

Les lois d'évolution

Les trois premières lois permettent de constater que le système technique étudié est bien le résultat de plusieurs étapes d'évolution l'amenant tant par sa constitution, la possibilité de conduire l'énergie, la cohérence entre les rythmes de fonctionnement de ses parties a une possibilité de fonctionnement répondant au besoin attendu. De la même façon, pour rendre un système technique opérationnel il faudra agir afin qu'il vérifie ces trois premières lois.

Lois	Descriptions	Exemples	Commentaires
Loi 1 : Intégralité du système technique	Pour qu'un système technique soit opérationnel, il faut que toutes les parties principales du système fonctionnent a minima. Il doit comporter au moins 4 éléments : un élément de transformation de l'énergie, un organe de transmission, un effecteur, un élément de pilotage.	Robotisation : passage d'un «moyen de production traditionnel» à un robot d'atelier. Le robot réalisant une tâche (peinture, assemblage ou autre tâche) est composé d'axes et d'organes de préhension ou de travail. Les moteurs sont alimentés en énergie. Un équipement informatique est à la base de la partie commande.	<i>Correspond à la cohérence fonctionnelle des parties d'un système, qui peut être formalisée par les outils de base de l'analyse fonctionnelle des systèmes qui peuvent être proposées aux élèves à partir de l'étude de supports.</i>
Loi 2 : Conductibilité de l'énergie dans un système technique - Flux d'énergie	Pour qu'un système puisse fonctionner, l'énergie doit pouvoir y circuler. La circulation libre et efficace de l'énergie à travers toutes les parties du système est une condition indispensable à sa survie. Il faut tendre vers l'utilisation d'un seul champ (une seule forme d'énergie) pour tous les processus de fonctionnement et de contrôle dans un même système.	Pour alimenter la partie du système qui « travaille », il est nécessaire de prévoir les dispositifs d'alimentation, de transmission, de conversion ou de modulation de l'énergie. L'exemple du passage du baladeur au lecteur audio-vidéo numérique portable illustre parfaitement cette évolution.	<i>L'analyse de produits réels permet de constater les types, les formes et les flux d'énergie mis en œuvre, de constater les innovations correspondantes à des simplifications des flux d'énergie, à minimiser les conversions d'énergie...</i>
Loi 3 : Coordination du rythme des parties du système - Fréquences et modes de fonctionnement	Pour qu'un système fonctionne, il est nécessaire qu'il y ait coordination du comportement de ses différents constituants. La concordance (ou la discordance intentionnelle) de la fréquence des oscillations (ou de la périodicité de fonctionnement) de toutes les parties d'un système technique est une condition indispensable à sa survie.	Horloge du microprocesseur qui cadence le fonctionnement d'un ordinateur. Relation entre la fréquence de rotation du moteur et la vitesse d'un véhicule ...	<i>Cette loi trouve son illustration la plus évidente dans la structure temporelle des systèmes automatiques qui doivent, de façon temporelle ou séquentielle coordonner le fonctionnement des différentes parties d'un système. Elle est donc simple à identifier, même si on n'approfondit pas la structure du programme observé.</i>

Les lois 4 à 6 correspondent à la recherche du « système idéal ». Si un système est amené à évoluer c'est pour répondre de la façon la plus pertinente au besoin exprimé. Dans le cas des systèmes techniques, les innovations sont intentionnelles même si elles utilisent des inventions et visent à l'amélioration des produits tant du point de vue fonctionnel qu'en termes de performance ou service. En conséquence de quoi, toute évolution doit aller dans le sens d'un système technique plus idéal.

Lois	Descriptions	Exemples	Commentaires
Loi 4 : Loi d'accroissement de l'idéal ou de l'augmentation du niveau de perfectionnement global d'un système technique (accroissement du rapport performance/coût)	<p>Tout système à tendance à se développer (ou s'améliorer) par une augmentation de son niveau de perfectionnement global.</p> <p>Le développement de tout système technique tend vers le niveau le plus élevé de perfectionnement améliorant ainsi le rapport entre la performance du système et les dépenses nécessaires pour réaliser celle-ci.</p> <p>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.</p>	<p>Un véhicule actuel embarque de l'informatique (multiplexage, calculateur moteurs, etc.), des nouveaux organes de sécurité et de confort (ABS, ESP, climatisation, positionnement par satellite, ...).</p> <p>Il se développe en accroissant un équilibre entre son niveau de perfectionnement technique, son coût, sa sécurité et le service rendu aux utilisateurs.</p>	<p><i>Cette loi correspond à l'évolution d'un ratio entre la somme des fonctions utiles sur la somme des fonctions nuisibles. Tout système technique évolue en augmentant son niveau d'idéalité. Cette loi est fondamentale, elle explique la tendance globale de l'évolution des systèmes. 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).</i></p>
Loi 5 : Développement inégal des parties d'un système	<p>Dans le développement d'un système, toutes les parties ne peuvent être améliorées de façon identique. Il y a souvent des contradictions à lever et des choix à effectuer.</p> <p>Les parties d'un système se développent et évoluent de manière inégale.</p> <p>L'amélioration d'une partie du système peut faire apparaître des problèmes dans une autre partie.</p> <p>L'amélioration la plus efficace concerne alors la partie la plus faible.</p>	<p>L'évolution des véhicules électriques est soumise à la contradiction entre l'autonomie et le poids des batteries</p> <p>La partie faible du développement des véhicules propres est la batterie, qui doit être fiable, légère et puissante.</p> <p>La principale évolution pour le développement des voitures propres porte aujourd'hui sur le développement et l'industrialisation des batteries.</p>	<p><i>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.</i></p>
Loi 6 : Loi de transition du système vers le « super système »	<p>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 ».</p> <p>À partir d'un niveau de développement, toute amélioration ne peut plus concerner qu'un nouveau système qui intègre le précédent système comme une de ses composantes : création d'un « super système ».</p>	<p>Les évolutions de l'informatique ont permis d'intégrer un ordinateur dans un réseau mondialisé d'ordinateurs : Internet. Plus que le téléphone en lui-même, ce sont les services associés qui rendent l'utilisation du GSM performante.</p>	<p><i>Cette loi correspond à un grand nombre d'innovations technologiques récentes. Elle est toujours associée à un modèle économique spécifique, qui permet au « super système » d'être viable sur ce plan. Les systèmes réunis en un « super système » acquièrent de nouvelles fonctions et propriétés.</i></p>

La recherche de l'idéal peut s'effectuer suivant différentes méthodes. Les 2 lois suivantes précisent suivant quelles règles le système peut évoluer :

Lois	Descriptions	Exemples	Commentaires
Loi 7 : Loi de transition du macro niveau vers le micro niveau (loi de miniaturisation)	<p>Cette loi reflète la tendance de l'évolution des systèmes techniques vers une miniaturisation des composantes du système.</p> <p>La notion de macro niveau et de micro niveau est directement liée au niveau structurel observé (solide, granulés, poudre, liquide, champs).</p> <p>Pour continuer à développer un système il est nécessaire après s'être intéressé à chaque composant, à faire évoluer la constitution interne de chacun de ses composants.</p>	<p>Augmentation des niveaux d'intégration des composants électroniques : intégration de fonctions au niveau d'un appareil, puis niveau d'intégration de chaque composant.</p> <p>Apports des nano technologies ...</p>	<p><i>Il existe trois voies de transition du macro niveau au micro niveau :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>l'augmentation du degré de segmentation :</i> • <i>l'augmentation du "mélange" de substance et de vide (transition vers les matériaux poreux) :</i> • <i>la substitution dans un système d'une partie matérielle par un champ.</i>
Loi 8 : Loi de l'accroissement du dynamisme ou de la contrôlabilité.	<p>L'évolution des systèmes passe par la transformation de systèmes statiques vers des systèmes dynamiques, s'adaptant à des situations variées mais exigeant, en contrepartie, un contrôle permanent plus ou moins évolué.</p> <p>Le développement d'un système passe par l'augmentation du niveau de pilotage de ses composants.</p>	<p>On voit apparaître sur les produits de plus en plus de fonction de pilotage, de contrôle ou de régulation.</p>	<p><i>Un système technique tend vers un niveau de contrôlabilité accru, pour atteindre un niveau d'auto contrôle. L'évolution du système tend ainsi vers l'absence de l'intervention humaine.</i></p>