives de GSM.

Les systèmes télématiques automobiles : hybridation et réouverture des espaces d'innovation

Finalement, la convergence de la radio, du téléphone et de l'ordinateur, combinés avec la technologie GPS, va s'incarner dans les « systèmes télématiques embarqués » ou « système multimedia d'habitacle » à la fin des années 1990 (figure 5)

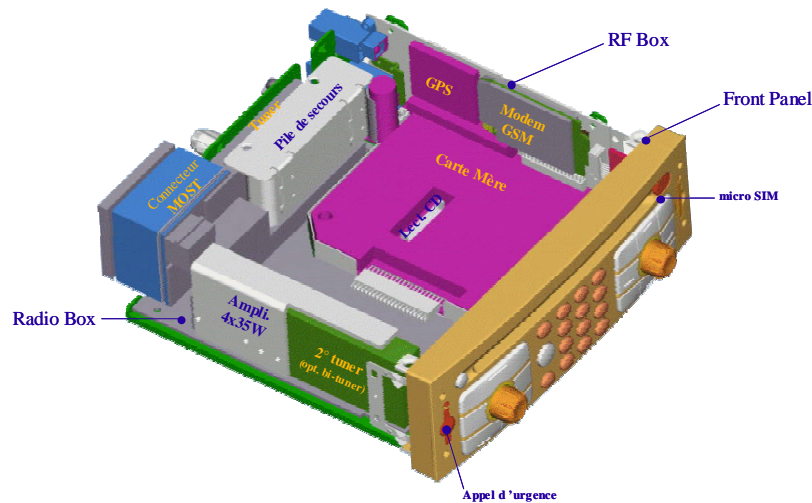


Figure 5 : un système télématique embarqué, début des années 2000.

L'analyse de l'offre actuelle montre l'extrême variété de l'offre, variété que l'on peut décrire en terme de fonctionnalités pour les clients, d'intégration dans la voiture, d'architecture de communication entre la voiture et l'extérieur.

Une expansion des fonctionnalités de la voiture communicante, pour des usages plus innovants et spécifiques

Depuis la réception radio des premiers matériels, la nature des services de communications disponibles dans les voitures s'est considérablement accrue et diversifiée. On regroupe habituellement cette offre en 5 domaines :

- communication : réception radio, GSM, lecture/envoi de e-mails, visioconférence... ;
- dépannage et aide d'urgence : appel localisé d'un dépanneur en cas de problème, déclenchement automatique des secours en cas d'accident, « tracking » du véhicule en cas de vol, ... ;
- remonté d'information et action à distance pour le diagnostic, la maintenance, la gestion de flotte,...
- aide à la mobilité : navigation, pilotage vers des points d'intérêt (parking, lieux touristiques, hôtels) ;
- loisirs : c'est le domaine de « l'infotainment » i.e. réservation d'hôtel, shopping en ligne, jeux et vidéo pour les passagers, composition d'un « juke-box » personnalisé...

Qu'il s'agisse du poste de radio, du lecteur de cassette, CD, du téléphone de voiture, du minidisk, ... les systèmes embarqués ont largement puisé au départ dans l'univers des services de communication domestique. Cette importation dans l'environnement automobile nécessite un important travail d'adaptation à l'environnement automobile : vibrations et interférences, adaptation aux exigences d'ergonomie et de sécurité associées à l'utilisation par un conducteur, mobilité et suivi des fréquences des émetteurs (RDS) par exemple.

A cette logique de transfert s'ajoute de plus en plus une logique de création de fonctionnalités spécifiques à l'univers de l'automobile. Les systèmes de navigation en sont l'exemple aujourd'hui le plus connu mais d'autres services d'assistance à la

conduite se développent et sont techniquement disponibles, même si leur diffusion est encore confidentielle (guides touristiques, communication avec les réseaux après vente des constructeurs, gestion de flotte, message d'urgence automatique, « tracking » des véhicules volés, etc ...). Nous verrons plus loin que cette transition d'une logique de transfert à une logique de création d'usages originaux constitue l'une des difficultés majeures des systèmes de conception de services innovants car cela implique de prendre en compte l'apprentissage des clients et des front offices commerciaux, jusqu'ici écartés des processus de développement.

Notons enfin qu'en même temps que se développe cette large gamme de services potentiellement intéressants à embarquer dans les véhicules, on assiste à l'entrée en compétition massive des produits portables : le walkman, le téléphone portable, les ordinateurs de poche constituent des supports qui hébergent des valeurs d'usage que l'électronique embarquée était, hier, les seules à pouvoir offrir.

Une variété de configuration d'intégration du système

Le « dominant design » de la boîte au format DIN et des systèmes embarqués n'a pas résisté à la pression d'innovation de la fin des années 1990. On assiste à en quelque sorte « explosé » dans la voiture, soit que les fonctionnalités (par exemple sécurité des commandes) sont transférées au haut de tableau de bord, soit que l'on soulage une contrainte de poids en réduisant le poids trop lourde. La figure 6 illustre différentes configurations récentes d'architecture de systèmes : déplacement des commandes au volant, de l'affichage de certaines informations ; intégration du design de la façade à celui de la planche de bord ; transfert du changeurs de CD à un autre endroit dans la voiture ; différents dispositifs d'interface (les « boutons » interface traditionnelle de l'autoradio, mais aussi le clavier), ouverture du système aux matériels portables (PDA, téléphone cellulaire, ordinateur portable...



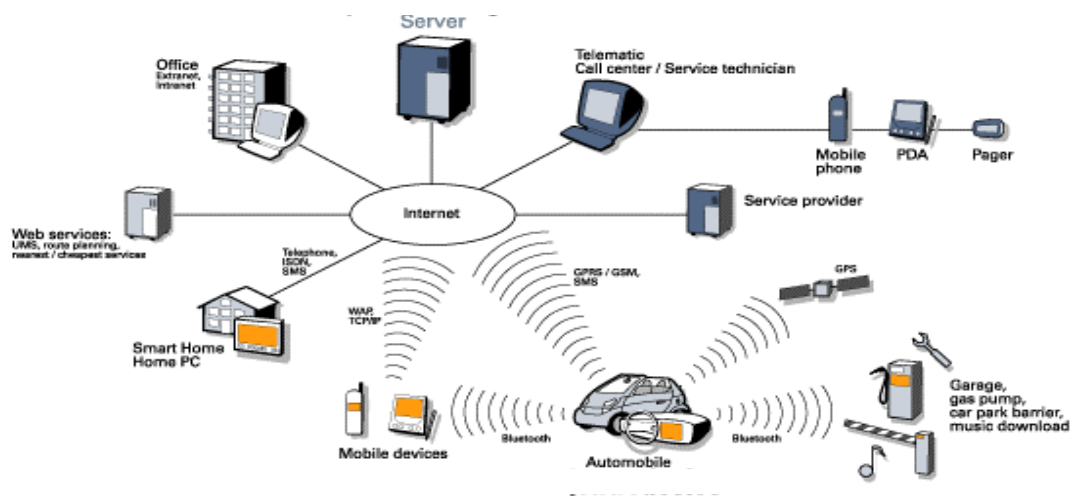
Figure 6 : Exemples de la variété actuelle de l'intégration des équipements télématiques embarqués dans le véhicule



Une variété des modes de communication et d'architectures entre les fonctions embarquées et les fonctions accessibles par communication

Aujourd'hui, une multitude de solutions techniques coexistent pour supporter les systèmes de communication automobiles, depuis la diffusion radio par satellite par les canaux large bande locaux (normes Wifi et Bluetooth) en passant par les technologies GSM, GPRS, UMTS (voir figure 7). Chaque canal a ses caractéristiques, sa valeur spécifique et ses limites, ce qui donne une complexité de choix extrême pour les concepteurs de systèmes embarqués, d'autant que ces propriétés sont incertaines, du fait de la jeunesse des technologies, de leur avenir incertain, des stratégies de communication agressives et souvent peu fiables des offreurs de matériel.

Figure 7 : la diversité des technologies de communication disponibles



Avec cette explosion des capacités de communication avec l'extérieur s'ouvre de nouveaux espaces de ruptures, en matière d'architecture des systèmes télématiques. Les services offerts reposent sur la complémentarité des fonctions embarquées (classiquement le récepteur radio) et les fonctions des opérateurs de services non embarqués (typiquement les émetteurs radios).

Cette distribution des rôles est en évolution profonde. D'un côté, les fonctions embarquées étaient jusqu'ici essentiellement passives (récepteur). Elles deviennent depuis la seconde moitié des années 1990 de plus en plus actives avec l'accroissement de l'intelligence des systèmes embarqués, ce qui permet de définir des services travaillant sur de l'info produite par le véhicule (téléphone, localisation par exemple). Mais en même temps, l'accroissement des débits des télécom permet de déporter hors du véhicule ce qui devait auparavant être stocké physiquement ou sous forme de logiciel dans la voiture (typiquement, les cartes support de navigation sur CDROM). De multiples configurations sont maintenant possibles, entre intelligence et/ou données embarquée ou déportée.

Notons qu'à ces différentes options d'architecture correspondent des dynamiques profondes des circuits de valeur et des relations entre les firmes qui conçoivent et exploitent ces systèmes.

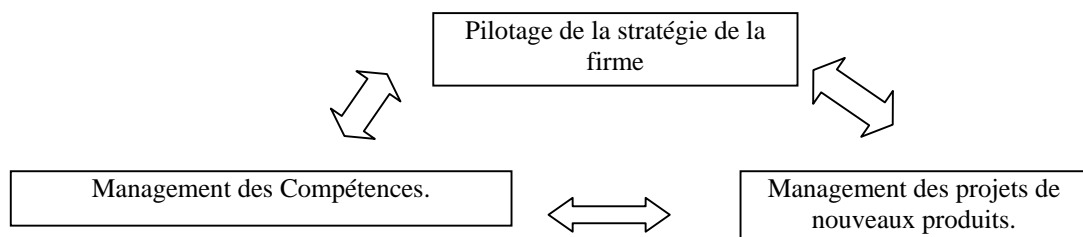
En conclusion, nous retiendrons deux points principaux de cette analyse historique des innovations associées au thème de la voiture communicante.

- Une succession continue sur longue période de renouvellement des produits, portants sur différents registres : fonctionnalités, technologie, architecture interne, intégration équipement voiture, architecture voiture-infrastructures externes.
- Une expansion considérable de l'offre dans les dernières années. Loin de converger vers un « dominant design » stabilisé, l'histoire de la voiture communicante montre un phénomène de réouverture et de divergence des fonctionnalités comme des technologies.

Dynamique du système de conception de la voiture communicante

Dans cette partie, nous analyserons comment ces métamorphoses des produits proposés dans le domaine de la voiture communicante résultent de mutations du « système de conception » en place dans le secteur automobile. Nous définirons cette notion (Ben Mahmoud-Jouini, Midler 1999) par le triptyque de la figure 8, ensemble des acteurs et dispositifs qui articulent le pilotage stratégique de la firme, le processus de développement des produits et le management des connaissances qui sous-tendent l'innovation.

Figure 8 : les trois composantes du système de conception (Ben Mahmoud-Jouini & Midler, 1999)



L'une des caractéristiques du système de conception du domaine de la voiture communicante est qu'il s'inscrit dans une coopération entre des entreprises de secteurs industriels différents² : l'automobile, l'électronique, aujourd'hui les télécommunications. La question de la coopération et de la coordination de ces mondes a toujours été un des problèmes clés du système de conception, problème sur lequel nous nous centrerons ici.

Nous schématiserons en quatre modèles cette dynamique de la coopération constructeurs-équipementiers pour la conception d'innovations dans le domaine de la voiture communicante. Dans chacune, nous caractériserons les points saillants du modèle de conception associé.

La conception séparée, intégrée a posteriori.

Le modèle qui prévaut dans la phase naissante de l'autoradio est caractérisé d'abord, par la séparation des acteurs qui conçoivent l'autoradio et la voiture ; l'autoradio apparaît

² Malgré le caractère on ne peut plus stratégique de l'électronique pour les constructeurs automobiles, jamais ceux-ci n'ont été capables de maîtriser eux même durablement l'exploration de ce champ, les tentatives se soldant très généralement par des échecs. Renault, par exemple, a développé une filiale dans les années 1970, mais a dû se résoudre à l'abandonner car le constructeur était incapable de maintenir à niveau une compétence électronique en perpétuel renouvellement.

comme une variante de produits radios classiques, conçu dans les centres de recherche de firmes comme Motorola ou Philips. L'intégration du couple véhicule-autoradio repose sur l'intervention a posteriori d'un acteur d'intégration qui va terminer en fait la conception du couple voiture-autoradio, jusqu'ici inachevée : le réseau des distributeurs spécialisés qui vont monter les autoradios dans la voiture.

Jusque dans les années 70, cette intégration de l'autoradio dans la voiture reste en effet une affaire de spécialiste. D'une part, il s'agit d'intégrer physiquement l'autoradio, l'antenne et les haut-parleurs dans une voiture qui n'a pas été conçue pour les recevoir mais il faut aussi résoudre les nombreux problèmes d'interférences générés par les équipements électriques du véhicule. Il faut alors rajouter des composants à ces équipements pour éliminer les parasites.

Dans les années 1970, cet acteur d'intégration va entrer en crise : d'un côté, les chocs pétroliers des années 1970 vont entraîner la disparition de la plupart de ces artisans spécialisés ; de l'autre, les réseaux de distribution automobile vont demander à distribuer les autoradios comme accessoire (Parts & Accessories business). Ce transfert se fera au départ difficilement : le réseau de distribution automobile n'a pas la compétence électronique nécessaire pour traiter les problèmes d'intégration de l'autoradio dans la voiture. Mais il aura une conséquence majeure : les constructeurs deviennent, par leur réseau, responsables aux yeux des clients de la performance de l'autoradio. Une boucle de conception à partir de l'après vente s'engage pour améliorer la compatibilité du couple véhicule – autoradio.

La conception séparée de « kits modulaires » à assembler, coordonnées par de nouvelles règles de conception

Un processus progressif de standardisation des spécifications fonctionnelles et techniques de la voiture et l'autoradio *qui va permettre à chacun d'anticiper la dynamique de l'autre sans coordination explicite*. Cette standardisation porte à la fois sur les contraintes à respecter pour la conception de l'autoradio et sur l'évolution des cahiers des charges des voitures des constructeurs (intégration du format DIN dans les design de planche de bord, antiparasitage des équipements électriques, connections à prévoir pour alimenter l'autoradio, pré-cablage des hauts parleurs et de l'antenne, ...).

On est ici dans un modèle de conception modulaire, analogue à celui des PC modernes. L'architecture globale du couple voiture/équipement est stabilisée, les interfaces clairement spécifiées.

C'est l'instauration a priori de nouvelles règles de conception (Balwin et Clark, 2000) complémentaires dans les bureaux d'études des constructeurs et des équipementiers qui assure a posteriori la compatibilité des matériels. Cette standardisation va progressivement lamener la valeur de la compétence d'intégration des réseaux de distribution jusqu'à la situation de la conception « en kit », où le client n'a plus qu'à insérer à l'endroit prévu l'auto-radio dans sa voiture déjà « pré-équipée »

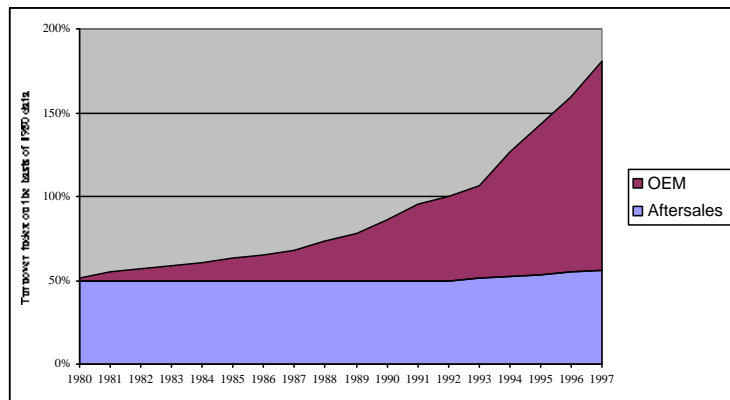
De la conception en « kits » à la voiture « toute équipée ».

Cette troisième étape est associée à la crise du canal de distribution spécialisé des accessoires. Dans les années 80, la distribution en OEM (Original Equipment Manufacturing) se développe³ et les fabricants d'autoradios passent du « consumer

³ Sur le marché français, les premiers autoradios commercialisés en OEM sur des véhicules neufs apparaissent en 1981 pour Renault, 1989 pour Peugeot

market » à la fourniture aux constructeurs automobiles. Le graphique 9 ci-dessous montre la croissance spectaculaire de ce dernier marché.

Figure 9 : évolution du CA des fournisseurs en OEM et en aftersales.



Dans les modèles précédents, la conception de la voiture communicante se termine en aval de la production et de la vente des véhicules et des autoradios. Dans ce nouveau modèle, le constructeur et l'équipementier se coordonnent en amont pour produire une « voiture tout équipée ». Il s'agit d'offrir au client une qualité d'intégration maintenant validée dans les prototypes, associée à un coût attractif compte tenu de l'intégration du montage dans la chaîne de production.

Il faut néanmoins noter que ce modèle est très loin d'une conception conjointe d'un couple véhicule-radio très intégré. Comme c'est le cas général à l'époque, la relation est essentiellement pilotée par la fonction achat chez le constructeur et les (nouvelles) fonctions commerciales OEM chez le fournisseur. Les ingénieries des deux firmes coopèrent peu. L'intégration est plus une intégration de montage que de conception (ce qui se traduit essentiellement par une baisse des coûts d'intégration de l'équipement au véhicule).

La généralisation de ce second modèle va néanmoins jouer un rôle important sur la transformation interne des processus de conception des fournisseurs d'équipement. Pour les fabricants d'équipement d'autoradio, ce nouveau canal de distribution représente à la fois une grande opportunité de croissance et une variété nouvelle à intégrer. En effet, les clients constructeurs cherchent à imposer des spécifications particulières pour différencier leurs gammes de produit de celles des concurrents comme des équipements sous marque des équipementiers vendus en après vente. La variété des spécifications explose.

Le concept de conception modulaire et de plate-forme (ici appliqués à l'équipement lui-même) va être le moyen d'intégrer cette diversité nouvelle tout en préservant les effets d'échelle qui sont essentiels dans le domaine de l'électronique. En 93, le fournisseur que nous avons étudié dissocie la conception de ses produits en deux : la plate-forme électronique d'un côté, la façade du produit de l'autre. Il regroupe ses produits en familles : haut de gamme, deux milieux de gamme et deux bas de gamme. A chaque niveau de gamme correspond une plate-forme répondant aux spécificités fonctionnelles. Les façades différenciées permettent de démultiplier l'offre aux constructeurs et aux réseaux spécialisés. Parallèlement, le développement de la part d'intelligence logiciel permet, à coût quasi nuls, de graduer l'offre de fonctionnalités sur une même plate-forme hardware. La seconde génération permettra ainsi de concentrer en deux plates-

formes : haut de gamme et bas de gamme qui peuvent générer l'ensemble des produits OEM et Après-vente (Kessler, 1998).

Le co-développement du couple équipement-automobile.

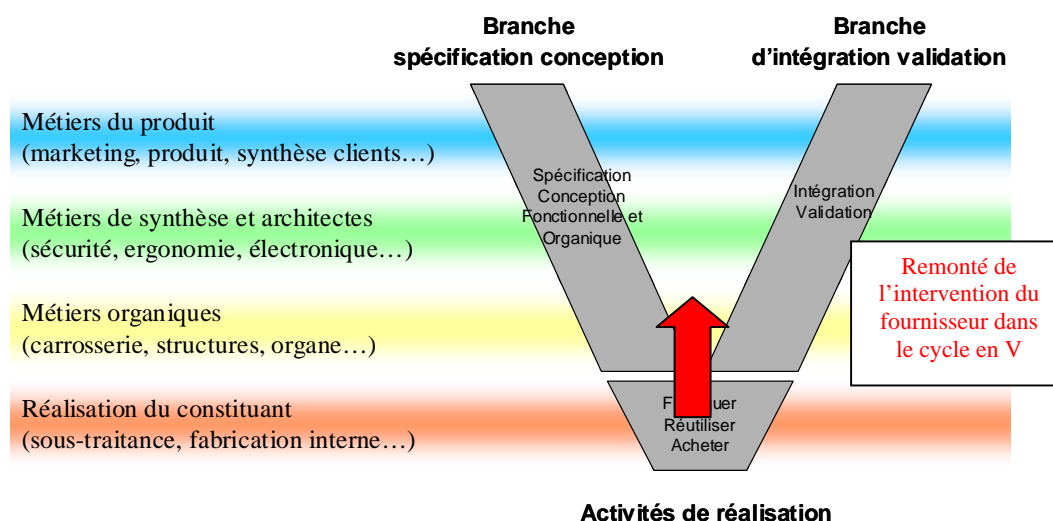
Une quatrième étape va s'engager au début des années 1990 à l'initiative des constructeurs automobiles, avec le développement dans ces firmes de logiques projet renforcées (Midler 1996). Celles-ci vont amener des ruptures multiples dans les processus de conception. Nous insisterons sur les deux suivantes :

- une exigence d'intégration beaucoup plus poussée des différents contributeurs des projets pour parvenir à de compromis de conception plus performants et plus stables, avec comme conséquence une réduction des coûts et des délais. L'une des conséquences de cette stratégie va être de favoriser la montée en puissance des fournisseurs comme des acteurs majeurs de la conception des produits automobiles ;
- une exigence de prise en compte des singularités des projets de manière à augmenter la valeur différenciatrice des nouveaux produits. L'innovation joue alors ici un rôle essentiel.

Ces transformations se situent dans la phase de développement produit du processus de conception des constructeurs. Dans cette phase, l'organisation de la conception est réglée par le modèle du « cycle en V » (figure 10) qui organise les activités de conception sur deux dimensions : l'axe vertical, de la vision fonctionnelle globale à la définition technique détaillée ; l'axe horizontal, qui marque la progression de la spécification de l'objectif à la définition de la solution et sa validation.

Les métiers de conception se sont définis par rapport à leur rôle au sein du développement d'un produit. Le haut du V s'attache à l'ensemble du produit et fait intervenir principalement les métiers du produit (marketing, marque, synthèse client...) qui définissent les prestations globales à atteindre. Le bas du V concerne chacune des briques élémentaires du produit. Ces dernières sont spécifiées et validées de manière précise par différents métiers du constructeur. Ainsi, d'un bout à l'autre du V, ce sont différents acteurs qui interviennent afin de définir et valider le produit et ses sous-systèmes. Dans ce contexte, les équipementiers interviennent dans le bas du V. Ils prennent en charge une « couche » à partir des spécifications amont (branche de gauche) et les constructeurs reprennent la main en validant et intégrant la fourniture (branche de droite).

Figure n°10 : le cycle de développement en V et l'évolution de l'intervention du fournisseur d'équipement en co-développement.



La montée en puissance rapide des nouveaux acteurs projets chez les constructeurs va accélérer au début des années 90 la mise en place des formes de relations décrites dans la littérature sous les termes de co-développement (Garel, Kessler, Midler, 1997, Midler, 2000, Garel Midler 2001). Dans le co-développement, le constructeur et le fournisseur d'équipement définissent en commun les frontières de l'équipement et les prescriptions croisées de systèmes véhicules – équipement désormais beaucoup plus intégrés, au profit d'un accroissement de valeur du produit global (design, fonctionnalités, coûts, ...). Sur le cycle en V, cela revient à faire remonter en amont l'intervention du fournisseur, et d'organiser une plage d'interaction plus riche dans le processus (figure 10).

Le déploiement dans les années 1990 du co-développement a entraîné une recomposition profonde du secteur des fournisseurs automobiles : nouveaux processus d'achats cohérents avec cette co-conception, disparition et regroupement de fournisseurs pour faire face aux nouvelles responsabilités, transformations profondes des organisations internes de la conception chez les fournisseurs comme chez les constructeurs (Garel, Kessler, Midler 1997, Midler 2000).

La crise du modèle de co-développement appliqué aux systèmes télématiques automobiles

Les matériels télématiques que nous avons présentés, montrant une forte intégration équipement-véhicule sur les plans du design, des commandes ou des écrans déportées par exemple, n'auraient pu voir le jour sans la mise en place de ce nouveau modèle de co-développement entre constructeurs et équipementiers électroniques automobiles. Mais rapidement, les limites de ce modèles de co-conception apparaissent face à la variété et l'ampleur des espaces d'innovation qui s'ouvrent.

Les manifestations d'une crise associée à un contexte d'innovation intensive

Dans les années 1990, les prévisions de développement de systèmes de télématique automobile sont spectaculaires, évoquant un marché mondial de 40 à 100 milliard de \$ pour 2010⁴. Les raisonnements reposent sur des hypothèses a priori solides : les clients passent de plus en plus de temps dans leur voiture, un temps que la communication mobile devrait permettre de valoriser ; les technologies favorisant la communication mobile sont désormais disponibles, l'embarquement dans les véhicules étant a priori moins contraignant en terme de poids et d'encombrement que le développement de la communication portable ; les entreprises automobiles sont des acteurs riches et puissants, capable de soutenir des trajectoires d'investissement et d'inciter les partenaires de l'électronique et des télécommunications à partir dans l'aventure.

La plupart des constructeurs automobiles se lancent alors fin 1990 sur le marché télématique. Certains d'entre eux s'y aventurent seuls tandis que d'autres préfèrent s'entourer d'un ou plusieurs partenaires. Ainsi, chaque grand constructeur se dote de son « entité » télématique afin de permettre à ses véhicules d'accéder à des services télématiques. Mais ces nombreuses initiatives ont de grandes difficultés à concrétiser et la plupart connaissent l'échec. PSA met fin à Egery avant même avoir commercialisé un seul service, et Wingcast (Ford) disparaît après seulement 18 mois d'activités. Le service Odysline de Renault est arrêté, ne rencontrant pas le succès escompté. Onstar, le

⁴ Deutsch Bank (42 G\$), UBS (47 G\$), Theron (60 G\$), Mc Kinsey (100 G\$)

service de GM aux USA se maintient avec plus de 2 millions d'abonnés, mais sans atteindre la rentabilité prévue. Seul, le marché très spécifique du Japon a su se développer et présente aujourd'hui de nombreuses offres. Parallèlement, les prévisions des analystes concernant le marché de la télématique sont régulièrement revues à la baisse, abandonnant les perspectives initiales très optimistes.

Cette période est aussi particulièrement difficile chez les fournisseurs d'équipements électroniques embarqués. Ceux-ci ont été en effet incités par les constructeurs à investir pour suivre les générations successives de matériel. Dans ce contexte de marché qui ne décollait pas, chaque génération « cannibalisait » alors la précédente sans que les fournisseurs puissent amortir les investissements nécessaires importants.

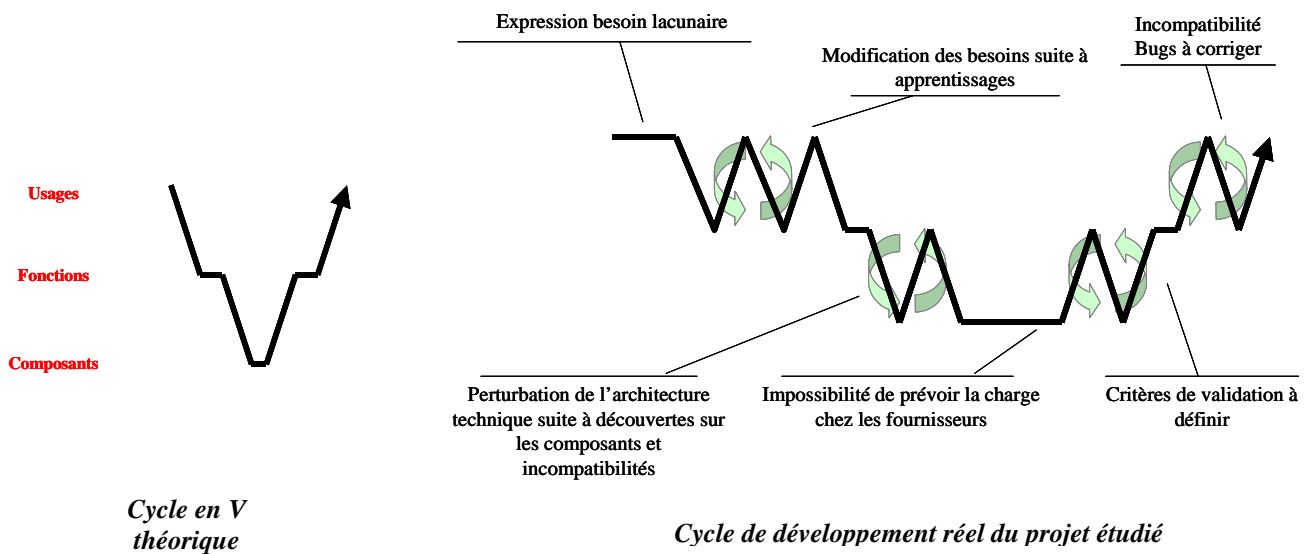
Au delà du constat de l'effet « bulle internet » qui a certainement amplifié les espérances et facilité les démarrages hasardeux, il n'en reste pas moins une situation globale d'échec, alors même que la solidité des hypothèses de départ n'est pas contestable : l'intérêt de la voiture communicante reste attestée ; il y a profusion de technologies pour l'incarner ; le contexte des terminaux embarqués dans les véhicules donne des opportunités importantes, par rapport au contexte des terminaux portables. On assiste même actuellement au dépassement, assez paradoxal, des services de mobilités embarqués par les services de mobilité portables, pourtant historiquement plus récents : même la navigation automobile, pourtant idéalement reliée à l'univers de la voiture communicante, est aujourd'hui concurrencée par des services disponibles sur PDA ou même sur portable !

Cette comparaison montre que la vitesse de déploiement d'un champ d'innovation ne tient pas tant aux problèmes techniques intrinsèques qu'aux caractéristiques des processus de conception opérant sur ce champ. Quelles sont alors les difficultés que rencontrent le système de conception des équipements embarqués précédemment décrit face aux nouveaux défis de services télématiques ?

L'analyse des difficultés d'un projet de système télématique embarqué.

L'analyse du développement d'un équipement étudié commercialisé en 2003 permet de caractériser ces difficultés. Ce système télématique constitue, au moment de sa sortie, l'un des produits les plus aboutis, présentant dans un volume très réduit et à un coût très compétitif de nombreuses fonctionnalités (GSM, GPS, CD, radio...). Il permet de supporter des services variés (outre les usages classiques d'un radio-téléphone, il permet la navigation, l'assistance, l'urgence localisée, et tous les services accessibles par le Call Center du constructeur).

Le développement de ce système fut particulièrement difficile, accumulant les problèmes et accusant, au final, un retard d'environ deux ans par rapport à la prévision initiale, soit un quasi doublement du temps de développement. Le fait qu'à sa sortie, il soit resté, malgré ce retard, à la pointe du marché montre que les concurrents n'ont pas été plus rapides sur la période, et ont probablement rencontré des difficultés similaires.

Figure 11 : cycle en V théorique et déroulement réel du projet étudié (Bonnefous, 2003)

La figure 11 ci-dessus résume l'écart entre le cycle en V théorique et le déroulement réel du projet. Les multiples itérations qui ont pénalisé l'avancement du projet traduisent l'inadaptation de la démarche de développement en V dans le contexte d'innovations radicales et multiples caractéristiques du domaine.

- *Innovation sur les usages.* Le cycle en V suppose que la conception s'engage sur une vision claire des besoins fonctionnels de l'équipement à développer. Cela n'était pas possible au départ du projet, sur de multiples aspects. Le matériel a été développé avant que l'on puisse définir les services qu'il allait supporter comme les marchés qu'il allait servir. Dès lors, des interrogations majeures sur l'interface homme machine et les choix techniques (carte SIM par exemple) ne pouvaient être clarifiées au départ.

- *Rythmes et incertitudes des dynamiques techniques.* Ces innovations ont plongé l'automobile dans le contexte incertain et instable de l'électronique, de l'informatique et des télécommunications. Un monde que l'automobile connaît peu et sur lequel il a jusqu'ici relativement peu de capacité d'action (pour les fournisseurs de composants par exemple, les marchés de la télématique automobile sont petits, comparés aux téléphones portables ou aux micro-ordinateurs). Dès lors, les performances des composants dépendent des spécifications demandées par les autres marchés dominants. D'où, dans ce cas, des performances insuffisantes (espace insuffisant, température excessive, compatibilité électromagnétique...) induisant une transformation de l'architecture générale de l'équipement. De même, les techniciens ont découvert des incompatibilités insoupçonnées dans les normes d'encodage des messages, ...

- *Incertitude sur la compétence des acteurs et limite de la contractualisation classique.* L'organisation selon le cycle suppose que chaque acteur, à son niveau d'intervention, maîtrise son niveau de spécification ou de réalisation. Si ce n'est pas, comme ici, le cas, seule une logique d'ajustement mutuel dans des processus interactifs et transparents peut révéler les limites des savoirs de chacun. Or le projet s'est inscrit dans une logique d'engagement traditionnel postulant, d'un côté, une capacité de spécification qui n'existait pas et, de l'autre, une capacité de maîtrise technique elle aussi illusoire. D'où une inertie forte dans la détection et la résolution des problèmes.

- *Innovation sur l'articulation entre développement de l'équipement embarqué et développement des plates-formes de services.* Au delà même de la réalisation de

l'équipement embarqué, le développement des niveaux services, qui constituaient la raison d'être de ces nouveaux matériels, impliquait la conception d'infrastructures complexes de télécommunication, la formation des acteurs qui allaient la mettre en œuvre (personnel des call centers).

- *Innovation dans la commercialisation des nouveaux services.* Finalement, la commercialisation de ces innovations représentait un changement majeur pour les concessions ou succursales chargées de les commercialiser, ce qui a entraîné des retards et des résistances dans le déploiement des services, même lorsque les matériels étaient parfaitement opérationnels.

Vers un système de co-conception de services télématiques automobiles.

Face à l'ampleur et la variété des dimensions à explorer pour mener à bien ces innovations, il est naturel que l'on atteigne les limites d'efficacité de processus de développement conçus pour intégrer dans un minimum de coût et de délais des connaissances relativement bien balisées. On retrouve ici la problématique générale du contexte contemporain d'un « capitalisme de l'innovation intensive » (Hatchuel, Le Masson, 2000), où il s'agit de coordonner une logique d'expansion des connaissances (Hatchuel, Weil 1999) sur un domaine et de génération répétée de produits qui valorisent ces connaissances (Chapel 1996). Un tel contexte oblige à viser non la réussite de chaque projet pris isolément (ce qui serait d'ailleurs un objectif trop ambitieux dans un contexte d'incertitude et d'instabilité importantes) mais d'augmenter progressivement le « rendement global du portefeuille d'explorations » (Lenfle 2001, Garel et al. 2004) du domaine en mettant l'accent sur le pilotage et la valorisation des apprentissages.

La recherche menée de 2001 à 2003 avec un constructeur automobile nous a permis de concevoir et d'expérimenter des instrumentations et dispositifs qui soutiennent la coordination de tels apprentissages collectifs. Nous développerons ici deux composantes complémentaires de ces nouveaux systèmes de conception : d'un côté, l'importance d'un « modèle génératif » pour piloter l'exploration, intégrer ses différentes composantes, capitaliser ses acquis ; de l'autre, la spécificité des formes de coopération inter-firmes dans de tels apprentissages.

Un modèle génératif pour piloter la conception innovante dans le domaine des services de mobilité communicante.

L'analyse des difficultés rencontrées montre la nécessité d'élargir l'espace de l'apprentissage à de nouveaux domaines, jusqu'ici peu ou pas explorés dans le processus de conception automobile : les usages de mobilité communicante, les technologies de télécommunication, ... Peut-on caractériser un référentiel qui balise les axes d'exploration nécessaires pour la conception d'un service de mobilité communicante tout en étant suffisamment ouvert pour permettre l'innovation ? L'enjeu d'un tel référentiel est de stimuler et coordonner les apprentissages dans les différents métiers, permettre une « exploration concourante » (Gastaldi, Midler, 2005) comme « l'ingénierie concourante » organise, en aval, le développement des différents aspects d'un projet.

La recherche que nous avons menée chez le constructeur montrait que le modèle génératif de l'entreprise était incomplet : en caricaturant à peine, le service s'identifiait à l'équipement embarqué. Tout apprentissage qui dépassait ce périmètre était ignoré, se

révélaient tardivement, généralement sous la forme d'une crise plus ou moins maîtrisable. Nous avons alors proposé un référentiel élargi (Lenfle Midler 2003) plus pertinent pour l'exploration du domaine des services de mobilité. Ce modèle identifie 6 variables de conception qui correspondent aux différentes connaissances à développer lors du processus de conception du service.

- **Un usage et des usagers.** Un service, c'est d'abord la définition d'un usage. Cette variable était peu active lorsque l'équipement embarqué importait dans l'univers automobile des usages déjà expérimentés dans le cadre domestique, la radio ou le téléphone par exemple. Il n'en va évidemment plus de même avec la conception de services de mobilité communicante. Cette exploration fine des usages renvoie à la définition de processus d'expérimentation mobilisant les clients (Le Masson & Magnusson ; Thomke). De tels processus impliquent, soit de faire remonter le client en amont des phases de conception (des étapes où ils sont aujourd'hui totalement absents), soit d'inventer de nouveaux dispositifs de tests sur le marché, auprès de « lead users » (Von Hippel, 1986).

- **Un produit support.** La délivrance du service est conditionnée à l'existence d'un produit qui va la rendre possible : système de navigation communicant dans le cas des services télématiques, téléphone mobile « compatible GPRS ou UMTS » pour les nouveaux services proposés par les opérateurs télécom, PDA communiquant, etc. Dans leur ouvrage de 1987, (Eiglier & Langeard 1987). La difficulté est alors de coordonner les deux processus de conception du matériel et du service.

- **Un contrat.** La dimension juridique du service est une question centrale dès lors que les concepts proposés engagent la responsabilité de l'entreprise (services d'urgence, paiement en ligne...). L'utilisation des TIC soulève de nouvelles questions juridiques, comme le montrent de nombreux articles sur les difficultés du télépaiement ou l'impact de la vente de musique en ligne sur les droits d'auteurs des artistes, pour ne prendre que ces deux exemples récents. Ces sujets sont nouveaux pour les constructeurs, qui, depuis longtemps, ont des relations clients centrées sur les véhicules alors que les services télématiques instituent une relation avec utilisateurs (que deviennent les contrats quand les clients revendent leur voiture ? Comment s'assurer que les facturations des communications ne restent pas à l'ancien propriétaire ?...).

- **Un processus de front-office.** Une des spécificités classiques des services est d'être « co-produit » entre le client et le front-office prestataire. Il est donc crucial de formaliser puis de tester les modalités de cette interaction (a-t-elle lieu via le vendeur en concession ou via un centre d'appel ? etc.).

- **Un processus de back-office.** Cette variable renvoie aux systèmes d'information à mettre en place (gestion des contrats, facturation, calcul de risques...), aux services internes et/ou aux partenaires qui assurent la production du service (Tannery, 2001). L'utilisation des TIC, qui va supposer, par exemple, la mise en place d'une infrastructure de télécommunication, complexifie considérablement la tâche des concepteurs.

- **Un modèle économique de financement du service.** L'un des problèmes majeurs pour les constructeurs est la complexité et l'instabilité des modèles économiques du monde des services télématiques. Par rapport à l'échange simple d'un produit par un prix, la complexité de la chaîne de valeur et la variété des horizons de relations économiques (achat de la voiture, consommation du service) créent des opportunités, mais aussi des risques, (cf la bulle internet...) qui sont autant d'espaces d'innovation à explorer.

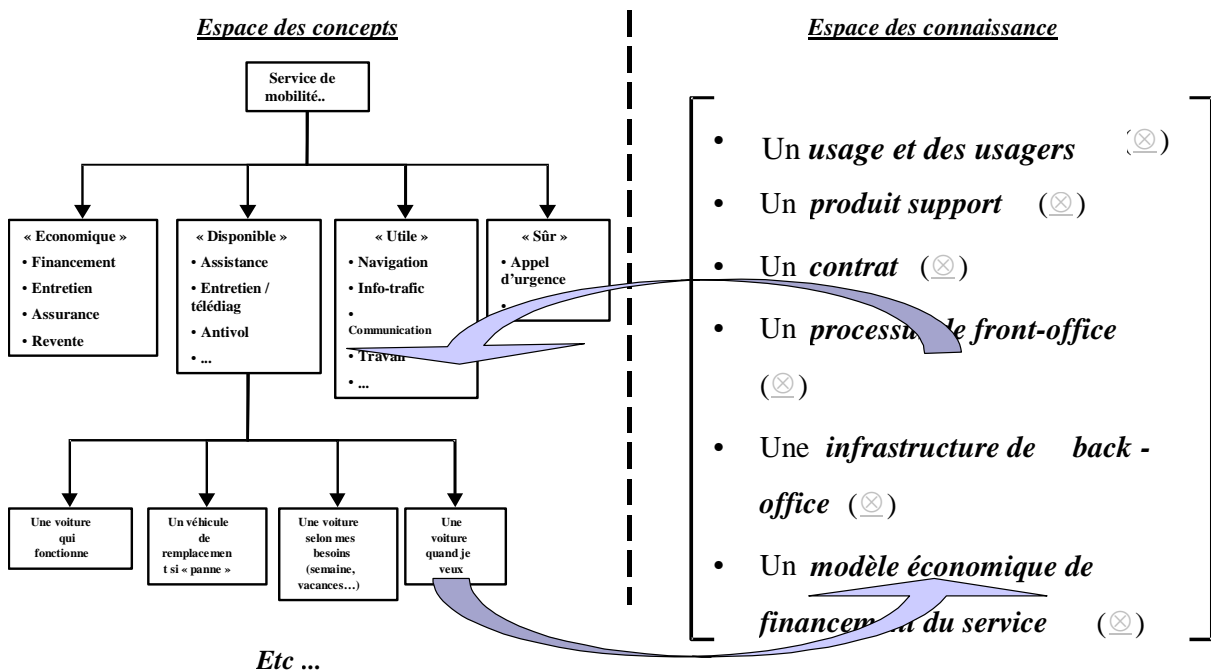
L'exploration concurrente des services de mobilité innovants.

L'exploration concurrente de l'espace des services de mobilité communicante consiste alors à coordonner les apprentissages sur ces variables. Ainsi restauré dans ses différentes dimensions, le domaine des services de mobilité communicante apparaît immense : l'utilisation des TIC fait littéralement exploser l'ensemble des possibles en matière de services, de l'amélioration de services existants (assistance localisée, par exemple), jusqu'à des innovations de rupture (bureau mobile, pilotage à distance, info trafic localisée...). La difficulté est alors d'organiser cette profusion de pistes, de lui donner du sens, de capitaliser les apprentissages variés qu'elle va générer.

La théorie CK (Hatchuel, Weil, 2002) constitue un puissant outil pour cartographier cette exploration sur le double espace des concepts de services et des connaissances générées. Le concept générique des « service de mobilité » peut se décliner en sous-concepts qui sont autant de pistes porteuses de valeur : services de mobilité centrés sur la disponibilité, la sécurité, la valeur du temps de déplacement, ... Il s'agit alors d'explorer en progressant dans l'arbre de conception de la figure 12, jusqu'à arriver à des services réalisables clairement spécifiés. A chaque étape, pour progresser dans la « descente » de l'arbre, les concepteurs vont devoir développer de nouvelles connaissances sur le différentes variables (espace des connaissances K), ce qui, en retour, précisera les options et permettra ainsi les choix et la progression de l'exploration.

Considérons, par exemple, la branche « service de mobilité disponible ». Ce concept n'est pas encore bien défini. Il ouvre un espace de possibles large⁵. Ses traductions en terme de services peuvent donc être très différentes. Les deux premières branches renvoient à des solutions classiques (entretien et assistance). Celles de droite constituent des prestations de rupture : « une voiture selon mes besoins » permettrait au client de changer de voiture en fonction de ses objectifs : petit véhicule pendant la semaine, monospace pendant les vacances⁶; « Une voiture quand je veux » suppose de pouvoir apporter au client la voiture de son choix, là où il la demande et quand il le souhaite.

Figure 13 : organiser l'exploration d'un champ d'innovation : Le cas des services télématiques (Lenfle, 2004).



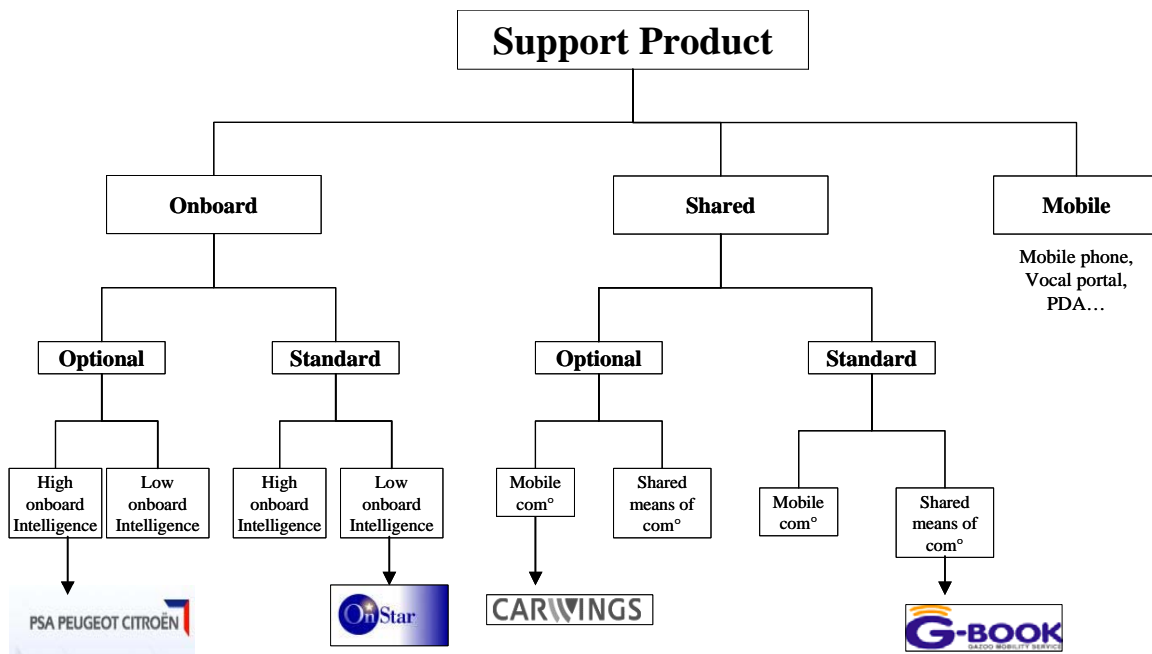
Le formalisme explicite les liens entre les résultats de l'exploration (le développement de nouveaux services) et les trajectoires d'apprentissage qui lui sont associées. Il constitue ainsi un outil de coordination pour les différents experts en charge des différentes variables, outil plus pertinent que les deux modes de coordination qui existent classiquement :

- la coordination sur un projet déjà très finalisé, qui présente l'inconvénient précisément de contraindre fortement le champ des explorations par la spécification initiale, dont on ne sait qu'à la fin si elle était pertinente ;
- l'intégration a posteriori, toujours problématique, des problématiques d'explorations « auto-pilotées » par les métiers (prospective des technologies, des réseaux de commercialisation).

Le formalisme CK permet ainsi d'évaluer un concept non seulement pour sa valeur et son originalité intrinsèque mais aussi pour le processus d'apprentissage qu'il induit (complexe ou simple, restreint à une variable ou très pluridisciplinaire, long ou rapide, etc.). Illustrons ce point important sur un exemple.

L'une des options clés de la définition d'un système de mobilité communicante est celui de l'articulation du produit support embarqué dans le véhicule avec les outils portables des usagers : téléphone mobile, palm, ordinateurs, cd portables, ... 3 options sont possibles : concevoir les services sur des produits supports embarqués fermés ; à l'inverse, utiliser les outils portables des passagers, et, entre les deux, donner la possibilité d'interactions entre des équipements embarqués ouverts et les outils portables. Au début des années 2000, les constructeurs occidentaux ont massivement privilégié le choix d'équipements embarqués fermés, contrairement, par exemple, à ce que l'on trouve sur le marché de la télématique japonaise (voir figure 14).

Figure 14 : les différentes options concernant les produits supports des services télématiques (adapté de Bonnefous, 2003).



Ce choix a été fait pour différentes raisons stratégiques et techniques : association du service à la marque du constructeur (plutôt qu'à un opérateur de service), risques potentiels associés à l'ouverture de systèmes embarqués sur le monde d'Internet, complexité des interfaces de dialogue dans des univers aux normes instables, ...

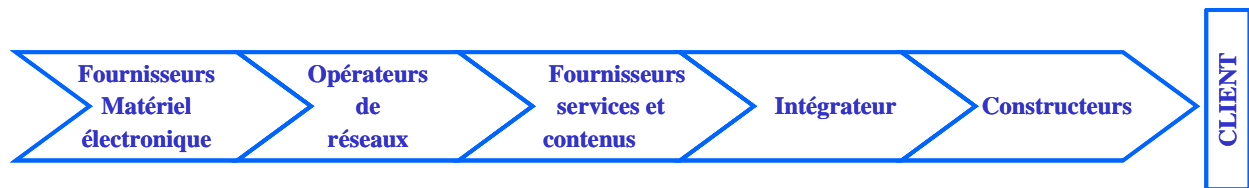
Le point que nous souhaitons soulever ici n'est certes pas de contester ces choix, assurément fondés, mais signaler que ces raisonnements portent sur le résultat de l'exploration (le matériel qui a été développé), non sur la trajectoire d'apprentissage que ce choix a induit. Or, de ce point de vue, la conséquence de cette option a été de subordonner l'apprentissage des clients et, plus généralement, le développement d'un business des services de mobilité automobile, à la diffusion des équipements embarqués, diffusion lente car soumise au rythme des sorties véhicules et de faible volume compte tenu du coût.

Une option plus ouverte aurait au contraire permis une génération parallèle de services de mobilité sur les portables ainsi qu'un apprentissage des clients de ces fonctionnalités innovantes. Aux constructeurs, ensuite, de s'appuyer sur ces apprentissages externes pour développer des produits mieux adaptés à l'univers de leur véhicule par l'ergonomie et les fonctionnalités de l'équipement embarqué. Aujourd'hui au contraire, la trajectoire choisie bute sur l'exiguïté du marché restreint au parc d'équipement embarqué, et l'incapacité des clients à mesurer la valeur (et donc à payer...) de services qu'ils n'ont pas utilisés.

La coopération inter-firme : du co-développement au co-apprentissage.

La coopération avec d'autres acteurs, déjà nécessaire pour l'auto-radio, va prendre ici une dimension nouvelle du fait de la complexité et de l'instabilité de la chaîne de valeur des services télématiques (cf figure 15).

Figure 15 : la chaîne de valeur de la télématique.



- Les fournisseurs de terminaux permettant de recevoir et d'utiliser les informations. Ce sont soit des équipementiers automobiles « traditionnels », soit, si la connexion est assurée par l'intermédiaire des « accessoires de mobilités » du client, des constructeurs de téléphones mobiles (Nokia, Ericsson...), mais aussi de PDA, micro ordinateurs,...
- Les opérateurs de télécommunication qui vont assurer la transmission des données et fournissent l'infrastructure nécessaire.
- Les fournisseurs de contenu destinés aux services (info-traffic, cartographie...).
- L'intégrateur, acteur central de la mise en œuvre de nouveaux services, joue le rôle d'intermédiaire entre le client final et l'amont de la chaîne de valeur. Il agrège des services et contenus, des accès ou autres, fournis par les différents fournisseurs amont qu'ils vont rétribuer, et redistribuent ensuite ces services et contenus aux clients. Il s'agit évidemment là d'un maillon clé dans cette chaîne de valeur, mais il reste à déterminer où le positionner et qui va jouer ce rôle.

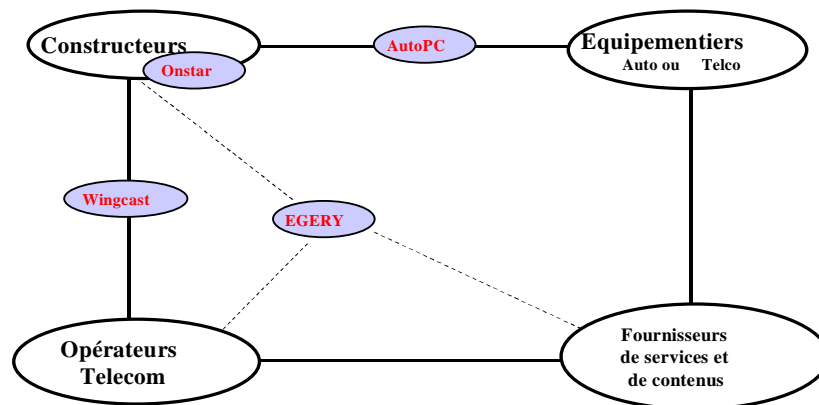
Les périmètres économiques des firmes regroupent certains maillons différents de cette chaîne de valeur dans des ensembles industriels puissants : en 2000 par exemple, Vivendi est à la fois fournisseur de services et opérateur de réseaux; les grands de l'informatique sont de plus en plus présents dans l'univers des matériels portables,...

Avec qui coopérer pour concevoir des services innovants et selon quels modèles de relations ?

L'expérience des années 1990 a, comme on l'a vu, donné lieu au déploiement du modèle de co-développement entre constructeurs et équipementiers. A partir de la seconde moitié des années 1990 s'engagent différentes expériences de processus de

coopérations de conception en amont des projets de développement. Philips Car System va ainsi créer en 1996 avec Renault un dispositif original, le « Groupe Amont Télématique Multimédia » (Auguiac, Goldbaum 1999), dont l'enjeu est de favoriser l'arriver des innovations sur les projets véhicules. A la fin des années 1990 et dans les années 2000, les coopérations entre constructeurs automobiles, équipementiers électroniques, opérateurs de télécommunication et/ou de services se multiplieront sous des formes variées (figure 16).

Figure 16 : alliances sur les services télématiques automobiles en 2000-2001.



Nous avons distingué 4 cas de figure (Lenfle Midler, 2003):

- *Le cavalier seul ou l'alliance inter-constructeurs.* Le maillon intégrateur est totalement dans l'orbite d'un ou plusieurs constructeurs formant un même groupement. Ce dernier décide de contrôler totalement le développement de l'offre, les fournisseurs étant considérés comme des prestataires de service, des sous-traitants. C'est la solution retenue par GM et sa filiale Onstar, qui développe des services télématiques pour les véhicules de la gamme GM mais également pour d'autres constructeurs. En 2001, plusieurs constructeurs européens ont constitué ainsi un projet d'alliance.

- *L'alliance avec un équipementier.* C'est la configuration la plus proche des traditions de l'automobile. La coopération porte sur le développement d'un matériel embarqué innovant. Le cas de l'AutoPC, développé par Citroën en collaboration avec Clarion et Microsoft, est typique de cette orientation « matériel ».

- *L'alliance avec un opérateur de télécommunications.* C'est l'option retenue par Ford qui a créé une joint-venture, Wingcast, avec Qualcomm, opérateur de télécommunications américain. La coopération Toyota-KDDI est du même type.

- *L'alliance constructeur / Opérateur Telco / Fournisseurs de services* Dans ce cas le constructeur va s'allier avec un Groupe capable de lui fournir à la fois les services de communication et les contenus de ces services. C'est cette option qui a été retenue par PSA lors de la création de l'alliance Egery avec Vivendi Universal en 2000.

On a vu que la plupart de ces collaborations s'étaient révélées décevantes et n'avaient guère duré au delà de l'euphorie de la « bulle » internet. C'est que la nature de ces coopération étaient profondément différentes de celles qui s'étaient mises en place dans les années 1990. Le co-développement visait à coopérer dans le but de valoriser dans un nouveau produit les connaissances des deux partenaires sur les cibles fonctionnelles définies. La nouvelle situation de coopération, que nous avons défini par le terme de « co-apprentissage » (Midler 2000), peut se caractériser⁷ en deux points. D'une part, les partenaires détiennent des compétences « complémentaires » (Dussauge et Garette,

⁷ B. Segrestin (2003) analyse des situations analogues sous le terme de « co-exploration ».

1996) sur le sujet étudié. La coopération semble a priori intéressante car aucun acteur ne possède seul les connaissances nécessaires à l'exploration des solutions possibles. On retrouve ici une caractéristique des régimes de coopération précédents. Mais, d'autre part, il existe une incertitude forte qui porte à la fois sur la définition des fonctionnalités, leur valeur pour les clients et les techniques pour les mettre en oeuvre. L'objectif est donc d'explorer simultanément la cible de valeur et les moyens d'y répondre, la détermination d'un couple [prestation – solution technique] permettant de déterminer les poches de connaissances à développer.

On n'est plus ici dans le domaine du co-développement, où il est possible de spécifier clairement au départ les fonctions du futur produit. La coopération porte sur une trajectoire commune d'explorations, un portefeuille d'études sur un domaine d'innovation donné. L'objectif n'est pas de mener à bien un projet isolé mais de copiloter une série ou « lignée » (Hatchuel, Weil 2000) de projets qui explorent un domaine donné (Lenfle, 2001). En conséquence il n'est pas possible pour les partenaires de s'engager sur une responsabilité globale en termes de coût, de qualité et de délai, ce qui constitue un principe central du modèle de co-développement (Garel & al., 1998). Dans le cas d'un co-apprentissage on va au contraire découvrir chemin-faisant les prestations intéressantes et les moyens techniques de les satisfaire. On peut ainsi décomposer en 4 les visées d'une coopération de co-apprentissage.

- *Mission d'exploration* : le domaine des services télématiques est foisonnant (de l'appel d'urgence aux jeux vidéos pour les passagers, en passant par l'info-traffic). Une des missions du processus est d'explorer le domaine aussi exhaustivement que possible

- *Mission de tri et co-définition de couples services-technologies* : le processus agit ensuite comme un entonnoir qui va trier parmi les prestations potentielles celles qui sont porteuses de valeur ajoutée et repérer les solutions techniques capables de les supporter

- *Mission d'accélération de la mise sur le marché des prestations retenues*. L'enjeu est ici de réduire le temps de développement final en préparant suffisamment les solutions en amont des projets. Le rôle de la co-exploration va alors être de mettre au point des « demi-produits » (Weil, 1999), qui sont des états intermédiaires entre la recherche et le prototype industriel. Ils correspondent à une application potentielle et ont subi des validations qui en font une proposition crédible à soumettre aux projets de développement

- *Mission de réduction des coûts de développement globaux* : la co-exploration est évidemment un moyen de partager les coûts d'études, mais aussi des les réduire puisque ce qui est fait en amont n'est plus à (re)faire lors du développement.

Une nouvelle fois, il devenait nécessaire de réinventer des cadres de coopération inter-firme en conception adaptés à la spécificité de ces situations. C'est l'objet de différentes recherches en gestion du début des années 2000. Nous insisterons ici sur deux conclusions convergentes de ces travaux sur le cadre contractuel de la coopération et la régulation managériale dans ces coopérations.

- *Le cadrage contractuel de la coopération*. Dans un projet en co-développement, le cadrage a priori de la coopération se fait par un contrat centré sur le résultat auquel les deux partenaires souhaitent parvenir. Mais cette démarche est inadaptée pour réguler une coopération de type co-apprentissage. Il s'agit en effet de baliser un processus d'exploration ouvert, dont les débouchés ne sont a priori pas définis, et constitueront précisément le résultat de l'exploration commune. L'approche cohérente, que nous nommerons *cadrage procédural*, est de centrer le contrat sur les clauses à réunir pour que l'apprentissage commun soit efficace, c'est à dire rapide⁸ : expliciter les

⁸ On peut avoir une idée de la différence d'approche dans la manière dont les politiques publiques ont piloté le programme de développement de l'UMTS. En Angleterre et en France, la logique a été

expériences nécessaires pour tester les hypothèses, les ressources que les partenaires doivent mobiliser pour réaliser ces expériences, ...

Evidemment, le cadrage contractuel fondé sur le résultat de la coopération semble beaucoup moins risqué : le processus ne peut pas diverger en dehors des limites précises énoncées au départ sur les conditions d'aboutissement. Il ne risque pas de se créer en cours de route des irréversibilités que l'on aura, ensuite, du mal à gérer. Mais ce management du risque en cas de réussite à un coût : celui de mobiliser des énergies et créer des tensions considérables sur des enjeux encore virtuels, alors qu'il est essentiel de mobiliser toutes les ressources pour construire les conditions du succès. Bref, le cadrage contractuel classique est conçu pour limiter le risque en cas de réussite du projet, alors que le risque premier est justement que le projet ne débouche pas du tout...

- *La régulation managériale de la coopération.* Reste que ce type de cadrage procédural est un cadrage « faible » qui verrouille relativement peu la coopération. Dès lors, il est nécessaire de trouver ailleurs que dans les obligations contractuelles l'envie et l'énergie d'explorer ensemble, de faire les compromis indispensables à la convergence vers une vision commune et ce malgré les risques, les tensions et l'instabilité de la situation. C'est ici le domaine du management des coopérations proprement dit. Des recherches menées sur des projets d'innovation en coopération (Piron, 2000, Neffa & Midler, 2001, Segrestin 2003) permettent d'identifier des facteurs clés pour la réussite de telles aventures collectives :

- *L'implication des cadres dirigeants : des impulsions initiales décisives...* Les coopérations sont des actes inhabituels, généralement destinés à faire sortir une entreprise de sa trajectoire naturelle. Il est dès lors normal de retrouver de manière systématique les Directions Générales directement à la manœuvre pour les impulser et les soutenir.
- *...qui doivent être relayées par des structures managériales autonomes lourdes.* Néanmoins, si cette intervention est une condition nécessaire décisive, la direction générale de l'entreprise ne saurait durablement rester l'acteur clé du pilotage de la coopération. Les exemples réussis montrent l'importance d'un ancrage du projet dans des équipes projets « lourdes » (« heavy weight project manager » Clark & Wheelwright, 1988) qui vont rapidement donner à la coopération un contenu et une autonomie suffisante. En effet, il s'agit de créer les conditions d'une convergence malgré les forces centrifuges des stratégies des maisons mères. Pour que cette convergence ait une chance d'opérer, il faut que, localement, l'équipe du projet se constitue un référentiel partagé, que les acteurs à la base du projet se sentent rapidement plus « membres du projet » mobilisés sur sa réussite que « détachés par leur entreprise pour travailler sur le projet ». Fabriquer une telle communauté de destin renvoie évidemment à une fonction projet au sens plein du terme, c'est à dire qui couvre l'ensemble des dimensions (contractuelle, technique, commerciale, management des hommes, ...) condition d'autant plus importante que le pilotage des coopérations met en relation les directions générales des firmes. De ce point de vue, la nécessité d'une vision entrepreneuriale globale du pilotage de la coopération

d'anticiper le résultat de l'opération et d'en déduire un prix raisonnable compte tenu des revenus qui devraient être générés si les prévisions s'avéraient bonnes. En Suède au contraire, l'allocation des fréquences s'est faite sur des engagements de processus de développement précis des industriels, avec des étapes intermédiaires qui, si elles ne sont pas atteintes, remettent en cause l'agrément. D'un côté, on se met d'accord sur le partage d'un gâteau qui n'existe pas encore, de l'autre, sur les étapes et le chemin à parcourir pour espérer arriver au but. Il est probable que la démarche Suédoise soit plus performante pour stimuler un tel apprentissage collectif majeur, que l'autre dont on a déjà vu les limites en France avec les remises en causes récentes.

n'est pas forcément proportionnelle au montant de l'investissement mais à la complexité politique, au fait que l'image des firmes est fortement engagée, ...

- *Le management de l'intercompréhension au sein de la coopération.* La coopération rassemble deux mondes qui ne se connaissent pas. Les risques d'incompréhension et de malentendus sont importants. Savoir investir dans l'explicitation des pratiques respectives tout en restant vigilant sur l'attitude du partenaire et la confidentialité des données constitue une compétence clé pour la réussite des projets en coopération. Par ailleurs, reconnaître l'importance de cet investissement va naturellement déboucher sur la valorisation d'une stabilité des acteurs clés.
- *La gestion de l'équité entre les partenaires.* Le sentiment d'équité est indispensable au maintien d'attitudes coopératives dans une équipe. Lorsque le sujet est aussi incertain, instable, et chargé d'enjeux qu'une situation de co-apprentissage, lorsque la production du groupe dépend essentiellement des initiatives des uns et des autres, il y a là un risque majeur d'inefficacité et d'arrêt de l'apprentissage commun. Le problème est que le sentiment d'équité est subjectif : c'est la perception des acteurs, non un décret externe, qui détermine leur investissement dans l'aventure collective. Piron (2000) a identifié trois registres à prendre en compte dans la gestion de l'équité au sein des coopérations de conception. *L'équité distributive* renvoie à la quête d'une proportionnalité équilibrée du résultat entre les partenaires, un « juste retour » pour reprendre les termes classiques dans les alliances. Il s'agira pour les firmes de trouver une répartition égale des biens et des pouvoirs en fonction de la finalité poursuivie et des ressources engagées. C'est la vision de l'équité qui est celle des négociateurs des contrats. On a vu au paragraphe précédent les limites de cette approche pour la situation de co-apprentissage. *L'équité procédurale* renvoie quant à elle au sentiment d'une équité de procédure. Ainsi, par exemple, les acteurs vont juger un processus de décision par rapport à un référentiel légitime et reconnu par tous. Les sentiments de participation aux décisions, d'explication de celles-ci, de clarté des attentes et des règles du jeu sont autant d'éléments qui font partie de cette catégorie et qui contribuent à une perception d'un traitement loyal et équitable des différents acteurs. Finalement, *l'équité interactionnelle* renvoie aux interactions individuelles qui rendent possible qu'une décision soit jugée «fair». Ainsi, les relations personnelles tissées entre les participants, le respect et la courtoisie des alliés entre eux se révèlent des contributions importantes qui vont susciter une atmosphère positive aux relations interpersonnelles dans le cadre de la coopération.

Conclusion

S'il est un résultat sur lequel se retrouvent les travaux en économie et gestion, c'est le rapport étroit, voire nécessaire entre innovation et coopération entre firmes. Dans un monde économique de plus en plus spécialisé, l'établissement de relations suffisamment profondes et durables apparaît comme la condition nécessaire pour réunir et associer les ingrédients indispensables à la réussite du processus innovant : exploration et maîtrise des technologies, connaissance des clients et des marchés, perception et partage des risques, ...

Mais si la coopération est nécessaire à l'innovation, il ne suffit pas de la décréter pour qu'elle réussisse : la réponse au « comment ? » reste encore largement à construire. Nous avons vu sur l'exemple de la voiture communicante comment se sont progressivement définis, expérimentés et diffusés des cadres de co-conception (dispositifs organisationnels, rôles, outils de gestion, ...) adaptés à différentes problématiques d'innovation. Nous avons essayé de montrer que les capacités de métamorphose et d'expansion innovantes des produits et des marchés étaient

indissociables de cette inventivité sur les cadres organisationnels de la co-conception. Il y a là un domaine de recherche passionnant, propice à des échanges fructueux entre praticiens de secteurs variés et chercheurs de différentes disciplines des sciences sociales. Merci aux organisateurs de cette décade de Cerisy de nous donner l'opportunité d'élargir et d'approfondir de tels échanges.

Bibliographie.

- Abernathy and Utterback. 1978, "Patterns of Industrial Innovation." *Technology Review*, 80 : pp 40–47.
- Acloque, B. et E. Sauvegrain, 2001, *Accroître la vitesse de mise sur le marché d'un produit innovant - le cas de la navigation automobile, rapport d'option Ingénierie de la conception*, Ecole des Mines de Paris.
- Auguiac, Y. Golbaum, L. 1999, *Le pilotage de la co-conception en avance de phase*, rapport d'option Ingénierie de la conception, Ecole des Mines de Paris.
- Balwin, C. et Clark, K. 2000, *Design Rules : the power of modularity*, Cambridge, Mass.
- Ben Mammoud-Jouini S., and Midler, C. 1999, «Compétition par l'innovation et dynamique de la conception dans les entreprises françaises. Réflexions à partir de la confrontation de trois secteurs.» *Entreprise et Histoire* no. 23:pp36–62.
- Bonnefous, T. 2003 : *Piloter l'innovation dans les services télématiques*, mémoire de Master Projet, Innovation Conception, CRG.
- Brown, S.L. and Eisenhardt, K.M. 1997, «The art of continuous change: linking complexity theory and time-paced evolution in relentlessly shifting organizations.» *Administrative Science Quarterly*, vol. 42, no. 1, March.
- Chapel, V. 1997, *La croissance par l'innovation : de la dynamique d'apprentissage à la révélation d'un modèle industriel. Le cas Tefal*. Thèse de doctorat spécialité Ingénierie et Gestion Thesis, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Paris.
- Clark, K. B., Fujimoto, T. 1991, *Product development performance. Strategy, organization and management in the world auto industry*. Cambridge, Mass.: Havard Business School Press.
- Edvardsson B. & al. 2000, *New service development and innovation in the new economy*, Studenlitteratur, Suède.
- Eiglier P. & Langeard E. 1987, *Servuction. Le marketing des services*, Edisciences International.
- Garel, G., Kessler, A. and Midler, C. 1997, «Le co-développement, définitions, enjeux et problèmes.» *Educations Permanente* .
- Garel, G. and Midler, C. 2001, «Front-Loading Problem-Solving in Co-Development: Managing the Contractual, Organisational and Cognitive dimensions, *International Journal of Automotive Technology & Management*, Special Issue :

Buyer-Supplier partnership in product development and innovation technology, editor : Dr Giulio Calabrese, Vol 2/3 pp 236-251..

- Garel, G. Giard, V. Midler, C. 2004, Faire de la recherche en gestion de projet, Fnege-Vuibert, Paris.
- Garrette, B., Dussauge, B. 1993, Les stratégies d'alliance. Paris: Editions d'organisation.
- Grönroos, C. 1990, Service Management and marketing. Managing the moments of truth in service competition, Lexington Books, Toronto.
- Hatchuel, A. and Weil, B. 1999, «Design Oriented organisations. Towards a unified theory of design activities.» in 6th New Product Development Conference. Cambridge U.K.
- Hatchuel, A. ;, and Le Masson, P. ,2000. “Innovation répétée et croissance de la firme : micro-économie et gestion des fonctions de conception.”, CNRS-Ecole des Mines, Rapport final de recherche, programme « enjeux économiques de l'innovation », Paris.
- Hatchuel A. & Weil B., 2002, « La théorie CK : fondements et usages d'une théorie unifiée de la conception », colloque sciences de la conception , Lyon, mars 2002.
- 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. thèse de Doctorat, spéc. Gestion, Ecole Polytechnique, Paris.
- Le Masson P. 2001, De la R&D à la RID. Modélisation des fonctions de conception et nouvelles organisations de la R&D, Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, décembre.
- Lenfle, S. 2001, Compétition par l'innovation et organisation de la conception dans les industries amont. Le cas d'Usinor. thèse de doctorat en Gestion, Université de Marne la Vallée, Janvier 2001.
- Lenfle, S. C. Midler, C., « Innovation in automotive telematics services: characteristics of the field and management principles”, International Journal of Automotive Technology & Management , vol 3 n°1/2 2003, pp144,159.
- Lenfle, S., 2004, “Innovation in services : the contributions of design theory” 11th IPDMC Conference Trinity College, Dublin – june, 21-22
- Magnusson, P. Customer-Oriented Product Development, Doctoral Thesis, Stockholm School of Economics, 2003
- Midler, C. 1996, L'auto qui n'existait pas; management des projets et transformation de l'entreprise. Paris: Dunod.
- Midler, C. 2000. Les partenariats interentreprises en conception, pourquoi ? Comment ? rapport de recherche à l'ANRT, Paris.
- Midler, C. Monnet, J.C., Neffa, P. 2002, « Globalizing the firm through projects : The Case of Renault », International Journal of Automotive Technology & Management, Vol 2 n°1, pp24-45.

- Segrestin, B. 2004, La gestion des partenariats d'exploration, thèse d'ingénierie et gestion de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- Piron, Ph. 2000, «Managing Joint development in Transnational Alliances the Case of European tactical Missile industry.» pp. 161–193 in Innovation Based Competition and Design Systems Dynamics, edited by C. Benghozi, Midler. Paris: L'Harmattan.
- Piron, Ph. 2001, L'alliance en convergence. Développer conjointement dans l'industrie européenne des missiles tactiques. Ph.D. Thesis, Ecole Polytechnique, Paris.
- Tannery F. 2001, « Le management stratégique des services : synthèse bibliographique et repérage des questions génériques », Finance Contrôle Stratégie, vol. 4, n°2, juin.
- Von Hippel 1986, Lead users: A source of novel product concepts" Management science, Vol 32 N°7 pp 791 – 805.
- Weil, B. 1999, Conception collective, coordination et savoirs. Les rationalisations de la conception automobile. Thèse de doctorat en ingénierie et gestion, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Paris.