

## Lois d'évolution des systèmes techniques

Le scientifique et technicien russe Genrich **Altshuller**, fondateur de la méthode TRIZ, 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.

**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.

Les lois d'évolution décrivent des tendances d'évolution des systèmes techniques.

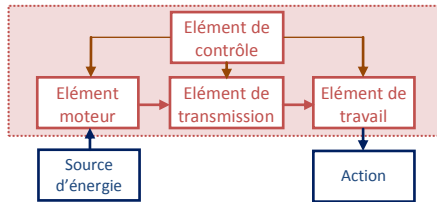
### Les 8 lois d'évolution sont divisées en trois grandes familles :

- Les lois dites **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.

# Loi 1

## Lois d'évolution Intégralité des parties d'un système technique

Un système technique est composé de **4 parties** : un **élément moteur**, un **élément de transmission**, un **élément de travail** et un **élément de contrôle**. Chacune de ses parties doit atteindre une performance **suffisante** (ou minimale) pour que le système soit **opérationnel**.



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**.

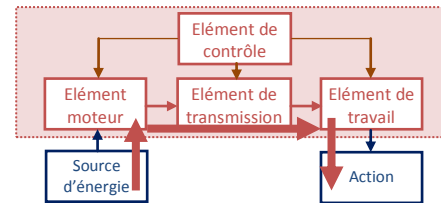
Exemple : transports



# Loi 2

## Lois d'évolution 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 l'élément moteur soit transmise à l'élément de travail.



L'énergie peut circuler de différentes manières grâce à des champs de nature diverse (**mécanique, thermique, magnétique, électrique, électromagnétique, ...**).

Le nombre de conversions de l'énergie utile dans le système tend à diminuer avec son évolution.

Exemples :



# Loi 3

## Lois d'évolution Coordination du rythme des parties

Loi dite statique

Pour qu'un système technique fonctionne correctement, le rythme (fréquence, périodicité, ...) de ses parties doit être **coordonné**. Répartition intelligente du travail entre les parties du système.

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.

Durant cette phase, les différentes parties d'un système se coordonnent le mieux possible pour améliorer l'efficacité.

Exemples : **appareil photo numérique** (prise de vue, autofocus, flash, ...), **logistique** (aéroportuaire), **chaînes d'assemblage** ou **d'emballage automatisées**.



# Loi 4

## Lois d'évolution Augmentation du niveau d'idéalité

Loi dite cinématique

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

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

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).



# Loi 5

## Lois d'évolution Développement inégal des parties d'un système

Loi dite cinématique

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

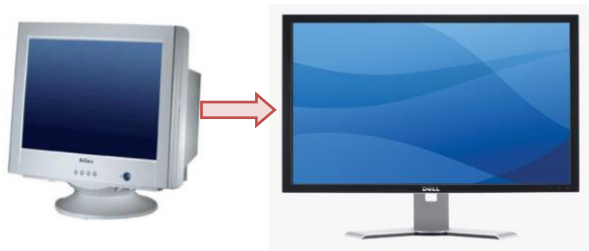
Cette loi est fortement corrélée avec la première loi : c'est la partie la plus médiocre du système qui est en général améliorée en priorité.

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'augmentera pas significativement son idéalité.

Exemple : les écrans plats TFT (LCD) d'ordinateur remplaçant les écrans CRT (tube)



# Loi 6

## Lois d'évolution Transition vers le super-système

Loi dite cinématique

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

S'il ne peut pas s'associer à un super-système alors, le système se morcelle.

Exemple : **téléphone** intégré dans un smartphone (iPhone) en plus de l'écran tactile, du GPS, de l'accès Internet et boîte mail, du lecteur multimédia, des deux caméras, de l'appareil photo numérique, ... ; **imprimante multifonctions** (scanner, photocopier, imprimer).



# Loi 7

## Lois d'évolution Transition vers le micro-niveau

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 (voir 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.

Exemple : clavier



Loi dite *dynamique*

# Loi 8

## Lois d'évolution Augmentation de la contrôlabilité et du dynamisme

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

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 ; autoreproducteur.**

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. Ici par exemple : gravité, friction, pression, vibrations, ...) ; **Thermique** ; **Electromagnétique** ; **Chimique** ; **Biologique** ; 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.

Loi dite *dynamique*

