

LOIS D'ÉVOLUTION DES SYSTÈMES TECHNIQUES

Notion de SYSTÈME TRIZ :

Il ne faut pas comprendre « système » comme une simple « combinaison d'éléments réunis de manière à former un ensemble », mais comme « **un ensemble qui possède une propriété globale qu'aucun élément pris séparément ne possède** ».

Chaque système est conçu pour réaliser une certaine fonction. Cette fonction s'appelle la **FONCTION PRINCIPALE UTILE** du système.

(Exemple : un avion civil est un système technique)

Notion de SOUS-SYSTÈME:

Les éléments qui constituent un système s'appellent **SOUS-SYSTÈMES**.

Cette subdivision peut être poursuivie plus loin. On obtient des niveaux hiérarchiques encore inférieurs par rapport au système de départ.

Cependant, le système de départ entre lui-même comme un élément (un sous-système) dans un système de niveau hiérarchique plus haut (un **SUPER-SYSTÈME**).

Le super-système peut être multiple suivant le problème à résoudre.

LES LOIS D'ÉVOLUTION DES SYSTÈMES TECHNIQUES:

Altshuller a formulé huit lois d'évolution des systèmes techniques. Chaque système subit ces lois, indépendamment du domaine concret. Ces lois 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.

Liste des lois :

1. Loi d'intégralité des parties du système
2. Loi de conductibilité énergétique du système
3. Loi de coordination du rythme des parties
4. Loi d'accroissement de la fonction idéale
5. Loi de développement inégal des parties du système
6. Loi de transition du système vers un super système
7. Loi de transition du niveau « macro » vers le niveau « micro »
8. Loi d'accroissement du dynamisme du système.

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

- Les lois « **statiques** » (1, 2, 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, 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.

LOIS D'ÉVOLUTION DES SYSTÈMES TECHNIQUES

LOI 1 : Loi d'intégralité des parties du système

Un système technique est composé de 4 parties :

- Un moteur
- Un organe de transmission
- Un organe de travail
- Un organe de contrôle

Chacune de ses parties doit atteindre une performance suffisante (ou minimale) pour que le système soit opérationnel.

Cette loi signifie que si l'une des parties d'un 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.

LOI 2 : Loi de conductibilité énergétique du système

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.

LOI 3 : Loi de coordination du rythme des parties

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

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.

Ex : Marteau piqueur, balise de chenal de navigation, mitrailleuse sur les anciens avions à hélice

LOIS D'ÉVOLUTION DES SYSTÈMES TECHNIQUES

LOI 4 : Loi d'accroissement de la fonction idéale

Cette loi détermine d'une manière évidente la « raison » de l'évolution progressive des systèmes techniques.

Cette loi déclare que chaque système technique tend, pendant son évolution, à l'accroissement de son idéalité.

Le coefficient d'idéalité est un rapport : **$Id = \Sigma Fu / (\Sigma Fn + \Sigma P)$**

Avec Fu (fonctions utiles, Fn (fonctions néfastes), P (pertes de toutes sortes)

A la limite, la valeur d'idéalité (Id) tend vers l'infini. Cette valeur n'est pas accessible, mais cette loi montre le chemin de perfectionnement du système : il faut accroître Fu et diminuer Fn et P.

Un système technique idéal est donc celui dont le poids est égal à zéro, qui ne consomme aucune énergie, n'exige aucune maintenance, dont le coût est nul, etc, etc...

Autrement dit, **un système idéal est un système qui n'existe pas, mais sa fonction se réalise.**

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)

LOI 5 : Loi de développement inégal des parties du système

Les parties d'un système se développent et évoluent de manière inégale.

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 régi 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.

LOI 6 : Loi de transition du système vers un super système

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.

LOIS D'ÉVOLUTION DES SYSTÈMES TECHNIQUES

LOI 7 : Loi de transition du niveau « macro » vers le niveau « micro »

Le travail dans un système est réalisé, tout d'abord au macro niveau, puis 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 l'évolution. Les liaisons deviennent ensuite moins rigides, plus adaptables à l'environnement.

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

LOI 8 : Loi d'accroissement du dynamisme du système

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 :

- Mécanique (progression de la contrôlabilité pour chaque champ : par exemple, gravité, friction, pression, vibration...)
- Thermiques,
- Électromagnétiques,
- Chimiques,
- Biologiques.

et 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 humaine au niveau de la prise de décision.