

Les leçons d'une expérience : les expansions du pare-brise innovant chez Saint-Gobain Sekurit

En 1997, Sekurit Saint-Gobain présente les traits caractéristiques d'une industrie où l'on ne s'attend pas à un régime d'innovation intensive.

Sekurit Saint-Gobain est un des leaders mondiaux du verre automobile. Les vitrages Sekurit équipent chaque année plus de 12 millions de véhicules dans le monde, représentant près de 20 % du marché mondial et 50 % du marché européen. C'est un fournisseur travaillant en amont dans la filière : Saint-Gobain fabrique du verre à partir de matériaux bruts, ce qui exige des investissements particulièrement lourds et la maîtrise de procédés très délicats. Sekurit Saint-Gobain est une entreprise reconnue pour son savoir-faire de pointe ; il existe dans le monde à peine une dizaine d'entreprises capables de réaliser des produits aussi complexes. Sans risque de nouvel entrant, sans contact avec le client, sans pression autre que celle des coûts et d'une performance clairement identifiée, pourquoi et comment basculerait-elle dans l'innovation intensive ?

Pourtant en quelques années, Sekurit Saint-Gobain, archétype de la grande entreprise à R&D, s'est organisé en RID. Nous nous proposons d'étudier la naissance, la « morphogénèse » de cette nouvelle fonction I.

Dans une première partie, nous essaierons de comprendre pourquoi l'organisation de type R&D peut constituer un obstacle à l'émergence d'une fonction I. Nous soulignerons l'ampleur d'une transformation qui a touché à la fois les produits de l'entreprise (devenus des produits multifonctionnels complexes) et

des métiers de base ou des technologies (Sekurit Saint-Gobain passant en quelques années de la thermomécanique traditionnelle à de la microélectronique). Dans une seconde partie, nous analyserons les transformations organisationnelles qui ont rendu possible un tel changement de régime de conception. Nous verrons quelles ont été les étapes de structuration d'une fonction I de plus en plus collective et performante.

9.1. L'apparition inattendue d'une fonction de conception innovante au sein de la recherche

9.1.1. La R&D dans le verre automobile : un dominant design stabilisé qui laisse peu de place à l'innovation

9.1.1.1. Verriers et constructeurs : du codéveloppement sur la très longue période

Le 24 mai 1699, Mansart, alors premier architecte de Louis XIV, passe commande à la « manufacture des glaces » de « trois glaces » pour « le caroco (sic) de [son] fils ». Voilà sans doute une des toutes premières commandes de verre pour un véhicule. La commande paraît bien simple : les trois glaces doivent être « l'une de 35 pouces de hauteur sur 29 pouces de largeur et les deux autres de 29 pouces de hauteur sur 19 pouces de largeur ». Il suffit de spécifier deux dimensions pour avoir un vitrage !

Depuis lors, les vitrages se sont éloignés du plan pour aller vers des formes de plus en plus complexes, ils peuvent avoir des teintes, des épaisseurs, des traitements de surface, des accessoires différents, ils peuvent dégivrer, servir d'antenne ou de support pour rétroviseur, ils doivent répondre à des normes de résistance au choc, d'optique, de tolérances, de durabilité, d'aspect de surface ou d'aspect en réflexion. Et pourtant, paradoxalement, passer commande d'un vitrage automobile ressemble, au support près, à la lettre de Mansart : il s'agit souvent simplement d'un fichier CAO ne comportant que les dimensions géométriques de la pièce ! Comment, alors même que l'objet paraît complexe et multifonctionnel, la commande peut-elle être réduite à une simple prescription 3D ? Tout simplement parce que, depuis des décennies, le vitrage automobile a si bien optimisé ses performances que, d'un vitrage à l'autre, seule change la forme qu'un designer imaginaire aura cherché à donner à cette partie essentielle, transparente et réfléchissante, du véhicule qu'il dessinait.

Ce paradoxe rend largement compte de la nature de la compétition dans le verre automobile : la conception est très fortement optimisée, la concurrence porte sur un nombre très limité de paramètres. Cette forme de compétition correspond à une structure industrielle très stabilisée, fortement imperméable à une innovation portant sur l'identité des objets : le codéveloppement en *dominant design*.

9.1.1.1.1. Une industrie qui fait du codéveloppement depuis quarante ans

Analysons tout d'abord la relation entre verriers et constructeurs automobiles. La conception des vitrages automobiles n'a quasiment jamais été internalisée par les constructeurs ; mais le vitrage automobile ne relève pas pour autant d'un marché de « commodity » (tout modèle de véhicule a des vitrages spécifiques). La relation entre verrier et constructeur est caractérisée à la fois par une nécessaire délégation de la conception (fort investissement, tant financier que cognitif pour devenir un industriel du verre) et de forts enjeux en valeur pour le constructeur (en particulier le vitrage participe fortement à la ligne de la voiture).

Dans ces conditions, verriers et constructeurs font du codéveloppement (Garel 1998 ; Midler 2000) depuis près de quarante ans :

— le *périmètre* sur lequel les verriers travaillent est cohérent et bien défini : le pare-brise, les « ouvrants », les custodes et le toit ouvrant constituent à la fois des pièces toujours nécessaires pour un projet automobile et des ensembles à la fonctionnalité bien définie. Un des critères de performance majeurs est la capacité à atteindre les formes demandées par les stylistes du constructeur, formes souvent incompatibles avec les savoir-faire des verriers ;

— les verriers sont donc *impliqués très tôt dans la conception* : ils sont consultés dès les avant-projets. Lorsqu'ils sont retenus comme développeurs, ils participent ensuite au projet dès le contrat ;

— sur chaque pièce, le verrier a une *responsabilité qualité-côté-décali globale* et une importante marge de manœuvre pour atteindre le meilleur compromis.

9.1.1.1.2. Stabilisation de l'innovation autour d'un dominant design

Quels sont les objets conçus dans ce cadre ? La dynamique d'innovation sur les vitrages a suivi trois axes privilégiés au cours des dernières décennies : l'optique, la sécurité et la forme.

La question de la qualité optique du verre était ouverte tant qu'existaient en compétition plusieurs procédés de production de verre plat, ayant des propriétés optiques très différentes (verre à glace vs. verre à vitre). Avec le verre produit sur « float », une unique qualité optique s'est imposée dans le verre plat. Selon les spécialistes, cette qualité n'est d'ailleurs pas optimale (impuretés, hétérogénéités...). Elle ne suffit effectivement pas pour les produits spéciaux mais elle conviendrait depuis longtemps pour le verre automobile.

Sur la sécurité, les débats ont fait rage jusqu'au début des années 1980. Dès les années 1930, deux technologies étaient disponibles :

— la trempe (brevetée en 1929) : c'est un traitement thermique appliqué au verre qui permet qu'en cas de choc le verre se brise en tout petits fragments qui ne sont pas coupants ;

— le feuilletage : c'est un procédé qui consiste à réaliser un composé verre-plastique (deux feuilles de verre encapsulant une âme de plastique) de façon à augmenter la résistance : en cas de choc, la feuille de plastique absorbe une partie de l'énergie.

Les partisans de chacune de ces deux technologies se sont opposés à coups d'analyses biomédicales et d'avancées technologiques pendant plus de vingt ans. Mais l'obligation du port de la ceinture de sécurité à l'avant (en 1976 en RFA), empêchant que la tête des occupants heurte le pare-brise en cas d'accident, a sommé le glas du verre trempé pour le pare-brise. De ce fait un *dominant design* s'est établi (pare-brise feuilleté, ouvrants trempés). Il ne restait plus alors que la forme sur laquelle innover.

L'innovation est ainsi polarisée sur la capacité à réaliser des formes de plus en plus complexes pour répondre aux exigences du design. Les courbures sont devenues de plus en plus fortes (« bulles », « flash glazing », i.e. pare-brise dans le prolongement du toit) et les surfaces vitrées de plus en plus grandes.

Toutefois ce *dominant design*, qui s'établit sur les vitrages en tant que tels, laisse en particulier libre la question délicate de l'interface entre le verre et la carrosserie. Il n'est donc pas étonnant que celle-ci ait fait l'objet de plusieurs innovations, même dans un cadre de codéveloppement : chaque projet a eu à repenser cette interface imprécise. De nouveaux modes de fixation du verre sont apparus, le masquage par émailage de la transition verre-habillage intérieur-carrosserie s'est généralisé, l'ajout de joints extrudés directement sur le pare brise a permis de laisser apparents les bords du verre. La dynamique d'innovation se concentre donc sur un très petit nombre de paramètres, tandis que les autres dimensions d'innovation possible sont figées par un *fort dominant design* (Utterback 1994) (voir schéma ci-dessous).

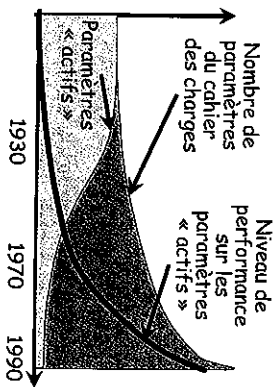


Figure 9.1. La stabilisation d'un dominant design

Cela ne signifie pas que le cahier des charges du produit se « réduise » réellement : comme pour tous les composants de la voiture, le cahier des charges augmente. Il y a de plus en plus de réglementations, de normes, de caractéristiques techniques, de tests et de standards à respecter. Mais ce qui est *discuté* entre constructeur et verrier est limité à la forme 3D, tous les autres paramètres étant acquis par « tacite reconduction ».

Le verre n'en reste pas moins une composante stratégique de la voiture. La focalisation sur la forme correspond à un enjeu majeur : au dire de certains stylistes le vitrage constitue 80 % de l'identité visuelle d'une voiture ; et si un problème survient pour la réalisation d'une forme demandée, la question peut très rapidement monter jusqu'au comité de direction du constructeur !

9.1.1.2. Des espaces fonctionnels difficiles à déplacer

Cette stabilisation fonctionnelle pourrait n'être que temporaire. De fait, de nombreuses pistes d'innovation sont évoquées à l'époque chez les verriers et chez les constructeurs. Mais l'innovation ne peut ni rediscuter les fonctionnalités du produit ni passer par des expertises nouvelles, étrangères au verre automobile.

Les innovations potentielles sur le verre rencontrent une première difficulté : elles supposent des évolutions sur la voiture elle-même. Ainsi un pare-brise chauffant sans fil (qui permettrait un désembuage et un dégivrage accélérés) nécessite une batterie 42 V au lieu de la batterie traditionnelle sous 12 V. Mais la fonction « chauffant sans fil » ne suffit pas à imposer le 42 V ; seule la somme des nouvelles exigences en termes d'électricité pourrait conduire à changer le système d'alimentation électrique de la voiture. Autrement dit, l'innovation n'est possible que si le constructeur consent des efforts de conception qui dépassent la traditionnelle « commande » de verre pour « boucher un trou de la carrosserie ».

En outre, la valeur de certaines évolutions sur le vitrage dépasse le strict cadre du vitrage lui-même : elle n'apparaît que si le constructeur automobile en tire parti sur d'autres organes. Ainsi, en diminuant l'échauffement de l'habitacle, les vitrages athermiques permettent de réduire la taille et donc l'encombrement des systèmes de conditionnement d'air. Avec des pare-brise chauffants, les architectes de la planche de bord ne sont plus contraints de faire passer les conduites d'air chaud permettant traditionnellement désembuage et dégivrage.

À l'époque, ces interactions nouvelles entre le vitrage et le reste du véhicule sont surtout perçues comme un risque : une innovation sur un vitrage ne met-elle pas en péril le véhicule lui-même ? Des effets de cet ordre ne sont pas impossibles : dans les années 1970 les premiers pare-brise chauffants avaient le défaut de se délaminer, la feuille plastique se dissociant du verre et n'assurant plus en cas de choc la

réflection des éclats. Qu'il se révèle qu'un pare-brise ne joue plus son rôle dans la sécurité des passagers et c'est tout le véhicule qui risque d'être discrédité.

Si l'innovation consiste à ajouter des propriétés nouvelles au produit, elle amène aussi à remettre en cause les spécifications les plus traditionnelles du vitrage. Elle peut pousser à réviser un test de durabilité, une tolérance géométrique, des constantes optiques... Or ces spécifications traditionnelles rassemblent des exigences disparates de concepteurs différents (design, sécurité, tolérances géométriques de caisse, essuyabilité, ergonomie de conduite, etc.). Elles constituent en fait un compromis fragile dont les raisons d'être ont été oubliées : modifier ce compromis c'est risquer d'ouvrir la boîte de Pandore.

9.1.1.3. Les obstacles à l'apparition de nouveaux métiers dans le verre automobile : des savoirs très pointus, toujours poussés à leurs limites

Faute de venir de nouvelles fonctions, l'innovation pourrait être amenée par de nouveaux métiers et de nouvelles technologies. D'ailleurs un effort constant sur l'outil industriel et une prodigieuse production de connaissances sont consentis pour tenir la compétition sur la forme. Malgré cela, peu de « nouvelles technologies » émergent. Comment l'expliquer ?

9.1.1.3.1. Un effort constant sur l'outil industriel

Doit-on incriminer la stabilité de l'outil industriel et les raisonnements liés à son amortissement ? Non, car dans le cas présent l'outil industriel est en évolution constante ! Mais cette dynamique ne débouche pas nécessairement sur une innovation intensive, bien au contraire. En effet elle est dictée par la question de la forme du verre. Les fours de trempe ou de bonbage sont devenus des dispositifs extrêmement sophistiqués, nécessitant des investissements importants et des expertises très pointues. Depuis les années 1970 les générations de four se succèdent régulièrement — tous les 6-7 ans. Chaque génération fait l'objet de raffinements multiples, tandis que tout nouveau vitrage sur un four connu suppose la conception de nouveaux outillages et une difficile mise au point.

Les efforts d'investissement ne sont donc pas des opportunités pour l'innovation en dehors du *dominant design* : les investissements successifs sont fortement liés les uns aux autres, laissant peu de place à des technologies explorant des espaces fonctionnels nouveaux.

9.1.1.3.2. Spécificité des connaissances dans le verre automobile

Est-ce alors le conservatisme de métiers stabilisés qui briderait l'adoption de nouvelles technologies ? Non plus : les métiers sont au contraire en constant progrès, repoussant sans cesse leurs propres limites. Mais paradoxalement, c'est la vitesse d'évolution de métiers et d'expertises spécifiques qui apparaissent comme des obstacles.

Ainsi le verre est un matériau très particulier : amorphe, sa structure ne correspond pas à la structure cristalline classique des métaux et constitue un champ particulier de la science des matériaux et de leur mise en forme. Les propriétés de déformation thermo-mécaniques du verre exigent ainsi des modèles de simulations spécifiques. Ses propriétés optiques constituent également une discipline séparée. Par conséquent toute connaissance, pour être mobilisée dans un contexte verrier, devra toujours être adaptée, ou « conditionnée » à des usages verriers. C'est le cas des fours, des systèmes de transport, de découpe, de validation, de test... Les technologies développées pour un matériau autre que le verre (traitements de surface, couches minces, mise en forme...) ne pourront donc pas être aisément transférées au verre.

Toutefois peut-être le verre automobile peut-il bénéficier de technologies développées pour le verre dans d'autres secteurs industriels ? Là encore la prudence s'impose tant, dans l'automobile, les exigences de qualité, de coût et d'usage sont spécifiques. C'est la raison pour laquelle les technologies de filtrage des rayonnements infrarouges développées dans le verre bâtiment ont dû être profondément retravaillées pour obtenir une propriété similaire pour le verre automobile.

En outre *la conception verrière automobile pousse régulièrement les connaissances à leurs limites* : la plupart des nouveaux vitrages posent des questions nouvelles. Ainsi les limites au formage du verre sont sans cesse repoussées. Ces connaissances sont d'une maîtrise délicate : un changement apparemment léger peut entraîner de profondes remises en cause et de nouvelles explorations. Cette instabilité et cette dynamique des métiers traditionnels compliquent d'autant plus l'introduction de nouvelles technologies.

Enfin *la connaissance est difficile à acquérir* : les procédés sont longs à mettre au point, ils supposent souvent de disposer d'une ligne pilote si possible à l'échelle 1. Les investissements sont rapidement très importants. Dans un domaine aussi complexe, un prototype ou une maquette ne suffisent pas : seule une application industrielle valide une solution ; mais les domaines de validité sont fragiles et instables, ils dépendent d'un nombre élevé de facteurs de contrôle, les confinements sont incertains et les plans d'expérience comprennent des variables souvent en forte interdépendance.

9.1.1.4. *L'absence d'acteurs chargés de l'innovation*

Les coûts de la production de connaissances et la stabilisation correspondante de l'identité des objets encadrent et orientent donc puissamment l'innovation. Le cadre apparaît d'autant plus stable qu'aucun acteur n'est en mesure de concevoir des propositions innovantes déplaçant le *dominant design*.

Du côté du constructeur automobile, la capacité de prescription a fortement diminué. L'interlocuteur du verrier est un « chargé d'affaires » connaissant un petit nombre de multiples paramètres de conception du produit. Certes son rôle pourrait consister à demander des fonctions nouvelles mais, pour toutes les raisons précédentes (difficile maîtrise des interactions avec le reste de la voiture, difficile maîtrise des risques sur le verre...), il est plutôt amené à reconduire les cahiers des charges. Il existe bien quelques experts qui, dans les services de recherche, travaillent sur des verres innovants ; mais ils sont souvent isolés du développement et des verriers eux-mêmes.

Du côté du verrier, les développeurs auraient certes pu chercher à intégrer au vitrage des fonctions déjà effectuées par d'autres acteurs (dégivrage, antipluie...) ou des fonctions nouvelles (filtrage des rayonnements solaires...). Mais ils se concentrent sur le cahier des charges donné. Ils n'explorent que les paramètres de conception permettant d'élargir l'espace des formes possibles et négligent les explorations de technologies nouvelles. Chez les verriers aussi la recherche explore des concepts innovants mais elle est souvent isolée du développement et du client constructeur.

La relation constructeur-verrier présente donc deux éléments caractéristiques :

- d'une part la rencontre répétée et optimisée d'une « offre » et d'une « demande » : la « demande » d'une fonctionnalité stable (la forme) rencontre l'« offre » de paramètres de conception permettant de réaliser la fonctionnalité. Ce sont les échanges au niveau des développeurs ;
- d'autre part une « demande » de fonctionnalités nouvelles qui ne rencontre jamais une « offre » de paramètres de conception. Ce sont les explorations menées par les chercheurs. Les chercheurs du constructeur conçoivent une demande de nouvelles fonctions qui reste non exprimée ; et les chercheurs du fournisseur échafaudent de nouveaux moyens qui ne sont pas mobilisés.

Comment faire en sorte que se rencontrent cette « offre » et cette « demande » latentes ? La question est loin d'être simple car il ne s'agit pas seulement de faciliter l'échange entre chercheurs mais bien d'intégrer les innovations à l'architecture générale du véhicule et du vitrage, alors que tous deux sont pris dans les dynamiques de la conception systématique.

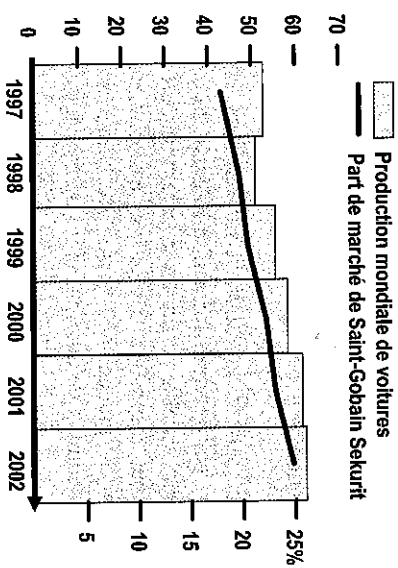
9.1.2. *Début 2001, Sekurit est en mesure de soutenir une compétition par l'innovation intensive*

La compétition sur un *dominant design* conduit donc non seulement à stabiliser l'identité des objets mais aussi à rendre particulièrement difficile l'exploration de fonctions nouvelles ou l'apparition de nouveaux métiers, comme si c'était la

dynamique même de la conception systématique qui en faisait la stabilité. Dans ces conditions, au milieu des années 1990, qui aurait prédit que la compétition pourrait changer de nature, devenir une compétition par l'innovation intensive ? Qui aurait prédit qu'un tel changement se produirait en quelques années ? Qui, enfin, aurait parié que Sekurit Saint-Gobain pourrait être l'acteur majeur de cette transformation ?

Pourtant, dès 2001, plusieurs symptômes ne trompent pas.

Premier symptôme : la croissance. L'industrie du verre automobile se caractérisait par une forme de stabilité des parts de marché, la concurrence sévère s'accompagnant d'ailleurs d'une forme d'oligopole. A partir des années 1995, la part de marché de Sekurit Saint-Gobain augmente avec une surprenante régularité (un point par an entre 1997 et 2002). Dans une industrie automobile où la croissance reste faible, le chiffre d'affaires de Sekurit Saint-Gobain va augmenter régulièrement, selon un rythme de croissance à près de deux chiffres !



Source : www.saint-gobain.com

Figure 9.2. La croissance de Sekurit Saint-Gobain

Second symptôme : la transformation du vitrage en un produit multifonctionnel. Observons quelques produits de Sekurit en 2002 : on trouve toujours des vitrages « plus grands et plus complexes », tels que le pare-brise panoramique de l'espace ou les toits ouvrants panoramiques. On trouve aussi des pare-brise diaphanes, des pare-brise anti-bruits, des vitrages munis de capteurs de pluie et de lumière, des toits électrochromes (dont la transparence est commandable) voire des vitrages qui sont en fait des modules en plastique ! Deux ans plus tard des gammes fonctionnelles complètes sont apparues : Sekurit ne vend plus des vitrages mais des fonctions

supportées par le verre, telles que « thermocontrol® » (solutions pour le confort thermique), « globalprotect® » (solutions autour de la sécurité et l'anti-intrusion), « icontrol® » (solutions autour du dégivrage et désembuage), « aquacontrol® » (solution autour de la vision par temps de pluie : capteurs, couches hydrophobes ou hydrophiles...), « tenaffit® » (solutions pour réception par antennes)... Ainsi, contre toute attente, l'espace fonctionnel s'est considérablement ouvert.

Troisième symptôme : la transformation des métiers. En 2002, Sekurit Saint-Gobain maîtrise des technologies de dépôt de couches minces nanométriques par plasma à haute énergie sous ultravide. Il s'agit de technologies utilisées dans la micro-électronique... mais qui ont dû être développées pour obtenir des couches sans défauts, non plus sur quelques cm² mais sur plusieurs m², des couches capables de résister à des découpes, des lavages, ou des cycles thermiques sévères. Les usines de Sekurit-Saint-Gobain deviennent des salles blanches, garantissant un air sans particule pour des produits et des process high-tech.

9.2. Piloter la mutation de la R&D à la RID

Que s'est-il passé ? Comment expliquer un tel changement ? Comment se traduit-il dans l'organisation de la conception chez Sekurit ?

Commencant par une mise en question de la recherche, la métamorphose s'est progressivement traduite par une transformation radicale du centre de recherche en un centre d'innovation, capable d'impulser une stratégie de croissance par l'innovation répétée. Nous disposons là d'un cas exceptionnel de mutation de la R&D à la RID dans la grande entreprise. Revenons sur les étapes de la transformation pour en déduire quelques principes de pilotage de cette mutation.

9.2.1. Méthodologie

Un certain nombre de thèses sont souvent évoquées pour expliquer des transformations radicales de l'organisation : un changement d'environnement provoquerait une « adaptation » (Porter 1980), les technologies se seraient naturellement transformées (Hannan and Freeman 1989), la firme aurait bénéficié de l'arrivée d'un leader charismatique ou d'un entrepreneur providentiel (Peters and Waterman 1982), ou les routines de l'organisation auraient changé par un processus de mutation-sélection (Nelson and Winter 1982). Mais peut-on se satisfaire de ces explications ? Bien sûr, dans le cas de Sekurit, les entrepreneurs du changement étaient certainement talentueux ; ils ont su tirer parti d'un moment où technologies

et produits étaient en pleine évolution, tandis que les formes de la compétition changeaient. Tout cela est juste.

Mais dans une perspective gestionnaire, ces explications constituent des moyens d'action limités. Les hommes providentiels ne sont pas toujours disponibles et il peut être long et douloureux de les attendre : combien de faillites à la Moulinex avant l'entrepreneur-concepteur ? A supposer même qu'on les trouve, les hommes providentiels peuvent être isolés et incompris. D'une certaine façon le directeur du centre de recherche que nous rencontrerons dans les pages suivantes a aussi eu besoin de faire comprendre la dynamique qu'il suivait, d'expliquer ce qu'il gérait, la façon dont il raisonnait sur les objets et les objectifs poursuivis. Au-delà de l'entrepreneur providentiel et des facteurs externes favorables, peut-on alors dégager un modèle d'action ?

Ceci soulève une question méthodologique importante : comment « décrire » la mutation ? Quelle grille de lecture adopter, sur quelles dimensions s'arrêter ? Comme dans le cas Tefal on pourrait montrer qu'une grille sur les « technologies », le leadership ou la transformation des structures organisationnelles traditionnelles, ne constitue pas un modèle consistant. En effet certaines propositions sont à la fois vraies et fausses en fonction de conditions externes mal contrôlées : ainsi « le leader charismatique joue un rôle décisif », est une proposition qui n'est vraie que dans certaines phases et sur certains objets... mais lesquels ? Si l'identité des objets était stabilisée il serait évidemment possible de répondre à cette question (voir rôle du leader charismatique dans les processus de décision). De fait compétences, techniques, organisation ou leader, etc. sont des notions claires lorsqu'il existe une identité des objets qui peut servir de soubassement, de grammaire commune. Mais que fait un leader charismatique sans concepts produits et sans alternatives techniques ? Dans notre cas, compétences, organisations, processus et même leaders émergent au fur et à mesure que s'étend l'activité, selon les compétences, organisations, processus et leaders qui ont émergé précédemment ! Il nous faut donc un formalisme qui rende compte de ce métabolisme.

Nous décrivons les transformations en nous appuyant sur les notions élaborées jusqu'à présent. Le principe essentiel consiste à suivre la dynamique conjointe des compétences et des produits. Nous savons en outre que la frontière entre conception systématique et conception innovante passe par l'identité des objets. Nous avons vu (chapitre 8) que cette identité pouvait être stabilisée dans des langages de haut niveau donnés (fonctionnel, conceptuel, embodiment), s'appuyant sur des connaissances disciplinaires bien répertoriées. A l'inverse, en situation d'instabilité, il n'existe plus de « référentiels » pour les produits et les compétences. On trouve plutôt des champs d'innovation couplant des espaces de valeurs et des compétences en élaboration. Dans les deux cas, il est *moins important de suivre les « produits » singuliers que les concepts sous-jacents*, qu'il s'agisse d'une identité stabilisée ou

d'une aire de valeurs ; de même il ne suffit pas de suivre les connaissances disciplinaires mais il faut également rendre compte des métiers et compétences en émergence. Nous suivrons donc les transformations sur deux espaces : d'une part celui des concepts (espace C) et d'autre part celui des connaissances (K).

Nous utilisons en fait ici une forme simplifiée d'un formalisme du raisonnement de conception, la théorie C-K, développée par Hatchuel et Weil (Hatchuel 1996b ; Hatchuel et Weil 2003). A ce stade nous n'avons pas besoin de présenter le formalisme complet. Nous y reviendrons dans le chapitre 10.

9.2.2. Les étapes de la transformation

9.2.2.1. La recherche dispersée et isolée

Dans un premier temps, au milieu des années 1990, le centre de recherche de Sekurit Saint-Gobain occupe la place difficile de la recherche dans un régime de codéveloppement : le centre est isolé des autres départements de l'entreprise et notamment du développement de produits. Il est structuré par grandes disciplines scientifiques (chimie organique et inorganique, physique...).

L'organisation se lit donc essentiellement dans l'espace des connaissances : au sein de ces départements, des chercheurs travaillent sur des questions ponctuelles s'inscrivant au sein des disciplines concernées. Les questions peuvent être nées de l'imagination des chercheurs ou des problèmes rencontrés sur les lignes production existantes.

Les sujets traités à l'époque concernent des défauts récurrents sur le verre, la certification des nouveaux plastiques intermédiaires, la mise au point d'une technique de mesure des contraintes de bord par laser... Un chercheur peut travailler sur cinq ou six questions en même temps. Le rôle du directeur consiste à s'assurer que les ressources nécessaires sont disponibles et que les questions à traiter le sont en temps et en heure.

Du côté des concepts produits remarquons que les questions traitées sont très « concrètes », i.e. les intitulés de « problèmes » sont des phrases très longues et très variées (un défaut sur la ligne XXX comportant les machines x, y, z, pour le pare-brise aaa, avec les paramètres a, b, c...). Ce ne sont pas des concepts abstraits comme nous le verrons plus loin.

Traitant ainsi de nombreuses questions très pointues, la recherche apparaît dispersée.

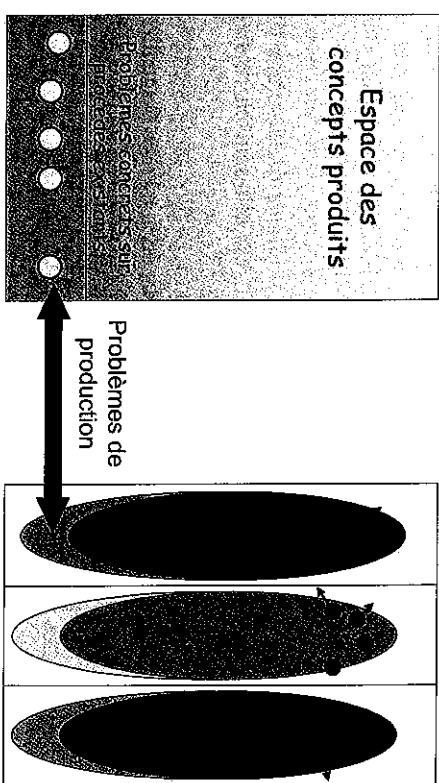


Figure 9.3. Etape initiale, la recherche dispersée

9.2.2.2. La recherche orientée : l'organisation par projets

9.2.2.2.1. Une organisation par projets

Cet équilibre bascule lorsque le centre de recherche est sollicité pour développer dans l'urgence un produit tout nouveau : le pare-brise athermique. Un vitrage classique laisse passer le rayonnement solaire infrarouge proche mais piège la réémission dans l'infrarouge lointain, provoquant ainsi un échauffement de l'habitacle. Le pare-brise athermique a pour fonction de réfléchir le rayonnement infrarouge proche tout en restant bien entendu transparent dans le visible. Il ralentit d'autant l'échauffement.

Le constructeur Renault demande à Saint-Gobain de lui faire une offre sur un produit de ce type, alors presque inexistant sur le marché. Cette demande est d'abord prise pour un caprice sans conséquences. Sekurit n'y prête qu'une attention distraite, annonçant qu'un tel produit pourrait être disponible dans cinq ou six ans. Mais le constructeur menace bientôt d'avoir recours massivement à la concurrence, qui se prétend en mesure de répondre immédiatement !

Or le pare-brise athermique n'est précisément pas dans le cadre du codéveloppement traditionnel : il ne s'agit pas seulement d'avoir un verre de forme sophistiquée au meilleur prix, il s'agit ici d'apporter une fonctionnalité tout à fait originale, grâce à une technologie nouvelle (des systèmes de couches minces interférentielles), quitte à doubler le coût du produit ! Les développeurs de Sekurit ne sont pas prêts. Comme souvent on se retourne vers la recherche : les couches

minces ne sont-elles pas une des technologies que les chercheurs ont étudiées ? Aussi le projet de développement de nouveaux vitrages mobilise-t-il brutalement les ressources du centre. Plusieurs disciplines sont concernées : outre la physique des couches minces, sont sollicités aussi l'analyse optique, la chimie des polymères, les procédés de laminage... Une véritable équipe transdisciplinaire est mise en place et il apparaît une forme de gestion de projet.

Sans décrire ici toutes les étapes du travail, il faut souligner que le projet est un succès. Au bout de quelques mois les concepteurs de Sekurit sont en mesure de proposer une solution fiable au constructeur !

Ce projet se révèle n'être que le signe avant-coureur de nouvelles demandes des clients. Très vite le directeur du centre réorganise le travail autour d'un petit nombre de projets, presque tous liés à des demandes clients. Les frontières entre département deviennent moins nettes : l'organisation se centre sur les projets.

Il se met en place une organisation originale. Symptôme important : contrairement à la situation précédente, l'organisation n'est plus seulement lisible du point de vue des connaissances : elle dépend des concepts produits. Mais ces concepts sont encore des phrases assez longues : il s'agit par exemple de concevoir le pare-brise athermique de la Renault Laguna.

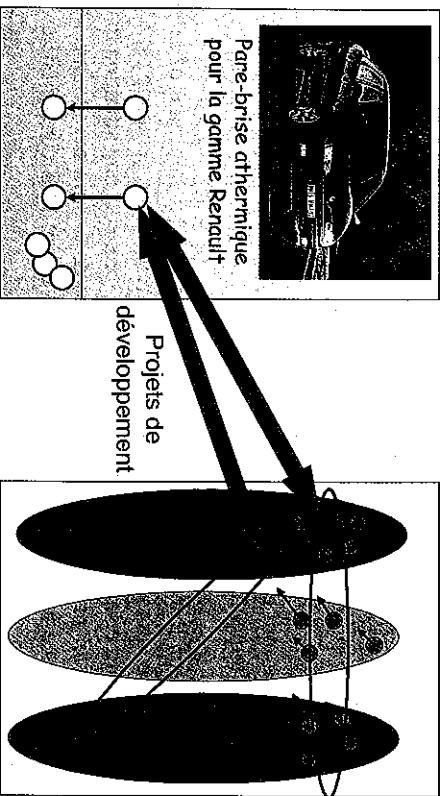


Figure 9.4. Etape 1, la recherche orientée

9.2.2.2. Un pilotage par les concepts

Quels sont les ressorts de la transformation d'une recherche dispersée en une recherche organisée par projets ? Des facteurs externes sont indéniables : c'est la volonté du constructeur d'innover sur une pièce un peu délaissée du véhicule qui a provoqué un premier besoin d'innovation en dehors du *dominant design* chez Sekurit. Toutefois Sekurit a aussi su en tirer les conséquences en redéfinissant en profondeur le portefeuille des concepts de la recherche, resserré autour d'un petit nombre de projets directement utiles pour des vitrages à développer. Aux nombreux petits projets d'exploration de connaissance succède un petit nombre de projets de développement de nouveaux produits. Des chercheurs ont ainsi basculé de « projets de recherche personnels » à des projets portant sur des applications directes sur des produits.

Comment ces transformations se sont-elles déroulées ? On ne peut qu'être surpris par la facilité avec laquelle des évolutions radicales du portefeuille de projet ont été acceptées. Il n'y a eu ni grande révolution organisationnelle, ni grands mots d'ordre mobilisateurs, ni changement de personnes. Comment expliquer une telle évolution ? Quelle a été la nature du pilotage permettant une transformation aussi profonde sans heurts ?

Les évolutions chez le constructeur : quelles connaissances pour être en mesure d'imposer une logique de conception innovante ?

On peut se demander comment un constructeur en vient à demander une fonction innovante telle que l'athermicité, alors même que nous avons montré dans la partie précédente tous les obstacles à une demande fonctionnelle innovante.

La demande du constructeur a longtemps été difficile à interpréter chez Saint-Gobain. Ce n'est pas le pare-brise athermique en tant que tel qui surprend Sekurit Saint-Gobain : la recherche avait déjà exploré les différentes technologies disponibles pour conférer à un pare-brise des propriétés de filtre thermique. Mais elles avaient amené les concepteurs à conclure que les opportunités de marché étaient faibles. Tout en investissant dans une des technologies, ils n'imaginaient qu'un lent décollage à partir des modèles haut de gamme. Or c'est précisément cette représentation de la valeur du produit qui est battue en brèche par Renault : qu'un constructeur généraliste parie sur le pare-brise athermique a pris Saint-Gobain au dépourvu. Il a d'ailleurs fallu plusieurs mois avant que la démarche de Renault soit prise au sérieux et, plusieurs années après, l'incompréhension restait générale autour de ce qui continuait d'apparaître comme un caprice incompréhensible.

Pourtant, vu du côté de Renault, le pare-brise athermique n'est pas une lubie inexplicable. Il est au contraire le résultat d'un long processus de maturation. Pour formuler le concept de « pare-brise filtrant pour tous » il a fallu bien plus qu'une vision d'entrepreneur audacieux. Pendant plusieurs mois des équipes de concepteurs ont retravaillé le concept de verre automobile. Elles se sont tout d'abord réapproprié les cahiers des charges et les fondamentaux du verre automobile, permettant ainsi des progrès importants sur la qualité des vitrages. Dès ce moment-là les interactions avec les verriers ont pu s'intensifier : pour comprendre les défauts des vitrages, il fallait aussi comprendre les processus de fabrication, leurs avantages et leurs inconvénients.

Peu à peu les concepteurs vont être en mesure de renouveler les analyses fonctionnelles, d'étudier de nouvelles technologies, de reconstruire les modèles de coûts, de réouvrir des espaces de valeur pour le client et de réinventer les messages-clients qui les accompagnent...

Ce travail de fond va permettre de porter à maturité un concept comme le vitrage athermique pour tous. Le travail sur la valeur permet de rendre acceptable un coût du vitrage bien supérieur, tandis que les connaissances techniques et commerciales permettent d'envisager une extension à l'ensemble de la gamme, la commercialisation étant supportée par une stratégie de communication en concession astucieuse (un petit démonstrateur permet à l'acheteur de comparer l'échauffement derrière un vitrage réfléchissant et derrière un vitrage normal). Cette stratégie permet d'abaisser les coûts et de saturer les capacités de production des fournisseurs assurant ainsi un monopole de fait de plusieurs mois. Cette stratégie sur la valeur est complétée par une stratégie « technologique » : le constructeur lui-même étudie les différentes technologies pour produire des couches athermiques et est ainsi en mesure d'écrire un cahier des charges crédible et de démarcher les fournisseurs sur ces alternatives technologiques. Il faut ajouter que ce travail est mené à terme sur le vitrage athermique mais concerne d'autres concepts intéressants sur le vitrage.

Les évolutions de Renault sont donc liées à un travail profond sur les connaissances et les concepts. C'est un raisonnement long et rigoureux qui a permis d'initier des changements radicaux dans une relation de codéveloppement vieille de quarante ans. Un travail similaire va être mené peu à peu chez le verrier.

On trouve chez Sekurit Saint-Gobain un travail très original centré sur les concepts. Il constitue une rupture dans le pilotage de la recherche. A l'époque précédente le pilotage se faisait par les ressources : l'objectif essentiel était de procurer aux chercheurs de bonnes conditions de travail en limitant les coûts. Les concepts qui pilotaient la recherche étaient peu discutés. Faute de pouvoir arbitrer entre les différents projets, la direction du groupe se contentait de reconduire le budget du centre en affectant une somme égale à chaque projet. La phase d'innovation ponctuelle inaugure un pilotage par les concepts : des concepts produits clairement identifiés sont à la base des projets et il n'est pas rare que les budgets se négocient en cours d'année en fonction des enjeux associés. Certains projets identifiés comme stratégiques ont pu ainsi démarrer alors même qu'ils n'étaient pas budgétés initialement. C'est réellement une révolution dans le mode de gestion du centre.

Cette transformation a initialement moins d'ampleur que chez le constructeur : elle ne conduit pas à une redéfinition des métiers, des connaissances... Il semble que l'enjeu soit même d'éviter de produire de la connaissance nouvelle.

Examinons le cas du pare-brise athermique : comment expliquer un succès dans un temps aussi bref, là où avaient été annoncées plusieurs années de recherche ? Tout simplement parce que la technologie développée pour le court terme n'est pas celle du long terme ! Le problème du vitrage athermique est le suivant : il faut réussir à insérer dans le vitrage une couche mince de quelques centaines de nanomètres ayant des propriétés interférentielles (réflexion dans l'infrarouge proche et transparence dans le visible). Il est tout à fait admis qu'il est impossible de développer en quelques mois un système de couches minces interférentielles, sur verre, validé pour de fortes cadences. Ceci précisément pour les raisons invoquées dans la section précédente (9.1) : certes les systèmes de couches interférentiels sont connus ; certes certains systèmes de couches ont été développés pour le verre bâtiment ; mais rien n'existe à grande échelle pour le verre. Il faut bâtir une toute nouvelle compétence et le temps manque.

Mais s'il est impossible de développer une couche mince, sur verre, validée pour les fortes cadences, il reste, conceptuellement, d'autres voies (voir une schématisation de ces alternatives plus loin dans ce chapitre, figure 9.5 sur la gestion de la lignée athermique). La solution a en fait consisté à ne pas déposer la couche sur verre mais à acheter une couche toute faite déposée sur un mince film plastique ! Sekurit Saint-Gobain découvre un fournisseur de feuilles plastiques PET recouvertes d'une couche interférentielle ayant les propriétés recherchées (initialement développées pour le bâtiment). Il reste alors à valider la couche et à développer un système permettant d'insérer la feuille plastique supplémentaire dans le sandwich du verre feuilleté. Or ces développements peuvent cette fois s'appuyer sur des savoir-faire Sekurit concernant la certification des systèmes optiques et les interactions plastique-verre.

Les couches minces sur PET relèvent donc d'une stratégie de conception spécifique. Si les travaux de Renault commencent par une « analyse fonctionnelle » circonstanciée et des explorations de technologies et de valeurs d'usage nouvelles, chez Sekurit Saint-Gobain au contraire la réorientation commence uniquement à partir de quelques concepts dont la valeur ne fait aucun doute : il est urgent de les développer pour rester dans la compétition ! L'exploration de ces concepts est guidée par un impératif : ne pas nécessiter de longues explorations de connaissances. Ils ne mobilisent que des connaissances existantes ou des métiers qui sont en mesure de les produire rapidement et à moindre coût. *Cette exigence de stabilité dans les connaissances est exemplaire d'une démarche de maximisation des rentes d'apprentissage mais elle contraint fortement les explorations conceptuelles.* C'est pourquoi, dans les premières étapes du processus, seul un petit nombre de concepts est identifié et le portefeuille de produits innovants en cours de conception reste modeste.

Ce travail d'identification des concepts semble être la clé d'une transformation réussie. Comment se déroule-t-il ? Si les équipes mises en place par Renault pour faire un travail similaire sont très structurées (voir encadré ci-dessus), chez Sekurit il s'agit encore d'un travail relativement solitaire du directeur du centre de recherche. Mais ce travail n'est pas fait *in abstracto* : si le raisonnement est solitaire, il est alimenté par des connaissances venues d'horizons variés. Ainsi le directeur prend des contacts, bénéficie de ses relations régulières avec les constructeurs ou avec les responsables marketing du groupe. De même son travail se nourrit des connaissances qu'il a accumulées sur le verre et sur l'automobile ainsi que des compétences mises en œuvre dans le centre de recherche. Il n'est pas rare qu'il suggère à ses chercheurs quelques petites analyses ou quelques prototypes qui permettraient d'explorer un peu plus avant certains concepts encore flous.

Loin de l'intuition géniale et définitive, le pilotage par les concepts est en fait le résultat d'un travail permanent de formulation et d'élaboration de concepts. Ces concepts doivent être suffisamment mûrs pour l'action mais ils mûrissent aussi grâce à l'invention de nouveaux modes de pilotage.

La bonne « acception du changement » au sein du centre de recherche de Sekurit peut ainsi être expliquée : si la rupture paraît forte dans le nombre et les intitulés des projets, en revanche les connaissances mobilisées correspondent aux expertises maîtrisées par les chercheurs. *Le bouleversement apparent conserve en fait une continuité essentielle : celle des apprentissages.* Cette capacité à avoir su changer les concepts produits tout en maintenant une continuité dans les trajectoires d'apprentissage est aussi à porter au crédit du directeur du centre.

9.2.2.3. L'émergence d'un embryon de fonction I

Dès cette première étape, le centre de recherche est sorti d'une logique R ou D. Analysons cette transformation dans la grille de lecture de la fonction I (voir chapitre 8) :

- concernant les raisonnements : l'émergence de nouvelles fonctions correspond à une déstabilisation de l'identité des objets. Une forme de coévolution des compétences et des produits se fait jour puisque les nouvelles fonctions sont réalisées avec les compétences existantes ;
- concernant la performance, il s'agit surtout d'une stratégie de réaction : pour résister à la pression des demandes d'innovation, il s'agit de réutiliser les connaissances produites (en excès ou non) par le passé pour explorer les nouveaux concepts demandés par les clients ;

- concernant les objets gérés, il s'agit à peine d'embryons de champs d'innovation : ce sont plutôt des projets singuliers ; certes plusieurs technologies sont rapidement listées autour d'un champ d'innovation comme l'athermique, mais l'exploration est fortement contrainte par la volonté de limiter les explorations en connaissances. Seule une technologie est favorisée :

- concernant l'organisation, une forme de fonction I émerge : elle est assurée par le directeur du centre ! C'est lui qui définit les programmes de développement dans lesquels ses chercheurs sont impliqués. C'est aussi lui qui pilote les quelques projets de recherche qui restent au sein du centre.

D'une certaine façon l'histoire aurait pu s'arrêter là : le centre s'est adapté à une nouvelle forme de compétition et il est maintenant capable de réagir vite à des demandes parfois inattendues des clients.

9.2.2.3. L'innovation répétée : l'organisation par lignes

9.2.2.3.1. La gestion par lignes

Pourtant l'histoire ne s'arrête pas là. Le contexte industriel évolue rapidement. Une fois ouverte la voie de l'innovation sur le pare-brise, de nombreux constructeurs veulent eux aussi se différencier. Très vite émergent de nombreux projets : connectique de plus en plus sophistiquée (dès la fin des années 1990 il fallait connecter sept antennes pour une simple custode de BMW), pare-brise chauffants, nouveaux capteurs (pluie, lumière...), couches hydrophobes... Les projets se multiplient, tous tirés par des demandes clients urgentes. En outre, les fonctionnalités augmentent peu à peu et la combinatoire devient rapidement difficile. Une telle évolution est-elle soutenable ? Ne risque-t-on pas de voir les équipes s'épuiser ? Et même : quels sont l'efficacité et le rendement de ces processus de gestion de projet ?

L'analyse de quelques projets montre que leur succès individuel ne dépend pas tant du leader du projet que de la succession des projets précédents ; et que le travail

de conception réalisé sur ce projet conditionne aussi les trajectoires ultérieures. Autrement dit les projets en portefeuille ne sont pas indépendants. Comment en tenir compte dans la gestion du portefeuille ? Comment, par exemple, tenir compte du fait que le premier athermique de forme simple, et son énième avatar multifonctionnel (de forme complexe, incluant une bande filtrante et une antenne) relèvent de logiques différentes ?

Pour réutiliser au mieux les connaissances produites de projet en projet, l'organisation se structure alors peu à peu en *lignées*. Notamment apparaissent des lignes telles que l'athermique ou la connectique. Qu'est-ce qu'une ligne ? Formellement (voir Modèle Tefal), une ligne est définie :

- par un concept directeur assez abstrait : on ne conçoit plus seulement « le pare-brise athermique de la Laguna » mais plutôt « l'athermique » et ses différentes spécifications fonctionnelles. La progression sur cette dimension consiste à explorer l'espace fonctionnel ouvert : niveaux de performance du filtre anti-solaire, athermicité et formes de plus en plus complexes, athermicité et coloration, etc. ;
- par une base de connaissances associée au concept directeur, voire intimement liée (nouveau métier spécifique). La progression consiste à renforcer ces métiers. Dans le cas de l'athermicité, une connaissance-clé sera celle des couches minces interférentielles notamment bombables ;
- par un ensemble de projets qui sont autant d'occasions d'apprentissages, d'espaces de mises à l'épreuve et d'occasions de profits.

Ce que la gestion de lignée n'est pas ; ce qu'elle est

- Gérer en lignée ce n'est pas seulement :
- « nommer quelque'un » : encore faut-il décrire la mission ! La gestion par lignée suppose des raisonnements de stratégie de conception innovante ;
 - un projet s'appuyant sur des métiers connus : les technologies ne sont pas données au départ et le responsable de lignée gère plusieurs projets, dont certains visent précisément des apprentissages originaux (création de nouveaux métiers) ;
 - un « nouveau métier » pour une fonction connue : il ne s'agit pas non plus de développer une nouvelle technologie pour un espace de performance bien identifié ; la différenciation fonctionnelle est au contraire un enjeu de l'exploration ;
 - un portefeuille de projets : la lignée gère les interactions entre projets, reportant des contraintes et focalisant les apprentissages sur les espaces de conception pertinents.

Gérer en lignée c'est organiser un couple exploration fonctionnelle/technologie alors que ni l'une ni l'autre ne sont stabilisées. Si ce couple se stabilisait (ou si l'évolution était assez lente), on retrouverait un découpage traditionnel où spécifications fonctionnelles et paramètres de conception seraient stabilisés.

Mais la lignée est précisément une forme originale pour gérer les situations où les deux espaces sont en pleine expansion.

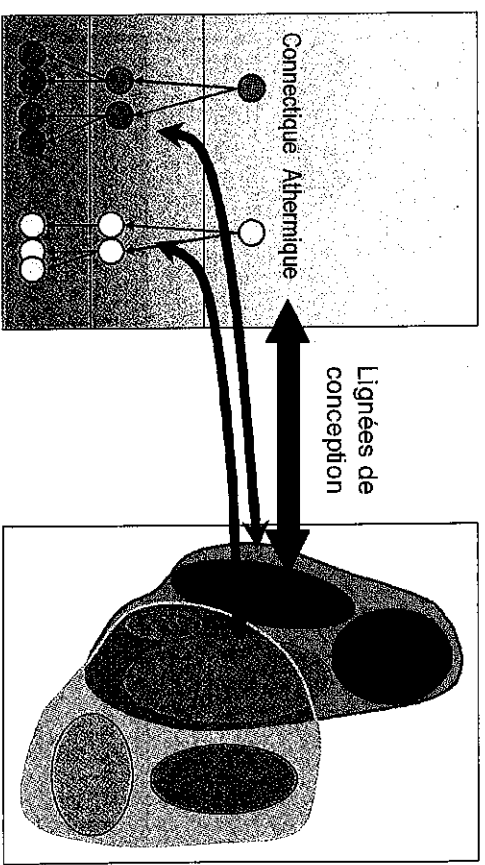


Figure 9.5. Etape 2, l'innovation répétée, organisée par lignes

En pratique comment ces lignes fonctionnent-elles ?

Dans une large mesure les premières « lignes » sont nées de la nomination d'un responsable de groupe responsable du développement d'une sorte de « nouveau business », avec pour ressources un petit portefeuille de projets, de moyens d'essais, de tests et de prototypes spécifiques, quelques experts au sein du laboratoire, des relations avec quelques clients externes et avec des interlocuteurs du marketing, et une bonne implantation dans des ateliers de production concernés par les fonctions et les technologies de la lignée.

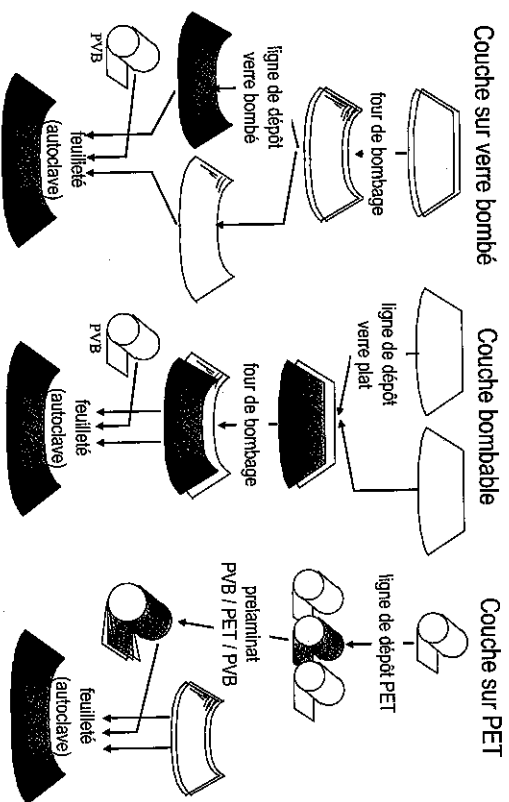


Figure 9.6. Les alternatives pour une couche mince dans un pare-brise

La gestion de la lignée athermique

Il existe en fait au moins trois voies pour une couche athermique (voir figure ci-dessus). La première consiste à déposer une couche mince sur un verre déjà bombé. C'est une technologie que Sekurit maîtrise depuis longtemps ! Mais elle ne permet à l'époque que de faire des petites séries. La seconde voie consiste à déposer la couche sur un verre plat puis à faire subir à ce verre plat les transformations traditionnelles (découpe, lavage, bombage, feuilleté) : cette technologie suppose de développer une couche bombable sur verre. La troisième voie consiste à utiliser un film porteur de la couche fonctionnelle, en insérant ce film entre deux feuilles de PVB puis à procéder au feuilletage de ce sandwich entre deux feuilles de verre inchangées ; le projet athermique pour Renault a suivi cette troisième voie.

Lorsque le projet athermique Renault s'achève (sur un succès reconnu dans toute l'entreprise), ces trois technologies cohabitent en fait au sein de Sekurit : l'usine qui fait des petites séries sur verre bombé continue de travailler – fournissant même des vitrages pour certains véhicules Renault de forme particulièrement complexe – ; la technologie PET envahit progressivement les usines européennes de Sekurit ; et le centre de recherche central (groupe) continue des essais de couches bombables sur

des échantillons de quelques centimètres carrés. La tentation est alors de parler sur une technologie, en mobilisant éventuellement des argumentaires technico-économiques classiques (coût, performance...). Mais comment utiliser des critères de coût alors que ces technologies sont à des stades de maturité très différents ? Comment dégager une supériorité fonctionnelle de l'une ou de l'autre alors que l'espace des fonctions est lui-même largement à découvrir ? Faut-il pour autant financer trois projets ?

La gestion par lignée va consister à organiser l'exploration des trois technologies de façon conjointe. Tout d'abord la lignée gère des types de projets différents :

- les projets de développement, pour lesquels il existe une demande client : on utilisera pour cela les technologies matures, PET ou couche sur verre bombé. La gestion relève du développement classique autant que possible (convergence, minimisation de la connaissance produite, arbitrage technico-économique au cas par cas – tel vitrage par PET, tel vitrage par couche sur verre bombé...);

- les projets d'exploration des variantes autour d'une technologie donnée : il s'agit de dessiner progressivement les frontières des possibles de chaque alternative. La toute jeune technologie PET est explorée afin de réaliser des formes de plus en plus complexes, d'intégrer des antennes ou de nouveaux types de PVB ; un projet exploratoire consiste même à essayer de s'approprier la technologie de dépôt de couche sur plastique – tant la valeur réside dans la couche... Des brevets sont déposés. Chacun de ces projets permet d'explorer de nouveaux espaces fonctionnels, de nouveaux espaces de valeurs et de nouveaux paramètres de conception ;

- les projets de conception de la nouvelle technologie couche bombable : ces projets consistent à la fois à explorer un potentiel valeur-compétence et à progressivement constituer un nouveau métier, celui des process avec couche bombable.

Ces projets relèvent de logiques d'exploration différentes fondées sur des concepts plus ou moins matures. L'intérêt de cette distinction est double :

- d'une part elle permet de caractériser des missions de nature différente pour les équipes projets ; les formes d'apprentissage sont ainsi soigneusement réparties entre projets et les apprentissages des uns bénéficient aux autres ;

— d'autre part elle permet de gérer la relation commerciale en situation d'innovation intensive, en répartissant les risques sur les différentes explorations : pour éviter de biaiser un concept exploratoire par des impératifs commerciaux, la gestion en lignée permet de proposer au client une offre satisfaisante, validée et immédiatement disponible (les concepts matures permettent aux concepts exploratoires d'éviter la pression du marché et de constituer progressivement les bases métier). A l'inverse, pour éviter de pousser trop loin une solution de développement — en prenant alors de gros risques, la gestion par portefeuille permet de gérer les risques sur un projet exploratoire (les concepts exploratoires évitent aux concepts matures d'assumer des paris innovants trop risqués : une demande client audacieuse peut alors se traiter comme un partenariat d'exploration et non pas comme du codéveloppement).

Ainsi s'élabore progressivement une différenciation des technologies : il s'agit moins d'une compétition que de la progressive exploration du potentiel de valeur de l'athernicité. Deux outils essentiels correspondent aux interdépendances précédentes : un outil de pilotage essentiel de la lignée est le tableau de valeurs de la lignée : en ordonnées sont progressivement recensées les caractéristiques de « l'espèce » athernique : ces caractéristiques sont communes en nature mais constituent un critère éventuel de différenciation. On trouve par exemple la constitution progressive de la fonction athernique (couleur, niveau de réflexion...), la liste des fonctions avec lesquelles la compatibilité est prouvée possible ou impossible (athernicité et antenne, et formes complexes, et chauffant...), ainsi que des critères de coût ou de process (flexibilité usine, flexibilité logistique...). Cet outil de cartographie progressive de la valeur se double d'un suivi régulier des investissements consentis et des revenus générés pour chacune des technologies. A nouveau il s'agit moins de comparer les technologies que d'assurer un équilibre d'ensemble de la lignée.

Après quelques années, la lignée athernique se caractérise ainsi par trois technologies nettement différenciées, le potentiel de valeur maximal étant lié à la technologie couche bombable dont la conception n'aurait certainement pas été aussi prudentielle sans l'étape intermédiaire de la couche sur PET. Pour l'ensemble de la lignée un langage fonctionnel et industriel riche a été élaboré. Il permet d'envisager une conception réglée efficace : cahier des charges types précis et détaillés, modèles conceptuels fiables, compétences robustes, capacité à explorer efficacement des alternatives et à converger rapidement sur un compromis QCD.

Gérer la lignée a alors consisté non seulement à mener à bien les projets mais aussi à encourager la création de nouvelles connaissances permettant d'accélérer l'ensemble des projets : abaques, procédures de tests, essais routinisés... Chaque lignée a peu à peu mis en place des formes de demi-produits²⁵ : constatant que les « technologies sur étagère » censées servir pour chaque développement de vitrage pour un véhicule spécifique sont toujours inadaptées aux particularités de chaque véhicule, les concepteurs ont plutôt développé des concepts génériques partiellement validés pour lesquels un certain nombre de degrés de liberté bien identifiés permettent l'adaptation aux spécificités de chaque nouveau développement. Dans le domaine de l'antisolaire par PET, les concepteurs figeront par exemple certains paramètres relevant de la couche elle-même (ces paramètres sont validés) mais pour chaque cas de développement ils adapteront certains paramètres propres au laminage ou au bombage.

Le rôle de la lignée n'est pas (seulement) d'utiliser les demi-produits. Il est de les concevoir. A terme la lignée peut même chercher à déléguer le développement aux concepteurs du BE en leur donnant les demi-produits adaptés et en centrant son activité sur la conception des demi-produits pertinents.

9.2.2.3.2. Le pilotage de la mutation : supporter les apprentissages

Que faut-il gérer pour passer en lignée ? Tout comme le passage à la gestion par projet, le passage à la gestion par lignée dépend d'un pilotage par les concepts. Il faut désigner les lignées jugées pertinentes et les doter des ressources nécessaires.

Concernant les connaissances, le passage au projet avait reposé sur une ministration des apprentissages. La lignée ne peut plus faire cette hypothèse puisqu'elle vise au contraire une véritable *embryologie des métiers*. Gérer le passage en lignée c'est donc supporter les apprentissages et la réutilisation de la connaissance. Favoriser ces apprentissages, c'est favoriser les processus suivants :

- assurer que les connaissances sont produites en lien avec des concepts identifiés ;
- assurer le transfert d'expertises en développement ou en production (les experts, souvent des transfuges de la recherche, disposent de connaissances de plus en plus formalisées et transmissibles) ;
- structurer les connaissances embryonnaires en métier. Les connaissances passent d'un stade « d'embryon » (de vagues souvenirs chez un concepteur imaginatif, des explorations superficielles sur Internet par un concepteur confronté à un problème nouveau...) à une structuration de plus en plus visible dans

25. Nous empruntons cette notion à Benoit Weil (Weil 1999). Le demi-produit est une forme de modèle génératif, au sens donné à ce terme au chapitre 8.

l'organisation (experts « dédiés », progressive constitution d'un métier en lien avec des questions récurrentes de développement et de production).

9.2.2.3. Une nouvelle fonction I

La gestion par lignée est une forme originale de fonction I :

— la coévolution des compétences et des produits s'est étendue : alors qu'en gestion par projet elle était très contrainte par la limitation de production de connaissances, l'expansion concerne maintenant aussi bien les connaissances que les concepts. Sans que l'identité des produits soit stabilisée, l'expansion conceptuelle reste toutefois guidée par une sorte de « fonction dominante », principe organisateur de la lignée : athermicité, connectique ;

— la performance consiste maintenant à répondre de façon soutenable à la demande des clients ;

— la gestion se fait par lignée : il s'agit d'une forme de champ d'innovation où les intitulés conceptuels et les bases de connaissances sont certes en forte expansion mais sont toutefois déjà largement structurés initialement. La lignée athermique peut être gérée comme telle parce qu'il existe déjà trois technologies bien identifiées, dont au moins deux ont atteint des niveaux de maturité permettant des développements efficaces ;

— l'organisation ne repose plus sur une seule personne : elle inclut aussi les pilotes de lignées qui ont chacun besoin de discuter avec le développement et de solliciter la recherche.

A nouveau, d'une certaine façon, l'histoire aurait pu s'arrêter là : le centre dispose alors d'une structure lui permettant de répondre de façon efficace et économique à des demandes d'innovation venues de ses clients. Il peut maintenant faire face à un régime d'innovation répétée.

9.2.2.4. L'innovation intensive : l'organisation pour la structuration des champs d'innovation

Toutefois l'organisation par lignées ne sera qu'une étape. Assez rapidement le directeur du centre commence à explorer de nouvelles possibilités d'organisation autour de deux questions : comment organiser la cohérence entre lignées ? Comment organiser la création de lignées nouvelles ? L'enjeu n'est plus seulement le caractère soutenable mais la capacité à organiser une croissance endogène par création de valeurs nouvelles.

Une troisième phase débute, au cours de laquelle le centre passe de l'innovation répétée à l'innovation intensive. L'innovation répétée s'appuyait sur une liste de fonctions ; l'innovation intensive cherche à anticiper sur les fonctionnalités

possibles. Comment raisonner à un niveau plus général que les lignées existantes, pour les articuler entre elles et ouvrir de nouveaux espaces à explorer ?

La difficulté commence sur les questions les plus simples : comment présenter l'activité du centre de recherche (à la direction de la branche ou du groupe) ? « Nous faisons des vitrages... ». Mais lesquels ? Quelles en sont les propriétés ? Très vite l'exercice de présentation de l'activité se transforme en un travail sur une théorie du vitrage ! Quelques années auparavant le vitrage pouvait être décrit comme un morceau de verre mis en forme pour boucher les trous de la carrosserie ; dans la gestion par lignée, il était devenu un support multifonction en verre, ce qui laissait en fait dans le flou la question des fonctions elles-mêmes. Une nouvelle proposition théorique est élaborée à cette époque : le vitrage automobile est une membrane isolante-communicante.

Cette formule recèle des concepts intéressants : une membrane est à la fois un milieu et une interface, reflétant la double caractéristique de verre, support matériel et seule pièce participant à la fois à l'intérieur et à l'extérieur du véhicule. Associer isolément et communication constitue un oxymore aisément déclinable : isoler des chocs, des intrusions, du regard, des ondes électromagnétiques ; communiquer les parfums, des informations pour l'aide à la conduite, etc.

La formule fonctionne donc comme un *générateur de concepts innovants*, de projets futurs. Elle n'explique pas pour autant la transformation. D'ailleurs quelque temps de réflexion suffirait à des néophytes à faire cette analyse, qui peut reposer sur des bases de connaissances limitées. Le progrès n'est pas tant dans l'énoncé que dans son insertion dans un fonctionnement collectif : il est généralement possible de tenir des raisonnements abstraits individuels, mais assez vite ces raisonnements se tarissent faute de connaissances pour les nourrir. Comment faire en sorte que ces concepts se traduisent peu à peu en produits innovants ?

Dans le cas de Sekurit, une formulation aussi abstraite n'aurait pas été utilisable quelques années auparavant ; mais les apprentissages récents permettent aux concepteurs de s'en saisir pour envisager des concepts originaux, s'appuyant sur des embryons de connaissances. Prenons quelques exemples de déclinaisons (simplistes !) : « isoler l'habitacle des regards extérieurs quand le véhicule est inoccupé » renvoie à des technologies électrochromes ou à des volets commandables ; « contribuer à la communication entre les passagers et le paysage » peut renvoyer à des vitres panoramiques, des toits ouvrants ou des fenêtres filtrantes laissant passer les parfums.

En outre, l'émergence d'un ensemble de pilotes de lignées aguerris permet une meilleure division du travail entre des concepts relevant de lignées en déclin et des concepts relevant plutôt de champs d'innovation embryonnaires. Un tel énoncé

devient alors un moyen de mettre en cohérence les différentes fonctionnalités existantes et permet d'en générer de nouvelles.

Les raisonnements sur la valeur dans l'exploration de champs d'innovation

Le travail sur des champs d'innovation oblige à mener des raisonnements sur la valeur : la gestion des lignes reposait sur une demande client presque identifiée, il s'agit maintenant de construire des offres innovantes, dont la valeur n'est perceptible que sur des périmètres dépassant largement le seul vitrage.

Ainsi la valeur d'un verre anti-reflet ne vient pas (ou pas seulement) du fait que le verre est plus esthétique mais elle tient essentiellement à ce que cette propriété lève un ensemble de contraintes sur la conception de l'habitacle et de la planche de bord : coloris plus clairs, suppression de la casquette empêchant des reflets du tableau de bord sur le pare-brise ou les vitres latérales...

Plus généralement, la valeur d'un vitrage peut tenir à sa capacité à rediscuter les périmètres traditionnels de trois façons :

- de quelle façon le vitrage peut-il devenir plus autonome et incorporer plusieurs des fonctions qui lui sont actuellement indispensables mais sont assurées par d'autres fournisseurs (essuie-glace, lave-glace, dégivrage...) ? Le confort thermique, par exemple, peut être acquis soit par la climatisation (et c'est un fournisseur de systèmes de conditionnement d'air qui est concerné) soit par un meilleur filtrage des rayonnements (et c'est alors le verrier qui est concerné) ;

- comment se prémunir contre des « attaques » venues de nouvelles technologies (écrans, casques de vision, rideaux, stores, etc.) ?

- comment concevoir et incorporer une plus grande valeur d'usage (aide au pilotage, thermique, style...) ? Cette valeur peut avoir été présente auparavant sous une autre forme dans le véhicule (c'est le cas des antennes, qui sont maintenant incorporées au verre mais ont longtemps été des appendices de la carrosserie) ou bien elle peut réellement être une nouvelle fonction. Le confort de vision par temps de pluie est obtenu grâce aux essuie-glaces mais une couche hydrophobe sur le verre pourrait également assurer une fonction semblable, étendue à tous les vitrages du véhicule.

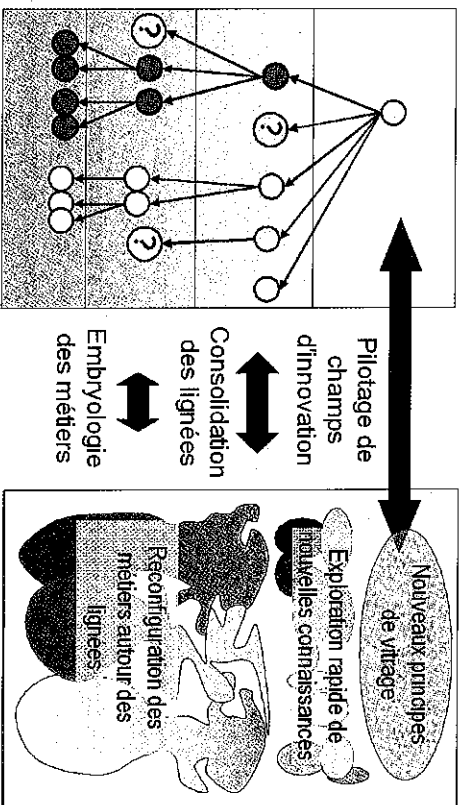


Figure 9.7. L'innovation intensive et la gestion de champs d'innovation

Gérer le déploiement de champs d'innovation va supposer des dispositifs organisationnels nouveaux. Le centre ne travaille plus seulement sur un ensemble de projets bien définis voire sur des lignes bien établies : le directeur du laboratoire lance aussi des explorations pour créer de nouvelles lignes de produits. Ces explorations de « champs d'innovation » à défricher peuvent prendre la forme de « mini-projets ». Ces derniers sont limités en temps et en ressources, conduisent des explorations rapides, favorisent des types d'essais et de prototypes exploratoires pour mettre en évidence des critères tueurs, développent des expertises nouvelles (électronique, théorie du signal, informatique, polymères électroluminescents...), en sollicitant les bons centres de recherche, les bons industriels, les PME innovantes...

Autre espace où les dispositifs organisationnels s'enrichissent : les interactions avec les constructeurs dans des phases très amont. Elles sont soigneusement préparées et rythmées par des « tech days ». A l'occasion de ces réunions, les plus hautes instances de la branche vitrage, les responsables du marketing et de la recherche Sekuri Saint-Gobain ainsi que des représentants des constructeurs échangent non plus sur les projets du portefeuille mais sur les champs d'innovation déjà en cours d'exploration afin de susciter des partenariats.

Comme le signale le directeur de la recherche : « Cela permet d'élaborer la stratégie relative à un objet qui n'existe pas encore, dont on n'a ni les spécifications ni les procédés de fabrication. » Comment mieux dire qu'on est entré dans un régime d'innovation intensive ?

On retrouve à ce stade les traits d'une fonction I :

- coévolution des compétences et des produits, avec une capacité à procéder à une double expansion sur les concepts les plus abstraits ;
- une logique de performance consistant à se placer dans une logique d'offre et de création de valeur ;
- des objets à varier de plus en plus variés : projets, lignes et champs d'innovation ;
- des organisations enrichies de nouveaux rôles : pilotes de lignes, pilotes de champs d'innovation...

9.3. Conclusion : un exemple pionnier ?

Pour souligner les points importants, répondons à quelques questions classiques sur le cas Saint-Gobain Sekurit.

L'innovation est-elle une « crise » passagère ?

La compréhension du modèle RID et de ses principes de genèse nous permet de revenir maintenant sur la question de sa pérennité. On peut en effet se demander si les évolutions de Sekurit Saint Gobain sont une réponse temporaire à une vague d'innovation passagère : une fois la vague d'innovation passée, reviendra-t-on au « régime permanent » du codéveloppement ? Sans pouvoir donner de réponse définitive, nous avons toutefois décrit des organisations qui ne relèvent ni du simple accident ni d'une fragile réponse *ad hoc* mais au contraire d'une structuration robuste et spécifique.

La transformation est-elle le fait d'un seul homme, le directeur du centre ?

Dans le cas de Sekurit, la transformation a priori délicate de la R&D traditionnelle à une RID originale a été largement pilotée par un acteur unique qui a *peu à peu organisé un collectif*. Dans la dernière phase, ce collectif en est venu à « déborder » les frontières de l'ancien laboratoire. Ainsi les tech days sont-ils une façon de susciter un « marketing concepteur innovant ». Autre aspect important du pilotage : le directeur du centre a dû expliciter en permanence ses propres logiques de pilotage auprès des dirigeants de l'entreprise.

La taille de l'organisation, la nature des produits et des expertises ont certainement rendu possible un pilotage en grande partie individuel. On peut se demander comment conduire la mutation quand la dimension collective impose de partager d'emblée les raisonnements de conception innovante.

Que devient la recherche dans une telle organisation ?

A la fin des années 1990, R et D sont dans une situation délicate : la Recherche est accusée de ne pas avoir préparé l'avenir et le Développement est incapable de répondre aux demandes du client.

La transformation du laboratoire en centre d'innovation n'a pas conduit à la disparition de R et de D. Il existe toujours un service de recherche central et il existe toujours des équipes de développement.

L'émergence du laboratoire d'innovation a considérablement modifié les rapports à R et à D, dans le sens d'une grande pacification. Il prescrit maintenant l'activité du centre de recherche : la valeur des programmes de recherche peut maintenant être argumentée ; il prépare le passage au développement en élaborant les langages et les outils de la conception réglée dans les lignes.

L'exemple de Sekurit Saint-Gobain a permis de montrer qu'une forme de RID est possible dans la grande entreprise : début 2001 Sekurit offre de nouvelles fonctionnalités sur le produit, développe des compétences nouvelles (tout aussi pointues que les anciennes), et son chiffre d'affaires croît fortement et régulièrement. Quelques acteurs-clés constituent une nouvelle fonction I qui active la recherche et le développement. L'exemple de Sekurit permet de comprendre comment s'est faite la genèse de ces acteurs. Ni grand changement stratégique planifié, ni transition évolutionniste, ni révolution au leader charismatique, la mutation de la R&D à la RID présente trois éléments originaux : un pilotage par les concepts, une organisation des apprentissages conjoints, une stratégie de conception respectant une économie de la production de savoir.