



Centre de recherche rétrospective de Marseille
Université Paul Cézanne Aix-Marseille III (UPCAM)

LES LOIS D'EVOLUTION DE TRIZ

POUR UNE NOUVELLE METHODE DE VEILLE PROSPECTIVE

Par Frédéric AMEGLIO

Pour l'obtention du

**Master Recherche Ingénierie de l'Information, de la Décision et de la
Connaissance (IIDC)
Option Veille technologique et Intelligence Compétitive**

Mémoire présenté et soutenu le 14 septembre 2005

Remerciements

A Ghislain GREVY pour ses conseils sur la méthode TRIZ,
A Gilles CAVALLUCCI pour son accueil,
A Céline et Loïc pour leurs soutien.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
INTRODUCTION	4
PARTIE 1: TRIZ ET LES LOIS D'EVOLUTION	5
1. TRIZ EN QUELQUES MOTS	6
2. LES LOIS D'EVOLUTION.....	6
2.1. ORIGINE DES LOIS	6
2.2. DEFINITION	7
2.3. PRESENTATION DES LOIS D'EVOLUTION	7
2.3.1. INTEGRALITE DES PARTIES D'UN SYSTEME TECHNIQUE (LOI 1).....	8
2.3.2. CONDUCTIBILITE ENERGETIQUE DU SYSTEME (LOI 2).....	9
2.3.3. LOI DE COORDINATION DU RYTHME DES PARTIES (LOI 3)	9
2.3.4. AUGMENTATION DU NIVEAU D'IDEALITE (LOI 4).....	9
2.3.5. DEVELOPPEMENT INEGAL DES PARTIES D'UN SYSTEME (LOI 5)	10
2.3.6. TRANSITION VERS LE SUPER SYSTEME (LOI 6).....	11
2.3.7. TRANSITION VERS LE MICRO NIVEAU (LOI7)	11
2.3.8. AUGMENTATION DE LA CONTROLABILITE ET DU DYNAMISME (LOI 8)	11
3. NOTIONS DE SYSTEME TECHNIQUE	12
3.1. DEFINITION	12
3.2. MATRICE DES 9 ECRANS.....	13
3.3. LES STADES D'EVOLUTION D'UN SYSTEME TECHNIQUE	14
3.3.1. STADE 1 : C'EST LA NAISSANCE DU SYSTEME	15
3.3.2. STADE 2 : ENFANCE ET DEVELOPPEMENT DU SYSTEME.....	15
3.3.3. STADE 3 : MATURITE	16
3.3.4. STADE 4 : DECLIN	16
3.4. COMMENTAIRES SUR LES COURBES	17
PARTIE 2: ETUDE DE CAS.....	19
<i>Partie non diffusée sans avec l'accord de son auteur</i>	19
BIBLIOGRAPHIE	20

INTRODUCTION

La prospective technologique est devenue un enjeu pour toutes les organisations publiques et privées.

En Europe, de nombreux exercices prospectifs sont menés par les pouvoirs publics. On peut citer par exemple le programme européen FISTERA (Foresight on Information Science and Technology in the European Research Area) qui cherche à développer une activité de prospective européenne pour les TIC.

En France, l'élaboration des Technologies clés est un exercice prospectif relativement ancien dont la dernière édition (TC 2010) est attendue pour l'automne 2005. L'objectif des "technologies clés" est d'identifier les technologies de demain, porteuses d'avenir qui assureront un avantage de compétitivité à la France à l'horizon 2010 et au-delà, mais les motivations sont souvent d'ordre économique, et budgétaire (optimiser l'investissement en R&D, donc les efforts de recherche). En France, ces réflexions prospectives sont menées par la plupart des organismes publics de recherche, CEA, CNRS...

Le rapport Carayon, publié en 2003, fait un état des lieux de l'intelligence économique en France. Il rappelle la nécessité "d'engager une réflexion prospective appliquée et de créer un intranet gouvernemental dédié à l'anticipation et à la prospective, ainsi qu'une représentation permanente à Bruxelles, sous la forme d'une mission d'anticipation chargée exclusivement de l'analyse et de la réflexion prospective" [CAR 03].

Bernard Carayon, souligne une fois de plus, combien il est indispensable de développer, au sein de l'Etat, une véritable capacité d'anticipation et de prospective.

La prospective technologique a d'autres objectifs : montrer l'utilité de la recherche, faire naître des idées originales, mais aussi créer de l'inquiétude pour ne pas manquer des opportunités quand elles se présentent.

La veille technologique alimente cette réflexion prospective, elle aide les décideurs à anticiper et à prendre connaissance des signaux annonciateurs d'événements futurs: de type opportunités ou menaces.

On est proche de la notion de "signal faible" vulgarisé par Ansoff [ANS 75] et repris par Humbert LESCA qui préfère parler de « signe d'alerte précoce » [LES 00], qui est « une information dont l'interprétation suggère qu'un événement susceptible d'être important pour l'avenir de la firme pourrait s'amorcer ».

Réduire les incertitudes est déjà un objectif bien ambitieux comme le rappelle François Jakobiak [JAK 91] dans son ouvrage.

Depuis longtemps on demande au spécialiste de la veille technologique d'anticiper, de connaître, plutôt d'imaginer les actions futures des concurrents. "La tentation est grande de demander au veilleur technologique de prévoir l'évolution de la technologie" [DOU 95]

OBJECTIF

A travers ce mémoire, nous tenterons d'utiliser les lois d'évolution de la méthode TRIZ, proposées par Guenrich Altshuller, lois qui caractérisent le développement de chaque système technique indépendamment de son domaine technique.

A partir de ce postulat, tout système technique va d'un état initial vers des états futurs, il paraît donc possible d'identifier des tendances d'évolution de ces systèmes et d'anticiper sur leur futur développement.

Cette réflexion est déjà menée par des experts de la méthode TRIZ. Mais l'un des objectifs est bien de tenter de fournir des outils au non spécialistes pour identifier des tendances d'évolution de tout système technique et anticiper sur leur développement.

Les méthodes actuelles de prospective divergent selon les pays mais elles ont toutes un point commun, elles s'appuient essentiellement sur les avis des experts et nous tenterons de minimiser leur importance. Les exercices les plus récents, à l'instar des "Technologies Clés 2010", cherchent tous à raccourcir la durée du travail d'exploration prospective qui est souvent trop long, afin de mieux répondre aux attentes des entreprises.

Bien évidemment, ce mémoire n'est en rien comparable avec la rédaction des « Technologies Clés » qui est un travail considérable, résultat de travaux de plus d'une centaine d'experts regroupés en 8 domaines thématiques ou scientifiques.

En utilisant les lois d'évolution pour étudier une société et ses principaux concurrents, nous chercherons à positionner et comparer leur système technique (ou leur technologie) sur leur courbe d'évolution. Nous tenterons ensuite d'évaluer le potentiel de développement de ces mêmes systèmes techniques.

Il est important de rappeler qu'à ce jour, il n'existe pas de fondements théoriques qui valident la méthode TRIZ sur le plan scientifique. Peu de travaux sont accessibles et s'ils le sont, c'est essentiellement en Russe. TRIZ a donc la faveur des « technologues » et des consultants mais peu de chercheurs se sont appropriés la méthode. C'est simplement une méthode « qui marche ».

PARTIE 1: TRIZ ET LES LOIS D'EVOLUTION

1. TRIZ EN QUELQUES MOTS

Nous ne parlerons pas de la méthode TRIZ dans le cadre de ce mémoire, car ce n'est pas notre propos. Les outils proposés par TRIZ sont nombreux et les utilisations et les objectifs poursuivis par les utilisateurs de TRIZ sont tout aussi variés :

- Réduire la phase de recherche et de développement
- Résoudre les problèmes techniques
- Développer la créativité des individus, levier pour favoriser l'innovation
- **Prévoir l'évolution d'un système technique**

C'est donc l'idée forte suivante de TRIZ qui sera le fil conducteur de ce mémoire :
L'évolution technologique est prévisible

Nous donnons ici quelques dates repères issues du site de l'ENSAM Angers

1946	Premiers travaux de G. Altshuller mettant en évidence la notion de problème inventif
1956	Première publication de G. ALTSHULLER sur TRIZ.
1946-1971	Elaboration, par analyse d'un grand nombre de brevets, de la liste des 40 principes de résolution des contradictions techniques.
1946-1985	Mise en évidence des principes de séparation.
1959-1985	Elaboration de l'algorithme de résolution des problèmes inventifs : ARIZ.
1973-1981	Analyse Substance - Champ.
1977-1985	Structuration des solutions standards.
1970-1980	Premières listes structurées sur les effets naturels.
1975-1980	Développement des schémas d'évolution des produits.
vers 1988	Premières approches informatisées.
1998	Décès de G. ALTSHULLER, fondateur de TRIZ.

Les premières approches informatisées vers 1988 correspondent à la diffusion de la méthode en Occident.

2. LES LOIS D'EVOLUTION

2.1. ORIGINE DES LOIS

Nous ne nous intéresserons pas aux fondements psychologiques et sociaux qui ont poussés Altshuller à imaginer la méthode TRIZ (un acronyme russe qui signifie en français "Théorie de la résolution des problèmes inventifs »), mais on peut dire que

TRIZ dans son contexte, hérite de la vision déterministe et positiviste du progrès : les causes internes seules comptent [CHO 00].

La vision occidentale est plus complexe, et fait intervenir un grand nombre de facteurs externes (techniques, économiques, ou psychologiques).

2.2.DEFINITION

Altshuller a formulé huit lois d'évolution, elles sont objectives et incontournables : un système technique conçu sans les avoir respectées sera non-viable et sera inévitablement vaincu par un système concurrent qui les aura respectées.

Nous partirons de ce postulat pour étudier les systèmes techniques.

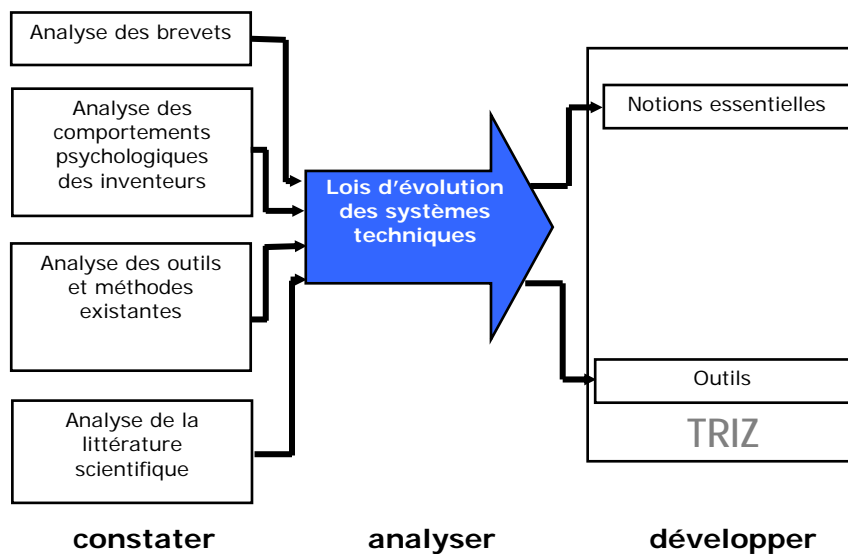


fig.1

Il ne faudrait pas réduire les travaux d'Altshuller à une simple observation des brevets, même s'il privilégie le système technique comme objet d'étude, Il a réalisé un état de l'art des outils et des méthodes existantes et s'est penché sur les comportements psychologiques des inventeurs pour élaborer ses lois d'évolution.

2.3.PRESENTATION DES LOIS D'EVOLUTION

Les lois d'évolution décrivent des tendances d'évolution des systèmes techniques. Plutôt que de parler de "lois", il serait plus approprié de parler de "tendances", mais l'usage a institué le premier terme.

Altshuller a analysé plus de 400.000 brevets et solutions inventives de différents champs de la technologie. Il a découvert que l'évolution des systèmes de technologie n'est pas un processus aléatoire mais qu'elle est plutôt régie par des lois objectives.

Les lois d'évolution sont divisées en trois grandes familles :

- Les lois "**statiques**" (1, 2 et 3) qui régissent l'organisation du système. Ces lois définissent la viabilité du système, ce qui signifie que les différentes parties d'un système technique doivent respecter ces lois pour qu'il soit opérationnel.
- Les lois dites **cinématiques** (4, 5 et 6) relatives à l'évolution du système. Elles définissent globalement comment le système technique évolue sans prendre en compte les éléments techniques et physiques internes.
- Les lois dites **dynamiques** (7 et 8) complètent les précédentes en prenant en compte ces éléments.

2.3.1. Intégralité des parties d'un système technique (Loi 1)

"Law of system completeness"

Un système technique est composé de 4 parties : un moteur, un organe de transmission, un organe de travail et un organe de contrôle.

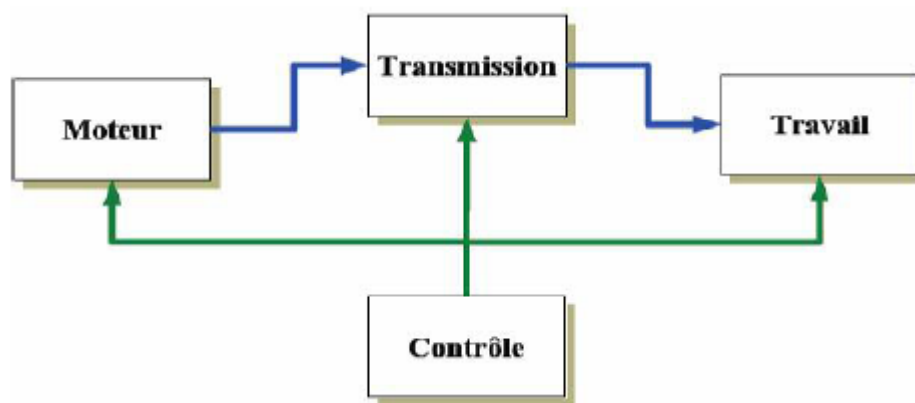


fig.2

Chacune de ses parties doit atteindre une performance suffisante (ou minimale) pour que le système soit opérationnel. Il est aisé d'identifier ces quatre parties pour un avion ou une voiture mais beaucoup plus difficile si l'on applique cette loi à la fonction "empiler" des boites de boisson en aluminium [CAV 99].

Cette loi signifie en particulier que si l'une des parties du système est défaillante, le système n'est pas viable. Un autre élément important découlant de cette loi est la nécessité qu'une partie du système soit contrôlable.

2.3.2. Conductibilité énergétique du système (Loi 2)

« *Taking out* »

Pour qu'un système technique fonctionne, il est nécessaire que l'énergie circule facilement à travers ses parties. Il est notamment nécessaire que l'énergie générée par le moteur soit transmise à l'organe de travail.

L'énergie peut circuler de différentes manières grâce à des champs de nature diverse (mécanique, thermique, magnétique, ...). Le nombre de conversions de l'énergie utile dans le système tend à diminuer avec son évolution.

2.3.3. Loi de Coordination du rythme des parties (Loi 3)

« *Local quality* »

Pour qu'un système technique fonctionne correctement, le rythme (fréquence, périodicité...) de ses parties doit être coordonné.

Cette loi comporte deux aspects :

Les actions des différentes parties tendent à être entièrement coordonnées, voir à se compléter (travail d'une partie pendant le repos d'une autre),

Les rythmes (fréquence, périodicité, ..) s'harmonisent.

2.3.4. Augmentation du niveau d'idéalité (Loi 4)

« *Increasing the degree of system ideality* »

Idéalité : Où

$$D = \frac{\sum Fu}{\sum Fn + \sum Fc}$$

D est le degré d'approche de l'idéal

Erreur ! Des objets ne peuvent pas être créés à partir des codes de champs de mise en forme. est la somme des fonctions utiles du système,

Erreur ! Des objets ne peuvent pas être créés à partir

Tout système technique évolue en augmentant son niveau d'idéalité.

Cette loi est fondamentale, elle explique la tendance globale de l'évolution des systèmes.

Ce rapport entre la somme des fonctions utiles sur la somme des fonctions nuisibles et des coûts dépasse le cadre de la méthode TRIZ: diminuer les coûts, ou augmenter les fonctionnalités.

Un système technique ne peut survivre que si son idéalité (perçue par l'utilisateur) augmente. Dans le cas contraire, le système peut être techniquement viable mais ne survivra pas car il sera abandonné au profit d'un autre par les utilisateurs.

Le chemin vers l'idéalité est composé d'une première période durant laquelle le système se complexifie (augmentation des fonctions utiles), puis d'une deuxième durant laquelle il se simplifie (diminution des fonctions inutiles ou néfastes).

- Supporter la charge
- Faciliter la transmission de puissance lors du pédalage
- Amortir les chocs...

Fonctions utiles

Exemple : une selle de vélo

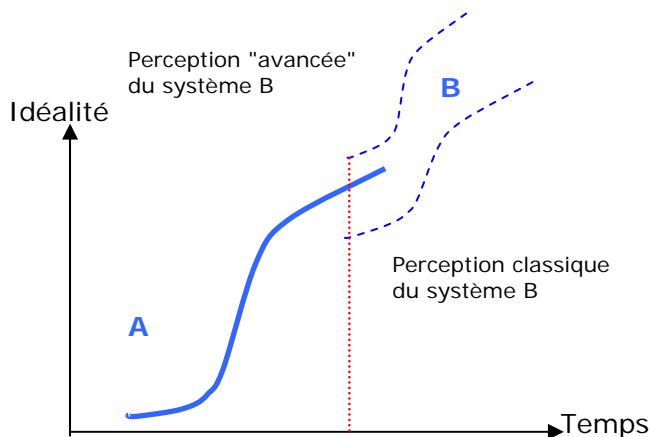
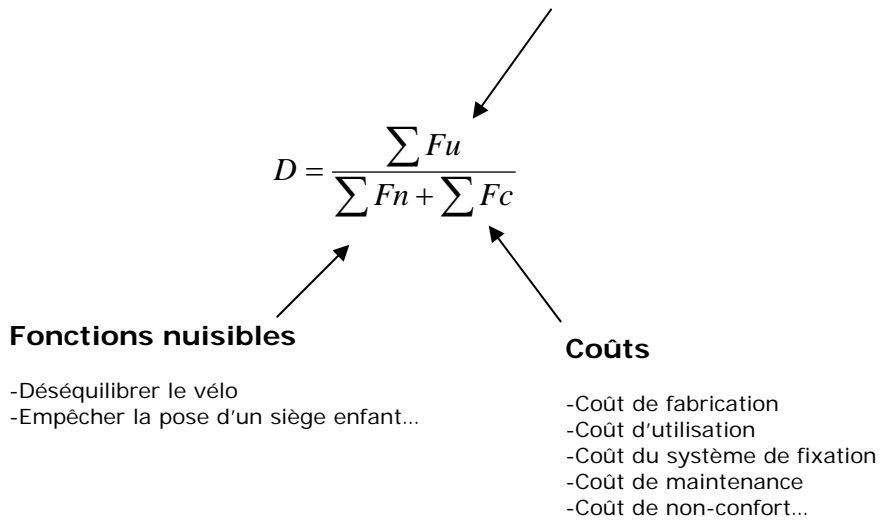


fig.3

Perception relative de l'Idéalité

2.3.5. Développement inégal des parties d'un système (Loi 5)

« Non uniform development system element »

Les parties d'un système se développent et évoluent de manière inégale. Cette loi est fortement corrélée avec la première loi : c'est la partie la plus médiocre du système qui est en général améliorée en priorité. Plus le système technique est complexe, plus l'inégalité du développement des parties est importante.

Chaque élément du système est un système qui a sa propre évolution, également régie par les lois d'évolution.

L'amélioration d'une partie du système peut faire apparaître des problèmes dans une autre partie : la mise en évidence et la résolution de cette contradiction permet de

faire évoluer le système de manière importante, alors qu'un simple compromis n'augmenterait pas significativement son idéalité [ALT 02].

2.3.6. Transition vers le super système (Loi 6)

«System becomes a subsystem of a general system»

Lorsqu'un système technique a épuisé ses possibilités de développement, il devient une simple partie d'un super système et son développement passe alors par celui des parties de ce super système.

2.3.7. Transition vers le micro niveau (loi7)

«Transition from macrosystems to microsystems»

Le travail dans un système est réalisé tout d'abord au macro niveau, puis ce travail est réalisé au micro niveau lorsque le système évolue.

Cette loi générale permet de comprendre les étapes successives de l'évolution. Les premières étapes passent par la création de liaisons « rigides » entre les composants du système. C'est le passage d'un solide monobloc à un poly-système (systèmes identiques ou différents). La rigidité de départ entre les éléments freine cependant l'évolution. Les liaisons deviennent ensuite moins rigides, plus adaptable à l'environnement.

Cette amélioration de la flexibilité passe souvent par des structures segmentées (poudre,...) jusqu'au niveau le plus fin (gel, brouillards, ...). En parallèle, le contrôle est obtenu par des champs dont la nature évolue (cf. loi 8)

L'évolution la plus avancée est l'utilisation des effets physiques ou chimiques, qui permet d'obtenir la fonction recherchée par des actions au niveau microscopique.

2.3.8. Augmentation de la contrôlabilité et du dynamisme (Loi 8)

«Increasing dynamism and controllability, decreasing involvement with increasing automation»

Un système technique tend vers un niveau de contrôlabilité accru, pour atteindre un niveau d'auto contrôle.

Différentes étapes de la vie du système peuvent être identifiées :

- système dont les écarts sont mesurés,
- possédant un feedback,
- auto adaptatif,
- auto organisé et apprenant,
- auto évolutif,
- auto reproducteur.

En parallèle et pour augmenter le niveau de contrôlabilité, les champs actifs sont remplacés par des champs ayant des niveaux de contrôlabilité plus élevés.

Soit dans l'ordre :

- Mécaniques (progression de la contrôlabilité pour chaque champ. Ici par exemple : gravité, friction, pression, vibrations, ...),
- Thermiques,
- Electromagnétiques,
- Chimiques,
- Biologiques.

Et bien sûr toutes leurs combinaisons.

Globalement, l'évolution du système tend ainsi vers une diminution de l'intervention humaine, avec dans l'ordre :

- système requérant l'intervention humaine à tous les niveaux,
- diminution de la fonction humaine au niveau de l'exécution,
- diminution de la fonction humaine au niveau du contrôle,
- diminution de la fonction humaine au niveau de la prise de décision.

3.NOTIONS DE SYSTEME TECHNIQUE

3.1.DEFINITION

Aujourd'hui TRIZ ne sert pas seulement à résoudre des problèmes techniques. La méthode découverte en France dans les années 90, notamment grâce aux traductions américaines, s'intéresse à des problèmes de toutes sortes (business, éducation, politique, etc.).

Dans cette perspective l'objet d'étude peut être:

- Un produit,
- Une prestation de service,
- Un fluide, une énergie,
- Un procédé industriel,
- Une procédure technique ou administrative,
- Un processus quelconque au sein de l'entreprise (au sens manufacturier comme au sens des services).

Toutefois, nous préférons la définition du système technique proposée par Altshuller :
« Un système est une combinaison d'éléments réunis de manière à former un ensemble, qui possède une propriété globale qu'aucun élément pris séparément ne possède ».

Chaque système technique est conçu pour réaliser une certaine fonction. On l'appelle fonction principale utile (FPU).

Bien évidemment certaines notions énoncées dans ce mémoire ne sont pas nouvelles. Par exemple, on retrouve couramment les notions de système technique, ou de FPU en analyse fonctionnelle, avec la méthode SADT [LIS 90] qui comme dans TRIZ "met en évidence les parties qui constituent le système, la finalité, le fonctionnement de chacune, et les interfaces entre les diverses parties, partie qui font qu'un système n'est pas une simple collection d'éléments indépendants, mais une organisation structurée de ceux-ci dans une finalité précise".

Un avion civil est un système technique. Sa fonction principale est de transporter des voyageurs. Pris séparément les éléments qui constituent l'avion ne permettent pas de le faire voler. Ce n'est qu'une fois assemblés que ces éléments acquièrent une nouvelle propriété: Voler.

Le moteur peut être à son tour considéré comme un système si l'on considère l'ensemble des éléments qui le compose, appelés sous-systèmes (compresseur, turbine, carter...).

Guenrich Altshuller [ALT 02] rappelle que les systèmes fonctionnent sur un modèle féodal, le vassal se soumettait à son seigneur qui était à son tour vassal d'un seigneur plus puissant.

C'est la même hiérarchie qui sévit dans le monde des systèmes techniques.

Si l'on prend l'exemple tiré du même ouvrage d'Altshuller, l'ampoule du plafonnier d'une voiture est vassale du système d'éclairage de la voiture. Le système d'éclairage de la voiture a son seigneur qui est le système d'équipement électrique qui entre également dans le système supérieur qui a pour nom automobile.

Le système "automobile" est vassal d'un grand système automobile qui comprend des millions de voitures, un réseau routier, des stations services...

3.2.MATRICE DES 9 ECRANS

On utilise aussi ces notions de : Système - Super-système – Sous-système, dans le temps et l'espace, dans un tableau appelé « matrice des 9 écrans ».

Dans TRIZ, cet outil permet de débloquent l'inertie psychologique, elle incite à observer le système (ST) sous une autre perspective afin d'étudier différemment le problème à résoudre, en s'intéressant aux paramètres espace et temps. Elle est une aide précieuse dans l'objectif que nous poursuivons.

Cette matrice trouve de nombreuses utilisations, Darrell Mann propose d'ailleurs de coupler cette matrice des 9 écrans à une analyse SWOT [MAN 02a] dans un contexte de recherche de stratégie pour une entreprise.

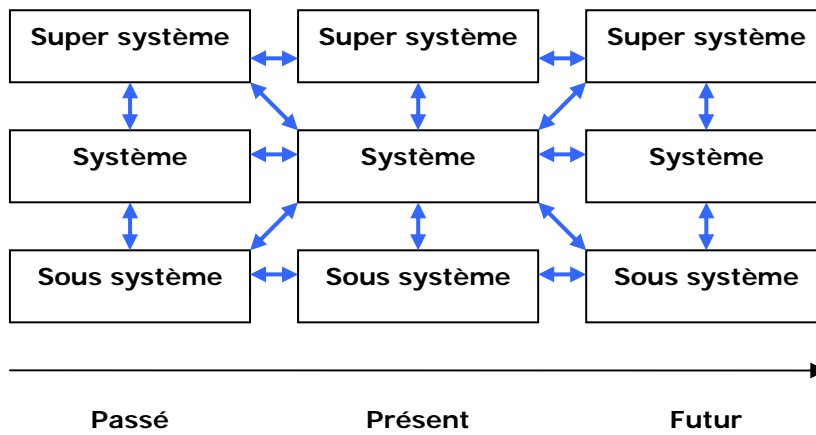


fig.4

<i>Logistique de communication (opératrice)</i>	<i>Logistique de communication automatique</i>	<i>Logistique de communication réduite</i>
<i>Téléphone à manivelle</i>	<i>Téléphone à cadran</i>	<i>Téléphone portable</i>
<i>Composants volumineux</i>	<i>Composants (clavier, etc.)</i>	<i>Composants et fonctions intégrées</i>
Passé	Présent	Futur

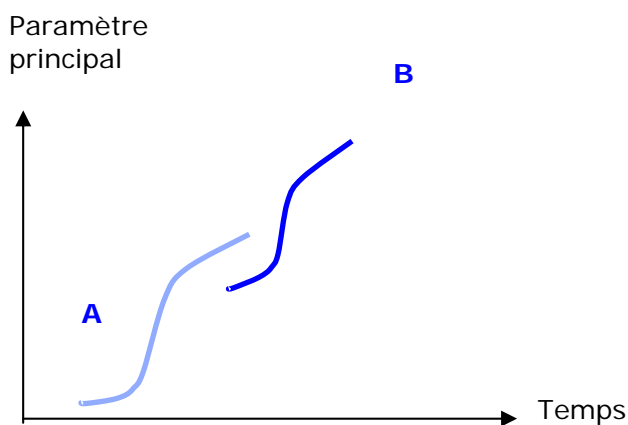
Temps

La méthode dite des "9 écrans" est un outil proche des lois d'évolution : en suscitant une réflexion sur les rapports qu'entretient le système considéré avec ses sous-systèmes, et son super-système pour le temps présent, le passé, et le futur. Ex. du téléphone portable

fig.5

3.3. LES STADES D'EVOLUTION D'UN SYSTEME TECHNIQUE

Chaque système suit une évolution, qui a généralement la forme d'une courbe en S, l'axe vertical est le paramètre principal du système (généralement la performance), exemple pour l'avion c'est sa vitesse et l'axe horizontal est le temps.



Le plus souvent au cours de sa phase de déclin, le système, après avoir épuisé ses capacités, laisse sa place à un nouveau système qui réalise la même fonction mais qui utilise une autre base technologique.

fig.6

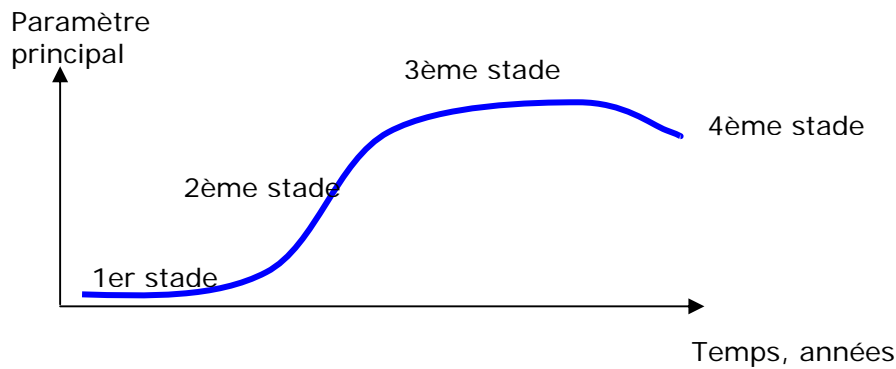


fig.7

3.3.1. Stade 1 : c'est la naissance du système

Naissance : Le principe de fonctionnement apparaît.

On n'est plutôt face à une technologie que face à un véritable système, qui très souvent n'est pas encore sur le marché. Ex: le papier électronique

L'amélioration du système n'engendre pas forcément des coûts car pas il n'y a pas encore de produits commercialisés. En général, il y a pour le nouveau système une réutilisation des composants de l'ancien système. Ex: le premier moteur à vapeur fut installé sur un bateau à voile

Le stade 1 est la période au cours de laquelle on élabore la définition précise du système et on règle les interactions entre ses différentes composantes du système (son sous-système) et le super-système (environnement). Les observations que l'on peut faire sont celles de tout produit encore à l'état de technologie.

C'est une période cruciale pour le ST, on observe un grand nombre de sociétés concurrentes, les nouveaux entrants et les produits de substitution que l'on retrouve chez Porter [POR 79] qui vont décroître à mesure que l'idéalité du système augmente.

Dès que possible faut veiller à accélérer l'introduction d'un système sur le marché pour passer au stade 2 même si ses performances ne sont pas optimales car rendre le système le plus performant possible n'est pas un gage de succès systématique (échec de plusieurs consoles de jeux vidéo de 1993 à 1996 plus performantes que la concurrence de l'époque).

Il faut de préférence introduire le système sur un marché ou un secteur spécifique.

Le système doit être adapté aux infrastructures existantes ainsi qu'aux sources de ressources disponibles pour survivre.

3.3.2. Stade 2 : Enfance et développement du système

On observe que l'utilisation commerciale du système démarre simultanément dans différents secteurs, plusieurs versions du système sont introduits sur le marché cependant la majorité des versions disparaîtront du marché.

La victoire de l'un des systèmes aboutit généralement à l'arrêt du développement et à la dégradation temporaire des performances des autres systèmes.

Au cours de ce stade le système commence à consommer des ressources hautement spécialisées.

Jérôme LAFORCADE s'appuyant sur les publications de Salamatov [SAL 99] indique qu'au cours du stade 2 de son développement on observe :

- Une croissance rapide du paramètre principal du système, associé à une réduction générale des coûts,
- Une croissance du volume de production,
- Une expansion vers de nouveaux champs d'application / nouveaux marchés.
- D'importantes sommes d'argent sont investies dans le développement du système parce qu'il devient profitable :

3.3.3. Stade 3 : maturité

Le développement du système ralentit en dépit des efforts croissants investis pour l'améliorer. Le système consomme des ressources hautement spécialisées et le super système est fortement adapté aux interactions avec le système.

Le développement du système ralentit considérablement en dépit des efforts croissants faits pour améliorer le système. Les profits engendrés par le ST se stabilisent ainsi que le volume de production.

Le principe physique de fonctionnement atteint souvent une limite théorique. Exemple : La précision de mesure optique est directement dépendante de la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique utilisé. Mais aussi des limites économiques et légales (ex. la limitation de vitesse bride le système Voiture).

On observe une croissance rapide des facteurs néfastes et des facteurs de coûts, par exemple les problèmes générés par l'automobile (trafic, parking, pollution, recyclage...)

Le système acquiert des fonctions qui sont faiblement liées à la fonction principale (ex portable appareil avec des fonctions : photo et lecteur mp3).

Les générations successives du système ne diffèrent que par leur design visuel.

3.3.4. Stade 4 : déclin

Ce stade est caractérisé par le déclin de la performance du paramètre principal et des facteurs de coûts.

Les changements intervenus sur le super système réduisent la nécessité d'existence de ce système. Exemple : les buvards disparaissent avec l'apparition des cartouches d'encre ou de l'encre effaçable).

Le volume de production décroît.

Des systèmes plus efficaces ont atteint le 2ème stade de développement et poussent le système hors du marché.

Les changements du super système rendent l'existence du système impossible, une source des ressources nécessaire à l'existence du système est sortie du marché.

Le système commence à être utilisé dans le domaine des loisirs : catégorie des jouets et/ou du sport.

Le système continue son existence seulement dans certains marchés de niche.

L'accent doit être mis sur les marchés où le système reste compétitif

3.4.COMMENTAIRES SUR LES COURBES

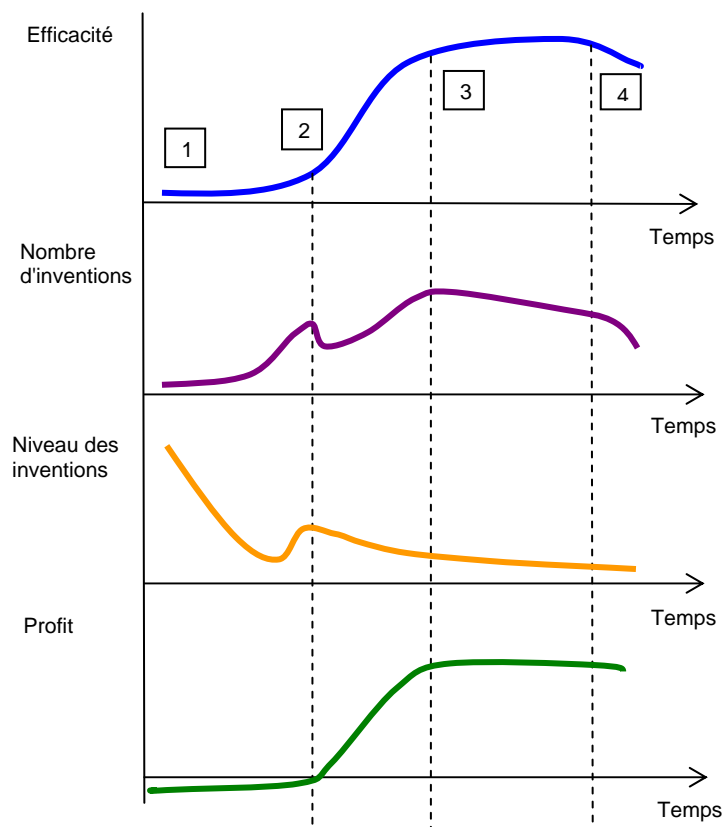


fig.8

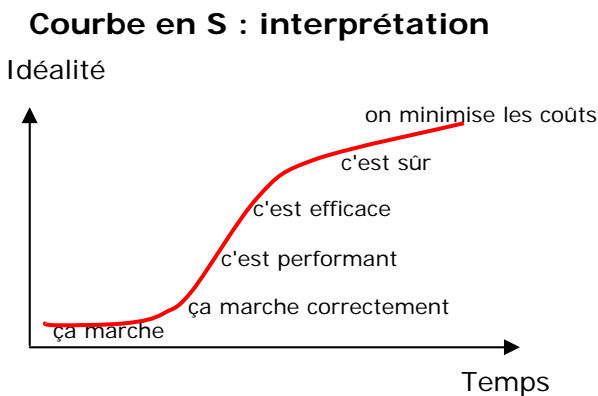
Les observations faites par d'Altshuller [ALT 88] et largement reprises par ses successeurs indiquent que pour chaque système, il existe une corrélation entre les quatre étapes du développement du système et (1) le nombre d'inventions (2), les niveaux de ces inventions (3), et le degré de rentabilité de la technologie en fonction de son évolution.(fig.8).

Par niveau d'invention, il faut ici comprendre qu'un niveau faible correspond à de simples améliorations du système technique. En revanche, un niveau élevé d'invention (Phase 1) signifie que l'on est face à une innovation de rupture.

Le nombre d'invention est un critère à prendre avec beaucoup de précautions, il trouve sa justification dans le contexte de dépôt de brevets de l'époque.

S'appuyant sur les travaux d'Altshuller, Darrell Mann [MAN 02] propose une autre interprétation de la courbe en S, il s'intéresse à la fonction rendue par le système technique au cours de son évolution dans le temps:

- ça marche: la fonction principale est assurée;
- ça marche correctement: on apporte des améliorations au système, par l'ajout de nouvelles fonctions par exemple, on se focalise sur les performances du système (ou produit), puis sur sa sécurité, enfin on limite les coûts pour conserver la rentabilité du ST.



Bien évidemment ces observations sont valables dans le marketing, comme le préconise Darrell Mann [MAN 99], elle correspond à peu près à la courbe de vie d'un produit. Ce sont des indicateurs supplémentaires utiles pour déterminer la position d'un ST sur sa courbe en S.

fig.9

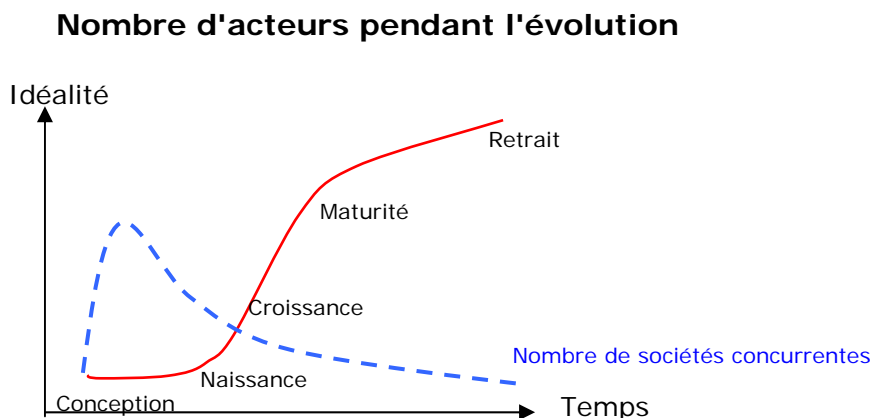


fig.10

En phase de démarrage un ST est confronté à la concurrence, mais cette information n'est pas toujours aisément détectable, en ce qui concerne H2I technologies, la figure 8 rappelle qu'il y a peu de dépôts de brevets (si l'on considère le délai de publication) et pourtant nous en avons identifiés quelques-uns.

PARTIE 2: ETUDE DE CAS

Partie non diffusée sans l'accord de son auteur

BIBLIOGRAPHIE

[CAR 03] CARAYON Bernard, « Intelligence économique, compétitivité et cohésion sociale ». Rapport au Premier ministre, Juin 2003

[ANS 75] ANSOFF, I. « Managing strategic surprise by response to weak signals. *California Management Review*, p.21-33, (1975)

[LES 00] CASTAGNOS J., LESCA H. Signaux faibles et méthode cible. Quelques retours d'expérience IXe Conférence de l'AIMS, Montpellier, CD ROM, 16 p. (2000)

[JAK 91] JAKOBIAK F., Pratique de la veille technologique, Editions d'Organisation, 1991.

[DOU 95] DOU Henri, "Veille Technologique et compétitivité" [page 9] Dunod Paris, 1995

[CHO 00] CHOULIER Denis, TRIZ: un état d'esprit, Laboratoire M3M, Equipe Conception Innovante et Distribuée, Université de technologie de Belfort-Montbéliard
<http://www.trizfrance.org/Local/triz/dir/rubrique%20TELECHARGEMENT/Choulier%20Etat%20esprit%20TRIZ.pdf>

[CAV 99] TRIZ: l'approche altshullerienne de la créativité: D CAVALLUCCI, Techniques de l'ingénieur, A 5 211 1-

[ALT 02] Altshuller, G. S. « Et soudain apparut l'inventeur » traduit et édité par Avraam Seredinski Paris 2002

[MAN 02] Mann Darrell, "Hands-on Systematic Innovation", CREAX Press, Ieper, Belgium, 2002 [page 131]

[LIS 90] LISSANDRE Michel "Maîtriser SADT", colin, 1990, p14

[POR 79] Porter, M. "How competitive forces shape strategy", Harvard Business Review, March/April 1979

[SAL 99] Y.Salamatov-TRIZ: The Right Solution at the Right Time. "A guide to innovative Problem Solving". Insytec BV, 1999

[ALT 88] Altshuller, G. S. Creativity as an exact science Gordon and Breach, 1988

[MAN 99] Mann, D.L., 'Using S-Curves and Trends Of Evolution In R&D Strategy Planning', TRIZ Journal, July 1999.

[PET 02a] Petrov Vladimir, The Laws of System Evolution, ISRAEL.
<http://www.triz-journal.com/archives/2002/03/b/index.htm>

[PET 02b] Vladimir Petrov Laws of Dialectics in Technology Evolution Israel
<http://www.triz-journal.com/archives/2002/06/d/index.htm>

[CAV 04] D CAVALLUCCI Journée d'échange de l'association TRIZ France mai 2003, Paris
http://www.trizfrance.org/Local/triz/dir/rubrique%20TELECHARGEMENT/lois_d_evolution.pdf

[Science et Vie N°1055] SCIENCE & VIE n°1055, "Reconnaissance sonore n'importe quelle surface peut obéir du bout du doigt", Août 2005

The Triz Journal : le site incontournable

<http://www.triz-journal.com/>

L'association Triz France

<http://www.trizfrance.org/>