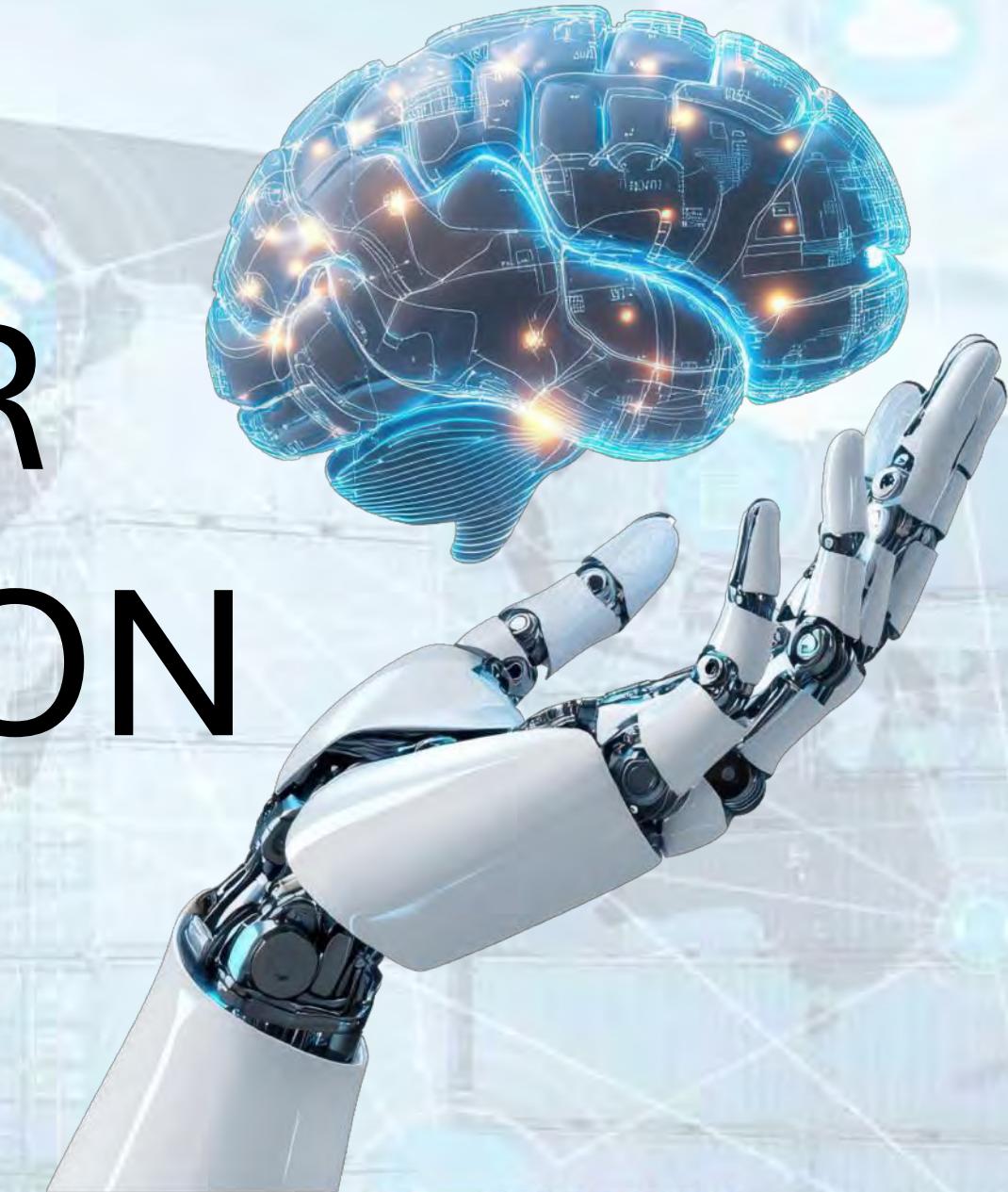


MANAGER L'INNOVATION



Thierry DUCASTELLE

Construire les chaînes d'approvisionnement du Futur



Logistique Intelligente
Smart Logistics

PLAN DU MODULE MANAGER L'INNOVATION

Introduction : Qu'est-ce qu'innover ?

Découvrir les différentes formes d'innovation (incrémentale, de rupture, sociale, managériale) et comprendre leur rôle stratégique.

De l'idée au prototype

Apprendre à transformer une idée en prototype à travers l'approche Lean Startup et le concept de Minimum Viable Product.

Cultures et dynamiques d'innovation

Analyser les facteurs culturels et organisationnels qui favorisent ou freinent l'innovation dans une entreprise.

Open Innovation & Intrapreneuriat

Comprendre comment mobiliser des écosystèmes d'innovation et stimuler l'entrepreneuriat interne dans les organisations.

Méthodes d'idéation (I)

Explorer des outils créatifs comme le Design Thinking et le Creative Problem Solving pour générer des idées innovantes.

Pilotage stratégique de l'innovation

Construire un portefeuille d'innovations et définir des indicateurs pertinents pour piloter la performance de l'innovation.

Méthodes d'idéation (II)

S'initier à TRIZ et aux outils numériques collaboratifs pour résoudre des problèmes complexes de manière inventive.

Innovation responsable et durable

Réfléchir aux enjeux éthiques, sociaux et environnementaux liés à l'innovation et concevoir des solutions responsables.

Restitution finale

Présenter et défendre en équipe un projet d'innovation appliquée, évalué sur sa créativité, sa faisabilité et son impact.

Méthodes d'idéation (II)



Objectifs pédagogiques

- Comprendre les **principes de TRIZ** et ses applications concrètes à l’innovation.
 - Découvrir et comparer des **outils digitaux collaboratifs** pour stimuler la créativité.
 - Expérimenter la résolution d’un **problème technique réel** à l’aide de TRIZ et du travail collectif.

Introduction – Quand la créativité rencontre la rigueur

Mind Mapping : Visualiser et relier les idées pour structurer la pensée créative.

6 Chapeaux de Bono : Explorer un problème sous six angles complémentaires pour élargir la réflexion.

SCAMPER : Stimuler l'innovation en transformant un produit existant à travers sept actions simples.

CPS (Creative Problem Solving) : Résoudre un problème complexe en alternant phases de créativité libre et de sélection structurée pour faire émerger des solutions innovantes et concrètes.

*Peut-on innover
avec une
méthode quasi
scientifique ?*

TRIZ = approche plus **systématique et rationnelle** de l'innovation.

Théorie de la Résolution Inventive de Problèmes

Présentation de TRIZ

Principes fondamentaux

Origines : Genrich Altshuller, années 1940

En étudiant **plus de 200 000 brevets**,
Altshuller a découvert que :

- Les innovations répondent souvent à des **contradictions techniques** (on veut deux qualités opposées dans un même système).
- Ces contradictions peuvent être **résolues de manière inventive** grâce à un ensemble de principes universels.

 Autrement dit : si un problème a déjà été résolu quelque part dans un autre domaine, la solution peut être adaptée ailleurs.



Concepts clés

Les 40 principes d'innovation

• Ce sont des “**règles de créativité**” universelles observées dans des milliers de solutions techniques.

Exemples :

- **Segmentation** (diviser un objet en parties indépendantes),
- **Inversion** (faire le contraire de l'habitude),
- **Action préalable** (préparer à l'avance),
- **Substitution mécanique** (remplacer un élément rigide par un champ magnétique, un fluide, etc.).

Ces principes servent de source d'inspiration pour générer des solutions inventives à partir d'un problème concret.

La matrice de contradictions (outil central)

- Dans tout système, on veut souvent **améliorer une caractéristique** (ex. la résistance)...
- mais cela **détériore une autre** (ex. le poids, la flexibilité, le coût...).
- TRIZ identifie **39 paramètres techniques** et propose, pour chaque conflit, **les principes les plus efficaces** pour le résoudre.

Exemple :

Améliorer la “force” sans augmenter le “poids” → Principes TRIZ n°1 (Segmentation), n°35 (Changement de paramètres physiques), n°30 (Membranes flexibles).

*La matrice permet donc de **passer du problème à une piste de solution** sans brainstorming aléatoire.*





Les lois d'évolution des systèmes techniques

TRIZ repose aussi sur des “**lois d'évolution**” : tout système technique suit des trajectoires prévisibles d'amélioration :

- 1. Augmentation du degré d'idéalité** → plus de bénéfices, moins de contraintes.
- 2. Transition vers la micro/nano-structure** → miniaturisation, matériaux intelligents.
- 3. Intégration puis décomposition** → les systèmes se combinent, puis se spécialisent à nouveau.
- 4. Automatisation croissante** → transfert progressif de la fonction à la machine.

*Ces lois permettent de **prédir l'innovation à venir** dans un secteur donné.*

Exemple

Problème :

Concevoir un matériau à la fois **solide** et **léger**.

Contradiction :

- Plus on augmente la **résistance mécanique**, plus on augmente le **poids**.
- Plus on réduit le **poids**, plus on perd en **solidité**.

Résultat :

L'innovation ne réside pas dans un matériau "miracle", mais dans **la résolution intelligente de la contradiction**.

Solutions selon TRIZ



Principe TRIZ	Application concrète
Principe 1 – Segmentation	Utiliser une structure alvéolaire (nid d'abeille) pour alléger sans perdre en résistance.
Principe 35 – Changement de paramètres physiques	Employer des composites (fibre de carbone, kevlar) au lieu du métal.
Principe 3 – Qualité locale	Renforcer uniquement les zones soumises aux efforts, pas l'ensemble du matériau.
Principe 40 – Matériaux composites	Combiner plusieurs matériaux pour équilibrer rigidité et légèreté.

Synthèse

Élément TRIZ	Rôle	Bénéfice pour l'ingénieur
40 principes d'innovation	Générer des idées systématiques	Stimule la créativité sans improvisation
Matrice de contradictions	Identifier les pistes de solution adaptées	Structure la réflexion
Lois d'évolution	Anticiper les innovations futures	Alimente la R&D stratégique

TRIZ transforme la créativité en science : on n'invente pas au hasard, on apprend à résoudre les contradictions.



Les 40 Principes de TRIZ

SÉANCE 4

1. Segmentation

Diviser un objet ou un processus en parties indépendantes (modules, composants, sous-systèmes).

Ex : palettes démontables, drones modulaires.

2. Extraction (ou séparation)

Isoler ou extraire la partie utile ou problématique d'un système.

Ex : filtre à particules, extraction du bruit dans un signal.

3. Qualité locale

Adapter chaque partie à une fonction spécifique au lieu d'une uniformité globale.

Ex : renfort local sur un châssis.

4. Asymétrie

Remplacer la symétrie par une forme asymétrique plus efficace.

Ex : pales d'hélice asymétriques pour réduire le bruit.

5. Combinaison

Fusionner des objets, des fonctions ou des étapes pour un effet synergique.

Ex : smartphone = téléphone + appareil photo + GPS.

6. Universalité

Rendre un élément capable de remplir plusieurs fonctions.

Ex : clé USB lampe + stockage.

Les 40 Principes de TRIZ

SÉANCE 4

7. Emboîtement (Nesting)

Placer un objet à l'intérieur d'un autre, ou les faire se superposer.

Ex : tasses empilables, antenne télescopique.

8. Contrepoids (ou contre-action)

Utiliser une action inverse pour compenser un effet indésirable.

Ex : stabilisateur d'appareil photo, gyroscope.

9. Action préalable

Préparer une action à l'avance pour éviter les pertes de temps ou d'énergie.

Ex : préchauffage automatique d'un four.

10. Action préalable inverse

Préparer une partie du système à se protéger ou à se corriger en cas de problème.

Ex : airbag, sécurité anti-chute.

11. Amortissement préalable

Prévoir un système tampon ou un amortisseur pour absorber les chocs.

Ex : silentblocs, suspension.

12. Équipotentialité

Réduire les variations ou les différences de niveau, d'énergie, de pression.

Ex : plancher plat dans un entrepôt robotisé.

Les 40 Principes de TRIZ

SÉANCE 4

13. Inversion

Faire l'inverse de ce qui est habituel.

Ex : refroidir au lieu de chauffer, inverser la logique du flux.

14. Courbure

Utiliser des formes arrondies, spirales ou sphériques.

Ex : coques d'avion, bouteilles ergonomiques.

15. Dynamisation

Rendre un système ou une structure flexible, adaptable ou réglable.

Ex : bureau ajustable, siège modulable.

16. Action partielle ou excessive

Agir un peu plus ou un peu moins que nécessaire pour simplifier le résultat.

Ex : suppression temporaire pour nettoyer un conduit.

17. Transition vers une autre dimension

Passer du plan à la 3D, ou du volume à la surface.

Ex : stockage vertical, code QR (2D au lieu de 1D).

18. Vibrations mécaniques

Utiliser des oscillations, ondes, fréquences pour améliorer un effet.

Ex : brosse à dents sonique, ultrasons de nettoyage.

Les 40 Principes de TRIZ

SÉANCE 4

19. Action périodique

Remplacer une action continue par une action intermittente ou rythmée.

Ex : pulvérisation, clignotement de LED.

22. Harmonie / Continuité de processus

Assurer une synchronisation fluide entre les sous-systèmes.

Ex : ligne d'assemblage cadencée.

20. Continuité d'action utile

Éliminer les temps morts, faire fonctionner le système en continu.

Ex : convoyeur automatique, flux tendu.

23. Feedback (rétroaction)

Introduire un mécanisme de retour d'information pour réguler ou corriger.

Ex : thermostat, système de freinage ABS.

21. Saut rapide

Réaliser les actions critiques très rapidement pour éviter les effets indésirables.

Ex : soudure par impulsion, impression jet d'encre.

24. Médiateur intermédiaire

Insérer un élément temporaire ou médiateur pour faciliter une interaction.

Ex : colle, interface API.

Les 40 Principes de TRIZ

SÉANCE 4

25. Auto-service

Un système s'entretient, se contrôle ou s'adapte lui-même.

Ex : imprimante auto-nettoyante, voiture autonome.

26. Copie

Remplacer un objet coûteux par une réplique simple ou virtuelle.

Ex : simulation numérique, maquette 3D.

27. Jetable (ou objet sacrificiel)

Permettre qu'un élément soit utilisé une fois puis remplacé.

Ex : gants jetables, protection fusible.

28. Substitution mécanique

Remplacer des actions mécaniques par des champs (optique, magnétique, électrique).

Ex : frein magnétique, chauffage par induction.

29. Utilisation de structures pneumatiques ou hydrauliques

Employer des fluides compressibles pour plus de souplesse.

Ex : suspension à air, coussin d'air.

30. Utilisation de films ou membranes flexibles

Ajouter une couche flexible pour protéger ou réguler.

Ex : emballage sous vide, joints élastiques.

Les 40 Principes de TRIZ

SÉANCE 4

31. Utilisation de matériaux poreux

Introduire des structures alvéolaires ou microperforées.
Ex : mousse acoustique, structure nid d'abeilles.

34. Élimination et récupération des déchets

Réutiliser les sous-produits ou pertes du système.
Ex : récupération de chaleur, économie circulaire.

32. Changement de couleur

Utiliser la couleur ou la transparence comme indicateur d'état.
Ex : indicateur thermique, capteur visuel.

35. Changement de paramètres physiques

Modifier un paramètre (température, pression, densité, polarité, etc.).
Ex : durcissement par température, alliages spéciaux.

33. Homogénéité

Utiliser des matériaux du même type pour éviter les incompatibilités.
Ex : assemblage métal-métal, plastique-plastique.

36. Transitions de phase

Exploiter les changements d'état (solide/liquide/gaz) pour obtenir un effet.

Ex : climatisation par évaporation.

Les 40 Principes de TRIZ

37. Expansion thermique

Utiliser ou compenser les effets de dilatation.

Ex : joints de dilatation, thermocapteurs.

39. Environnement inerte

Protéger le système en le plaçant dans un milieu neutre.

Ex : soudure sous gaz inerte, stockage sous vide.

38. Utilisation d'oxydants puissants / nouveaux environnements

Changer l'environnement du système pour améliorer sa performance.

Ex : atmosphère contrôlée, cryogénie.

40. Matériaux composites

Combiner plusieurs matériaux pour obtenir de nouvelles propriétés.

Ex : fibre de carbone, béton fibré.

Les 40 Principes de TRIZ

SÉANCE 4



FONCTION

1. Segmentation
2. Extraction
3. Qualité locale
4. Asymétrie
5. Combinaison
6. Universalité
7. Emboltement
8. Côté-à-côté
9. Action préalable
10. Action préalable inverse
11. Amortissement préalable
12. Equipotentialité

STRUCTURE

13. Inversion
14. Courbure
15. Dynamisation
16. Action partielle ou excessive
17. Transition vers une autre dimension
18. Vibrations mécaniques
19. Action périodique
20. Continuité d'action utile
21. Saut rapide
22. Harmonie / Continuité de processus
23. Feedback (rétroaction)
24. Médiateur intermédiaire

MATÉRIAUX

26. Couple
27. Jetable (ou objet sacrificiel)
28. Substitution mécanique
29. Utilisation de structures pneumatiques ou hydrauliques
30. Utilisation de films ou membranes flexibles
31. Utilisation de matériaux poreux
32. Changement de couleur
33. Homogénéité
34. Elimination et récupération des déchets

ENVIRONNEMENT

35. Changement de paramètres physiques
36. Transitions de phase
37. Expansion thermique
38. Utilisation d'oxydants puissants / nouveaux environnements
39. Environnement inerte

Applications concrètes de TRIZ

•Industrie :

automobile (allègement, sécurité)
électronique (miniaturisation)
packaging (résistance/écologie)

•Services :

simplification de process contradictoires (rapide mais fiable, personnalisé mais standardisé).

Automobile :

Les ingénieurs cherchent des véhicules à la fois **plus légers** (pour réduire la consommation) et **plus sûrs** (structure rigide).
→ TRIZ conduit à l'usage de **composites, structures alvéolaires, et zones de déformation programmées**.

Électronique :

Objectif : miniaturiser tout en conservant la performance et la dissipation thermique.

→ Solutions TRIZ : circuits multicouches, refroidissement passif intégré, matériaux conducteurs innovants.

Packaging:

Concilier **solidité** et **écologie** : emballage résistant mais biodégradable.

→ Solutions TRIZ : carton alvéolaire, plastiques biosourcés, structures en nid d'abeilles.

Services

Banque : automatisation des opérations tout en maintenant le conseil humain.

- *Logistique : suivi en temps réel sans surcharger les opérateurs.*

- Restauration : menus personnalisés mais processus de production industrialisés.

TRIZ
=

méthode
structurée

Outils
digitaux
=

catalyseurs
collaboratifs.

La créativité n'est
pas un don
mystérieux, mais un
processus que l'on
peut apprendre."

Genrich Altshuller