

# L'algorithme ARIZ

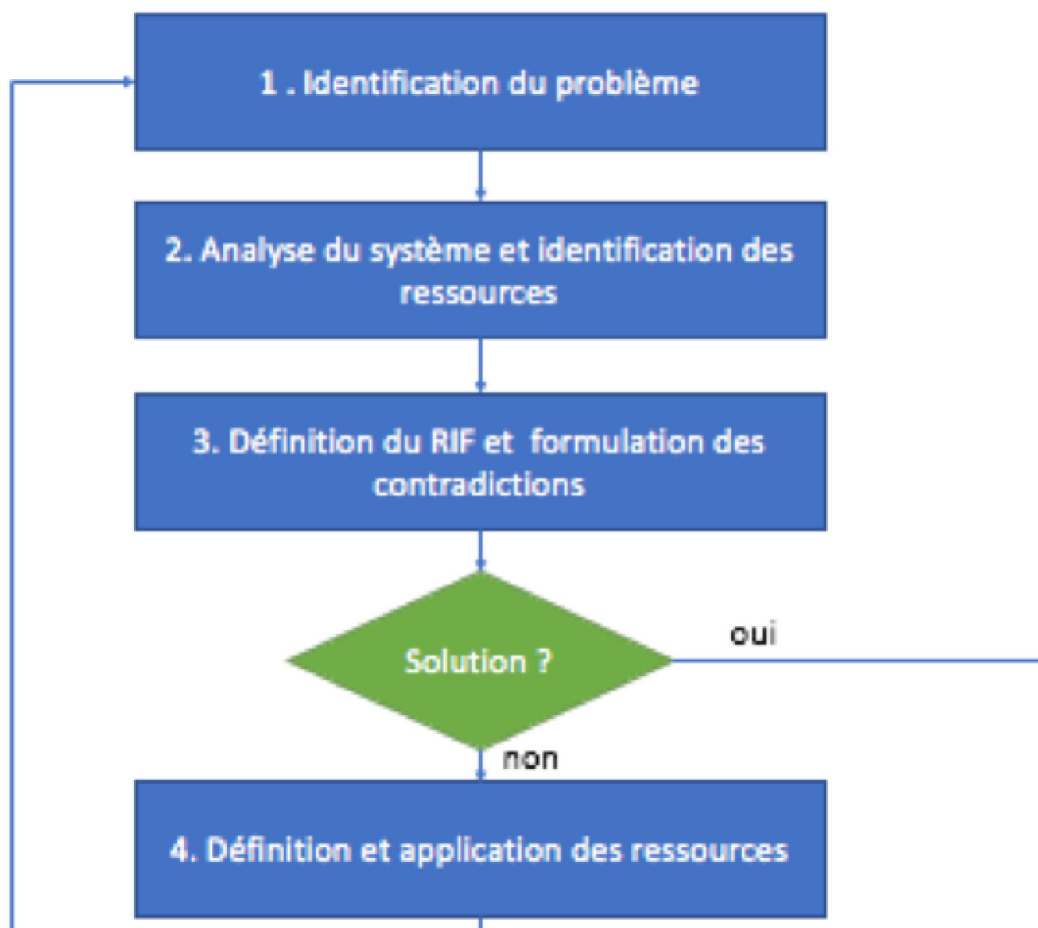
**ARIZ, signifiant en russe Algorithme de résolutions des problèmes inventifs<sup>1</sup>, est la méthode développée par Altshuller pour mettre en œuvre les outils de la TRIZ et guider le concepteur dans l'identification de la situation jusqu'à l'identification de la solution.**

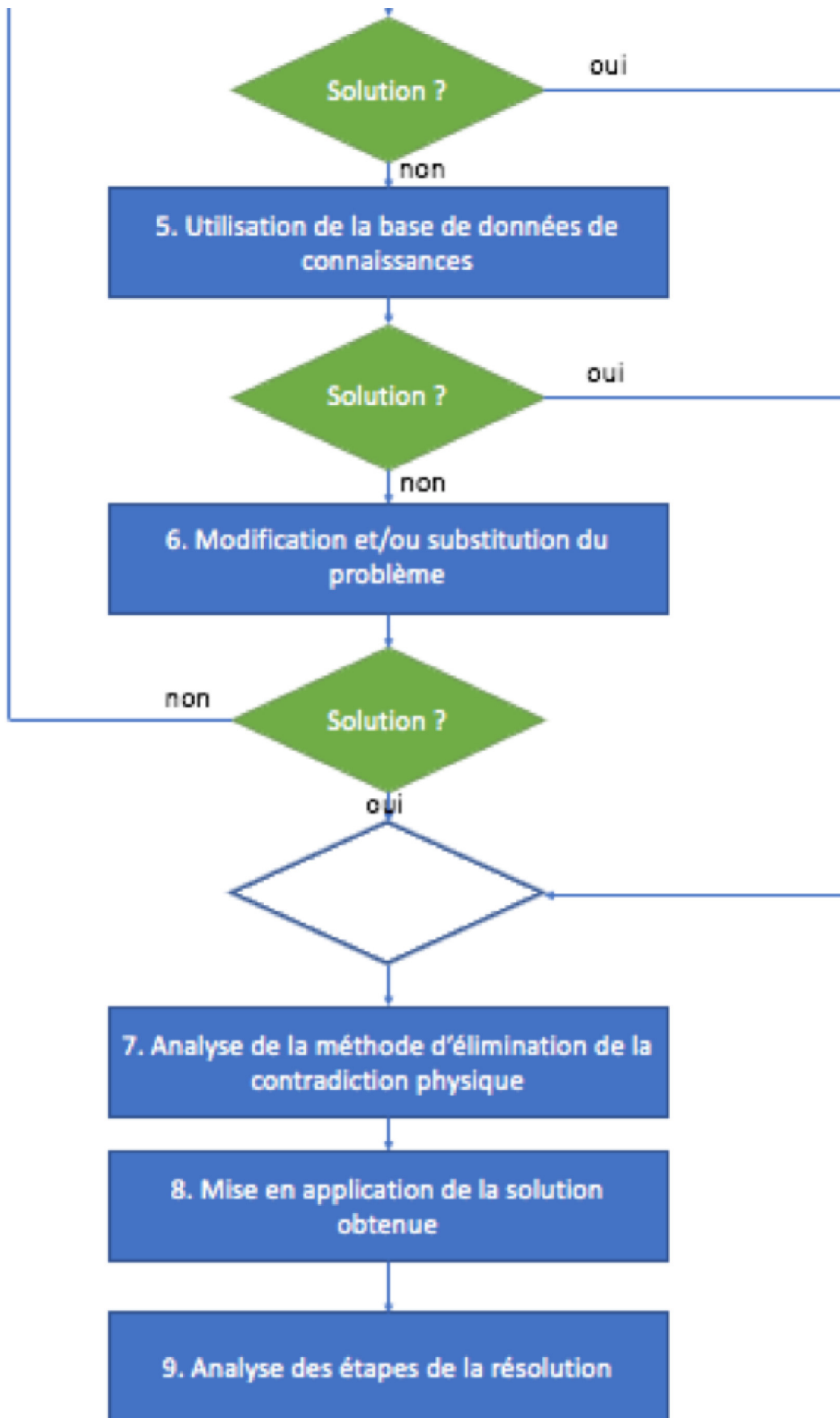
## Introduction

ARIZ, signifiant en russe Algorithme de résolutions des problèmes inventifs<sup>1</sup>, est la méthode développée par Altshuller pour mettre en œuvre les outils de la TRIZ et guider le concepteur dans l'identification de la situation jusqu'à l'identification de la solution.

ARIZ se décompose de 9 étapes permettant d'obtenir rapidement une formulation pertinente du problème en vue de sa résolution par l'un des outils de la TRIZ.

A noter qu'il existe différentes versions de l'algorithme. Nous présentons ici la dernière version développée par Altshuller, la ARIZ-85C.





## Etape 1 : Identification du problème

L'objectif principal de cette partie est de passer d'une situation d'innovation floue à un modèle clairement construit et simplifié.

### ETAPE 1.1 – Reformuler simplement le problème

Reformuler le problème de la manière suivante :

Le système (*définir*) dont la Fonction Principale (FPS) est (*définir*) comprend : (*énumérer les principales composantes du système*)

Définir la Contradiction Technique 1 (CT1), 2 (CT2) en analysant en particulier ce que l'on ne souhaite pas changer et ce que l'on souhaite améliorer.

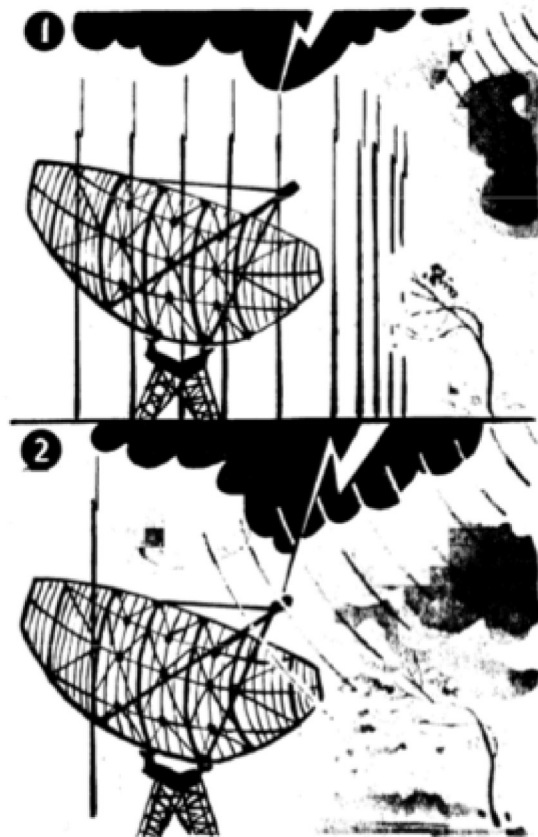
Définir le résultat (technique, économique) à atteindre nécessitant le minimum de modification du système.

### Exemple

Le système d'antenne radio/tv dont la Fonction Principale est de recevoir et transmettre des ondes radios comprend une antenne radio télescope, un transmetteur et des paratonnerres.

CT1 : S'il y a beaucoup de paratonnerres, alors ils protègent l'antenne efficacement, mais ils absorbent les ondes radios.

CT2 : S'il y a peu de paratonnerres, alors il y a moins d'absorption des ondes radios, mais l'antenne n'est pas protégée de manière efficace des éclairs. Notre objectif est de protéger l'antenne des éclairs sans réduire la qualité de transmission des ondes radios.



### Les règles de reformulation

**Règle 1** : Les contradictions techniques sont des interactions dans le système qui consistent en ce que :

- Une action utile produit en même temps une action néfaste
- L'introduction/renforcement d'une action utile ou l'élimination/atténuation d'une action néfaste génère la dégradation de tout ou partie du système

**Règle 2 :** Dans certain cas, on ne doit pas analyser une ou plusieurs contradictions techniques « illogiques ». Soit par exemple le problème suivant : « *Comment observer à l'œil nu les micro- particules comprises dans un échantillon de liquide optiquement propre. Les particules sont si petites que la lumière les contourne ?* »

CT1 : si les particules sont petites, alors le liquide est optiquement propre mais il est impossible d'observer les particules à l'œil nu.

CT2 : si les particules sont grosses, alors elles sont observables, mais le liquide n'est plus optiquement propre, ce qui est une conséquence inacceptable.

La résolution du problème doit se faire sans considérer la CT2 : il est interdit de changer le produit ! En fait nous ne considérerons que CT1 dans ce problème, mais CT2 nous donnera des caractéristiques supplémentaires pour le produit : les petites particules doivent être petites mais deviennent larges.

**Règle 3 :** Tous les termes en rapport avec l'outil et l'environnement doivent être remplacés par des mots simples pour éviter de tomber dans l'inertie psychologique :

- Éviter des solutions toutes faites sur la technologie du fonctionnement de l'outil : "Le navire brise-glace, casse la glace". Or il peut sans doute se déplacer à travers la glace sans avoir besoin de la casser...
- Éviter de décrire excessivement les propriétés **des substances**: au lieu de "barrières de fer" utiliser seulement des "barrières"
- Assumer le concept sur les possibilités d'existence d'une substance dans ses différents états. Le terme "peinture" nous fait penser à une substance solide ou liquide, bien qu'il puisse s'agir d'une peinture à l'état gazeux, Pourquoi pas ?

## **Etape 1.2 : Isoler et noter la paire d'objets en conflit : la substance et l'outil**

**Règle 4 :** Si l'outil peut avoir deux états distincts, alors noter ces deux états.

**Règle 5 :** Si le problème présente plus d'une paire d'objets en conflit équivalentes et reliées entre elles, il est suffisant d'indiquer une seule de ces paires.

**En reprenant notre exemple du paratonnerre :**

- Substance\* : Foudre et ondes radio
- Outil\* : Paratonnerre (peu de paratonnerres, beaucoup de paratonnerres)

\*Voir les définitions dans l'article de la [modélisation Vépole](#)

## **1.3 Représenter graphiquement CT-1 et CT-2**

Représenter la ou les contradictions en utilisant la représentation graphique suivante :

### Opposition



A agit sur B positivement (ligne continue), une action néfaste inverse (ligne sinueuse) apparaît de façon permanente ou à certains moments seulement.

On souhaite supprimer l'action nuisible tout en conservant l'action bénéfique.

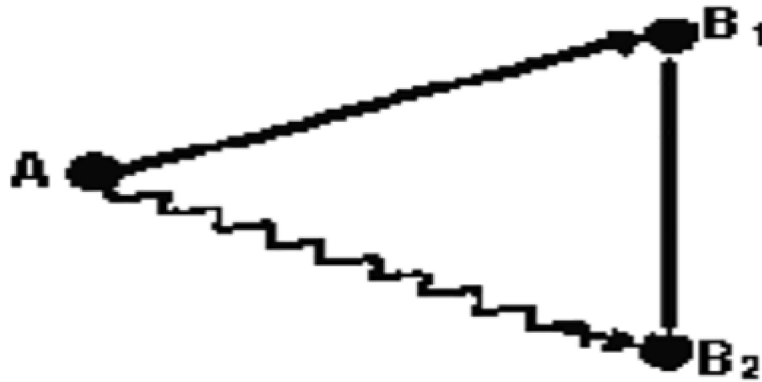
### Double action



L'action positive de A sur B est associée simultanément à une action négative sur B (par exemple, lors d'étapes de fonctionnement différentes, une même action peut être bénéfique dans un cas et néfaste dans un autre).

Il est nécessaire de supprimer l'action néfaste tout en conservant l'action bénéfique.

### Double action



L'action exercée par A sur B est utile pour une partie de B (B1) et néfaste pour une autre partie de B (B2).

Il s'agit d'éliminer l'action néfaste exercée sur une partie de B (B2) tout en conservant l'action utile exercée sur l'autre partie de B (B1).

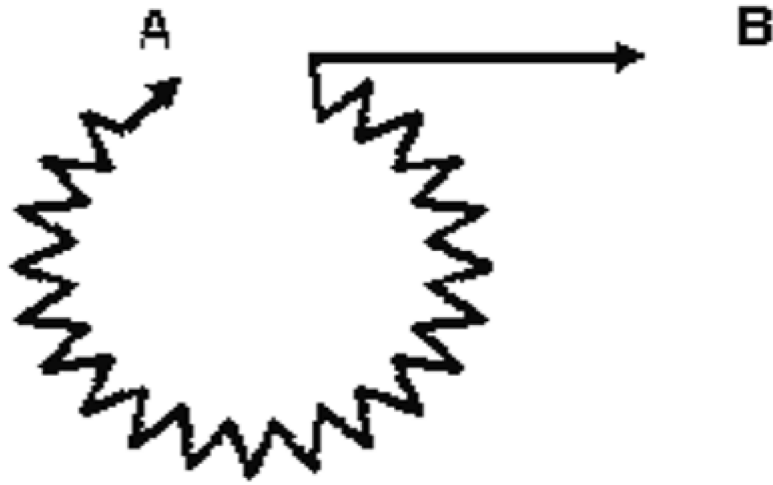
Double action



On a un système formé par A, B et C dans lequel la même action exercée par A est utile pour B et néfaste pour C.

Dans ce cas il s'agit d'éliminer l'action nuisible en conservant l'action utile sans détruire le système.

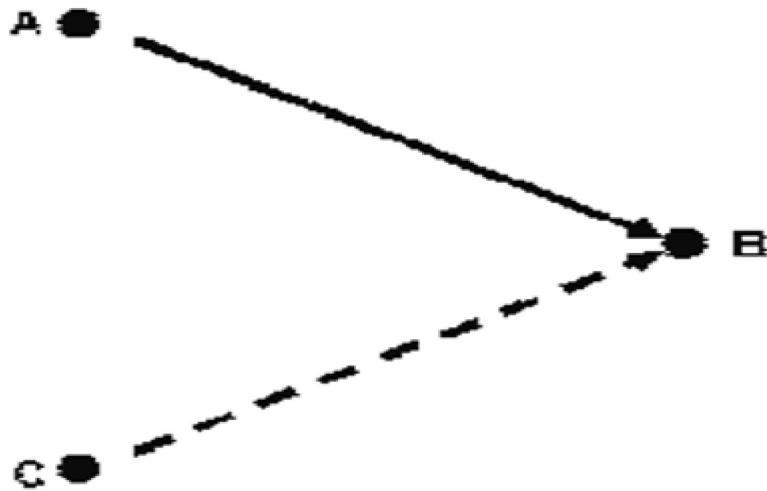
Action combinée



L'action bénéfique de A sur B est accompagnée par une action interne de A sur lui-même (laquelle provoque en partie des problèmes dans A).

On a besoin d'éliminer l'action néfaste interne à A tout en conservant l'action utile de A sur B.

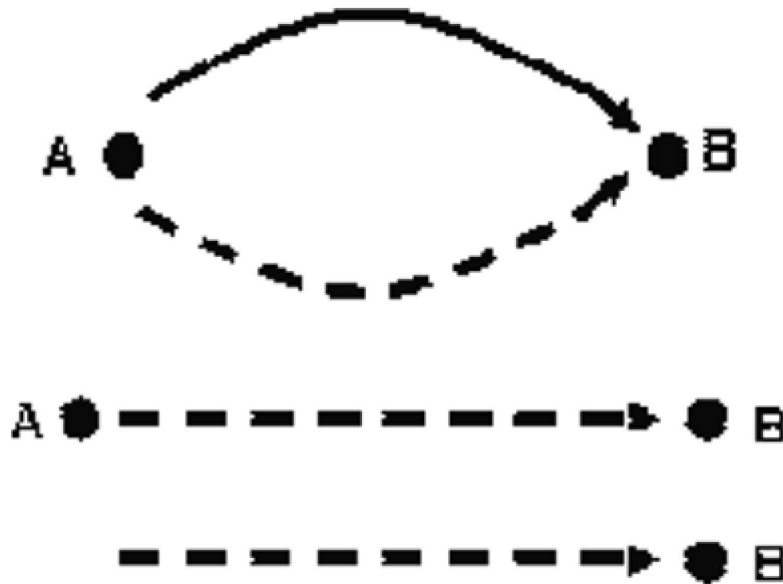
Action incompatible



L'action utile produite par A sur B n'est pas compatible avec l'action utile de C sur B (exemple : le traitement n'est pas compatible avec la mesure).

Il est nécessaire de produire l'action de C sur B sans modifier l'action de A sur B.

Action incomplète ou inaction



A produit une action sur B, mais deux actions équivalentes sont nécessaires. Autre situation : A produit une action sur B de manière discontinue (de temps en temps).

Dans d'autres cas A n'existe pas et il faut changer B, mais on ne sait pas comment le faire.

Il est nécessaire de produire une action de A sur B le plus simplement possible.

Silence



Il n'y a pas d'information concernant A ou B ou sur l'interaction entre A et B. Dans certains cas, on connaît seulement B.

Il est nécessaire d'obtenir l'information nécessaire.

Une action non réglable ou excédentaire en partie



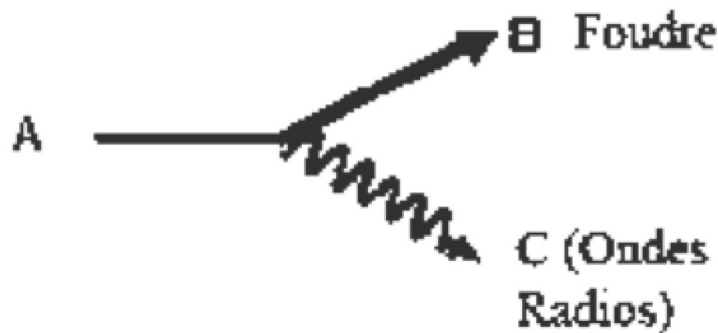


A agit sur B de manière non contrôlable (par exemple de façon permanente), et il est nécessaire de régler cette action (par exemple la contrôler).

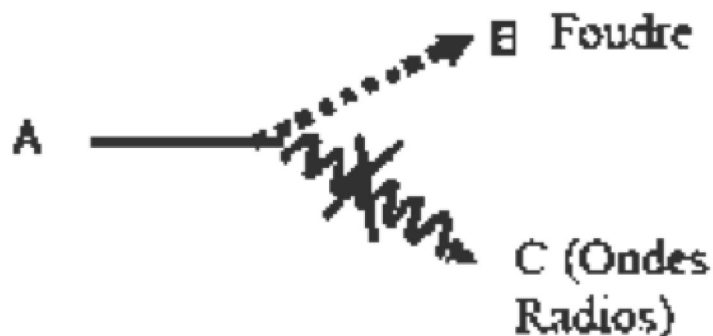
Il s'agit de transformer cette action en une action qui peut être contrôlée en accord avec les besoins exprimés.

**En reprenant notre exemple :**

CT-1 : beaucoup de paratonnerres



CT-2 : peu de paratonnerres



Les étapes 1.2 et 1.3 affinent l'identification du problème. Par conséquent, après l'étape 1.3, il est nécessaire de reprendre les étapes 1.1 et 1.2 afin de vérifier que tout est cohérent. Au cas où certaines incohérences existent, les corriger.

#### **1.4 Choisir la contradiction technique à conserver (CT-1 ou CT-2)**

On doit choisir la contradiction dans laquelle la fonction principale du système est la mieux représentée dans les conditions spécifiques du problème.

Dans le problème sur la protection de l'antenne radiotélescope, la fonction principale du système est la réception d'ondes radios. C'est pourquoi on choisit CT-2 : dans cette situation, les conducteurs n'absorbent pas les ondes radios.

Remarques :

Quand nous choisissons un des deux schémas, nous choisissons aussi un des deux états de l'outil. Toute solution envisagée doit être associée à cet état. On ne peut pas par exemple changer "*peu de quantité de conducteurs*" par "*une quantité optimale*". ARIZ exige l'intensification et non l'atténuation du conflit.

### 1.5 Intensification de la contradiction technique choisie

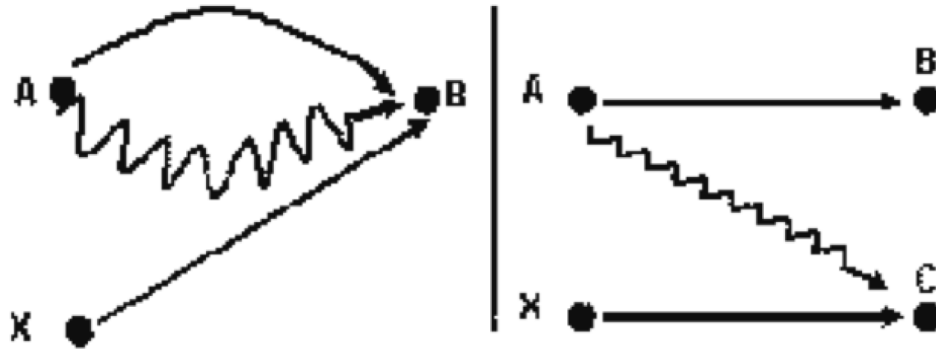
Indiquer l'état (ou les actions) limite des éléments en conflit : La majorité des conflits se présentent sous la forme "beaucoup d'éléments" vs "peu d'éléments" ("éléments forts" vs "éléments faibles", etc.). Par exemple, une situation du type "peu d'éléments" doit être intensifiée en portant la valeur à l'extrême, "zéro élément" ("éléments absents").

En reprenant notre exemple, on ne considérera pas « peu de conducteurs » mais « conducteur absent ».

### 1.6 Formuler un modèle de problème

- La paire en conflit: le paratonnerre absent et la foudre présente
- L'expression du conflit intensifié : Le conducteur absent ne provoque pas d'interférences pendant la réception d'ondes radio par l'antenne, mais n'assure pas de protection contre la foudre.
- Quel devra être le rôle de l'élément X qui sera introduit ? (Ce qu'il doit préserver et ce qu'il doit enlever, ce qu'il doit améliorer, etc.) : Il est nécessaire d'introduire un élément X, tel que le système conserve les caractéristiques du conducteur absent (ne pas provoquer d'interférences) et permet, en outre, d'obtenir la protection de l'antenne.

Après cette étape, il faut reprendre l'étape 1.1 et vérifier la logique d'élaboration du modèle de problème. De cette façon, on redéfinit aussi le schéma du conflit choisi, en intégrant l'élément X, par exemple de la manière suivante :



L'élément X ne fait pas nécessairement partie intégrante du système. Cet élément X change le système dans une certaine mesure, et peut créer par exemple un changement de température ou un changement d'état d'agrégat d'une partie du système ou du milieu ambiant, etc.

### 1.7 Vérifier les possibilités d'appliquer les standards\* pour la résolution du modèle du problème

Si ce dernier n'est pas résolu, on doit passer à l'étape suivante de l'analyse. Si le problème est résolu, on peut passer directement à la septième étape d'ARIZ, bien qu'on recommande de continuer l'analyse de la deuxième partie d'ARIZ.

\* Voir l'article sur la modélisation Vépole

## Etape 2 : Description du système et identification des ressources

Le but de la deuxième partie d'ARIZ est d'analyser toutes les ressources pouvant être utilisées pour résoudre le problème (substances, champs, temps, espace, ...).

### 2.1 Déterminer la Zone Opératoire

Faire un descriptif de la zone opératoire et faire un schéma en plusieurs vues / projections de la zone opératoire.

Dans le problème de l'antenne, la Zone Opératoire est l'espace occupé précédemment par le paratonnerre.

### 2.2 Déterminer le Temps Opératoire

Le temps Opératoire correspond aux ressources temporelles disponibles :

- T1 : temps avant le conflit
- T2 : temps pendant le conflit
- T3 : temps après le conflit

Dans notre exemple, le temps opératoire est la somme de T1a (le moment où la foudre tombe) et de T1b (le temps jusqu'à l'éclair suivant). T2, dans ce cas, n'existe pas.

### 2.3 Déterminer les ressources Vépole (substance/champs) par observation du système et de son environnement

Les ressources sont les substances et les champs déjà existants ou qui peuvent être facilement obtenus de par les conditions du problème. On distingue trois types de ressources :

- Les ressources de l'outil.
- Les ressources de l'environnement immédiat de la zone opératoire ou commune à tout autre environnement (air, gravité, champ magnétique terrestre...)
- Les ressources du super-système : déchets, sous-substance, ressources secondaires
- Les ressources de la substance

Il est préférable d'obtenir des résultats en utilisant le moins de ressources possibles. Par conséquent on utilise d'abord les ressources internes, ensuite les ressources externes et en dernier lieu celles du super système.

La substance étant connue, c'est un élément invariable. Mais on peut pas prendre en considération les possibilités suivantes :

- Elle peut être modifiée par lui-même.
- Elle s'use.
- Transférer la modification de la substance au niveau du super-système (par exemple, ne pas modifier la brique, mais modifier la maison).
- Utiliser des structures au micro niveau.
- Réaliser une hybridation avec du « vide », du « rien ».
- Considérer des changements provisoires.

Dans le problème de l'antenne, on a mis en évidence le terme "paratonnerre absent". Par conséquent, ce problème correspond uniquement aux substances et champs de l'environnement. Dans ce cas les SFR se réduisent à l'air.

### Etape 3 : Définition du RIF et formulation des contradictions

---

L'application de la troisième partie d'ARIZ doit conduire à une vision **du résultat final idéal (RFI)**. Elle permet également de mettre en évidence les contradictions physiques (CP), empêchant l'obtention du RFI. Le résultat final idéal n'est pas systématiquement atteint, toutefois il indique le chemin vers la solution idéale.

#### 3.1 Formuler le résultat final idéal rfi1

L'élément X, sans compliquer le système et sans faire apparaître d'actions nuisibles, résout *Indiquer l'action nuisible* pendant le *Temps Opératoire* dans les limites de la *Zone Opératoire* et il conserve la possibilité à la substance d'effectuer *Indiquer l'action bénéfique*.

Dans notre exemple :

L'élément X, sans compliquer le système et sans faire apparaître d'actions nuisibles, résout, pendant le temps Opérateur (TO : T1a + T1b), la "non attraction" des éclairs avec une absence de paratonnerre, et de cette façon préserve la caractéristique du paratonnerre à ne pas provoquer de perturbations pendant la réception d'ondes radios par l'antenne.

### 3.2 Renforcer la formulation du rfi1 avec une contrainte supplémentaire

Renforcer la formulation du rfi1 avec une contrainte supplémentaire : il ne faut ajouter ni nouvelles substances, ni nouveaux champs au système. On ne doit utiliser que les ressources mises en évidence lors de l'étape 2.3.

Dans le problème sur la protection de l'antenne, il n'y a pas d'outil (puisque l'on a formulé "conducteur absent"). Pour la résolution du mini-problème, on doit utiliser les ressources mises en évidence dans l'ordre suivant :

1. Ressources de l'outil ;
2. Ressources de l'environnement ;
3. Ressources du super-système ;
4. Ressources de la substance

L'existence de différents types ressources implique l'existence de quatre chemins possibles pour la suite de l'analyse. Généralement, les limitations du problème permettent de réduire le nombre de chemins possibles.

Au cours de l'apprentissage d'ARIZ, cette analyse est réalisée de manière séquentielle. Avec l'expérience, elle est graduellement remplacée par une analyse transversale permettant de vérifier la possibilité d'appliquer les concepts de solutions à tous les chemins identifiés. Ce type d'analyse est appelée "pensée multi écran" : elle conduit à une vision simultanée des changements dans le super- système, dans le système et dans les sous-systèmes.

### 3.3 Écrire la formulation des contradictions physiques au macro niveau

L'objectif est de reformuler le problème en une contradiction physique de haut niveau, nous permettant de commencer à apercevoir une voie de solution :

La Zone Opérateur, pendant le temps Opérateur, doit être (indiquer l'état macroscopique, par exemple "doit être froid"), pour effectuer (indiquer une des actions en conflit),

ET ne doit pas être (indiquer l'état macroscopique opposé, par exemple "ne doit pas être chaud"), pour effectuer (indiquer l'autre action en conflit).

En reprenant notre exemple : La colonne d'air, pendant le temps Opérateur, doit être conducteur électriquement, pour dévier la foudre de l'antenne, et doit être non conducteur électriquement, pour ne pas absorber les ondes radios.

Ce type de formulation conduit à imaginer la réponse suivante : la colonne d'air doit être conductrice électriquement pendant la foudre et ne doit pas l'être le reste du

temps. La foudre est un événement relativement rare, et aussi relativement instantané. Selon la loi de coordination du rythme : la conductivité électrique du conducteur doit être accordée à l'apparition de la foudre...

Ceci, évidemment, ne fournit pas une réponse complète. Comment faire pour que la colonne d'air se transforme en conducteur lors de l'apparition de la foudre ? Comment faire pour que cette conduction disparaisse instantanément après la foudre ?

### 3.4 Écrire la formulation des contradictions physiques au micro-niveau

Redescendre ensuite jusqu'au micro-niveau puis reformuler la contradiction précédente de la manière suivante :

Dans la Zone Opératoire, il doit y avoir des particules de substance telles que (indiquer ses états physiques ou actions), pour fournir (indiquer l'état macroscopique formulé à l'étape 3.3), et il ne doit pas y avoir des particules telles que (ou il doit y avoir des particules avec des états opposés ou des actions), pour fournir (indiquer l'état macroscopique opposé formulé à l'étape 3.3).

**En reprenant notre exemple :** Dans la colonne d'air, (au moment de la foudre), il doit y avoir des charges libres, pour fournir la conductivité électrique (pour conduire la foudre) et il ne doit pas y avoir de charges libres (le reste du temps), pour éviter la conductivité électrique (qui absorbent les ondes radios).

### 3.5 Formuler le résultat final idéal rfi2

Les trois premières parties d'ARIZ reformulent le problème initial jusqu'au plus bas niveau. En reformulant le RFI1, de la manière décrite ci-dessous, nous obtenons rfi2 qui décrit précisément le problème à résoudre.

La zone Opératoire (indiquer) pendant le temps Opératoire (indiquer) doit automatiquement fournir (indiquer les états macro opposés et les états physiques micro opposés).

**En reprenant notre exemple :** Les molécules neutres dans la colonne d'air doivent, seules, se transformer en charges libres par l'action de la foudre. Après cela, les charges libres doivent automatiquement se transformer en molécules neutres.

### 3.6 Appliquer les standards à la résolution physique du problème, exprimée sous la forme du rfi2

Si le problème n'est pas résolu, on doit passer à la partie suivante d'ARIZ.

Si le problème est déjà résolu, il est possible de continuer avec la septième partie d'ARIZ, bien que, dans ce cas, on recommande de poursuivre l'analyse avec la quatrième partie d'ARIZ.

## Etape 4 : Définition et application des ressources

---

A l'étape 2.3, nous avons défini les ressources pouvant être utilisées. La quatrième partie d'ARIZ consiste à appliquer une série d'opérations visant à augmenter le nombre de ressources disponibles : il apparaît alors des ressources secondaires, obtenues sans surcoût significatif au travers de petites modifications des ressources initiales.

D'autre part, pendant les étapes 3.3 à 3.5, nous avons initié le passage du problème vers une solution, basée sur des concepts physiques ; la quatrième partie d'ARIZ continue sur cette voie.

Les règles ci-dessous sont applicables pour toutes les étapes de la quatrième partie d'ARIZ :

**Règle 6 :** Chaque type de particules, se trouvant dans un état physique donné, doit accomplir une seule fonction. Si les particules A ne peuvent pas accomplir à la fois les fonctions 1 et 2, il est nécessaire d'introduire des particules B ; de cette manière les particules A accomplissent la fonction 1 et les particules B, quant à elles, assurent la fonction 2.

**Règle 7 :** Les particules B introduites, peuvent, à leur tour, être subdivisées en deux groupes : B-1 et B-2. Ceci permet d'utiliser les interactions existantes entre les particules B "sans surcoût", afin d'obtenir une nouvelle action 3.

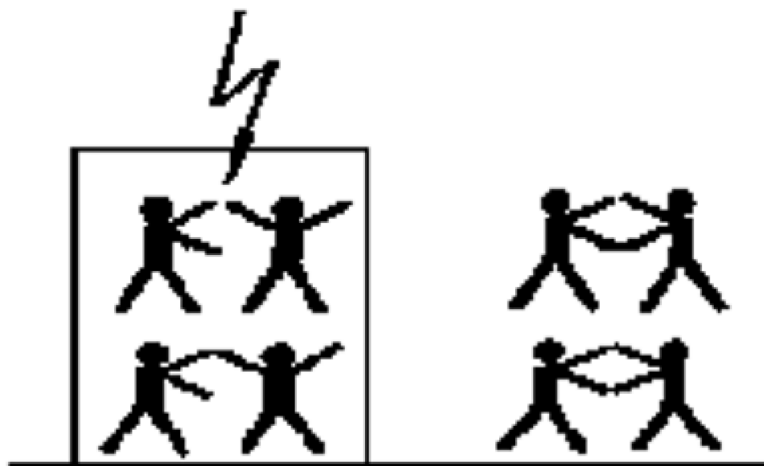
**Règle 8 :** Il s'avère parfois intéressant de diviser les particules en plusieurs groupes. Prenons le cas où le système ne doit posséder qu'un seul type de particules A : dans un groupe, les particules A conservent leur état initial, alors que dans l'autre groupe leur paramètre principal est modifié afin de réaliser la fonction requise.

**Règle 9 :** Une fois la fonction réalisée, les particules divisées ou introduites ne doivent pas être différenciables entre elles ou vis-à-vis des particules présentes initialement.

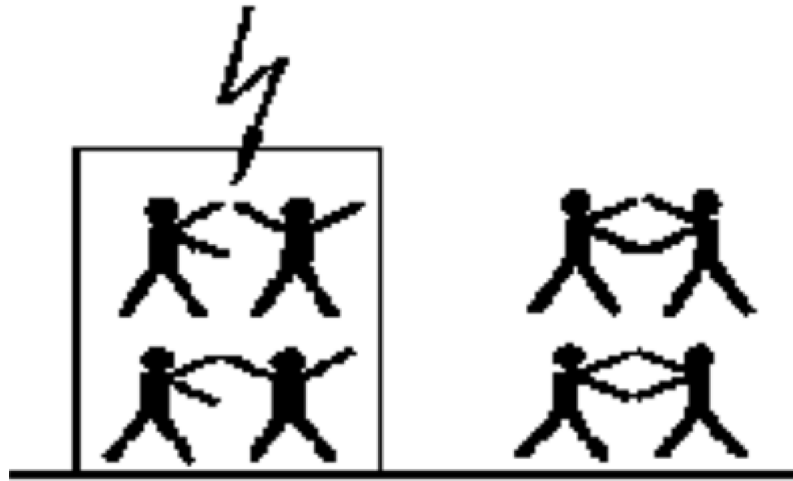
#### 4.1 Modélisation Hommes Miniatures (MHM)

1. A) Appliquer la **méthode des Hommes Miniatures** pour construire le schéma du conflit sur les parties modifiables du modèle de problème (comme le sont, par exemple, l'outil et l'élément X).
2. B) Modifier ce schéma de telle sorte que de petits hommes agissent sans qu'apparaissent de nouveaux conflits.
3. C) Le transformer en schéma technique

En reprenant notre exemple :



A) Les Hommes miniatures, se trouvant dans le conducteur imaginaire, ne sont pas différents de ceux qui sont en dehors du conducteur. Les deux groupes d'Hommes miniatures sont neutres vis-à-vis de la foudre (dans le schéma, on peut voir que les hommes miniatures se tiennent les mains, ce qui implique qu'ils ne peuvent pas conduire la foudre).



B) Selon la règle 8, les hommes miniatures sont séparés en deux groupes : les Hommes miniatures, en dehors du conducteur, restent inchangés (paires neutres), et les Hommes miniatures dans le conducteur restent ensemble (tout en étant neutres), mais tendent leurs bras, symbolisant leur désir d'attirer la foudre.

(Ce n'est pas la seule forme de représentation pour cet exemple. Il est toutefois nécessaire d'utiliser la séparation des Hommes miniatures en deux groupes et de modifier leur état quand ils sont dans le conducteur).

C) Les molécules de l'air (dans le conducteur) doivent équilibrer leurs charges pour conserver leur neutralité. De plus, elles doivent facilement passer à un état ionisé. Ceci peut être facilement obtenu en diminuant la pression de l'air dans le conducteur.

## 4.2 Altération du Résultat Final Idéal (RFI)

Si les données du problème indiquent la manière dont doit être constitué le résultat final (la solution), la démarche consiste à trouver le moyen d'aboutir à celui-ci. On peut alors utiliser la méthode "d'Altération du Résultat Final Idéal". On représente d'abord ce résultat final puis on modifie ce schéma en altérant le RFI par le défaut minimum.

### En reprenant notre exemple

Si le Résultat Final Idéal (RFI) est que deux objets soient en contact, le défaut minimal serait, par exemple, d'introduire un jeu entre ces objets. Il apparaît maintenant un nouveau problème (micro problème) : Comment résoudre le défaut généré ? La solution de ce micro problème ne sera pas trop difficile et dans le meilleur des cas, et en règle générale, il indiquera le moyen de résoudre le problème général.

## 4.3 Mélange des ressources



Déterminer si le problème peut être résolu par le mélange des ressources.

Si, pour aboutir à la solution, il est possible d'utiliser uniquement les substances disponibles (dans leur état initial), il est probable qu'aucun problème secondaire n'apparaisse ou que la solution soit automatique. Cependant, il est généralement nécessaire d'introduire de nouvelles ressources. Or, en les introduisant, le système se complique et il apparaît des effets secondaires néfastes. L'idée directrice de la mobilisation des ressources dans la quatrième partie d'ARIZ, consiste à contourner cette difficulté et à introduire de nouvelles ressources, sans vraiment les introduire.

L'étape 4.3 consiste (dans les cas simples) à remplacer deux substances homogènes par une bi-substance hétérogène.

Ceci est une transformation analogue à celle, déjà connue, d'un système vers un bi-poly système (correspondant au standard 3.1.1).

#### **4.4 Échanger les ressources existantes avec du vide, ou les mélanger avec du vide pour créer le bi-poly système**

Déterminer si le problème peut être résolu en échangeant les ressources existantes par du vide, ou en les mélangeant avec du vide. Le vide est une ressource d'une importance essentielle. On le trouve toujours dans des quantités illimitées, il est économique et on le mélange facilement avec les substances présentes, formant ainsi des structures poreuses, des bulles, de la mousse, etc. Le vide n'est pas nécessairement du vide. Si la ressource est rigide ou solide, un vide en elle peut être rempli de liquide ou de gaz. Si la ressource est liquide, le vide peut être une bulle gazeuse.

En reprenant notre exemple : on mélange notre ressources (l'air) avec du vide. Cela nous donne de l'air à basse pression. Grâce aux cours de physique, on sait que lorsque la pression d'un gaz diminue, la tension requise pour qu'une décharge électrique se produise, diminue aussi. Maintenant la solution au problème d'antenne est quasiment trouvée : Il est proposé de faire un paratonnerre transparent aux ondes radios, à partir d'un « tube diélectrique hermétique », avec la pression de l'air dans le tube choisi de manière à ce que le champ électrique de l'éclair génère le gradient de décharge de gaz le plus petit

Pendant un orage, le gaz raréfié dans « le tube diélectrique » devient ionisé. L'air ionisé dans le tube conduira le courant électrique vers le sol. Après l'orage, les ions se recombinent, et le gaz retourne à l'état neutre.

#### **4.5 Application de substances dérivées**

Déterminer si le problème peut être résolu en utilisant des ressources dérivées ou en utilisant un mélange de ces substances dérivées avec le "vide".

Les ressources dérivées sont obtenues en modifiant l'état d'agrégation des ressources initialement présentes. Si, par exemple, la ressource est un liquide, les ressources dérivées sont la vapeur et la glace. Sont aussi considérés comme ressources dérivées, les produits de décomposition des ressources initiales. Par conséquent, pour l'eau, les ressources dérivées peuvent être l'oxygène et l'hydrogène. D'autre part, les substances,

apparaissant lors de la combustion des ressources initiales, sont aussi des ressources dérivées.

La substance représente en elle-même un système à plusieurs niveaux distribués de manière hiérarchique. Cette hiérarchie, pour un aspect plus pratique, peut être représentée de la manière suivante :

- Substance simple (exemple : du fer).
- "Structures supramoléculaires" : réseaux cristallins, polymères, associations moléculaires.
- Molécules complexes.
- Molécules.
- Parties de molécules, groupes d'atomes.
- 
- Parties d'atomes.
- Particules simples.

**Règle 10 :** Si, pour résoudre le problème, on a besoin de particules de substances (par exemple des ions), mais que leur obtention est impossible à cause des limitations du problème, les particules requises peuvent être obtenues en cassant des particules ou des substances d'un niveau structurel supérieur (par exemple des molécules). L'idée principale consiste à obtenir la nouvelle substance en cassant des structures plus grandes que les ressources déjà présentes ou que les substances qu'on peut introduire dans le système.

**Règle 11 :** Si la résolution du problème requiert des particules de substance (par exemple des molécules), mais que leur obtention directe est impossible et que la règle 10 n'est pas applicable, alors il faut les obtenir en complétant ou en réunissant des particules de niveau structurel inférieur (par exemple des ions).

Elle indique qu'un autre chemin est possible – la construction de structures plus grandes.

**Règle 12 :** Quand on applique la règle 10, le moyen le plus simple d'y arriver est de commencer à décomposer la substance de niveau structurel juste supérieur. Quand on applique la règle 11, le moyen le plus simple est de commencer à compléter la substance de niveau structurel juste inférieur.

Elle indique qu'il s'avère plus facile de détruire des "particules complètes" (molécules et atomes), du fait que les particules fractionnées (comme les ions) sont déjà partiellement détruites et résistent à des destructions supplémentaires. A contrario, il est plus simple de reconstruire des particules incomplètes qui tendent à se recomposer d'elles-mêmes.

#### **4.6 Introduction d'un champ électrique au lieu d'une substance ou Interaction de deux champs électriques**

Déterminer si le problème peut être résolu en introduisant un champ électrique au lieu d'une substance ou par l'interaction de deux champs électriques.

Si l'utilisation des ressources, aussi bien les ressources initiales que les dérivées, n'est pas possible à cause des limitations du problème, on peut utiliser des électrons en mouvement (courant) ou sans mouvement. Les électrons sont "une substance", qui se trouve toujours dans l'objet dont est issu le conflit. En combinant cette substance avec un champ électrique, cela permet de mieux la contrôler.

La méthode de pliage de tubes par enroulement (A C. N 182671) consiste à écraser le tube mécaniquement, ce qui provoque sa déformation et son enroulement. Il est aussi possible de provoquer l'enroulement du tube au moyen de forces électrodynamiques (A C. N 342759).

#### 4.7 Appliquer une substance activée par un champ

Déterminer si le problème peut être résolu en utilisant un couple "substance- champs", dans lequel la substance peut être contrôlée par le champ (exemple : Champs électrique / magnétique - substance ferromagnétique ; rayonnement ultra-violet - luminophore ; champ thermique - métal à mémoire de forme, etc.).

### Etape 5 : Utilisation de la base de données de connaissances

---

Le but de cette cinquième partie d'ARIZ, à utiliser uniquement si la solution n'a pas été encore trouvée, est d'utiliser les bases de données, et permet donc, en conséquence d'obtenir directement une solution.

#### 5.1 Application des standards sur le RFI2

Utiliser les **standards** pour résoudre le problème en utilisant la formulation du rfi2.

En pratique, l'utilisation des standards commence avec les étapes 4.6 et 4.7. Avant ces étapes, l'idée principale était d'utiliser les ressources existantes en évitant si possible d'utiliser de nouvelles substances et de nouveaux champs.

Si le problème ne peut pas être résolu avec les ressources existantes et avec leurs dérivées, il faut alors introduire de nouvelles substances et champs. Remarquons que la majorité des standards proposent justement des techniques relatives à l'introduction de ce type d'éléments.

#### 5.2 Analogies avec les problèmes non standard, résolus précédemment par ARIZ

Vérifier la possibilité de résoudre le problème en utilisant des analogies avec les problèmes précédemment résolus avec ARIZ.

En regard de la diversité quasi infinie des problèmes inventifs, le nombre de contradictions physiques permettant de formuler ces problèmes n'est pas si important. Par conséquent, la plupart des problèmes peuvent être résolus par analogie à d'autres problèmes contenant des contradictions physiques similaires. Même si la formulation de ces problèmes semble différente, elle peut se révéler identique au niveau des contradictions physiques.

#### 5.3 Supprimer la contradiction physique

Examiner la possibilité de supprimer la contradiction physique en utilisant le tableau "Résolution des Contradictions Physiques".

## 5.4 Utilisation "des effets physiques"

Vérifier la possibilité d'éliminer les contradictions physiques en utilisant des "phénomènes ou effets physiques". Il faudra faire appel à une base de données décrivant les phénomènes et effets physiques classés selon les fonctions réalisées.

## Etape 6 : Modification et/ou substitution du problème

---

La plupart du temps, les problèmes simples sont résolus en utilisant, par exemple, les principes de séparation en espace ou en temps des contradictions physiques. Cependant, la résolution de problèmes d'un plus grand niveau de difficulté passe par la modification de l'idée même que l'on s'en fait : en supprimant ses limitations initiales, l'inertie psychologique et les solutions toutes faites ou évidentes. Par exemple, l'augmentation de la vitesse d'un "brise- glace" est obtenue en introduisant le terme "ne pas briser la glace". Le terme "peinture" nous fait penser à une substance liquide ou solide, bien qu'il puisse s'agir d'une peinture gazeuse obtenue par électrolyse. Pour résoudre un problème, il est d'abord nécessaire de le comprendre correctement. En général, les problèmes inventifs ne sont pas toujours initialement formulés de manière correcte. Le processus de résolution d'un problème est, par essence, un processus de correction de la formulation du problème.

### 6.1 Si le problème physique est résolu, passer de la réponse physique à la réponse technique.

Formuler le(s) moyen(s) à employer pour produire la solution et faire le schéma de conception qui correspond à ce moyen.

### 6.2 Reprendre l'étape 1.1

Si la solution n'a pas encore été obtenue, vérifier si la formulation du problème de l'étape 1.1 ne résulte pas d'une combinaison de plusieurs problèmes. Dans ce cas, on doit modifier ce problème (étape 1.1), en indiquant les différents problèmes à résoudre successivement.

Exemple : "Comment souder des maillons à d'autres maillons d'une chaînette en or, si le poids d'un mètre de cette chaîne est de seulement 1 gramme ?". Il est nécessaire de trouver une méthode qui permette de souder des dizaines et des centaines de mètres de cette chaîne.

La procédure de résolution est la suivante : le problème exposé est d'abord séparé en plusieurs sous problèmes :

- Comment introduire des micro-doses de soudure dans les jeux inter-maillons ?
- Comment produire la chaleur nécessaire pour fondre les micro-doses de soudure sans détériorer la totalité de la chaîne ?
- Comment éliminer le surplus de soudure, s'il existe ?

Dans ce cas, le problème principal est l'introduction des micro-doses de soudure dans les jeux inter-maillons.

### 6.3 Choisir l'autre contradiction technique à l'étape 1.4

Si la solution n'est pas obtenue, il est nécessaire de modifier le problème, en choisissant l'autre Contradiction technique que nous n'avons pas retenue à l'étape 1.4. Dans la majorité des cas (et plus spécialement dans les problèmes de mesure et de détection), la sélection de l'autre Contradiction technique conduit au rejet du perfectionnement du système de mesure au profit d'une modification globale du système. Ainsi, la nécessité de réaliser une mesure disparaît (standard 4.1.1).

Exemple : la résolution du problème de transport séquentiel de deux produits dérivés du pétrole par un oléoduc. Si pour ce transport on utilise un séparateur fluide compatible avec les deux liquides ou bien directement sans fluide séparateur, la solution du problème consiste à trouver une méthode permettant de contrôler la composition de l'interface entre les deux produits pétroliers.

Ce problème de mesure a été modifié de la manière suivante : "Comment éviter de mélanger les produits pétroliers différents sans faire appel à un fluide séparateur ?".

Solution : Les deux liquides se mélangent sans contrôle, mais au point d'arrivée, les produits mélangés passent dans une unité de distillation (séparation via un changement de phase (vapeur) de l'un des deux composants) (Voir : G Altshuller ; The Invention algorithm. 2nd - ed. / Pages. 207-209, 270-271).

### 6.4 Reformuler le mini problème (Etape 1.1)

Si la solution n'est pas obtenue, retourner à l'étape 1.1 et reformuler le mini problème, en le repositionnant au niveau du super-système. Il est possible de réaliser cette opération plusieurs fois (repositionnement au niveau du super-super-système, etc.).

Exemple : Résolution du problème sur le scaphandre autonome à gaz thermo protecteur (voir : Altshuller G ; The Invention Algorithm ; seconde édition 1973, pages 105 - 110).

Initialement il était proposé de résoudre un problème sur la création d'une combinaison réfrigérante. Mais il est physiquement impossible de réduire le poids nécessaire à l'approvisionnement en oxygène.

Il est donc nécessaire de résoudre le problème en se plaçant au niveau du super-système. On a créé le scaphandre à gaz thermo protecteur qui accomplit simultanément les fonctions de combinaison réfrigérante et d'appareil respiratoire. Ce scaphandre fonctionne avec de l'oxygène liquide, lequel s'évapore d'abord et est ensuite réchauffé, fournissant une isolation thermique. Cet oxygène est ensuite utilisé pour la respiration.

## Etape 7 : Analyse de la méthode d'élimination de la contradiction physique

---

Le but de la septième partie d'ARIZ est la vérification de la qualité des réponses obtenues. La contradiction physique doit être supprimée d'une manière presque idéale (c'est-à-dire sans rien). Il est préférable de dépenser 2 ou 3 heures de plus pour trouver une meilleure réponse que de se battre avec l'introduction d'une solution faiblarde.

### 7.1 Contrôle de la solution

Examiner les substances et les champs introduits. Avez-vous résolu le problème sans substances supplémentaires ou champs qui n'ont pas été mis en évidence dans l'analyse des ressources de la Partie 2 ("Analyse des Ressources") ?

Si non :

- Essayer "les ressources modifiées" (cela pourrait être la combinaison de deux ressources, ou d'une phase différente d'une ressource)
- Présenter une substance "auto régulée" : ce sont des substances, dont les paramètres physiques s'adaptent en fonction des conditions externes. Par exemple : la perte des qualités magnétiques d'un matériau qui dépasse la température caractéristique de son point de Curie. L'utilisation de substances auto régulées permet de changer l'état du système ou lui permet de produire lui-même une mesure sans système additionnel.

### 7.2 Évaluation préliminaire de la solution obtenue

La solution obtenue parvient-elle à accomplir la fonction principale décrite par le Résultat Final Idéal rfi1.

Quelle contradiction physique a été supprimée avec cette solution ?

Le système obtenu contient t'il au moins un élément bien contrôlé ? Quel est-il ? Comment le contrôle t'on ?

Si vous ne pouvez pas utiliser la solution obtenue pour le système en totalité, pouvez-vous, au moins, utiliser cette solution pour une partie du système ou bien sur un cycle de fonctionnement de ce système ?

Si la solution obtenue ne satisfait pas au moins l'une des questions posées ci-dessus, vous devez retourner en étape 1.1.

### 7.3 Vérification formelle de l'innovation

Vérifier (comme pour un brevet) l'innovation formelle de la réponse obtenue.

### 7.4 Lister les sous-problèmes

Quels sous problèmes apparaissent avec la conception technique de la solution obtenue ? Noter les sous problèmes possibles (inventifs, de conception, de calculs et organisationnels).

## Etape 8 : Mise en application de la solution obtenue

---

Une bonne solution résout non seulement un problème concret, mais offre également une clé permettant la résolution de problèmes analogues. Par conséquent, la huitième partie d'ARIZ a pour but de maximiser l'utilisation de la solution obtenue.

### 8.1 Changements du super-système

Dans cette première étape de la huitième partie d'ARIZ, Il est nécessaire de déterminer les changements / modifications à réaliser au niveau du super-système (incluant le système étudié).

### 8.2 Identification des autres cas d'application

Il est nécessaire d'identifier les autres utilisations possibles de la solution étudiée (ou du super-système). On peut utiliser pour cela l'analyse inverse. Il peut être intéressant de développer une approche de maximalisation des bénéfices.

### 8.3 Usage maximum de la solution obtenue

Utilisation de la solution obtenue pour la résolution d'autres problèmes techniques.

Exprimer de manière générale le principe de résolution utilisé.

Examiner les possibilités d'utilisation directe de ce principe pour la résolution d'autres problèmes.

Examiner aussi les possibilités d'utilisation du principe inverse à celui obtenu.

Faire une **analyse morphologique**, par exemple du type : "Arrangement des composants – états d'agrégat de l'outil" ou "Utilisation de champs – états d'agrégat du milieu externe". On doit ensuite examiner les possibles reconstructions de la réponse selon les positions de ce tableau.

Analyser les modifications du principe de résolution par une modification des dimensions du système (ou de ses composants principaux) :

- Quand ses dimensions tendent vers zéro
- Quand ses dimensions tendent vers l'infini

## Etape 9 : analyse des étapes de la résolution

---

Chaque problème résolu par ARIZ doit accroître le potentiel inventif du chercheur. Mais, pour cela, il est nécessaire d'analyser attentivement les chemins empruntés pour produire la solution définitive, ce qui constitue l'objectif de la neuvième partie d'ARIZ.

### 9.1 Vérification de la méthode utilisée

Cette étape consiste à comparer la méthode réelle empruntée pour résoudre le problème vis-à-vis de la méthode théorique (ARIZ). S'il existe des différences, les noter.

### 9.2 Mise en conformité de la base de données TRIZ

Cette étape consiste à comparer le principe général utilisé pour résoudre le problème avec les bases de données TRIZ (c'est-à-dire les standards, les méthodes et effets physiques). Si ce principe n'existe pas dans les bases de données TRIZ, le noter.

Meilleures ventes

**Tu comprends rien**

49,00€



**Plantez-vous vos pommiers normalement ?**

119,00€



**Trouverez-vous la cause ?**

89,00€



Articles les plus lus

Le QRQC

Qu'est ce que la World Class Manufacturing ?

4 - Les projets Lean, l'outil du déploiement

2 - Les différents types de données

5 - La Value Stream Mapping

5 - Le PDCA/SDCA

2 - Le Takt Time

2 - Introduction au Gage R&R

Organisation Autonome de Production

Le Kosu



Contact - Site plan - General condition of sale - General condition of use