

# Innovation et agroécologie : une approche pluridisciplinaire pour un développement durable en agriculture

Organisé par l'Unité mixte de recherches AGIR 1248 – INRA/INP-ENSAT  
Centre Inra de Toulouse, 31 janvier 2011

## Régimes, théories et méthodes de la conception innovante.

*Par Albert David, professeur de management à l'Université Paris-Dauphine, co-directeur du master « Management de la Technologie et de l'Innovation ». Auteur de plusieurs articles et ouvrages sur la décision et le changement, l'innovation en management et l'épistémologie de la recherche en sciences de gestion. Directeur de la publication et co-rédacteur en chef de la Revue Finance, contrôle, Stratégie (Economica).*

J'aimerais, de prime abord, vous faire partager quatre leçons tirées de l'expérience en innovation. Premier constat : **innover, c'est forcément surmonter des contraintes**. Celles-là mêmes qui font qu'au départ, le problème paraît impossible à résoudre. Ainsi, il y a une dizaine d'années, la RATP a souhaité créer des espaces de détente pour ses voyageurs. Dans ce but, au sein de la station Aubert, elle a commencé par mettre en place des bulles de relaxation. Sur fond musical, les usagers pouvaient s'isoler, se voir proposer des massages et une boisson. Cette dizaine de petites cabines a rencontré un vif succès. A cette notion d'espaces-détentes, il a donc fallu ajouter une autre propriété : celle de l'affluence. Soit 6 millions de voyages par jour... Un paramètre qui fait exploser votre solution. Et c'est tout le temps cela lorsqu'on innove : vous rajoutez une propriété qui rend de nouveau inadéquat et qui vous oblige à aller plus loin.

Deuxième enseignement : **le hasard favorise les esprits préparés**, disait Louis Pasteur... Une maxime qu'illustre le parcours de Marc Grégoire qui, en 1954, invente la poêle anti-adhésive. Cet ingénieur passionné de pêche souhaitait à l'origine fabriquer une canne à pêche en fibre de verre. Ayant des difficultés à démouler les parties les plus fines de la canne, il s'est mis en quête d'un revêtement anti-adhésif, en l'occurrence un polymère créé (en 1938) par Du Pont de Nemours et appelé téflon. C'est dans ce contexte qu'un jour, sa femme arrive dans le garage qui lui servait d'atelier pour lui reprocher de passer trop de temps à bricoler, alors qu'une fois de plus, seule en cuisine, elle se retrouvait avec une casserole fichue, car le lait avait attaché. M. Grégoire sort donc dans un magasin pour aller acheter de nouvelles casseroles. Comme il n'y en avait plus, et qu'il ne voulait pas rentrer les mains vides, il décide de ramener des poêles pour y coller du téflon. Mais comment faire adhérer au fond de la poêle un matériau anti-adhésif ? Tous ses essais étaient infructueux, jusqu'au jour où il lit un article scientifique montrant le type de trous en forme d'oméga ( $\Omega$ ) inversé que fait un acide sur de l'acier. Il eut alors l'idée de verser d'abord de l'acide sur le fond de la poêle puis du téflon. Celui-ci entre alors dans les trous et ne peut plus en ressortir une fois sec, grâce à la forme particulière de ces cavités. Le revêtement anti-adhésif est au point. On voit bien ici la place du hasard, mais aussi et surtout, ce qu'en fait un esprit bien préparé.

Troisième leçon : **innover, c'est sortir du cadre**. Penser à côté. Là encore, un exemple. Streamline est une petite société américaine qui vend sur Internet des produits d'alimentation et d'entretien. Au début des années 2000, ses dirigeants travaillent à résoudre ce qu'on appelle le « cauchemar du dernier kilomètre ». En clair, la difficulté réside principalement dans la

livraison, sachant que tous les clients souhaitent recevoir leurs courses entre 18h et 20h, au moment des embouteillages. Ajoutez-y le fait que certains de ces clients ne sont pas à leur domicile au moment du passage du livreur et que bon nombre d'immeubles n'ont pas de gardien...Un vrai casse-tête. Du coup, Streamline a raisonné autrement : la société a imaginé d'équiper de coffres la face arrière des maisons – qui ont toutes un jardin - dans les quartiers résidentiels, la société et le propriétaire détenant chacun un jeu de clé. Et voilà résolu le problème du dernier kilomètre : le livreur peut passer quand bon lui semble, sans que le client soit obligatoirement présent, et sans avoir à entrer au domicile du client : on entre seulement dans le jardin. Pour trouver la solution, il fallait donc formuler différemment le problème.

**Facile à dire, moins facile à appliquer**, notamment pour des experts et des chercheurs qui peuvent avoir tendance à rechercher exclusivement les solutions nobles. Animant avec l'Ecole des Mines un atelier de conception innovante concernant des calculateurs de systèmes embarqués pour l'aéronautique, il m'est ainsi arrivé de proposer une solution qui fonctionnait, mais qui ne plaisait pas à l'équipe. De quoi s'agissait-il ? Lorsque ces scientifiques font un diagnostic des pannes du calculateur, ils doivent le démonter en plusieurs endroits, sachant que deux fois sur trois, ce démontage long et très coûteux ne sert à rien. Après un temps de réflexion en atelier, ils avaient trouvé des solutions astucieuses de codes logiciels, de câblages et autres dispositifs. Je leur ai alors indiqué, volontairement naïf, qu'on pourrait tout simplement concevoir un système tellement facile à démonter que cela n'a aucune importance de le démonter pour rien. N'importe qui aurait pu avoir cette idée...Après un moment de silence, et avoir admis qu'ils n'y avaient pas pensé, leur deuxième réaction a été de dire : Ah, mais si on fait ça, il va falloir travailler avec les carrossiers !...Eh bien, dans la recherche, on retrouve ce type d'organisation en silo qui peut empêcher de « penser à côté ».

Dernière remarque introductive : quelque soit le contexte, on peut **s'organiser pour favoriser l'innovation**. En première approche, on peut certes concevoir l'innovation comme une intuition géniale. Il suffirait alors de prendre soin des innovateurs. Eh bien, ce n'est pas suffisant. La plupart des entreprises qui innovent de façon répétée et avec succès ont une façon particulière de fonctionner. Un métabolisme spécifique. Cela ne signifie qu'il faut copier leur organisation, mais qu'on peut parvenir à s'organiser pour mieux innover. J'y reviendrai. Dans cet esprit, mes collègues du Centre de Gestion Scientifique de Mines Paritech, ont conçu des ateliers de conception innovante, en application de la théorie C-K que je vous exposerai, ateliers que nous avons expérimentés dans l'industrie, dans les services et dans nos propres domaines de recherche.

### **Conception innovante : la R&D n'est pas aidante...**

Rentrons à présent dans le vif du sujet. Il convient en effet de distinguer en premier lieu le régime de la conception innovante et celui de la conception réglée. Cette dernière correspond à la R&D classique: l'objet n'existe pas encore, certes, mais le cahier des charges est prêt et les méthodes de conception sont connues. C'est le cas, par exemple, des premiers aspirateurs compacts apparus il y a quelques années : l'amélioration proposée est légère, elle ne bouscule ni la technique, ni l'usage. L'innovation est dite incrémentale.

En revanche, la conception innovante constitue une rupture. C'est ce que fait Dyson quand il invente l'aspirateur sans sac. L'entreprise ne savait pas, à l'origine, si cette idée répondait à une attente, elle n'avait aucune spécification technique en tête, pas de compétences pour concevoir un tel produit. Tout se passe comme si le raisonnement d'innovation avait en fait passé trois étapes. Première étape : un aspirateur sans sac n'est pas un aspirateur dont on a ôté le sac, car cela détruirait le moteur. Bref, l'aspirateur deviendrait jetable : il ne marche qu'une fois. D'où la deuxième étape : il faut se demander à quoi sert le sac. Ce dernier remplit le

rôle de filtre : la poussière y est retenue et seul l'air en ressort. Et pour filtrer, a priori, il n'y a pas mieux qu'un sac... Troisième étape : qu'est-ce qu'un filtre ? C'est une manière de séparer l'air et la poussière. Eh bien, concevons un aspirateur qui réalise cette opération d'une autre manière qu'avec un filtre. C'est le principe de la tornade qui utilise la force centrifuge pour séparer les deux éléments.

On voit bien à travers cet exemple qu'innover, c'est fabriquer de l'inconnu avec du connu. Comment parvient-on à agencer des choses qui existent pour aboutir à quelque chose qui n'existe pas ? Progresser dans la modélisation de ce raisonnement est extrêmement intéressant : dans le régime de conception innovante, on ne sait pas très bien ce qu'est la cible, ses spécifications sont inconnues, leur valeur n'apparaîtra qu'ultérieurement et, l'identité de l'objet étant instable, on ne sait pas grand-chose des compétences. Aussi ne peut-on prétendre gérer ces questions comme le « D » de la Recherche & Développement. Ni qu'il suffit de parler correctement au « R » pour que cela marche. Car soit le chercheur répond aux questions qu'on lui pose, soit il se saisit lui-même des questions mais, en aucun cas, la question de la valeur n'est explicitement formulée.

### **... et résiste même à l'innovation**

Pour mieux vous faire comprendre à quel point la démarche de R&D est inadaptée à la conception innovante, je développerai l'exemple du pare-brise athermique., issu des travaux de Lemasson à Mines Paristech. Depuis les premiers cahiers des charges fournis aux verriers, le nombre de paramètres a certes augmenté, mais, jusqu'il y a peu, les deux seuls réellement actifs restent la longueur et la largeur du verre, jusqu'à ce qu'on fasse des pare-brise plus arrondis, qui nécessitent des maquettes en 3D. Toutes les autres caractéristiques demeurent implicites et sont du ressort du verrier : l'épaisseur, le type de verre etc, sachant que depuis 1960, les surfaces vitrées des véhicules ont énormément augmenté et qu'elles se sont beaucoup sophistiquées.

Or, à la fin des années 90, Renault demande à Saint-Gobain Sécurité de concevoir un pare-brise doté d'une propriété qui n'avait jamais été demandée : il devait renvoyer une partie des rayonnements solaires. Bref, être athermique. Le verrier répond dans un premier temps qu'il lui est impossible d'y parvenir avant cinq ans. Il y a là, en effet, une résistance de la R&D à l'innovation, du fait de plusieurs obstacles : en premier lieu, la performance très élevée qui est exigée sur les paramètres actifs requiert certes beaucoup de R&D, mais comme une partie des caractéristiques revient au verrier, celles-ci ne sont pas réinterrogées ; de plus, il y a des contraintes techniques fortes dues au verre, un matériau très particulier. Enfin, l'innovation doit être adaptée à l'automobile et doit permettre l'industrialisation

### **L'innovation radicale change l'organisation du travail**

Mais Renault fait la sourde oreille et rétorque au verrier que des concurrents lui proposent le pare-brise demandé pour dans six mois. Était-ce vrai ? Toujours est-il que Saint-Gobain Sécurité entre alors dans une logique d'innovation intensive. Comme il était possible de mettre une couche athermique sur du plastique mais pas sur du verre, le verrier a inséré une couche de plastique entre deux couches de verre. Et en six mois, le pare-brise demandé a été conçu.

En fait ce dernier est soudain réinventé avec cette propriété nouvelle. Et du coup, Saint-Gobain Sécurité se met à retravailler tous les paramètres qui, jusque là, allaient de soi - les bords du verre, les émaux, les systèmes de dégivrage, l'extrusion, la fixation, le perçage...- pour inventer de nouvelles fonctionnalités : un pare-brise électrochrome, hydrophobe, anti-bruit, panoramique...

Cette évolution a modifié également les métiers et la manière de travailler des équipes d'ingénieurs. Avant, les départements chimie inorganique, chimie organique et physique de Sekurit travaillaient isolément. A chaque fois qu'un constructeur voulait un nouveau pare-brise, cela supposait un travail en R&D, - par exemple, la courbure particulière de la lunette arrière de la Clio - chaque métier intensifiant un peu plus ses travaux pour y arriver et gérant des problèmes de conception et de production.

Avec l'arrivée du pare-brise athermique, ingénieurs et chercheurs sont polarisés par un projet qui ne fonctionne pas comme les projets précédents. Et comme les thèmes d'innovation sont multiples, cela ne rentre plus dans l'organisation habituelle ; il ne suffit plus que chaque métier travaille dans son coin. Il faut parvenir à structurer ces projets, à faire que les métiers travaillent ensemble, voire que des métiers nouveaux soient sollicités, ce qui est d'ailleurs une des caractéristiques de l'innovation radicale. Demandez aux concepteurs de l'airbag s'ils imaginaient travailler un jour avec des artificiers ou des pyrotechniciens pour concevoir le système de mise à feu !

### **Révolution conceptuelle**

Pour en revenir à Saint-Gobain, l'entreprise a donc commencé à raisonner en « lignées » de conception, ce qui a reconfiguré les métiers. Finies la physique, la chimie organique et non organique, au sens de la seule division du travail nécessaire entre concepteurs. Il s'agit désormais de mélanger les technologies en fonction des concepts : la connectique, l'athermique, le formage... In fine, ce verrier est désormais structuré en trois étages : l'embryologie des métiers - chaque projet nouveau réinterroge les métiers et leur organisation ; la gestion des lignées de produits - comment les rationaliser, les fabriquer etc. Et le pilotage des champs de l'innovation, pour explorer les nouvelles fonctions.

Tout cela débouche sur une révolution conceptuelle : il n'est plus question de « pare-brise », c'est-à-dire d'un objet qui, littéralement, protège du vent. Car les nouvelles fonctions qui lui sont désormais assignées appellent une nouvelle dénomination. Il s'agit donc à présent d'une interface isolante communicante. Le penser comme tel ouvre des perspectives d'exploration.

Au passage, notons que cela entraîne également un changement de relation entre le constructeur et le verrier, aujourd'hui amenés à co-concevoir, co-innover et co-développer. Un partenariat plus qu'une sous-traitance.

Les entreprises qui innovent régulièrement sont celles qui raisonnent plusieurs projets en même temps et, surtout, qui savent réutiliser la connaissance produite en excès.

Si vous ne l'utilisez pas, vous gérez de manière classique un portefeuille de projets juxtaposés. Or, pour innover et bénéficier d'une rente de conception, il est préférable de gérer une arborescence de projets inter-reliés : ces fameuses lignées qui permettent ensuite de mieux organiser des phases d'innovation plus incrémentales – au sein de la même lignée – ou plus radicales – hybridation de lignées.

### **La théorie C-K : pour classer les innovations**

Une théorie permet de résumer ces situations et d'en proposer une typologie : la théorie C-K. Il serait trop long de l'exposer ici, mais retenez que la théorie C/K est une axiomatique du raisonnement de conception, qui postule l'existence, en situation de conception innovante, de deux espaces inter-reliés : l'espace C des concepts et l'espace K des connaissances. Quatre opérateurs permettent de penser à la fois les développements au sein de chaque espace et les aller-retours entre les deux espaces. Illustrons ici la puissance de cette axiomatique par une typologie très simplement dérivée du formalisme C/K. A l'innovation, est associé un saut en connaissance (K, pour knowledge) et un saut conceptuel (C). En fonction de l'importance de

cette variation -  $\Delta$  pour désigner une différence importante et  $\delta$  pour désigner une très légère différence – les innovations peuvent être classées selon quatre catégories :

$\delta C - \delta K$  : l'innovation est de très faible ampleur, voire inexistante. Il s'agit plutôt d'une petite amélioration ordinaire, tel qu'un nouveau parfum chez Danone, que l'on obtiendrait par exemple en mélangeant deux parfums existants, ce qui en principe exige peu de R&D.

$\Delta C - \delta K$  : l'idée est innovante conceptuellement et, pour la réaliser, les connaissances nécessaires sont déjà disponibles. Le problème, c'est que ce type d'innovation est très facile à copier. C'est le cas de l'ouverture/fermeture centralisée des portières. Un concept inédit – le fameux PLIP (du nom de son inventeur, P. Lipschutz) – très vite appliqué par tous les fabricants avec les technologies existantes.

$\delta C - \Delta K$  : C'est la situation contraire. Une idée peu originale, mais qui nécessite un important effort de recherche pour la mettre en œuvre. Par exemple, comment faire passer 15 % de voyageurs de plus sur la ligne A du RER parisien aux heures de pointe ? La question est facile à formuler, alors que la réalisation est on ne peut plus ardue. De même, comment supprimer, dans les discothèques, l'odeur de transpiration que l'on sent beaucoup plus depuis l'interdiction du tabac ? Un problème redoutable posé à un important parfumeur suisse. Les cigarettes ont en effet des propriétés très difficiles à retrouver : c'est le client qui les paie et les apporte, la fumée par capillarité se diffuse de manière homogène, il n'y a quasiment pas d'effet de saturation. Eh bien, il est possible que ce soient des acteurs totalement extérieurs à la parfumerie qui trouvent la solution.

$\Delta C - \Delta K$  : Un grand saut conceptuel et grand saut de connaissances, qui caractérisent la plupart des innovations « science based », comme la lampe à incandescence, les nanotechnologies, l'anneau accélérateur de particules. C'est le superlatif de la recherche : une nouvelle théorie qui permet de développer de nouveaux instruments, on en rêve tous !

### **Innover, qu'est-ce que ça rapporte ?**

Allons un peu plus loin. Car dans les entreprises – et peut-être un jour dans nos institutions scientifiques - il y a toujours un directeur financier qui finit par vous demander combien rapporte votre projet. De fait, un processus d'innovation produit un certain nombre de résultats : il formule des questions pour la recherche finalisée, voire fondamentale ; il génère des idées de produits prêts à être développer ; mais aussi des concepts produits émergents, c'est-à-dire des idées à garder au chaud ; et puis, il crée de nouvelles compétences émergentes. C'est là la valeur totale du processus, qui se décompose en V1 (les concepts pendants) + V2 (les concepts qui donnent lieu à un produit) + V3 (la connaissance produite en excès) + V4 ( les connaissances utilisées pour un produit).

Alors, bien sûr, on rêve d'une martingale d'innovation, c'est-à-dire d'une stratégie qui trace des sentiers d'innovation bénéficiaires et robustes. Pour cela, vous pouvez raisonner en famille de produits : une fois conçu un nouveau produit, vous pouvez à peu de frais concevoir des variantes n+1, n+2. Par exemple, des poêles anti-adhésives de différentes tailles. Il s'agit là d'une bonne manière de rentabiliser l'innovation.

Vous pouvez d'autre part raisonner en lignée de produits, cette fois : vous disposez d'une technologie, le téflon, dont vous vous servez pour des poêles, mais si vous imaginez qu'il s'agit là d'une tête de lignée étiquetée « produits conviviaux », par exemple, vous pouvez peut-être également utiliser le téflon pour des gaufriers, des appareils à fondue etc. Il s'agit là d'une dynamique conjointe de compétences et de produits. Qui aurait imaginé que si le pèse-personne Tefal est au téflon, ce n'est pas pour ses propriétés anti-adhésives, mais parce que ce matériau a des propriétés de déformation fidèle et de retour à l'état initial. Quand vous montez sur une balance, cela produit une déformation, et quand vous en redescendez, elle revient à l'état initial et ce, de manière répétée et fidèle. Penser en mode « lignée » relève d'une

capacité à se promener à des niveaux d'abstraction et de concrétisation très variés et de manière simultanée.

Du même coup, troisième stratégie possible, vous pouvez hybrider des lignées : le téflon appliqué au pèse-personne ou encore le chauffe-biberon Téfal programmé en logique floue, en collaboration avec un laboratoire de mathématiques.

La performance innovatrice consiste donc à mettre en relation une capacité d'expansion qui pourrait être atteinte, par rapport aux ressources qui seront consommées par l'activité de conception. C'est un calcul de rentabilité assez différent d'un taux de retour sur investissement.

### **Réviser l'identité des objets**

Ce rapport entre ressources consommées et capacité d'expansion permet de distinguer plusieurs régimes de conception :

- La conception « sauvage » : celle de l'inventeur entrepreneur, du bricoleur génial dans son garage. Cela peut marcher.
- La conception réglée « en recette » : à force d'innover et d'analyser les situations, il est possible d'écrire des procédures qui indiquent comment faire dans un certain nombre de cas. La recette permet le paramétrage.
- La conception réglée systématique : c'est celle qu'effectue le bureau d'études, inventé au milieu du 19<sup>e</sup>, avant même que Taylor ne réorganise le travail en usine. Parmi les premières à le mettre en place, l'entreprise américaine de locomotives Baldwin. Elle avait tellement rationalisé la conception qu'elle devint capable de livrer une locomotive sur mesure en deux mois. Sans bureau d'études, c'est impossible.
- Enfin, il y a le régime de la conception innovante, qui réviser l'identité des objets à concevoir. Ce ne peut donc plus être une conception réglée systématique, puisque sont également remis en cause les paramètres qui permettent de décrire l'objet.

### **Une idée bizarre...**

Pour terminer, et afin de mieux faire sentir la différence, une fois de plus, entre la conception réglée, qui ouvre peu de poches de connaissances nouvelles, et la conception innovante qui non seulement ouvre de larges champs de compétences nouvelles mais peut même conduire à poser le problème autrement, je vous propose un dernier exemple. Il y a une dizaine d'années, Telia, en Scandinavie, voyant la nouvelle norme 3 G arriver en téléphonie, cherche à proposer quelque chose de créatif. La société recrute et réunit alors 70 étudiants durant une journée entière de brainstorming. Il en ressort 380 idées dont 190 infaisables, 189 non innovantes et une idée bizarre, née dans la tête d'un des étudiants arrivé en réunion de mauvaise humeur. Celui-ci se fait livrer le journal tous les matins et en a assez que le livreur, une fois sur deux, se trompe de quotidien. Enervé, il écrit alors sur sa fiche : « *Je voudrais pouvoir balancer 1000 volts avec mon téléphone à ce livreur pour lui passer l'envie de se tromper de journal* ». Normalement, l'idée bizarre va à la poubelle, d'autant qu'elle est moralement indéfendable et techniquement malaisée. Intrigués, deux ingénieurs de Telia, y regardent de plus près ; et soudain, l'un d'entre eux dit : *J'ai compris. Dans ce cas là, le téléphone n'est plus un téléphone, mais une télécommande*. En changeant la définition du problème, il libère des espaces gigantesques d'innovation à explorer...

## QUESTIONS/REPOSES

« Je milite pour le brassage ! »

**Près de 150 personnes, issues de la communauté scientifique et des professions agricoles, assistaient, dans une ambiance studieuse, à cette journée organisée dans l'amphithéâtre de l'Inra Toulouse. A l'issue de cette première intervention qui clarifiait les notions et les théories de l'innovation, plusieurs questions du public ont permis de préciser certains aspects. Morceaux choisis.**

**Question :** *J'ai eu l'occasion de travailler sur des projets collaboratifs et j'avais découvert la théorie C-K, que j'ai trouvée très intéressante mais un peu difficile à mettre en œuvre. Vous avez parlé de la réutilisation de la connaissance produite et accumulée au cours des projets R&D et je voulais savoir si des grands comptes comme Renault ont mis en place des outils, des systèmes d'organisation qui permettent de réutiliser ces connaissances de manière plus systématique ?*

**Albert David :** Quelques éléments de réponse. Il y a quelque chose qu'on sait très bien faire mais qui n'est pas directement élaboré pour l'innovation, c'est la capitalisation de l'expérience sur incidents, accidents, bilans de projet, etc. A la SNECMA, il y a ainsi une procédure bien rôdée de retour d'expérience en 9 étapes, où le moindre incident sur un moteur est répertorié. Reste que l'appliquer à un processus d'innovation demeure compliqué. Il faut en effet imaginer des systèmes qui aident à garder la mémoire des connaissances, ce qui exige une communication entre tous ceux qui les produisent, sachant qu'on ne peut savoir à l'avance le domaine dans lequel ils sont et l'univers où ils évoluent, puisqu'on ignore le plus souvent le type de connaissance qui va être utilisée et pour quoi faire.

Ensuite, je dirais que le « raconting » est au moins aussi efficace que le « reporting » qui suppose qu'on dispose par avance de la théorie de la performance pouvant être appliquée à l'action menée. Or cela n'est pas toujours le cas en situation d'innovation. En revanche, garder des morceaux d'histoire qu'on peut relire ou raconter, cela a d'autres propriétés. Comme on ne sait jamais de quelle manière la connaissance acquise précédemment peut être réutilisée, il n'est pas évident de déduire quelque chose de l'expérience passée.

En fait, il faut que les acteurs du processus d'innovation aient envie de garder en mémoire des éléments qui pourraient être utiles en telle ou telle occasion. Cela, c'est actif. Ce doit être dans la tête de chacun.

Sur ce point, de plus en plus de grands comptes réalisent qu'ils ont pris grand soin de recruter de bons experts mais qu'ils ont négligé de réfléchir à la manière dont on peut les faire travailler ensemble. Cela a permis à Téfal, qui avait travaillé sans succès sur un appareil à raclette anti-odeurs, de réutiliser le système catalytique mis au point pour réaliser une cloche à fromages anti-odeurs. Qu'est-ce qui fait que l'entreprise est capable de récupérer ce savoir là, et que dans la sélection en amont des idées, elle ne garde que celles qui auront un potentiel de croisement et de réutilisation ?

Pour vous répondre directement sur l'existence d'outils particuliers, ma philosophie personnelle consiste à penser qu'il faut essayer de « faire des trucs » à la main avant de plaquer de l'instrument. Par exemple, au sein du groupe Safran, un équipementier, j'expérimente actuellement des processus de résolution et de croisement de problèmes entre experts de domaines différents. Chacun hésite à soumettre un problème à un expert d'un autre domaine et à intervenir sur un domaine qui n'est pas le sien. Il ne se sent pas légitime. Dernièrement, nous avons passé une heure à nous demander pourquoi les photographies

montraient des bandes froides sur les divergentes des réacteurs de la fusée Ariane. C'était techniquement ardu. Les experts étrangers à ce domaine se sont alors rendu compte qu'ils avaient une manière de poser les problèmes et de concevoir les solutions qui interrogent les habitudes de façon très pertinente. Ce n'est qu'après que l'on peut penser à mettre en place des plateformes de collaboration.

*Vous n'avez pas parlé de la place de l'informatique dans ce processus de conception innovante.*

**A.D :** Il y a plein de manières de penser la place de l'informatique. Vous pouvez la penser comme un ensemble de connaissances et de compétences mobilisables dans tel et tel projet innovant, non pas pour informatiser de l'existant, mais pour faire de l'informatique un co-acteur de l'innovation.

De même, on peut imaginer que pour faire dessiner arbres de conception et les supports graphiques qui vont avec la méthode, certains logiciels pourraient servir.

Troisièmement, il existe des domaines où l'informatique est indispensable et s'inscrit au cœur de l'activité de recherche. C'est le cas par exemple du séquençage de génome et de la bio-informatique.

*Il y a une soixantaine d'années, l'économiste Herbert Simon était déjà convaincu que l'informatique était le meilleur moyen pour étudier la résolution de problème et avait inventé l'expression « intelligence artificielle ». Où en est-on par rapport à cette génération d'idées ?*

**A.D :** Merci de mentionner Simon : du coup, j'avais mal interprété votre question sur l'informatique. Par rapport à Simon, on est allé plus loin. Il y a une dizaine d'années, Armand Hatchuel, professeur à Mines Paristech a précisé que l'idée d'un *general probleme solver* ne suffisait pas à avoir une théorie complète de la conception. La théorie C-K dont il est l'auteur constitue une réponse plus avancée. C'est une axiomatique du raisonnement de conception : les mathématiques des ensembles permettent de modéliser des raisonnements de conception. Du coup, la résolution de problème devient un sous-ensemble du raisonnement de conception. Le cœur de la théorie est le suivant : d'ordinaire, quand vous ajoutez une propriété à un objet, vous trouvez un sous-ensemble. Si je prends l'ensemble des voitures, et que j'y ajoute la propriété « couleur rouge », j'obtiens un sous-ensemble. Cela s'appelle une partition restrictive. Mais si, au lieu de dire « voiture rouge », j'avais précisé, il y a cinq ou six ans, « voitures vertes » au sens du développement durable, à une époque où on ne savait pas encore très bien ce que c'est, eh bien, au lieu de restreindre, cette propriété étend. C'est rationalité extensive. C'est le cas du téléphone pensé comme une télécommande. A partir du moment où vous concevez que l'expansion provient de l'ajout d'une propriété particulière, vous avez une axiomatique du raisonnement de conception innovante. Vous allez donc au-delà des travaux de Simon.

*Quel regard portez-vous sur les organismes de recherche quant à leur capacité à produire de l'innovation ? Notamment des structures telles que l'Inra ou le Cnrs ?*

**A.D :** Un sujet très difficile et je me garderai bien d'être trop affirmatif. Premier élément : je trouve qu'il serait très intéressant, à titre d'hypothèse, de se demander quelles leçons on pourrait tirer des meilleurs métabolismes innovants dans l'industrie, pour les appliquer à un autre domaine. On commence par exemple à parler de « science 2.0 » : qu'est-ce que cela voudrait dire de faire plus souvent travailler ensemble des gens de disciplines différentes pour concevoir ensemble des programmes de recherche ? Comment peut-on analyser les différents

processus de fabrication des programmes et des projets de recherche ? Que faudrait-il faire mieux ensemble pour produire des programmes innovants ?

Deuxième piste : je pense qu'il faut être ouvert à des origines multiples de problèmes et de programmes. Pierre-Gilles de Gennes explique ainsi comment il a eu l'idée de certains programmes de recherche très fondamentaux, en se demandant par exemple pourquoi un tas de sable avait telle forme. Il ne part pas forcément de telle ou telle théorie de thermodynamique ou de mécanique des fluides. On peut aussi avoir l'esprit ouvert et partir de problèmes pratiques.

Je n'aurai pas non plus de mal à convaincre votre communauté que la plupart des grandes innovations sont le fruit de binômes ou de trinômes conjuguant des disciplines un peu différentes. Moi-même, dans mon laboratoire et dans ma petite communauté, j'essaie de mettre en place ne serait-ce que des discussions périodiques désintéressées et généreuses pour concevoir ensemble la recherche ; je milite pour le brassage !

### Références bibliographiques

Lemasson, P. Weil, B. et Hatchuel, A. (2006) Les processus d'innovation, Hermès (version anglaise disponible chez Cambridge University Press, 2010)

Hatchuel A. (2002), "Towards Design Theory and expandable rationality: the unfinished program of Herbert Simon." *Journal of Management and Governance* 5(3-4): 12 p.