

01

Principes techniques d'innovation Segmentation

02

Principes techniques d'innovation Extraction

Diviser un objet en parties indépendantes.

- Remplacer un gros ordinateur par plusieurs PCs. ①
- Rasoir à main multi-lames. ②
- Remplacer un gros camion par un plus petit avec remorque. ③

Rendre l'objet démontable (faciliter le démontage).

- Meuble modulaire. ④

Accroître le degré de segmentation (fragmentation) de l'objet.

- Remplacer les stores par les stores vénitiens. ⑤
- Pagaie et planche de surf pliables. ⑥



Lycée Marc Bloch

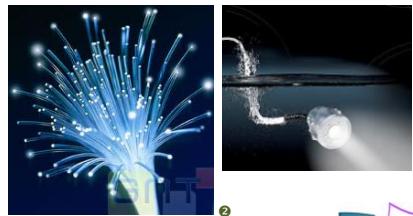
Séparer de l'objet une partie (ou propriété) « perturbatrice » ou, au contraire, extraire seulement une partie (ou propriété) nécessaire.

- Placer un compresseur bruyant à l'extérieur.
- Utiliser une fibre optique pour séparer la source de lumière chaude de l'endroit qu'on éclaire.
- Utiliser le son d'un abolement, sans le chien, comme alarme contre les voleurs.

⑦



⑧



03

Principes techniques d'innovation
Qualité locale

Rendre la structure de l'objet (ou son environnement ou une action extérieure) hétérogène.

- Utiliser des variations de chaleur, densité ou pression plutôt que des valeurs fixes.

Faire en sorte que chaque partie de l'objet réalise une fonction différente dans les meilleures conditions possibles.

- Plateau repas avec des compartiments séparés pour les plats chauds ou froids. ①

Spécialiser les différentes parties d'un objet (faire en sorte que chaque partie remplisse une fonction utile différente).

- Crayon avec une gomme. ②
- Marteau avec un arrache-clou. ③
- Un outil multifonctions qui écaille les poissons, sert de pince, de pince à dénuder, de tournevis plat ou cruciforme, ensemble de manucure... ④



CIT

04

Principes techniques d'innovation
Asymétrie

Remplacer la forme symétrique de l'objet par une forme asymétrique.*

- Bols mixers ou pétrins contenant des lames asymétriques pour améliorer le brassage. ①
- Ciseaux pour droitier, gaucher et mixte. ②

Si l'objet est déjà asymétrique, accroître l'asymétrie.

- Changer la section d'un joint initialement torique pour améliorer l'étanchéité. ③
- Augmenter l'asymétrie des pagaies simples en les transformant en pagaies doubles plus performantes. ④



CIT

Lycée Marc Bloch

05

**Principes techniques d'innovation
Groupement
(Fusion)**

Regrouper ou fusionner des objets identiques (ou similaires), ou ayant des opérations parallèles ou contiguës.

- PCs en réseau.^①
- Processeurs en parallèle sur une carte mère.^②
- Composants électroniques de chaque côté du circuit imprimé (lié au principe 17).^③

Grouper ou combiner dans le temps les opérations homogènes ou contiguës.

- Attacher des lattes comme des stores vénitiens.
- Appareils médicaux qui analysent plusieurs paramètres en même temps.
- Tondeuse à gazon^④ qui épand de l'engrais (comme principe 6).

**06**

**Principes techniques d'innovation
Universalité
(Multifonctions)**

Faire qu'un objet remplit plusieurs fonctions ; éliminant le besoin d'autres objets.

- Manche de brosse à dents contenant du dentifrice.^①
- Siège enfant de voiture qui sert de poussette.^②
- Pince multifonctions.^③
- Imprimante multifonctions.^④
- Téléphone portable.^⑤



07

Principes techniques d'innovation
**Poupées russes
(Inclusion)**

Placer un objet à l'intérieur d'un autre, qui à son tour est placé à l'intérieur d'un troisième...

- Bols gradués de différentes tailles.^①
- Echelle coulissante.^②

Emboîter une partie de l'objet dans une partie creuse de l'autre.

- Antenne radio étirable.^③
- Longue-vue.^④
- Echelle télescopique.^⑤
- Enrouleur de ceinture de sécurité.^⑥
- Train d'atterrissage d'un avion entrant dans le fuselage (aussi lié au principe 15).^⑦



CIT

Lycée Marc Bloch

08

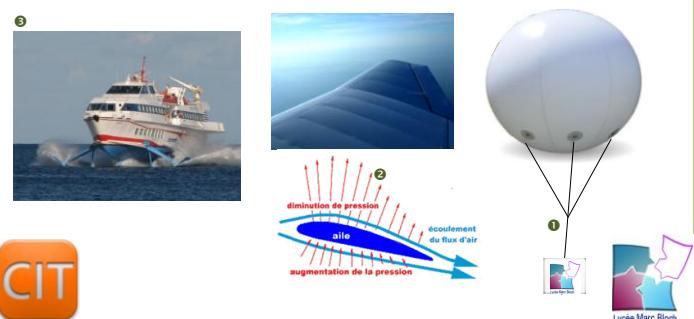
Principes techniques d'innovation
Contrepoids

Compenser la masse de l'objet en la combinant avec une autre, exerçant une force de levage.

- Injecter une mousse entre des billes de bois pour en augmenter la flottaison.
- Utiliser un ballon d'hélium pour supporter un panneau publicitaire.^①

Compenser la masse de l'objet par l'interaction avec son environnement (ex : force aérodynamique, hydrodynamique, de flottabilité, ...)

- Aile d'avion dont la forme réduit la densité au dessus de l'aile et l'augmente en dessous, pour créer une portance (aussi lié au principe 4).^②
- Hydrofoils qui soulèvent le bateau de l'eau pour réduire le tirant.^③



CIT

Lycée Marc Bloch

09

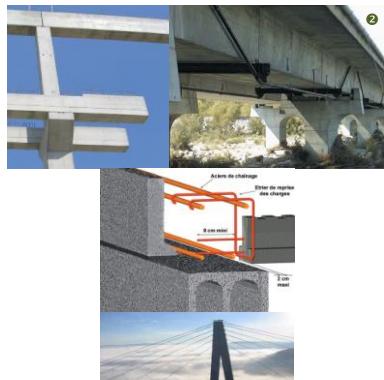
Principes techniques d'innovation
Action contraire préalable

Si une action a des effets utiles ET indésirables, les contre par des actions préventives pour contrôler les effets indésirables.

- Cibles de ball-trap (pigeons d'argile) en glace pour qu'elles disparaissent complètement en fondant. ①

Soumettre l'objet, par avance, à des tensions opposées à celles indésirables lors de son fonctionnement.

- Barres précontraintes pour le béton armé. ②

**10**

Principes techniques d'innovation
Action préalable

Réaliser à l'avance (entièrement ou partiellement) un changement requis plus tard.

- Papier peint pré encollé. ①
- Instruments chirurgicaux stérilisés sur un plateau sellé. ②

Pré-positionner idéalement les objets de façon à ce qu'ils entrent en action efficacement et sans perte de temps.

- Arrangement Kanban (méthode de gestion des flux dans les cités de production : système d'étiquettes). ③
- Cellule de fabrication flexible. ④



11

Principes techniques d'innovation Protection préalable

Compenser le manque de fiabilité relative d'un objet par des mesures préventives.

- Parachute de secours.^①
- Double mode de sécurité pour système d'ouverture (autorisation d'ouverture).^②



CIT

Lycée Marc Bloch

12

Principes techniques d'innovation Equipotentialité

Changer les conditions de travail de sorte que l'objet n'ait besoin d'être ni levé ni baissé.

- Système à ressort pour la distribution de pièces dans une usine.^①
- Ecluse.^②



13

Principes techniques d'innovation
Inversion

Inverser l'action utilisée normalement pour résoudre le problème (par exemple, refroidir un objet au lieu de le réchauffer).

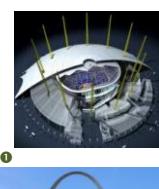
- Pour décoincer un insert, refroidir la partie centrale plutôt que de chauffer la partie extérieure.

Rendre fixes les pièces mobiles (ou l'environnement externe) et mobiles les parties fixes.

- Tourner la pièce au lieu de l'outil. ①
- Appareils pour courir dans les salles de gym. ②

Retourner l'objet ou inverser le procédé.

- Retourner l'objet pour insérer les vis.
- Vider les containers de graines en les retournant.

**14**

Principes techniques d'innovation
Sphéricité (Courbe)

Remplacer les parties linéaires par des courbes, les surfaces planes par des surfaces sphériques, les formes parallélépipédiques par des formes sphériques.

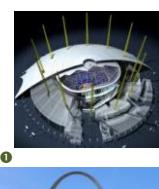
- Les arches en architecture. ①

Utiliser des rouleaux, billes, spirales, dômes, voûtes.

- Stylo à bille pour favoriser la distribution d'encre. ②

Remplacer les translations par des rotations ; utiliser les forces centrifuges...

- Le curseur de la souris qui se déplace sur l'écran en utilisant la rotation de la boule de la souris. ③
- La machine à laver qui essore l'eau des vêtements par une rotation rapide. ④
- Plateau avec billes ⑤ au lieu de roulettes pour déplacer des meubles.
- Cyclone d'aspirateur. ⑥



15

Principes techniques d'innovation
Mobilité (Dynamisme)

Permettre ou concevoir une optimisation des caractéristiques de l'objet, de l'environnement extérieur ou du procédé ou trouver des conditions de fonctionnement optimales.

- Volant réglable (ou siège, ou rétroviseur, ...). ①

Diviser l'objet en éléments capables de se déplacer les uns par rapport aux autres.

- Le camion et sa remorque. ②
- Mètre pliant. ③
- Vélo pliant. ④

Si un objet (ou un procédé) est fixe ou rigide, le rendre flexible, mobile ou adaptable.

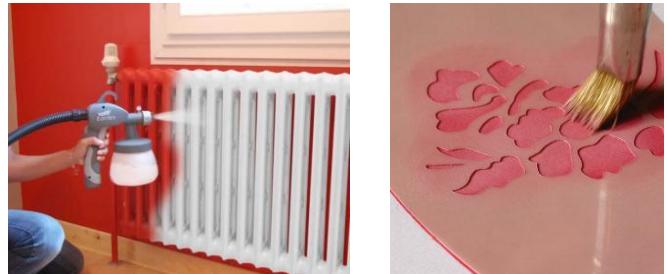
- Mètre ruban (enrouleur). ⑤
- Boroscope pour examiner les moteurs. ⑥
- Endoscope flexible pour examens médicaux. ⑦

**16**

Principes techniques d'innovation
Action partielle ou excessive

S'il est difficile d'obtenir le résultat à 100% d'une manière donnée, il faut chercher à en obtenir un peu moins ou un peu plus : le problème deviendra considérablement plus simple.

- Peindre largement au pistolet puis enlever les excès (ou utiliser un pochoir, en application des principes 3 et 9). ⑧



17

Principes techniques d'innovation Changement de dimension

Ajouter une dimension : déplacer un objet dans un plan plutôt que suivant une ligne, dans l'espace plutôt que dans un plan.

- Outil de découpe 5 axes pouvant être positionné selon besoin. ①

Utiliser un assemblage multicouches d'objets plutôt qu'un assemblage monocouche.

- Chargeur de 6 CD pour plus de variété et durée d'écoute. ②
- Composants électroniques de chaque côté du circuit imprimé (lié au principe 5). ③

Incliner ou réorienter l'objet, le positionner sur un de ses côtés.

- Camion benne. ④

Utiliser une autre face que celle utilisée.

- DVD multicouches. ⑤



CIT

18

Principes techniques d'innovation Vibrations mécaniques

Faire osciller ou vibrer un objet.

- Couteau électrique avec lames oscillantes. ①
- Rasoir à lames vibrantes. ②
- Brosse à dents électrique. ③

Utiliser la fréquence de résonance de l'objet.

- Destruction de calculs rénaux ou fibromes par résonance ultrasonique. ④

Remplacer les vibrations mécaniques par des vibrations piézoélectriques.

- L'oscillation du quartz d'une horloge. ⑤



19

Principes techniques d'innovation

Action périodique

Remplacer une action continue par une action périodique ou par une impulsion.

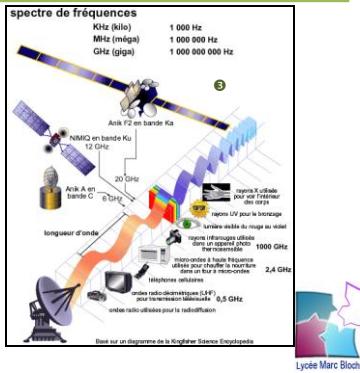
- Frapper avec un marteau de façon répétée.
 - Remplacer une sirène continue par un son intermittent.

Si l'action est déjà périodique, modifier sa fréquence ou son amplitude.

- Remplacer le code morse par la modulation de fréquence pour transmettre des informations.
 - Sirène avec un son qui change de volume et de ton.

Utiliser les pauses entre les impulsions pour accomplir une autre action.

- En réanimation cardio-pulmonaire (RCP), ventiler artificiellement toutes les 5 compressions.



20

Principes techniques d'innovation

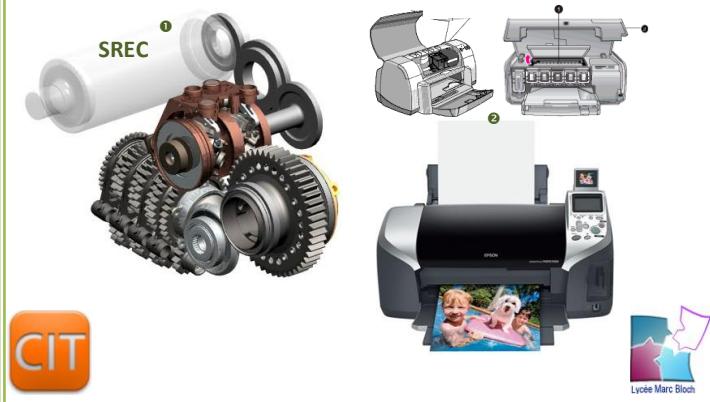
Continuité d'une action utile

Travailler en continu, privilégier les actions ou toutes les parties de l'objet travaillent à plein régime en permanence.

- Un volant d'inertie ou un système hydraulique emmagasine l'énergie quand le véhicule stoppe, pour que le moteur continue de tourner au régime optimum.
 - Enchaîner les opérations qui prennent le plus de temps dans une usine pour atteindre la cadence optimum.

Eliminer les temps morts, les marches à vide, les actions intermittentes.

- Imprimante qui imprime dans les deux sens du déplacement du chariot.



21

Principes techniques d'innovation
Action flash
(Vitesse élevée)

Effectuer un procédé ou certaines phases dangereuses (ou néfastes) à grande vitesse.

- Fraise de dentiste à haute vitesse de rotation pour éviter de chauffer les tissus. ^①
- Couper le plastique plus vite que la chaleur ne se propage, pour éviter de le déformer. ^②

**CIT**

Lycée Marc Bloch

22

Principes techniques d'innovation
Transformation d'un problème en opportunité

Utiliser les effets nuisibles (en particulier de l'environnement) pour obtenir un effet positif.

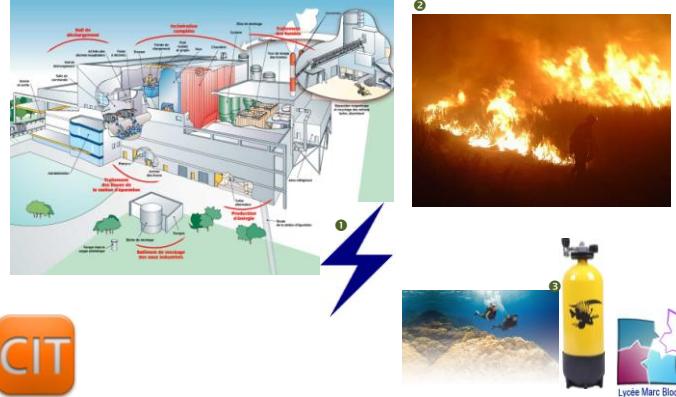
- Utiliser la chaleur des centrales d'incinération pour générer de l'électricité. ^①
- Les déchets d'un processus utilisés comme matière première d'un second. ^②

Eliminer un effet nuisible en le combinant avec d'autres effets néfastes.

- Mélange hélium oxygène dans les bouteilles de plongée pour éviter la narcose des profondeurs. ^③

Amplifier un effet nuisible jusqu'à ce qu'il ne le soit plus.

- Contre-feu pour enlever le combustible du feu de forêt. ^④

**CIT**

Lycée Marc Bloch

23

Principes techniques d'innovation
**Asservissement
(Rétroaction)**

Introduire un asservissement (réponse, vérification) afin d'améliorer un procédé ou une action.

- Contrôle de volume automatique dans un circuit audio. ^①
- Sortie de gyroscope utilisé pour le pilotage automatique de certains avions.
- Lampe à détecteur de mouvement. ^②

Si l'asservissement existe déjà, modifier son amplitude ou son influence.

- Changer la sensibilité du pilote automatique à proximité de l'aéroport.
- Différencier la sensibilité du thermostat pour chauffer et pour refroidir, puisqu'il est moins efficace de refroidir.

**24**

Principes techniques d'innovation
Intermédiaire

Utiliser un objet ou procédé intermédiaire pour transmettre l'action.

- Médiator pour jouer de la guitare. ^①

Combiner provisoirement un objet à un autre, lequel devra pouvoir être enlevé facilement (réversibilité).

- Manique pour sortir un plat du four et le poser sur la table. ^②



25

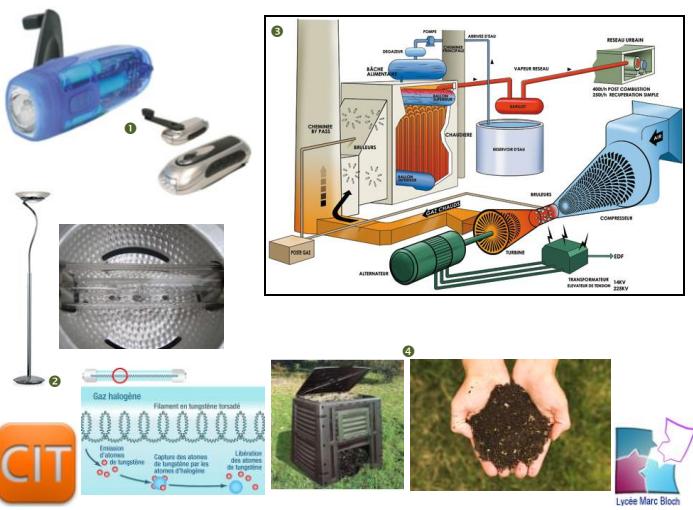
Principes techniques d'innovation Self-service

Rendre un objet autonome (y compris auto entretien) en ajoutant des fonctions auxiliaires utiles (réparation, ...).

- Lampe torche dynamo. ¹
- Lampes halogènes qui régénèrent le filament durant l'utilisation. Le matériau évaporé se redépose. ²

Utiliser des ressources gaspillées ou perdues : énergie, déchets.

- Utiliser la chaleur d'un processus pour générer de l'électricité (cogénération). ³
- Utiliser les déjections animales comme engrais.
- Déchets alimentaires et végétaux utilisés comme composte. ⁴

**26**

Principes techniques d'innovation Copie

Utiliser des copies simplifiées et bon marché plutôt qu'un objet complexe, cher, fragile ou indisponible.

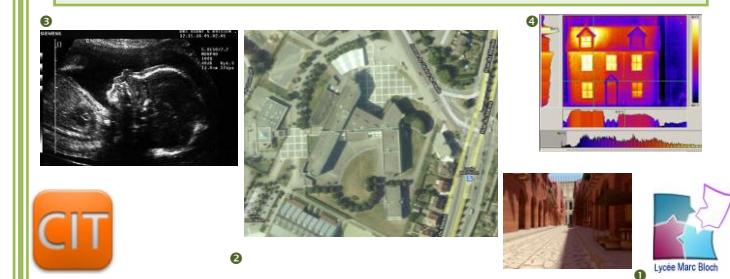
- Représentation virtuelle par ordinateur plutôt qu'un voyage coûteux. ¹
- Ecouter un enregistrement plutôt que d'assister au séminaire. ²

Remplacer un objet ou un procédé par leurs copies optiques.

- Etudier un lieu depuis des photos spatiales plutôt que depuis le sol. ³
- Mesurer un objet en mesurant sa photo. ⁴
- Echographie prénatale. ⁵

Si on utilise des copies optiques, passer à des copies dans l'infrarouge ou l'ultraviolet.

- Images infrarouge pour détecter des sources de chaleur, des maladies dans les récoltes ou des intrusions humaines. ⁴



27

**Principes techniques d'innovation
Objet éphémère
et bon marché**

Remplacer un objet cher par un ensemble d'objets bon marché, en renonçant à certaines propriétés (comme la durée de vie).

- Gobelets, assiettes et couverts en plastique jetables.
- Couches pour bébé et lingettes jetables.
- Stylos, racines et briques jetables.

**28**

**Principes techniques d'innovation
Remplacement du
système mécanique**

Remplacer un système mécanique par un système optique, olfactif, acoustique, tactile (domaine sensoriel). Utiliser des champs électriques, magnétiques, électromagnétiques pour interaction avec l'objet.

- « Barrière » olfactive ou sonore pour interdire l'accès à des animaux. Ajouter un produit odorant à un gaz pour alerter des fuites.
- Lecteur MP3.
- Manette de jeu Wiimote de console de jeu Wii.

Remplacer les champs statiques par des champs mobiles, les champs aléatoires par des champs structurés.

- Les formes des antennes modernes, liées à la radiation à recevoir (radio numérique, TNT).
- Imagerie résonance magnétique (IRM).



29

Principes techniques d'innovation
Fluide (Pneumatique et hydraulique)

Utiliser des parties gazeuses ou liquides au lieu de parties solides : objets gonflables (à air ou à eau), remplissage par un liquide, coussin d'air, hydrostatique, hydroréactif.

- Chaussures confortables dont le talon contient du gel. ①
- Emmagasiner l'énergie dans un système hydraulique pendant le freinage du véhicule et le restituer lors de l'accélération. ②

**30**

Principes techniques d'innovation
Membranes flexibles et parois minces

Remplacer les structures tridimensionnelles par des membranes flexibles (souples) et des films minces.

- Structures gonflables pour couvrir les terrains de tennis l'hiver ou des événements en extérieur. ①
- Citernes souples. ②

Isoler l'objet de son environnement en utilisant des membranes flexibles (souples) ou des films minces.

- Faire flotter un film en matériau composite (une couche hydrophile, une hydrophobe) sur un réservoir pour limiter l'évaporation.



31

Principes techniques d'innovation Matériaux poreux

Rendre un objet poreux ou lui adjoindre des éléments poreux (inserts, revêtements...).

- Percer une structure pour réduire son poids. ①
- Semelle de fer à repasser (passage de la vapeur). ②
- Textile respirant (ex : GORE-TEX). ③

Si l'objet est déjà poreux, remplir les pores (les trous) d'une substance (ou fonction utile).

- Tresse à dessouder (nappe de fils entrecroisés) pour enlever un surplus de soudure. ④
- Palier lisse autolubrifiant. ⑤



32

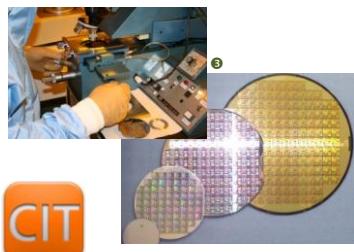
Principes techniques d'innovation Changement de couleur

Modifier la couleur d'un objet ou de son environnement extérieur.

- Ampoule de « lumière rouge » dans une chambre noire de développement photo. ①
- Lumière noire dans les discothèques. ②

Modifier la transparence d'un objet ou de son environnement extérieur.

- Photolithographie (par filtre) pour changer un matériau transparent en un masque pour circuit imprimé. ③
- Verres photosensibles. ④



33

Principes techniques d'innovation
Homogénéité

Faire interagir les objets avec un objet annexe de même matière (ou d'une matière ayant des propriétés identiques).

- Home cinéma. 
- Outils pour l'usinage des diamants fait de diamants. 



Lycée Marc Bloch

34

Principes techniques d'innovation
**Eliminer et récupérer
(Rejet et régénération)**

Eliminer (par dissolution, démontage, évaporation, ...) les parties de l'objet qui ont fini de remplir leurs fonctions ou les modifier directement pendant l'opération.

- Capsule de médicament qui se dissout. 
- Asperger un emballage fait de farine de maïs et voyez son volume diminuer plus de 1000 fois ! 
- Objets en matières plastiques biodégradables. 

A l'inverse, récupérer ou régénérer les éléments consommables de l'objet au cours du fonctionnement.

- Lames de tondeuses qui s'affûtent automatiquement. 
- Etage d'une fusée de lancement. 



*

*

35

Principes techniques d'innovation Changement / modification de paramètre

Modifier l'état physique d'un objet (ex : sous forme de gaz, de liquide ou de solide).

- Geler le centre liquide des bonbons fourrés puis les tremper dans le chocolat fondu, au lieu de manipuler le liquide gluant.
- Transporter l'oxygène, le nitrogène ou le pétrole à l'état liquide plutôt que gazeux pour réduire le volume. ^①

Changer la concentration, la densité ou la consistance.

- Savon liquide permettant un meilleur dosage et plus d'hygiène qu'un savon solide en collectivité. ^②

Modifier le degré de flexibilité.

- Vulcaniser le caoutchouc pour modifier sa flexibilité et longévité. ^③

Modifier la température.

- Chauffer un aliment pour le cuisiner. (Modifier le goût, l'arôme, la texture, les propriétés chimiques...). ^④
- Baisser la température d'échantillons pour les analyser plus tard.

**36**

Principes techniques d'innovation Changement de phase

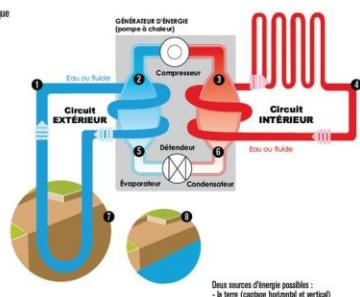
Utiliser les phénomènes associés aux changements de phase : changement de volume, perte ou absorption de chaleur, ...

- Contrairement à beaucoup d'autres liquides, l'eau augmente de volume en gelant. Hannibal aurait utilisé ce phénomène, lors de sa marche sur Rome, pour briser des rochers qui bloquaient sa route grâce à de l'eau et au froid de la nuit.
- Les pompes à chaleur, qui utilisent l'énergie produite par les phénomènes d'évaporation et de condensation. ^① ^②



2 Principe schématique de la pompe à chaleur géothermique

- ① Circuit d'eau glycolé
- ② Vapeur basse pression
- ③ Vapeur haute pression
- ④ Circuit de chauffage
- ⑤ Liquide basse pression
- ⑥ Liquide haute pression
- ⑦ Source de chaleur : l'eau (nappe souterraine)



Deux sources d'énergie possibles :
- la terre (captage horizontal et vertical)
- l'eau (captage sur nappe)

37

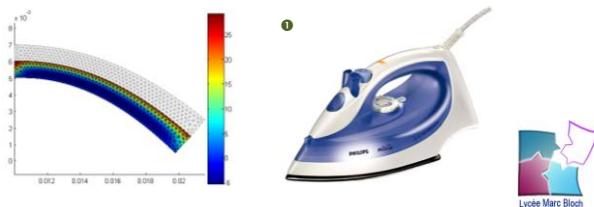
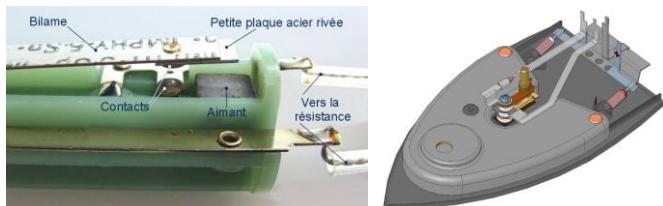
Principes techniques d'innovation Dilatation thermique

Utiliser la dilatation ou la contraction thermique des matériaux.

- Sertissage d'un manchon sur un tube par refroidissement de la partie intérieure ou échauffement de la partie extérieure pendant l'assemblage.

Si la dilatation thermique est déjà utilisée, utiliser plusieurs matériaux aux coefficients de dilatation thermique différents.

- Principe du thermostat bilames : 2 lames ayant un coefficient de dilatation différent sont assemblées. Lors d'un changement de température, la déformation induit une courbure du bilame.



Principes techniques d'innovation Oxydants puissants

38

Principes techniques d'innovation Oxydants puissants

Remplacer de l'air normal par de l'air enrichi en oxygène.

- Plongée sous-marine avec du Nitrox. ①

Remplacer de l'air enrichi en oxygène par de l'oxygène pur.

- Découper à plus haute température avec une torche oxyacétilyrique. ②
- Soigner une blessure sous haute pression d'oxygène pour tuer les bactéries anaérobiques et favoriser la cicatrisation.

Exposer l'air ou l'oxygène à des radiations ionisantes.

- Ioniser l'oxygène pour l'isoler d'un mélange gazeux.

Utiliser de l'oxygène ionisé.

- L'air ionisé capture les particules dans un purificateur d'air. ③

Remplacer l'oxygène ionisé (ou ozonisé) par de l'ozone.

- Utiliser l'ozone pour éliminer les micro-organismes et toxines dans le maïs.



39

Principes techniques d'innovation Environnement inerte

Remplacer l'environnement normal par un environnement inerte, réaliser le processus sous vide.

- Empêcher le filament d'une ampoule de se consumer en remplissant l'ampoule de gaz inerte (argon). **1**

Ajouter des pièces neutres ou des additifs inertes à un objet.

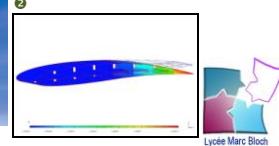
- Augmenter le volume d'un produit détergent, en ajoutant des ingrédients inertes, pour pouvoir doser facilement. **2**

**CIT****40**

Principes techniques d'innovation Matériaux composites

Remplacer un matériau homogène par un matériau composite.

- Les clubs de golf en composite (époxy + fibre de résine/carbone) sont plus légers, solides et flexibles que le métal. Idem pour les ailes d'avion, les cadres de vélo et les casques. **3**
- Les planches de surf⁴ en fibre de verre sont plus légères et maniables que celles en bois. Elles offrent aussi plus de variétés de formes. **5**



*

Les 40 principes techniques d'innovation

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 ressort de ces analyses que, durant leur évolution, les produits et systèmes surmontent des contradictions techniques.

Ces contradictions découlent d'une opposition entre un paramètre utile pour faire évoluer le système (ou le produit) et d'un autre paramètre s'opposant à cette amélioration (paramètre néfaste). Les paramètres listés sont au nombre de 39.

Pour répondre à ces contradictions entre paramètres utiles et néfastes, 40 principes techniques d'innovation ont été déterminés.

Pour chaque contradiction, 1 à 4 principes techniques d'innovation sont donnés pour orienter la recherche de la solution et donc aider à résoudre le problème.

Exemple : un gobelet de café en carton doit maintenir la chaleur du café pendant un certain temps, mais le gobelet ne doit pas être brûlant pour éviter que l'utilisateur se brûle les doigts.

- Paramètre à améliorer (utile) : 22 – Perte d'énergie
- Paramètre néfaste : 17 – Température

Le tableau des contradictions

nous donne, entre autres, le principe technique d'innovation 7 : **Inclusion (Poupées russes)**.



CIT

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 **cinétiques** (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.

CIT

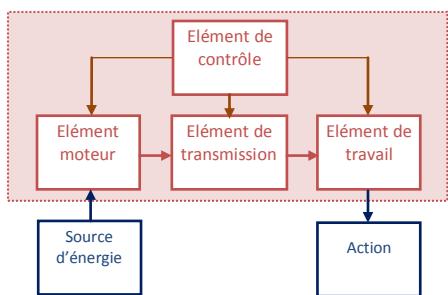


Loi 1

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

Loi dite statique

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

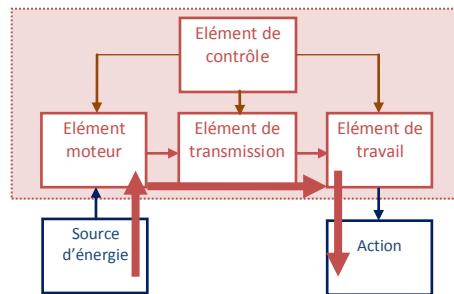


Loi 2

Lois d'évolution Conductibilité énergétique du système

Loi dite statique

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

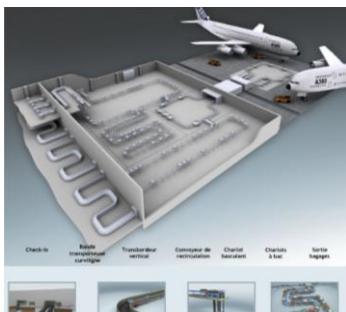
Pour qu'un système technique fonctionne correctement, le rythme (fréquence, périodicité, ...) de ses parties doit être **coordonné**. Répartition intelligente du travail entre les parties du système.

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 épousé 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

Loi dite dynamique

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



Lycée Marc Bloch

Loi 8

Lois d'évolution Augmentation de la contrôlabilité et du dynamisme

Loi dite dynamique

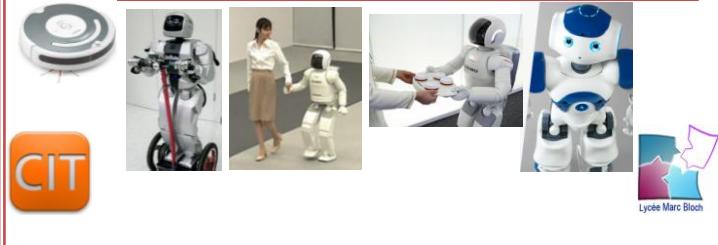
Un système technique tend vers un niveau de contrôlabilité accru, pour atteindre un niveau d'autocontrôle.

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.



Lycée Marc Bloch



Méthodes de créativité Le brainstorming

Le brainstorming part du simple constat qu'on est plus intelligent à plusieurs que seul. Il incite à la quantité et au farfelu et permet de générer beaucoup d'idées en un minimum de temps.

1 Organisation : A partir d'un sujet précis, un animateur demande à chaque participant du groupe de dire tout ce qu'il lui passe par la tête dans un certain laps de temps. *Quelques principes : tout dire, en dire le plus possible, rebondir sur les idées des autres, ne pas critiquer, ni discuter, ni juger les idées émises.*

2 Déroulement : L'animateur liste sur un tableau ou un paperboard toutes les idées en les numérotant. Il peut rappeler le sujet si les idées produites s'en éloignent trop.

En cas de creux, l'animateur peut relancer le brainstorming :

- en relisant toutes les idées émises ;
- en s'adressant directement à chacun des participants.

Une bonne production dans un brainstorming ne se termine pas sans avoir listé plusieurs dizaines d'idées.

3 Exploitation des idées : L'animateur, à la fin de la séance, relit avec le groupe toutes les idées notées pour :

- reformuler ou préciser les idées floues ou peu claires ;
- éliminer, si besoin est, les idées hors sujet avec l'accord du groupe ;
- regrouper les idées strictement identiques.

Lorsque l'exploitation est terminée, les idées du brainstorming sont prêtes pour être classées par thèmes ou par familles, ou encore triées avec une carte mentale.



Lycée Marc Bloch



Méthodes de créativité Le focus group



Le focus groupe est une méthode qui consiste à regrouper des clients afin de collecter leurs avis sur des sujets précis.

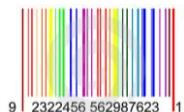
Son principal atout est qu'il permet d'identifier rapidement une tendance client du fait de la richesse d'information apportée par l'effet de groupe.

Il s'utilise en amont de l'innovation. Il permet de faire exprimer des attentes latentes et de réorienter un concept pour coller d'avantage aux attentes des clients.

Organisation :

Pour l'utiliser au mieux, il faut définir clairement l'objectif du focus group, identifier des participants (la moitié des élèves du groupe jouant le rôle des clients), choisir un facilitateur pour animer la réunion et les autres élèves jouant le rôle d'observateurs pour prendre des notes. Il faut aussi prévoir quelques questions de fond pour lancer le débat et quelques questions annexes pour le relancer.

Après la séance, le facilitateur et les observateurs réaliseront un débriefing à chaud et rédigeraient un rapport de synthèse complet.





Méthodes de créativité Le collage projectif

Le collage projectif est une technique ludique qui consiste à exprimer des idées par des images.

Cela permet à chacun de laisser libre court à son imaginaire. En assemblant les différentes images, on obtient de nouvelles idées issues de la convergence de ces images.

Il convient plus particulièrement en début de séance de créativité lors de la phase d'imprégnation du problème.

Organisation :

Sur une table ou sur un tableau, faire placer par les participants des images provenant d'une banque de données d'images.

Cette banque de données d'images couvre plusieurs champs de la technologie et peuvent représenter :

- des composants mécaniques, électriques, électroniques, ...
- des fonctions techniques,
- ...



Méthodes de créativité L'espace créatif

L'espace créatif a pour objectif le développement de la créativité par l'utilisation d'un environnement extérieur favorable à la créativité. Il permet de changer les habitudes et les repères.

Organisation :

Le principe est simple, il suffit de choisir une salle lumineuse de taille optimum qui favorisera le mouvement pour les participants ou bien d'aller à l'extérieur en s'installant par exemple dans la pelouse de la cour un jour de beau temps (l'idéal est un groupe de 4 à 5 personnes plus un animateur). On pourra y installer des supports (paperboard, papiers krafts... pour pouvoir s'exprimer). Et enfin, il faudra apporter du matériel créatif tel que des feutres de couleur, des marqueurs, des feuilles blanches, des outils de collages, des post-it, ...

Il faut aussi prévoir un espace détente avec de l'eau (des sodas) et quelques aliments (petits gâteaux) et interdire tout les objets électroniques qui peuvent perturber la concentration (téléphones, ordinateurs....).

Le principal avantage de l'espace créatif est qu'il sollicite les cinq sens dans un espace peu habituel et permet ainsi de voir les choses autrement.





Méthodes de créativité La veille technologique

La veille est le fait de surveiller l'environnement dans le but d'identifier et de collecter des informations utiles pour préparer l'avenir.

La veille sert à analyser l'état d'un marché, les technologies émergentes, le positionnement de la concurrence et l'évolution de la législation. Elle peut être majoritairement réalisée via Internet.

La veille est « l'observation et l'analyse de l'environnement scientifique, technique, technologique et économique de l'entreprise pour en détecter les menaces et saisir les opportunités de développement ».

La veille technologique concerne tout ce qui a trait aux produits, aux prestations de service, au design, aux processus et aux systèmes d'information.

En faisant des analyses de brevets, de l'audit technologique d'un secteur d'activité, des études de marché technologique, elle permet de détecter les opportunités de création de marché. C'est une source pour lancer de nouveaux projets innovants.



CIT

Lycée Marc Bloch



Méthodes de créativité La carte mentale

La carte mentale est une méthode qui permet à l'utilisateur de recourir à toute sa créativité en ne se posant aucune limite.

La carte mentale est aussi dénommée « carte heuristique ».

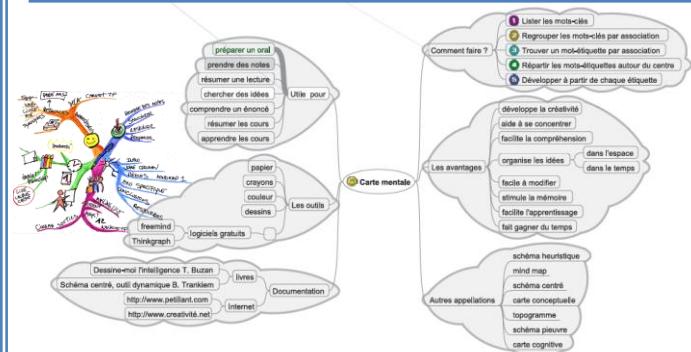
C'est un outil numérique très flexible, pouvant être accessible à tous en temps réel sur un réseau, permettant de présenter un travail de manière progressive et structurée. Une carte mentale peut devenir le support principal des activités d'un travail de groupe, être enregistrée régulièrement pour illustrer la progressivité d'une réflexion et devenir le centre d'une recherche collective qui matérialise ses progrès par la mise en ligne de documents numériques de tous types dans un environnement structuré et structurant.

Procédé :

Le sujet de réflexion est mis au centre du schéma et à partir de là, la personne déposera toutes les idées qui lui traversent l'esprit en les reliant au sujet central et en effectuant des ramifications.

L'avantage de ce procédé est d'éviter l'angoisse de la page blanche.

Les cartes mentales peuvent être réalisées sur feuille ou à l'aide de logiciels spécifiques.



CIT

Lycée Marc Bloch



Méthodes de créativité TRIZ

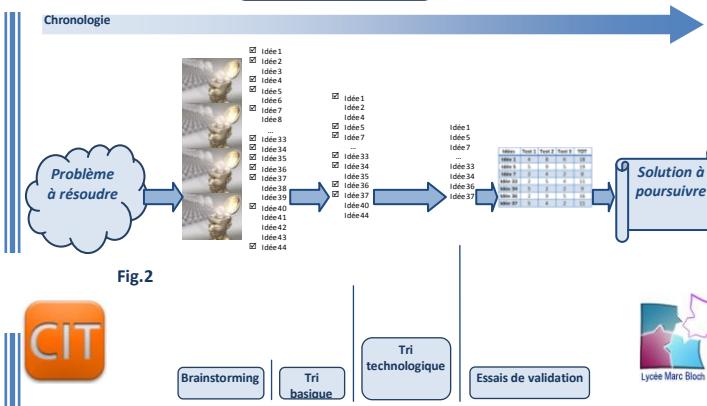
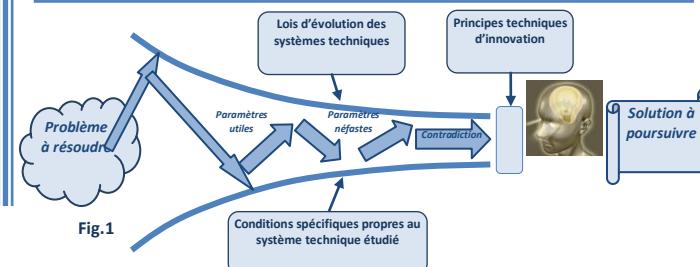
TRIZ pour « Théorie de Résolution des Problèmes Inventifs ou d'Innovation » est la traduction de l'acronyme russe ТРИЗ : « Теория Решения Изобретательских Задач ».

La méthode TRIZ, qui se base sur l'analyse de 400.000 brevets et solutions inventives, a mis en évidence que les inventeurs résolvaient un problème posé en répondant à une contradiction technique. Ces contradictions opposent toujours un paramètre qui tient à améliorer le produit et un autre paramètre qui lui semble néfaste.

La méthode TRIZ énonce **8 lois d'évolutions** qui caractérisent l'évolution des systèmes techniques.

Les contradictions techniques découlant de l'opposition entre 2 paramètres (l'un améliorant le produit, l'autre lui étant néfaste) sont regroupées dans un tableau qui propose des pistes de solution sous forme de **40 principes techniques d'innovation**.

La méthode TRIZ est une méthode convergente orientant la recherche de la solution (Fig.1). Elle s'oppose aux méthodes non rationnelles dites divergentes (Fig.2).



Outils de communication La carte mentale

La carte mentale est une méthode qui permet à l'utilisateur de recourir à toute sa créativité en ne se posant aucune limite.

La carte mentale est aussi dénommée « carte heuristique ».

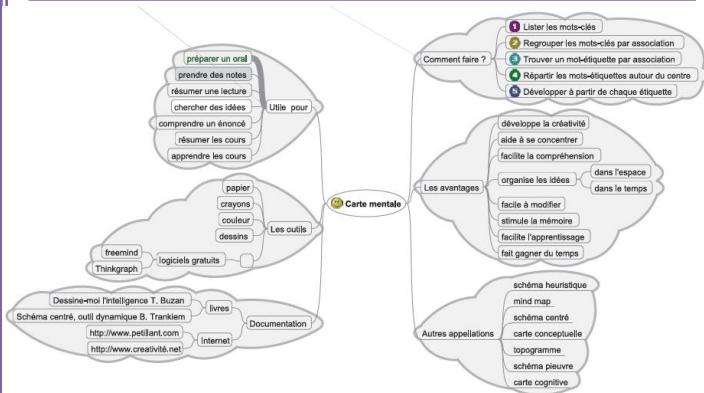
Procédé :

Le sujet de réflexion est mis au centre du schéma et à partir de là, la personne déposera toutes les idées qui lui traversent l'esprit en les reliant au sujet central et en effectuant des ramifications.

L'avantage de ce procédé est d'éviter l'angoisse de la page blanche.

Les cartes mentales peuvent être réalisées sur feuille ou à l'aide de logiciels spécifiques.

Les cartes mentales permettent aux rédacteurs de structurer leur pensée sans limiter leur recherche à une démarche obligatoirement linéaire et séquentielle.





Outils de communication

Les logiciels de présentation multimédia (Diaporamas)

Dans la plupart des logiciels de présentation multimédia, les textes, images, vidéos et autres objets sont positionnés sur des pages individuelles, les "slides" (on parle aussi de diapositives, de diapos ou de planches). Les pages peuvent être imprimées, ou (plus couramment) projetées sur un écran par l'intermédiaire d'un vidéoprojecteur et parcourues par commande du présentateur.

Ce genre de logiciel fournit plusieurs types de mouvement comme l'apparition, l'agrandissement ou la disparition d'éléments d'un slide. Les mouvements sont contrôlés par un paramétrage personnalisé des animations. Les transitions, quant à elles, sont des animations entre les diapos. Elles peuvent être animées de nombreuses manières. L'animation personnalisée peut être utilisée pour créer de petits story-boards en animant l'apparition, le mouvement ou la disparition des images ; des voix enregistrées ou des "bulles" qui peuvent être ajoutées et enlevées pour créer un dialogue.

Les logiciels de présentation multimédia permettent donc de créer ses propres diaporamas (animés ou non).

Les 2 logiciels de présentation multimédia les plus utilisés sont :

- **PowerPoint** de la suite Microsoft Office
- **Impress** d'OpenOffice.org (gratuit)



Outils de communication

Les modeleurs volumiques (logiciels de CAO)

L'utilisation de logiciels de modélisation volumique et de simulation ont permis de faire gagner énormément de temps lors des phases de création et de conception d'un nouveau produit ou lors de l'amélioration d'un produit existant. Ces logiciels de **CAO**, pour **Conception Assistée par Ordinateur**, permettent d'avoir assez rapidement une représentation (modélisation) virtuelle d'un modèle réel. Ils permettent aussi de pouvoir simuler l'état de fonctionnement du produit selon différentes approches comportementales (cinématique, dynamique, résistance des matériaux, thermique, fluide, environnementale, etc.).

Les logiciels de CAO font partie intégrante des processus de création et de conception de produits dans les entreprises.

Le modeleur volumique utilisé au lycée Marc Bloch est **SolidWorks**, mais il en existe plusieurs autres comme **Catia**, **Pro/Engineer**, **Inventor**, **TopSolid**, **SolidEdge**, **SpaceClaim**, **SketchUp**, ...



L'innovation Définition et fondements

Définition : L'innovation est une démarche structurée autour d'un processus et qui doit répondre de manière créative à un **besoin identifié** en créant de **la valeur** et en s'assurant de son **appropriation** par ses destinataires.

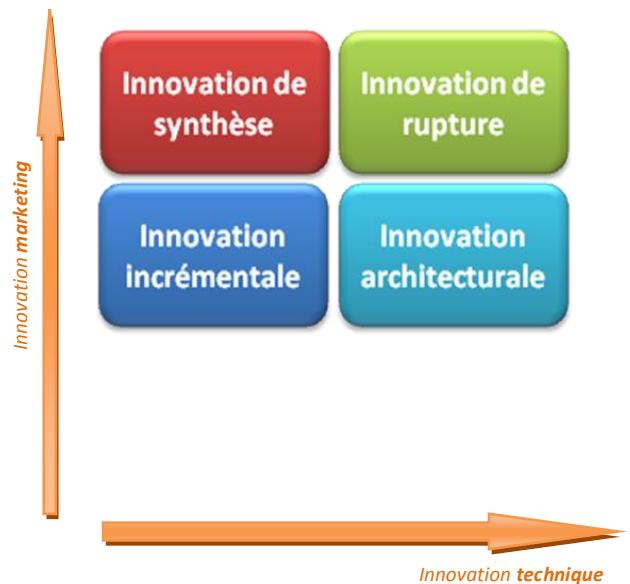
Les 3 piliers fondateurs de l'innovation :

- **La créativité :** c'est notre capacité à générer quelque chose de nouveau face à une situation donnée. *Etre Créatif c'est trouver une solution nouvelle face au problème que l'on nous pose.*
- **La valeur :** C'est le cœur de l'innovation. Créer de la valeur est la raison d'être de toute démarche d'innovation. Elle correspond à ce que j'apporte par rapport à ce que cela coûte. On peut la définir comme étant le *rapport entre la satisfaction et les ressources*.
- **La conduite du changement :** C'est une condition nécessaire de l'innovation. L'innovation ne sera possible que si la cible (les clients) accepte la nouveauté et se l'approprie : on appelle cela la **socialisation**. La socialisation correspond au fait que les clients l'achètent et soient satisfaits.



L'innovation Les différents types d'innovation

Les différentes innovations se caractérisent par leur caractère innovant d'un point de vue **marketing** et d'un point de vue **technologique**.



Remarque : L'innovation de rupture est considérée comme la plus « risquée » car elle modifie les repères technologiques et marchés en même temps.

L'innovation de synthèse est considérée comme étant celle ayant un ratio impact sur le marché par rapport aux difficultés technologiques le plus avantageux.





L'innovation **Innovation incrémentale**

Innovation incrémentale : appelée aussi amélioration produit, elle consiste à améliorer les performances du produit (ou du service). Elle possède un caractère « modeste » dans le monde des innovations. Elle ne nécessite pas de changements fondamentaux au sein de l'entreprise et ne créera pas de changement brutal auprès des utilisateurs.

Exemples : téléphone sans fil, Discman, moteur Diesel à injection ... à la différence d'exemples d'innovations de rupture comme le téléphone portable, le Walkman, le moteur Diesel.



L'innovation **Innovation de synthèse**

Innovation de synthèse : elle consiste à assembler plusieurs produits (fonctions différentes) pour n'en faire qu'un seul. On peut également réaliser une innovation de synthèse en mixant des produits et des services. L'innovation de synthèse est celle qui a le rapport impact *marketing/risque pris* le plus favorable.

Exemple : intégration d'un appareil photographique, d'un GPS, d'un accéléromètre, d'une connexion Internet par wifi ou 3G+ ... dans un *téléphone portable*. Accès à une multitude de services à partir des applications du téléphone portable (location, achat, réservation, ...).

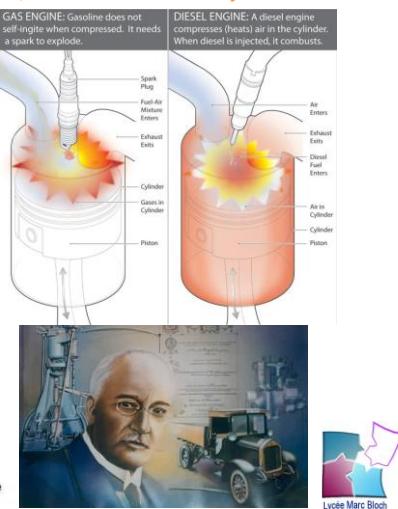


Innovation de synthèse Innovation de rupture
Innovation incrémentale Innovation architecturale

L'innovation Innovation de rupture

Innovation de rupture: elle consiste généralement à une modification complète des usages, des repères, des habitudes que le client (le marché ou l'utilisateur) avait jusqu'à présent. En modifiant les conditions d'utilisation, il va falloir gérer un changement par rupture en faisant un gros travail de « socialisation » pour que le produit soit accepté par le client. C'est la plus risquée des innovations.

Exemples : téléphone portable, Walkman, moteur Diesel, ... à la différence d'exemples d'innovations incrémentales comme le téléphone sans fil, le Discman, le moteur Diesel à injection.



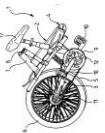
Innovation de synthèse Innovation de rupture
Innovation incrémentale Innovation architecturale

L'innovation Innovation architecturale

Innovation architecturale: un produit est un ensemble de parties fonctionnelles composées d'éléments techniques appelés sous-systèmes techniques et mécanismes de liaison. Réaliser une innovation architecturale consiste à modifier l'ordre, la règle d'assemblage de ces « sous-systèmes techniques et mécanismes de liaison ». Cela modifie donc les liens et les interfaces entre ces parties techniques.

Exemple : la montre à cristaux liquides qui combine de manière originale les sous-systèmes « cristaux liquides » et « horloge à quartz ». Idem pour celle à affichage à LED (LEDs + horloge à quartz).





Protéger l'innovation Le brevet

Protéger l'innovation, c'est créer l'exclusivité ! C'est empêcher ses concurrents de copier l'innovation et ainsi de garder l'avantage concurrentiel créé.
Pour bien se protéger, l'entreprise doit avoir une stratégie de protection et penser à ne pas se protéger d'une unique façon.

Le brevet officialise une innovation et garantit à son dépositaire un monopole d'exploitation pour une durée de 20 ans. Il garantit à l'inventeur le pouvoir d'interdire toute utilisation sans son autorisation et le droit de poursuivre les contrefacteurs en justice.

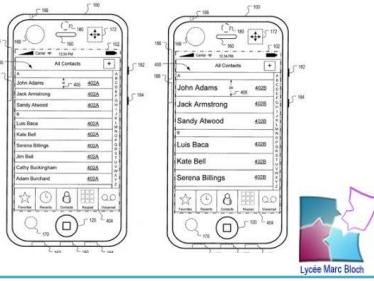
Pour déposer un brevet, il faut avant tout vérifier que l'idée soit nouvelle et brevetable. Puis il faut déposer un dossier auprès de l'Institut National de la Propriété Industrielle (INPI : www.inpi.fr). Le dossier devra contenir :

- Le domaine technique de l'invention
- L'état de la technique antérieure faisant ressortir le problème posé
- L'exposé de l'invention (solution, but, moyens, avantages)
- La présentation des figures associées au brevet
- L'exposé détaillé d'au moins un mode de réalisation
- Les applications industrielles de l'invention
- Les revendications

Il faut savoir que le dépôt de brevet est payant et qu'il fait l'objet de redevances annuelles. L'INPI met, en moyenne 27 mois pour délivrer un brevet.

Exemple : Brevet APPLE pour iPhone et iPod, lorsque l'appareil détecte que vous êtes en mouvement il agrandit automatiquement l'interface afin que ce soit plus facile de sélectionner la bonne information.

Pour déposer un brevet international : www.wipo.int
Recherche de brevet :
<http://fr.espacenet.com>



Logo for your business

Protéger l'innovation La marque

Protéger l'innovation, c'est créer l'exclusivité ! C'est empêcher ses concurrents de copier l'innovation et ainsi de garder l'avantage concurrentiel créé.
Pour bien se protéger, l'entreprise doit avoir une stratégie de protection et penser à ne pas se protéger d'une unique façon.

La marque offre aux consommateurs un point de repère essentiel. Elle représente l'image de l'entreprise et est garante, aux yeux du public, d'une certaine constance de qualité.

Au sens de la propriété industrielle, la marque est un "signe" servant à distinguer précisément les produits ou services de ceux des concurrents. Elle peut prendre des formes variées telles qu'un mot, un nom, un slogan, des chiffres, des lettres, un dessin, un logo, un effet sonore ou une combinaison de ces différents éléments.

Site officiel pour déposer une marque : www.inpi.fr

