

LA MÉTHODE TRIZ ET L'INNOVATION DANS LES PME

Comment se fait-il qu'une méthode de créativité nommée TRIZ, inventée par un russe en pleine période stalinienne, soit désormais utilisée en France par des PME industrielles ? L'homme partait d'une idée tout à fait dans l'air du temps positiviste de l'époque, à savoir que, si on trouve des régularités dans les inventions, on peut en déduire des lois. Or, l'offre de produits nouveaux à haute valeur ajoutée représente aujourd'hui une part importante de la compétitivité des entreprises occidentales.

On comprend donc mieux l'actualité de la méthode, les pouvoirs publics souhaitant encourager l'innovation et accompagner les entreprises dans cette démarche. Toutefois, il a fallu adapter, pour les PME, une méthode TRIZ conçue au départ pour de grandes entreprises, et dépasser son ambiguïté épistémologique pour vraiment renouveler la modélisation des processus de conception.

Par **Jean-Claude BOLDRINI**, Professeur de génie mécanique, Docteur en sciences de gestion (IAE de Nantes, Polytech'Nantes, IUT QLIO Nantes)

Les activités de conception sont au cœur des processus d'innovation. Parmi les outils actuellement en cours de diffusion figure une méthode de créativité nommée TRIZ. Cet article traite de sa mise en œuvre dans un dispositif d'accompagnement de projets d'innovation en PME. Les difficultés que peut présenter son introduction seront examinées sous deux angles : les variables affectant son accueil dans les entreprises et ses fondements épistémologiques. La discussion menée à leur sujet conduira à des propositions d'amélioration de l'accompagnement des PME et à une caractérisation épistémologique de TRIZ. Elle contribuera également au dépassement du débat positivisme *versus* constructivisme, tant dans les processus de conception que dans la méthodologie de la recherche en sciences de gestion.

L'actualité de la méthode

Une part importante de la compétitivité des entreprises occidentales repose actuellement sur l'offre de produits nouveaux à haute valeur ajoutée. Celle-ci se construit, dans une large mesure, lors des activités de conception, « processus central de l'innovation » (PERRIN, 2001). Depuis une quinzaine d'années, deux mouvements affectent ces activités. Tout d'abord, face à l'incertitude et à l'inconnu caractéristiques du début des projets, les « rationalisations de la conception » remontent vers l'amont des projets *via* des méthodes et des organisations nouvelles. Ensuite, les activités de conception font de plus en plus l'objet de collaborations interentreprises ; c'est désormais au niveau inter-organisationnel que se joue l'avantage compétitif. Dans ce contexte, les pouvoirs publics encouragent particulièrement l'innovation dans les PME. On leur

reconnaît en effet une souplesse d'organisation, une forte réactivité et une bonne connaissance des attentes du marché. Ces entreprises rencontrent toutefois des difficultés pour innover car elles ne possèdent, en général, ni les structures ni les ressources suffisantes. Le soutien d'organismes extérieurs s'avère souvent nécessaire, mais la portée des aides reste limitée car, souvent ponctuelles, elles n'offrent pas de réponse globale à la complexité de l'innovation. Des travaux ont montré l'intérêt de les prolonger par un accompagnement méthodologique des PME (CHANAL, 2002). À cette fin, des démarches performantes, généralement conçues pour de grandes entreprises, sont transférées, parfois telles quelles, dans des organisations de petite taille. Des tensions peuvent alors apparaître entre une méthode supposée générique et la spécificité de la PME qui l'introduit. Cela peut s'avérer pénalisant pour le succès de l'innovation.

L'article s'intéresse à un dispositif d'accompagnement nommé « Aide Méthodologique dans la Recherche de Solutions Technologiques Innovantes pour des projets de PME ». Nous le désignerons par l'acronyme AMReSTI. Il avait pour objectif d'aider des PME dans la recherche de solutions novatrices pour un de leurs futurs produits. Deux nouveautés ont été expérimentées à cet effet : l'utilisation d'une méthode de créativité d'origine russe, TRIZ, et un accompagnement bipartite des PME.

Nous présenterons dans un premier temps la méthode TRIZ. Nous décrirons ensuite le dispositif AMReSTI. Leur rencontre, parfois problématique, suscitera notre question de recherche : « Pourquoi la méthode TRIZ est-elle difficile à utiliser en PME ? ». Dans un troisième temps, nous procéderons à une discussion relative aux variables affectant la capacité d'accueil d'une méthode nouvelle dans une PME et à l'ambiguïté épistémologique de TRIZ. En conclusion, nous proposerons quelques voies de progrès dans l'accompagnement des PME. Nous présenterons ensuite une caractérisation épistémologique de la méthode TRIZ. Elle pourrait aider les agents qui l'introduisent dans les PME à dépasser quelques freins à sa diffusion. Nous verrons, enfin, que l'ambiguïté de la méthode est également un atout, car elle peut contribuer au renouvellement de la modélisation des processus de conception.

UNE THÉORIE POUR LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES INVENTIFS

TRIZ est une méthode de créativité dont l'acronyme russe signifie « Théorie pour la résolution de problèmes inventifs ». Elle a été mise au point par le Soviétique Guenrich ALTSULLER (1926-1998). Inventeur lui-même, il dépose son premier brevet à 16 ans. Celui-ci concernait une combinaison de sécurité

destinée aux sauveteurs devant travailler à des températures élevées, dans des mines en feu, par exemple. G. Altshuller utilise le mot TRIZ pour la première fois en 1946 et publie son premier article en 1956, dans une revue de psychologie. Ses ouvrages sont disponibles dans les pays occidentaux depuis les années 90.

En France, la première référence à la méthode daterait de 1993. Elle émanerait du traducteur des ouvrages d'Altshuller en français. L'association *TRIZ France* a été créée en 1999. Y adhèrent des entreprises industrielles et des écoles d'ingénieurs. La première thèse de doctorat a été soutenue par D. CAVALUCCI, en 1999, à l'INSA de Strasbourg (1). Cette école revendique un leadership dans la recherche et dans la diffusion de la méthode en France. Quelques centaines d'entreprises utiliseraient actuellement TRIZ dans notre pays. La méthode entre également dans des référentiels de formation en écoles d'ingénieurs, en sections de technicien supérieur (STS) et en instituts universitaires de technologie (IUT).

Pour résoudre des problèmes d'invention, il faut, selon G. Altshuller (1999), renoncer à la méthode des essais et erreurs, inefficace à cause de l'énergie, du temps et des moyens qu'elle demande. Si l'on trouve des régularités dans les inventions, on peut en déduire des lois, puis les appliquer afin de résoudre des problèmes de manière guidée. À cette fin, G. Altshuller a consacré une part importante de ses travaux à l'analyse des brevets et des méthodes de créativité, mais également à l'étude du comportement psychologique des inventeurs et à celle des littératures scientifique et de science-fiction. Au terme de l'examen de 400 000 brevets, il découvre que seuls 10 % d'entre eux apportent des évolutions majeures. Il en tire 40 principes inventifs, facteurs de réelles avancées et susceptibles de faciliter grandement la tâche d'un inventeur. Au-delà de cet aspect pratique, l'ambition de G. Altshuller est de hausser la créativité au rang de science exacte, ce qui permettrait de l'enseigner au même titre que les disciplines scientifiques.

Cinq notions essentielles

La méthode TRIZ s'articule autour de cinq notions essentielles, d'outils de déblocage de l'inertie psychologique et d'outils de résolution de problèmes. Commençons par les notions essentielles :

– *Les contradictions.* On observe deux obstacles à l'invention de solutions créatives dans les démarches de résolution de problèmes. Tout d'abord, un concepteur passe souvent directement du problème à la solution. Par ailleurs, il recherche fréquemment des compromis entre des paramètres contradictoires, ce qui est généralement préjudiciable. Pour améliorer la rigidité

(1) Appelée, alors, École Nationale Supérieure des Arts et Industries de Strasbourg.

d'une poutre, par exemple, le concepteur peut augmenter sa section mais, du coup, il augmente également sa masse – ce qui n'est pas souhaitable. Pour surmonter cet écueil, TRIZ interdit tout passage direct du problème initial à la solution, ainsi que les compromis – synonymes de solution médiocre. Tout problème à résoudre avec TRIZ doit être énoncé sous la forme d'une contradiction, que la recherche de solutions devra affronter. Une contradiction peut viser à améliorer un paramètre A, sans dégrader un paramètre B. Par exemple, sur une machine à poinçonner : augmenter l'effort d'extraction du poinçon, sans déformer la tôle. Une contradiction peut également exprimer les propriétés antagonistes que doit posséder

masse, ni volume, ni coût. L'objectif est de stimuler les idées novatrices et de diriger les réflexions vers des solutions sans compromis.

– *Les ressources.* Ce sont les substances, les énergies, les informations... nécessaires à un système technique. Celles qui se trouvent déjà dans son environnement et qui sont gratuites (ou facilement accessibles comme l'air, l'eau...) sont à utiliser en priorité. Le transport de produits congelés, dans un avion volant à 10 000 m d'altitude, par exemple, ne nécessite pas de système de refroidissement, vu la température qui règne dans les soutes. Le gain en volume permettrait ainsi de transporter plus de fret.



Une contradiction peut [...] exprimer les propriétés antagonistes que doit posséder un objet. Une chaîne de vélo, par exemple, doit être rigide pour transmettre l'énergie du cycliste et flexible pour s'enrouler autour des pignons. (*Draisienne dite Vélocipède*, inventée par le baron allemand Karl Friedrich Drais (1785-1851). C'est l'étape du vélo avant le pédalier. Caricature, début XIX^e siècle)

un objet. Une chaîne de vélo, par exemple, doit être rigide pour transmettre l'énergie du cycliste et flexible pour s'enrouler autour des pignons. Une contradiction est une forme de modélisation du problème.

– *Le Résultat Idéal Final* consiste à décrire ce que l'on souhaiterait obtenir dans le cas idéal. C'est une fantaisie de l'esprit, un rêve inaccessible destiné à ouvrir la voie à la résolution du problème. Un tel Résultat assure toutes les fonctions requises sans avoir ni

– *Les lois d'évolution.* Au cours de l'étude du développement des systèmes techniques, G. Altshuller a remarqué des régularités qui l'ont conduit à formuler huit lois d'évolution. Leur connaissance permettrait de résoudre les problèmes d'invention, voire d'en anticiper l'apparition. Tout système technique passe en effet par « quatre âges » : 1) évolution vers une « alliance réussie » de ses parties, 2) développement vers un idéal via le perfectionnement prioritaire de la partie la moins efficace, 3) acquisition de propriétés

dynamiques (combinaison ou fragmentation des parties) et 4) transition vers un système auto-contrôlé (automatisation...).

– *L'inertie psychologique.* Les idées préconçues, le recours aux solutions éprouvées, l'expertise, le jargon professionnel... constituent des obstacles à la créativité. Ils conduisent à une autolimitation (le plus souvent inconsciente) dans la recherche des solutions c'est-à-dire à l'inertie psychologique. Celle-ci se trouve en premier lieu dans les mots. Le terme « briseglace », par exemple, induit un type de solution, pour progresser à travers la banquise, qui rend difficile l'invention de voies alternatives. Trois outils de déblocage de l'inertie psychologique visent à forcer le concepteur à prendre de la distance à l'égard du problème posé et à dépasser ses pratiques habituelles.

L'énoncé des contradictions, facilité par les outils de déblocage de l'inertie psychologique, permet de modéliser le problème. Afin de le résoudre, G. Altshuller a élaboré un outil de résolution pour chaque modèle de problème c'est-à-dire de contradiction. Ces outils s'appuient sur une base de données de travaux scientifiques ayant affronté des problèmes similaires.

La méthode TRIZ est mise en œuvre au début d'un processus de conception. Elle est utilisée: 1) de manière prospective, pour explorer des concepts nouveaux sur de futurs produits, 2) pour résoudre des problèmes technologiques récurrents ou des situations de blocage sur des produits existants et 3) pour anticiper les voies de développement d'un produit. De façon plus large, TRIZ peut être mise à profit dans toute phase de recherche de solutions.

LA MISE EN ŒUVRE DE TRIZ DANS DES PME DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE

Pour comprendre le dispositif AMReSTI (figure 1), il est utile d'exposer le contexte et les motifs qui ont conduit à sa mise en place. Ses initiateurs, l'ADEPA et PLI (2), sont des agences dont la mission de service public est d'accompagner les entreprises dans leur démarche d'évolution technologique et d'innovation. Les conseillers technologiques de PLI interviennent auprès de PME rencontrant des problèmes techniques. Ils leur apportent des informations, ils les mettent en relation avec des organismes aptes à résoudre le problème, ils les conseillent en matière de méthodologie ou de conduite de projets, ils les accompagnent dans le montage de dossiers d'aide

(2) L'ADEPA (AGENCE POUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION AUTOMATISÉE) a cessé son activité fin 2004 et PLI (PAYS DE LA LOIRE INNOVATION) est devenue une Société d'Économie Mixte en 2006.

financière. PLI considère ce mode de fonctionnement satisfaisant pour les cas classiques, mais il souhaite l'améliorer pour les projets innovants, notamment au stade de la conception de produits nouveaux. À cet égard, TRIZ semble présenter des atouts.

Un premier cas pilote est expérimenté (de septembre 2000 à février 2001) par un ingénieur de l'ADEPA, expert TRIZ, et par une conseillère technologique. Leur choix est de partir d'un cas déjà traité chez un client, dans le passé, afin de comparer le résultat du travail classique d'un conseiller technologique avec celui (espéré novateur) obtenu à l'aide de TRIZ. Les résultats sont présentés en février 2001 à des responsables de la DRIRE et de la Région des Pays de la Loire. Ils montrent que la méthode permet d'obtenir une augmentation significative du nombre de solutions, dans un délai maîtrisé. Les concepts élaborés facilitent l'émergence de solutions interdisciplinaires. La coordination entre expert TRIZ et conseiller technologique s'avère également bénéfique. Les deux agences proposent d'élargir l'expérimentation à de nouveaux cas industriels. Malgré les réserves de l'un des partenaires, l'action pilote est étendue (de février à septembre 2001) à quatre nouveaux sujets sélectionnés parmi les affaires en cours. Elle débouche sur le lancement du dispositif d'accompagnement AMReSTI, dont le programme est validé en mars 2002.

Le dispositif est conduit (de juin 2002 à juin 2003) en direction d'une douzaine d'entreprises de la Région des Pays de la Loire. Deux nouveautés, en regard des pratiques antérieures de PLI et de l'ADEPA, sont expérimentées: l'utilisation de la méthode TRIZ et un accompagnement bipartite des PME (expert TRIZ et porteur de projet). La majorité des projets implique des organismes de formation qui réalisent, avec leurs étudiants, des projets industriels pour des entreprises locales. Les projets sont tous sélectionnés par un comité de pilotage. Le choix porte sur des entreprises manufacturières de vingt à deux cents salariés développant leur propre produit ou sur des concepteurs de machines spéciales pour des projets de (re)conception.

Le dispositif réunit des acteurs variés. L'entreprise est représentée, le plus souvent, par un membre du bureau d'études ou par un responsable de la production. Si l'entreprise est la principale bénéficiaire du dispositif, ses membres ne participent pas toujours directement au projet. C'est le cas lorsqu'elle a confié une étude à un organisme de formation dans le cadre de projets de fin d'études.

Deux ingénieurs de l'ADEPA, experts de la méthode TRIZ, se partagent l'animation des projets. La liaison entre l'entreprise et les initiateurs du dispositif est assurée par un porteur de projet. Il peut s'agir soit d'un conseiller technologique, soit d'un professeur. Une conseillère technologique de PLI assure la fonction de chef de projet. PLI et l'ADEPA forment le

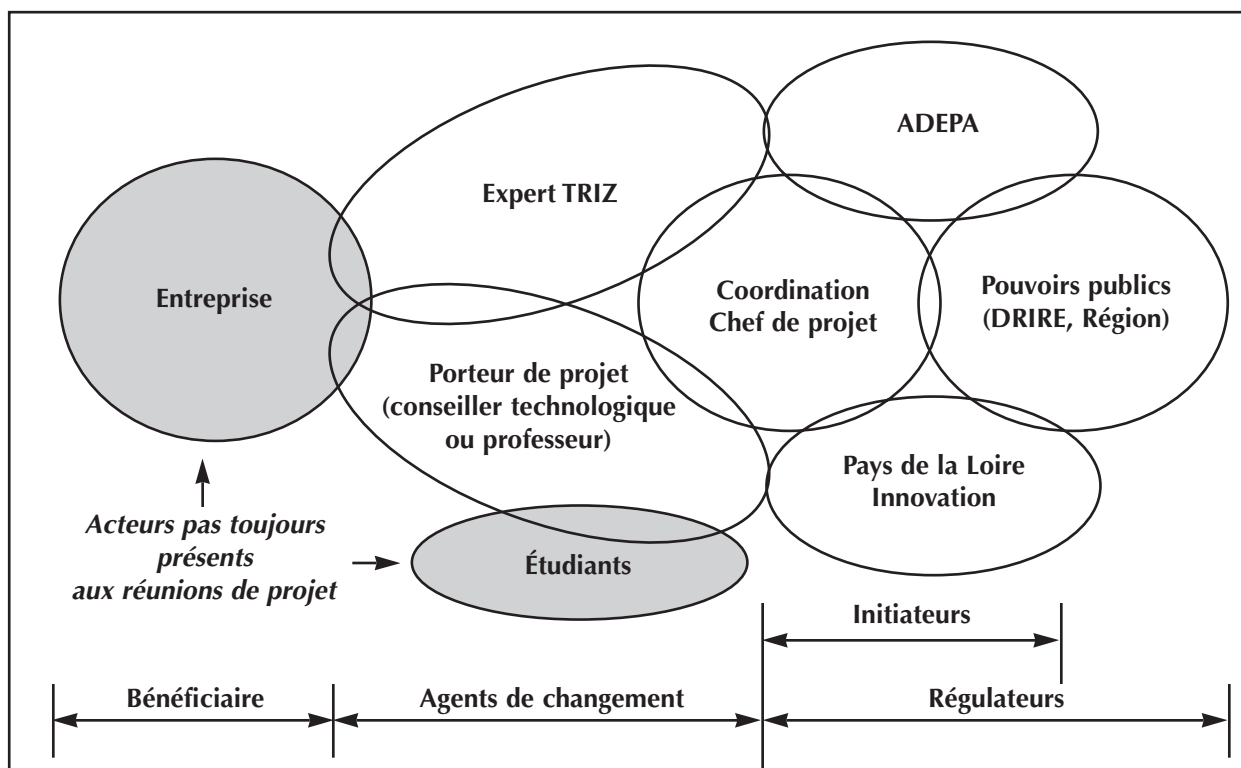


Figure 1 : Les acteurs du dispositif AMReSTI

Entreprise	Objectif du projet	Le problème à résoudre
1	Concevoir et réaliser une machine automatisée de découpe de cuisses de poule congelées	Maintenir la cuisse par le pilon sans l'altérer ni briser l'os
2	Concevoir et réaliser un outil agricole de fissuration du sol sans retournement de la terre	Projeter la terre ameublie uniquement au-dessus des bandes de semis
3	Développer une table monopied ayant deux positions (basse et haute) à changement rapide	Assurer un blocage efficace dans chacune des deux positions de la table
4	Concevoir une nouvelle gamme de bossoirs (grue de bateau pour radeau de sauvetage)	Remédier au risque d'arc-boutement lors de la manœuvre des radeaux de sauvetage
5	Optimiser le rendement d'un moteur utilisé en aviation légère	Remédier à la dégradation du rendement du moteur lorsque l'avion vole à grande vitesse
6	Concevoir et réaliser un magasin de stockage-déstockage de palettes	Remédier aux problèmes constatés sur un prototype (guidage et stabilité des palettes)
7	Concevoir et réaliser une machine qui poinçonne des trous dans des portes d'armoires électriques	Extraire plus facilement le poinçon de la porte sans abîmer celle-ci
8	Reconcevoir un sous-ensemble dans une machine à souder	Supprimer les problèmes de dilatations, de jeux, de fuites existant sur le produit actuel
9	Augmenter la productivité de l'assemblage d'un coffret en carton	Concevoir un nouveau principe de charnière permettant l'automatisation de l'assemblage

Tableau 1 : Les projets industriels (non confidentiels et menés à terme)

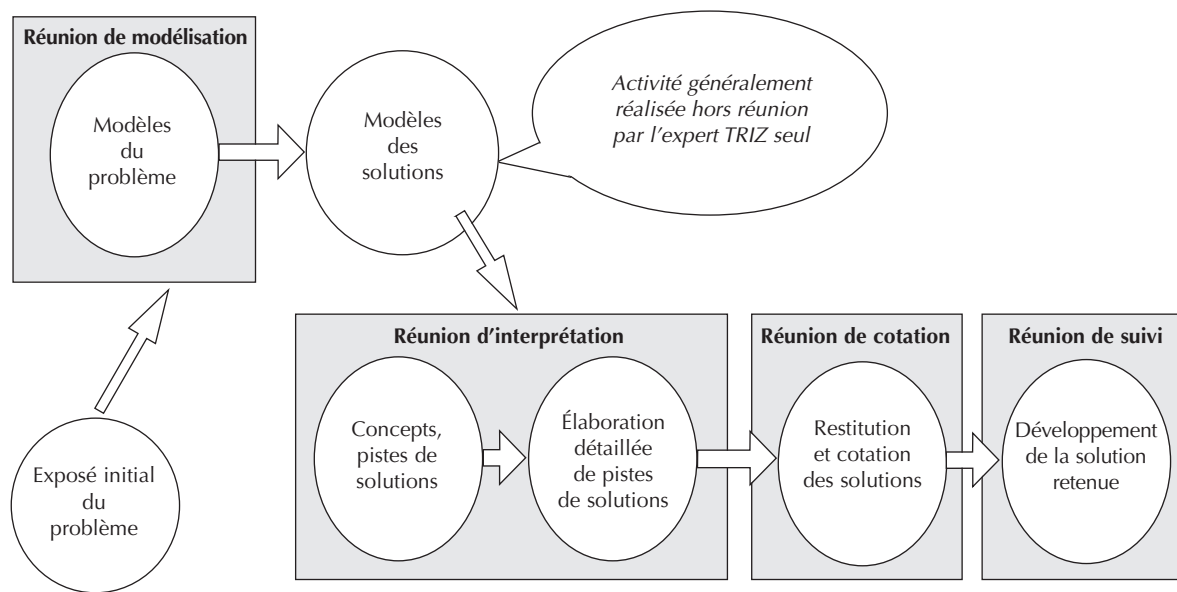


Figure 2 : Les réunions du projet

noyau dur du dispositif en tant qu'initiateurs, promoteurs et fournisseurs des ressources nécessaires au traitement des projets industriels (tableau 1). Des membres des deux agences siègent au comité de pilotage aux côtés des représentants des organismes institutionnels (Région des Pays de la Loire et DRIRE) afin d'en réguler le fonctionnement.

Le traitement des projets industriels (figure 2) s'appuie sur les trois phases de la méthode TRIZ. Dans un premier temps, il s'agit de se distancier de l'exposé initial du problème. Sa modélisation via l'énoncé de contradictions évite le passage direct du problème à la solution ainsi que les compromis entre paramètres antagonistes. Dans un second temps, des outils de résolution sont mis en œuvre pour obtenir des modèles de solutions, c'est-à-dire des solutions génériques issues d'une base de données. Celles-ci sont

interprétées, dans un troisième temps, pour aboutir à des pistes de solutions. La méthode TRIZ *stricto sensu* s'arrête à ce point. Il faudra encore en étudier la faisabilité.

Quatre réunions d'une demi-journée sont consacrées à des rencontres avec les acteurs du dispositif. Les deux premières s'inscrivent dans l'esprit de la méthode TRIZ. La nécessité d'une réunion de cotation est apparue après que les organisateurs eurent pris conscience, lors de l'étude des cas pilotes, que les PME ne savaient pas exploiter une liste de solutions sans disposer de critères permettant de les discriminer. Une réunion de suivi a été instituée pour inciter les entreprises à poursuivre l'approfondissement des solutions et à les valider en termes de faisabilité. Sans cette réunion, les solutions les plus novatrices tombaient souvent dans l'oubli, une fois les organismes d'appui repartis.

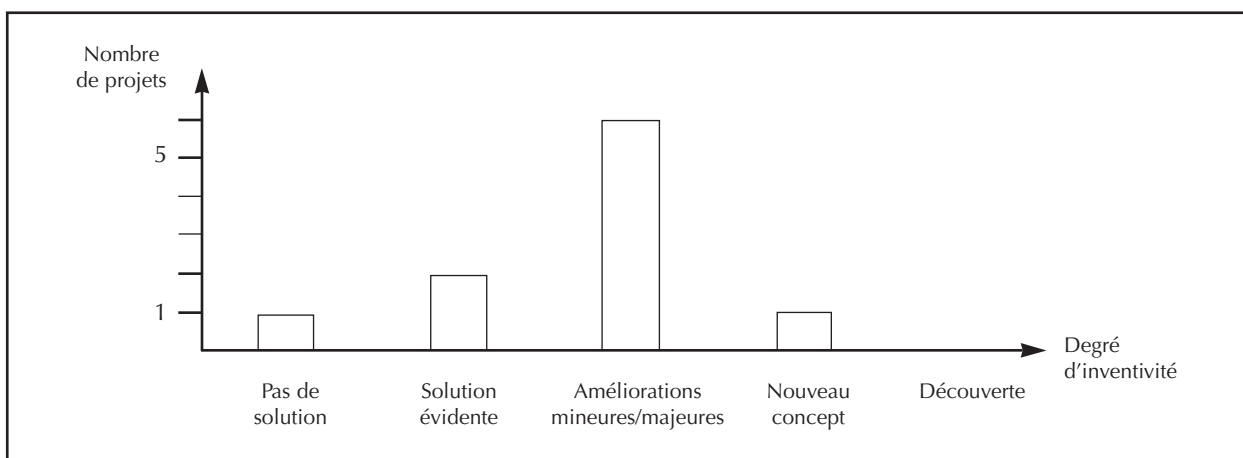


Figure 3 : Le degré « d'inventivité » des solutions

Au terme du dispositif AMReSTI, des solutions plus ou moins innovantes ont été élaborées (figure 3).

Les entreprises ont le plus souvent préféré «*des solutions relativement sages, qui ne bouleversaient pas les habitudes*». Sur un projet, un nouveau concept a été choisi, sachant que le produit lui-même apportait un changement important dans un processus industriel. Sur un autre, des solutions inexistantes sur le marché (mais sans apporter, toutefois, une nouveauté radicale) ont été mises en œuvre. Des solutions évidentes – après coup! – ont été retenues dans deux cas.

Lorsque les projets portaient sur des machines spéciales, leur industrialisation a généralement été rapide. Une entreprise a lancé un produit nouveau quelques mois, seulement, après la fin du dispositif AMReSTI. Sur plusieurs projets, des solutions prometteuses nécessitaient des prototypes ou des essais de faisabilité parfois longs. Quelques entreprises ont laissé les solutions ébauchées en suspens, pour se consacrer à d'autres projets devenus prioritaires. Dans une entreprise, aucune solution n'a abouti, le mode d'accompagnement étant trop dérangeant par rapport aux pratiques habituelles de ses membres.

TRIZ, une méthode parfois troublante pour des concepteurs

Nous avons suivi le dispositif AMReSTI en tant qu'observateur (BOLDRINI, 2005) pour répondre à des questions de recherche soumises par le directeur de PLI. Elles portaient sur les relations entre les acteurs du dispositif et sur la coordination du trinôme: entreprise/porteur de projet/expert TRIZ. Désireux d'y répondre, nous ne souhaitons pas pour autant y limiter notre champ d'investigation. À l'instar d'autres chercheurs (par ex. BROWN et EISENHARDT, 1997), nous souhaitons aborder le terrain, certes avec des théories en tête (pour ne pas observer en aveugle), mais également sans hypothèse *a priori* (pour permettre l'émergence d'autres questions pertinentes). Nous avons ainsi découvert, chemin faisant, que si la méthode TRIZ séduisait certains concepteurs, elle était également troublante pour certains autres. La majorité des acteurs la trouvaient plutôt difficile à utiliser. La phase d'interprétation des modèles de solutions, par exemple, était jugée ardue. Une nouvelle question a donc émergé: «*Pourquoi la méthode TRIZ est-elle difficile à utiliser en PME?*»

DEUX REGARDS SUR L'INTRODUCTION D'UNE NOUVELLE MÉTHODE EN PME

De nombreuses grilles de lecture peuvent être mobilisées pour comprendre ce qui entrave (ou, au contraire, facilite) l'introduction d'une nouvelle méthode en PME. Nous pourrions nous centrer sur la méthode

TRIZ et examiner ses perspectives de diffusion au regard de caractéristiques internes. Nous pourrions également étudier le rôle des acteurs et la structure organisationnelle, puis en inférer les atouts et les limites de la conception collaborative en PME.

Nous avons choisi, dans cet article, de porter notre regard sur deux points:

- les variables affectant la capacité d'accueil d'une nouvelle méthode en PME;
- les caractéristiques épistémologiques de TRIZ.

La capacité d'accueil des PME pour une nouvelle méthode

La réussite des projets du dispositif AMReSTI a été influencée par des variables bien connues en matière de diffusion des innovations (ROGERS, 1995): la personnalité du chef d'entreprise, la qualité des relations interpersonnelles, le jeu organisationnel, le degré d'ouverture de l'entreprise sur l'extérieur... Des observations et des entretiens ont permis de mettre au jour d'autres variables:

– *les attentes de l'entreprise*. Les participants se montrent plus motivés lorsqu'ils recherchent un principe novateur pour un produit à commercialiser que lorsqu'ils souhaitent simplement découvrir le potentiel de la méthode TRIZ;

– *les caractéristiques du produit*. La recherche de solutions est fructueuse lorsqu'elle porte sur un produit simple, à renouvellement rapide, fabriqué avec des matériaux peu coûteux et faciles à mettre en œuvre ou à tester sur des prototypes. Inversement, les concepteurs sont plus réticents aux changements quand ils concernent des produits complexes ou des équipements industriels durables, sur lesquels les modifications sont lourdes de conséquences ou lorsque de nombreuses fonctions sont interdépendantes. Il en va de même lorsque le produit est soumis à des normes techniques, à des réglementations contraignantes ou lorsqu'il requiert une expertise importante;

– *le style cognitif des acteurs*. La production d'idées est importante chez les concepteurs qui reconnaissent les vertus du détour et qui ont confiance a priori dans les intervenants extérieurs. Dans une entreprise où aucune solution n'a été trouvée, l'approche des problèmes était très concrète, le fonctionnement plutôt autarcique et la perception de la modicité de ses ressources assez aiguë. Affirmant la spécificité de son métier, l'entreprise ne faisait pas confiance à l'expert TRIZ. Les leaders, dans les équipes, influencent également la réussite des projets, selon qu'ils incitent au changement ou misent, au contraire, sur le potentiel interne de l'entreprise;

– *les méthodes de conception en vigueur*. L'introduction de TRIZ a été facile dans les entreprises qui utilisaient déjà des méthodes de conception (l'analyse de la valeur le plus souvent). Cela a été plus difficile pour celles qui n'avaient aucune démarche formalisée, où les concepteurs ne se fiaient qu'à leur expérience et à

leur intuition et refusaient de laisser en suspens la question du coût durant la phase de recherche des solutions;

– *les expériences antérieures*. Le dispositif AMReSTI a donné satisfaction aux entreprises habituées aux partenariats et/ou qui avaient des expériences réussies

Les fondements paradoxaux de la méthode TRIZ

L'observation du dispositif AMReSTI a mis en évidence des conflits entre les principes de la méthode TRIZ, d'une part, et les pratiques des concepteurs, d'autre part. Nous avons découvert que certains de ces conflits étaient dus aux caractéristiques épisté-



[...] un des trois mythes de l'innovation [...] : celui qui met en scène un inventeur génial, marginal, obstiné et incompris de ses proches. (*Charles Cros* (1842-1888), poète et inventeur français. Caricature de Cabriol, *Le Journal littéraire illustré*)

d'introduction d'innovations par ce biais. Inversement, aucune solution n'a abouti dans une entreprise qui avait connu des déboires dans le passé. Les variables présentées constituent des facteurs de contingence qui reflètent la capacité d'accueil d'une organisation pour une nouvelle méthode. Avant toute intervention, il pourrait être judicieux de diagnostiquer la situation de la PME à l'égard d'expériences antérieures, afin d'anticiper des difficultés éventuelles.

mologiques de la méthode. Pour le comprendre, un retour aux fondements de la méthode s'impose.

- *Credo de la méthode et pratique des concepteurs* – *La construction du problème*. La méthode TRIZ préconise un mode de traitement linéaire : modélisation du problème, puis modélisation des solutions, puis interprétation des modèles de solutions. Cette démarche s'oppose à la structuration progressive de la

conception, décrite par de nombreux auteurs. Du fait des caractéristiques de la conception (problème de départ large et peu circonscrit, incertitude, etc.), il ne peut y avoir, selon G. DE TERSSAC (1996), de chemin prédéterminé vers la solution. Considérer la conception uniquement comme une résolution de problème supposerait que le problème résolu soit le problème posé au départ. Or celui-ci évolue souvent au cours de sa résolution. Comme le problème ne préexiste pas à la solution, le concepteur doit simultanément définir le problème et élaborer la solution (DARSES et FALZON, 1996). Sur les produits innovants, où il est impossible de bien poser le problème au départ, il est indispensable de le reformuler à chaque étape de la conception ;

– *La solution idéale.* Parmi les solutions possibles, TRIZ postule, parfois explicitement, que l'une d'elles est idéale. Une invention doit ainsi posséder quatre qualités (ALTSHULLER, 2002) : être *la* (3) solution technique du problème, être nouvelle, se distinguer du déjà connu, donner un effet utile. L'inventeur peut alors apparaître tel un sauveur : « Et, soudain, apparut l'inventeur : « Je vous propose "*la solution idéale*" ». Nous savons pourtant que la conception requiert la prise en compte de contraintes et de points de vue variés, lesquels nécessitent des processus de négociation aboutissant à des compromis. Loin du *one best way*, en conception comme en toute situation complexe, il n'y a donc pas de décision optimale (LE MOIGNE, 1994). C'est une des raisons pour laquelle les concepteurs, dans leur pratique effective, se dirigent rapidement vers des solutions simplement satisfaisantes, en adoptant ce que l'ergonomie cognitive nomme une « stratégie de moindre compromission » ;

– *Un inventeur.* Un des ouvrages de G. ALTSHULLER (2002) s'intitule *Et soudain apparut l'inventeur*. Ce qui frappe ici, c'est le singulier d'inventeur, qui n'est pas seulement utilisé dans le titre mais qui est régulièrement repris dans le livre. Avec la formule « inventeur – la profession de l'avenir », G. Altshuller, non seulement confirme l'approche *Science push* (qui caractérise TRIZ), mais révèle également, en creux, son ignorance, son désintérêt, son oubli (?) du contexte, du marché, du client, de l'usage du produit – en un mot de la dimension socio-technique. Le singulier témoigne d'un des trois mythes de l'innovation dénoncés par M. CALLON (1994) : celui qui met en scène un inventeur génial, marginal, obstiné et incompris de ses proches. Aucun mythe ne saurait être plus faux, car, si les individus peuvent avoir des idées, seuls les collectifs sont en mesure de les éprouver, de les transformer et de les faire aboutir. L'innovation est donc, de part en part, affaire d'organisation. De plus, avec le développement des coopérations interorganisa-

tionnelles, la délimitation des contributions devient de plus en plus problématique. Il y a une seule situation où G. ALTSHULLER (1999) entrevoit les limites de l'inventeur solitaire : celle où il s'agit de concrétiser une solution. Là, il reconnaît qu'il est « plus efficace de travailler collectivement ». Il n'est pas futile de souligner l'emploi récurrent du singulier, car tout outil porte les marques de sa naissance, lesquelles (bien qu'enfouies et oubliées) structureront toujours les logiques de fonctionnement jusqu'à former une « technologie invisible » (Berry, 1983). Ainsi le dispositif AMReSTI, en dépit de sa dimension collective (accompagnement bipartite des PME, tenue de quatre réunions) a également institué un acteur emblématique : l'expert TRIZ, dont le rôle s'est avéré délicat.

Souvenons-nous que l'ambition de G. Altshuller était de faire de la créativité une science exacte. Il n'est donc pas surprenant que ses travaux s'appuient sur des démarches scientifiques, tout du moins sur certaines d'entre elles – celles qui relèvent du positivisme. La science y est considérée comme étant la connaissance de la réalité, cette réalité étant gouvernée par des lois. La méthodologie positiviste divise les difficultés pour mieux les résoudre et elle postule que l'existence d'un réel possible doit être expliquée en raison (LE MOIGNE, 1999). À cette « science classique » est associée une logique qu'E. MORIN (1991) nomme « logique déductive/identitaire » car elle est bâtie sur la déduction, l'induction et la non-contradiction. En son sein règnent les trois axiomes d'Aristote. L'axiome d'identité postule que « ce qui est A est A ». Il est impossible que le même simultanément existe et n'existe pas. L'axiome de non-contradiction prétend que rien ne peut présenter en même temps des attributs antagonistes : B ne peut pas être à la fois A et non A. L'axiome du tiers exclu affirme qu'entre deux propositions contradictoires, une seule est vraie : toute chose doit ou être ou ne pas être : B est *ou* A *ou* non A.

L'essentielle notion de contradiction

Comment notre prétendante au statut de science exacte – TRIZ – se situe-t-elle au regard des canons de scientificité que nous venons succinctement de rappeler ?

– *Des principes inventifs, obtenus par une démarche inductive.* L'induction consiste à formuler des principes généraux ou des lois à partir de l'observation de régularités, de constances dans les phénomènes étudiés. La généralisation est scientifiquement légitime si aucune observation, parmi un nombre important et répété d'observations dans des situations très variées, ne contredit la loi générale. Une seule observation contraire suffirait à invalider la loi, ce qui rend l'induction faillible au sens de K. Popper. On se souvient que G. Altshuller a sélectionné

(3) C'est nous qui soulignons.

tionné 40 000 brevets, parmi 400 000, et qu'il en a inféré 40 principes inventifs. Sa démarche est donc bien de nature inductive.

– *Une décomposition du problème à traiter.* La maîtrise de l'inventeur consiste, pour G. Altshuller (2002), à résoudre un problème complexe grâce à des moyens très simples. Comme en témoigne un expert du dispositif AMReSTI: « *Quand on travaille, on travaille sur un [seul] problème, puis on passe à un autre.* » Son homologue explique que « *comme on focalise sur n petites solutions, la solution technique est la combinaison des n petites solutions modélisées. Avec une approche globale, on risque de ne pas trouver de solution, de rester "bloqués"* ». On reconnaît là le principe de réduction, second des quatre principes du *Discours de la méthode* de R. Descartes, qui consiste à diviser les difficultés pour mieux les résoudre. Une de ses limites tient au fait que simplifier un système conduit fréquemment à le mutiler, ce qui en fait perdre l'intelligibilité. Par ailleurs, ce principe ne dit rien sur la manière de bien décomposer un système en parties (LE MOIGNE, 1999). On comprend mieux, dès lors, que des industriels aient été « *gênés par la nécessité d'isoler les problèmes, alors qu'il y a interdépendance entre eux* », ou qu'ils puissent considérer que « *TRIZ est un outil intéressant, mais à ne pas utiliser seul – car il peut être dangereux.* »

– *Une insistance sur le déterminisme et l'ordre.* L'évolution des systèmes techniques ainsi que la créativité seraient régies par des lois. Leur connaissance éviterait bien des difficultés à l'inventeur. Aussi G. ALTSHULLER (2002) préconise-t-il à l'homme intelligent de disposer « *dans un ordre parfait* » ce qu'il mettra dans les « *combles de son cerveau* », « *une organisation sévère* » étant la seule manière, pour l'inventeur, de parvenir à « *la solution idéale* ». Les raisons qui conduisent G. Altshuller à encenser l'ordre et à se méfier du désordre sont connues. L'ordre est, comme le note E. MORIN (1990), ce qui apparaît dans la régularité, dans la répétition des phénomènes. L'ordre offre alors la possibilité, via les lois qui les gouvernent, de déduire, d'induire et surtout de prédire. Anticiper est justement un but recherché par G. Altshuller (2002): « *avec la théorie de l'inventivité, nous comprenons la logique de développement des systèmes techniques et pouvons prévoir à l'avance (sic) l'apparition de nouveaux problèmes en sachant comment il va falloir les résoudre* ». Le désordre, quant à lui, se manifeste par des irrégularités, des aléas qui parasitent le message. Il apparaît, de ce fait, néfaste et dysfonctionnel et apporte l'anxiété de l'incertitude devant l'incontrôlable (MORIN, 1990). Le désordre a pourtant une seconde face, que G. Altshuller ne perçoit pas: celle de la créativité et de l'émergence, lesquelles correspondent pourtant aux buts qu'il poursuit;

– *des connaissances issues des « sciences fondamentales ».* Pour assimiler la théorie de l'inventivité, il faut, écrit

G. Altshuller (2002), connaître un peu de physique, mais aussi les mathématiques, la chimie et la biologie. On reconnaît, ici, la plupart des « *sciences fondamentales* » du *Cours de philosophie positiviste* d'A. Comte. La méthode TRIZ a été construite sur l'étude de brevets et de littérature scientifique, elle est *Science push* dans la génération des solutions inventives. Cette approche se distingue de celles postulant que le cœur de l'innovation est la conception et non pas la science (PERRIN, 2001). Les deux approches ne sont pas incompatibles. Mieux vaut cependant avoir conscience de leurs différences.

Les caractéristiques discutées montrent que la méthode TRIZ relève, par certains aspects, du paradigme positiviste. La lecture de G. Altshuller nous réserve pourtant une surprise épistémologique avec la notion de contradiction, essentielle dans la méthode TRIZ. Sachant que G. Altshuller a ébauché sa théorie dans l'Union soviétique de Staline, on pourrait essayer de comprendre ses travaux à la lumière du matérialisme dialectique, qui consacre également une place importante au problème de la contradiction. Nous ne suivons pas cette voie qui nous détournerait de notre propos, qui est de montrer que la notion de contradiction est paradoxale en regard des postulats épistémologiques de l'inventeur de TRIZ. En effet, une contradiction, comme le rappelle E. Morin (1991), ne peut être que le signe d'une erreur de raisonnement pour la logique classique, qui est binaire. Or TRIZ utilise un style de raisonnement où « *oui* » et « *non* » peuvent exister simultanément (ALTSHULLER, 2002). C'est pour tirer profit de cette dialectique que TRIZ interdit les compromis et impose l'énoncé d'une contradiction. Celle-ci peut être technique: améliorer un paramètre A sans dégrader un paramètre B. Elle peut être physique: le produit doit posséder la propriété A et la propriété anti-A (*cf. supra*). C'est dans le second cas que la transgression de deux axiomes d'Aristote (non contradiction et tiers exclu) est la plus flagrante. L'infraction de G. Altshuller à la logique classique est compréhensible quand on sait les fins qu'il poursuit: la contradiction, dans son esprit, doit permettre l'émergence d'une réalité plus riche, la découverte d'une dimension cachée. Dès lors, elle n'est plus le signe d'une erreur; elle traduit un progrès du savoir. La contradiction autorise ce qui, placé hors logique, relève de l'invention et de la création (MORIN, 1991). On comprend donc que la notion de contradiction soit précieuse dans un processus de conception, et plus particulièrement dans sa phase de recherche de solutions, où l'expansion des connaissances est indispensable.

Il en ressort que la méthode TRIZ est paradoxale sur le plan épistémologique: ses fondements sont positivistes, tout en transgressant, pour stimuler la créativité, les règles intrinsèques à la logique classique.

TRIZ	Autres théories
Des fondements positivistes malgré des transgressions	<ul style="list-style-type: none"> Nature constructiviste des sciences de la conception (LE MOIGNE, 1994 ; PERRIN, 2001)
Approche analytique du problème de conception (réduction en petits problèmes plus simples à traiter)	<ul style="list-style-type: none"> Approche systémique de la conception (finalités du produit, relations avec l'environnement) en analyse de la valeur notamment
La science au cœur de TRIZ (approche Science push)	<ul style="list-style-type: none"> La conception au cœur de l'innovation (PERRIN, 2001)
Déterminisme du chemin vers la solution et démarche linéaire de traitement du problème (modélisation → résolution → interprétation)	<ul style="list-style-type: none"> Pas de chemin pré-déterminé vers la solution (de TERSSAC, 1996) Co-construction problème-solution (DARSES et FALZON, 1996 ; PERRIN, 2001)
La solution idéale	<ul style="list-style-type: none"> En situation complexe, il n'existe pas de décision optimum (LE MOIGNE, 1994) Les concepteurs se contentent de solutions satisfaisantes imparfaites en adoptant une « stratégie de moindre compromission » (in PERRIN, 2001)
Un inventeur	<ul style="list-style-type: none"> Fausseté du mythe de l'inventeur (CALLON, 1994) La conception est l'affaire d'un acteur collectif communicant (de TERSSAC, 1996)

Tableau 2 : TRIZ comparée à d'autres théories

CONCLUSION : LA QUÊTE D'UNE « DANSE GÉNÉRATRICE » ?

Dans cet article, nous avons présenté un dispositif d'accompagnement, AMReSTI, mettant en œuvre une méthode de créativité, TRIZ, pour résoudre des problèmes techniques rencontrés par des PME. La discussion a montré que la rencontre entre l'outil et les PME pouvait s'avérer délicate. Cela s'explique, en premier lieu, par le fait que l'on ne sait pas à l'avance dans quelle configuration de dispositifs préexistants cette inscription aura lieu (MOISDON, 1997). Pour éclairer ce point, nous avons cherché à repérer les facteurs qui affectent la capacité d'accueil d'une nouvelle méthode en PME. Il serait utile, *avant* tout projet d'introduction, de diagnostiquer la situation de la PME à l'égard de ces facteurs. L'introduction d'un outil nécessite, par ailleurs, d'être accompagnée d'une intervention et d'un travail en collaboration avec toutes les parties prenantes de l'organisation (*ibid.*). C'est ce qui s'est passé avec le dispositif AMReSTI. Toutefois, pour mieux répondre aux différences d'attentes et de caractéristiques entre PME, il serait souhaitable de segmenter les catégories d'adoptants en fonction des facteurs de contingence que nous avons identifiés et d'élaborer des stratégies d'accompagnement adaptées à ces catégories. Pour progresser dans l'accompagnement des PME, sachant qu'aujourd'hui

l'innovation dépend plus de compétences organisationnelles et stratégiques que de compétences technologiques (Chanal, 2002), le rôle des « agents de changement » (conseillers technologiques...) devrait évoluer dans ce sens. Dans un second temps, nous nous sommes intéressés au statut épistémologique de la méthode TRIZ. Le fait que l'efficacité d'un dispositif d'accompagnement puisse être altérée par un obstacle épistémologique n'a, à notre connaissance, pas été abordé dans la littérature. Les résultats de notre discussion (tableau 2) montrent les principales divergences entre TRIZ et d'autres théories mobilisées en conception.

Bien que ces divergences soient imperceptibles pour la plupart des acteurs, elles nous semblent être la cause d'une partie des difficultés dans l'utilisation de la méthode TRIZ. Si des connaissances relatives à son épistémologie n'ont guère d'utilité pour des acteurs de PME, il en va certainement différemment pour des conseillers technologiques des agences d'innovation, voire pour des enseignants. Une prise de conscience sur ce point leur permettrait de progresser dans la pédagogie de la méthode.

L'épistémologie de la méthode TRIZ présente également un intérêt pour la recherche en sciences de gestion. En effet, si son projet est l'analyse et la conception des dispositifs de pilotage de l'action organisée (DAVID *et al.*, 2000), alors les questions soulevées par les outils mis en œuvre dans les pro-

cessus de conception entrent dans son champ d'étude. De plus, la tendance actuelle est au pluralisme méthodologique et au dépassement du débat entre positivisme et constructivisme. En effet, selon E. MORIN (1991), la logique classique ne saurait suffire, car elle empêche de traiter les incertitudes, les ambiguïtés et les contradictions. On ne peut pas non plus s'en passer, car elle est un instrument irremplaçable de contrôle de la pensée. Il faut l'affaiblir, sans l'abandonner, afin d'accepter ce qui éveille l'invention ou la création. Or, il existe une forme de raisonnement pour générer des idées nouvelles : l'abduction, la théorie de formation des hypothèses explicatives de C. PEIRCE. Pour dépasser les oppositions épistémologiques, A. DAVID (2000) propose une boucle réursive intégrant les trois approches (figure 4).

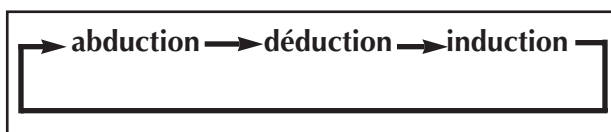


Figure 4 : La boucle réursive abduction/déduction/induction (DAVID, 2000)

Élaborée pour la recherche en sciences de gestion, cette boucle peut être transposée à l'un de ses objets d'étude : l'organisation des processus de conception. L'ambiguïté épistémologique de TRIZ devient dès lors un atout, car elle permet de conjuguer aptitudes créatives et démarches analytiques et rationnelles. Un processus de conception organisé en boucle réursive faciliterait alors l'articulation des connaissances acquises, de l'acte de connaître et de la génération de connaissances nouvelles. Cette « danse génératrice » (COOK et BROWN, 1999) constituerait une puissante source d'innovation organisationnelle. ■

BIBLIOGRAPHIE

ALTSHULLER (G.), *The Innovation Algorithm. TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity*, Worcester, MA, Technical Innovation Center, 1999.
ALTSHULLER (G.), *Et soudain apparut l'inventeur*, Paris, Ed. Seredinski, 2002. (*The Art of Inventing. And Suddenly the Inventor Appeared*, Moscow, Detskaya Literatura, 1984).

BERRY (M.), *Une technologie invisible? L'impact des instruments de gestion sur l'évolution des systèmes humains*, Paris, Centre de Recherche en Gestion de l'École Polytechnique, 1983.

BOLDRINI (J.-C.), *L'Accompagnement des projets d'innovation. Le suivi de l'introduction de la méthode TRIZ dans des entreprises de petite taille*, Thèse de doctorat en Sciences de gestion, Université de Nantes, 2005.

BROWN (S.L.), et EISENHARDT (K.M.), «The Art of Continuous Change: Linking Complexity Theory and Time-paced Evolution in Relentlessly Shifting Organizations», *Administrative Science Quarterly*, 1997, Vol. 42, n° 1, p. 1-34.

CALLON (M.), «L'innovation technologique et ses mythes», *Gérer et comprendre*, 1994, p. 5-17.

CAVALUCCI (D.), *Contribution à la conception de nouveaux systèmes mécaniques par intégration méthodologique*, Thèse de doctorat, Laboratoire de Recherche en Productique de Strasbourg, 1999.

CHANAL (V.), «Comment accompagner les PME-PMI dans leur processus d'innovation?», XI^e Conférence de l'AIMS, Paris, 2002, 5-6-7 juin 2002.
COOK (S.D.), et BROWN (J.S.), «Bridging Epistemologies: The Generative Dance Between Organizational Knowledge and Organizational Knowing», *Organization Science*, 1999, Vol. 10, n° 4, p. 381-400.

DARSES (E.), et FALZON (P.), «La conception collective: une approche de l'ergonomie cognitive» in TERSSAC, G. de et FRIEDBERG, E. *Coopération et conception*, Toulouse, Octarès, 1996, p. 123-135.

DAVID (A.), HATCHUEL (A.), et LAUFER (R.), (coord.). *Les Nouvelles Fondations des sciences de gestion. Éléments d'épistémologie de la recherche en management*, Paris, Vuibert, 2000.

LE MOIGNE (J.-L.), *La Théorie du système général*, Paris, PUF, 1994.

LE MOIGNE (J.-L.), *Les Épistémologies constructivistes*, Paris, PUF, 1999.

MOISDON (J.-C.), (dir.). *Du mode d'existence des outils de gestion*, Paris, Seli Arslan, 1997.

MORIN (E.), *Science avec conscience*, Paris, Fayard, 1990.

MORIN (E.), *La méthode*, t. 4. *Les idées. Leur habitat, leurs mœurs, leur organisation*, Paris, Seuil, 1991.

PERRIN (J.), *Concevoir l'innovation industrielle, méthodologie de conception de l'innovation*, Paris, CNRS éditions, 2001.

ROGERS (E.), *Diffusion of innovations*, New York, The Free Press, 1995. (4th edition).

TERSSAC (G.) de, et FRIEDBERG (E.), *Coopération et conception*, Toulouse, 1996, Octarès.