

## DÉCOUVRIR ET APPLIQUER LES OUTILS DE TRIZ

# Les contradictions et leur

DENIS CHOULIER, PIERRE-ALAIN WEITE<sup>[1]</sup>

**Les écrits didactiques en français sur la méthode TRIZ ne sont pas légion. Rédigé par deux universitaires enseignant la conception – donc la résolution de problèmes d'innovation – à des élèves ingénieurs, l'ouvrage « Découvrir et appliquer les outils de TRIZ », paru en octobre dernier, constitue un événement. En exclusivité, voici de larges extraits de son chapitre IV, légèrement adaptés pour la revue.**

**Introduction : un schéma général de résolution**

La notion de contradiction est l'une des notions véritablement fondamentales dans TRIZ. Un processus de résolution de problème peut passer par l'identification d'une contradiction, puis sa résolution à l'aide d'outils.

Le schéma de résolution souvent présenté dans TRIZ est celui donné en .

Les solutions spécifiques à un problème donné sont rarement accessibles directement du fait qu'un certain nombre de barrières empêchent de voir des solutions. Le chemin de résolution proposé passe alors par un processus d'abstraction afin d'exprimer le problème particulier sous une forme plus générale et de l'identifier ainsi à une forme de problème abstraite, et surtout connue. Puis, à partir du moment où la forme abstraite est définie et identifiée, il suffit d'appliquer les opérateurs associés à cette forme abstraite pour définir de façon quasi automatique des solutions abstraites, enfin de spécialiser ces solutions abstraites pour imaginer les solutions spécifiques. Ce schéma peut être considéré valable à partir du moment où des formes abstraites de problèmes sont prédéterminées et où les outils associés à chaque forme abstraite sont connus. C'est précisément une revendication majeure de TRIZ que de définir, classer et nommer des modèles de problèmes (les formes abstraites), et de proposer des outils de résolution associés à chaque modèle de problème (les opérateurs, notamment des principes de résolution). Mais ce schéma indique d'emblée que les difficultés principales apparaîtront lors de l'abstraction et lors de la spécialisation.

La notion de contradiction est à la base des principaux modèles de problèmes de TRIZ. Elle est fondamentale dans TRIZ, et elle est sans doute facile à comprendre, tout au moins au premier abord. Cela explique sans doute

**mots-clés**

créativité, innovation, outil et méthode

que la résolution des contradictions soit la partie de TRIZ la plus visible et la plus outillée par des aides logicielles.

Une contradiction est l'expression d'une incompatibilité ou d'une opposition. C'est une notion dont on peut retrouver les fondements dans la dialectique, notamment chez Hegel, philosophe allemand du XIX<sup>e</sup> siècle.

**Présentation : définitions et principes de résolution****Définitions**

Plusieurs formes de contradictions sont exprimées dans TRIZ classique, avec des qualificatifs qui demandent des explications.

La première forme est appelée *contradiction administrative* (CA). Le terme interpelle, mais la définition est assez classique : « Quelque chose doit être fait pour obtenir un résultat, mais on ne sait pas comment s'y prendre. » En d'autres termes, c'est simplement l'expression de l'existence d'un vrai problème. À ce stade, on a la garantie qu'il y a bien un problème et qu'il faut agir, mais sans savoir comment (sinon, le problème est résolu). Mais la caractéristique la plus importante est que le problème n'est pas encore pleinement analysé et compris. En ce sens, l'expression d'une contradiction « administrative » ne pourra pas s'accompagner d'une heuristique de résolution. C'est une entrée absolument nécessaire dans le processus, mais elle ne suffit pas à déclencher la recherche de solutions. Pour cela, il faudra exprimer différemment la contradiction, ce qui signifie analyser le problème.

La démarche passera par l'établissement et la compréhension de la contradiction (sous forme d'une contradiction technique, puis physique, voir plus loin), puis par le refus de s'en accommoder, pour envisager ensuite des voies de résolution « radicale ».

La deuxième forme est appelée *contradiction technique* (CT). Elle qualifie un conflit entre deux effets, qui ne peuvent être obtenus en même temps (en l'état de définition de moyens existants). Toute tentative d'améliorer l'un de ces deux effets conduit à détériorer l'autre. Par exemple, l'amélioration d'une fonction utile conduit à amplifier un effet néfaste, ou inversement, la réduction d'un effet néfaste s'accompagne d'une réduction d'une fonction utile... Communément, les réponses à ce genre de situation se traitent par une « gestion du compromis », qui, pour TRIZ, correspondrait à une acceptation du problème (traduire ici : se résigner à faire avec), ce que TRIZ refusera de façon presque viscérale.

[1] Respectivement : maître de conférences en mécanique et enseignant-chercheur contractuel en mécanique à l'université de technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM), laboratoire M3M, Belfort (90). Courriels : denis.choulier@utbm.fr ; pierre-alain.weite@utbm.fr.

# résolution

La troisième forme de contradiction est appelée *contradiction physique* (CP). Un système, un sous-système, un composant... devrait avoir une propriété X (pour une raison A), et devrait également avoir une propriété non-X (pour une autre raison B). La différence avec l'expression d'une contradiction technique est double : d'une part, on s'exprime par rapport à des propriétés d'un élément et non par rapport à des effets ; d'autre part, une contradiction physique porte sur *une* propriété là où une contradiction technique porte sur *deux* effets.

Il n'aura sans doute pas échappé au lecteur que ces différentes formes de contradiction vont avoir des liens très forts entre elles. Les raisons A et B évoquées pour l'expression de la CP sont bien entendu les effets énoncés dans l'expression d'une CT, et inversement les tentatives d'améliorer dans l'expression d'une CT sont des modifications de propriété d'une CP, qui doit être X (« Il faut améliorer... ») et non-X (« Mais cela détériore... »). Par ailleurs, on peut considérer que les expressions (conjointes, nous y reviendrons) d'une CP et d'une CT sont des expressions d'un problème analysé – d'une contradiction administrative comprise par ses causes et effets.

Contradictions administrative, technique et physique sont ainsi des expressions différentes et complémentaires d'un même problème, et non des expressions de problèmes différents. La figure 2 résume l'ensemble.

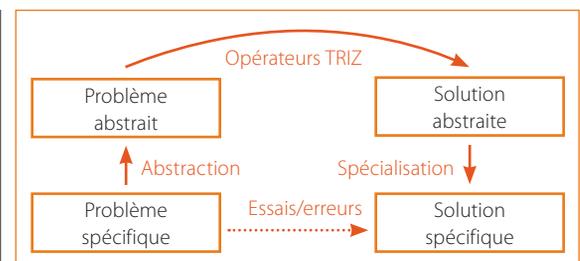
## La résolution des contradictions techniques

On peut maintenant décrire l'outil « magique » le plus populaire de TRIZ. Il s'agit d'une matrice 39 lignes x 39 colonnes, qui classe tous les problèmes sous une forme « normée » (un paramètre X contre un paramètre Y, où, ici, le terme *paramètre* correspond à un effet). Chaque type de problèmes est traduit dans la matrice par une case à l'intersection de la ligne X et de la colonne Y. Cette case donne une liste de 0 à 4 principes de résolutions parmi 40 existants.

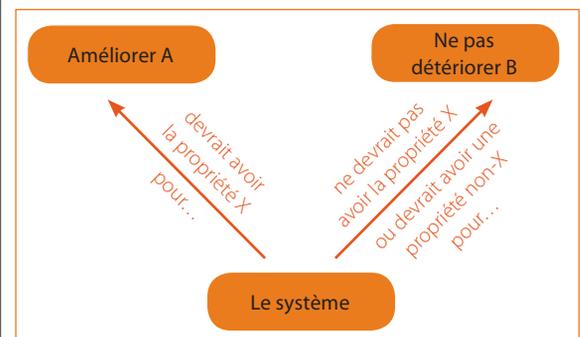
La procédure est très simple :

- Exprimer la contradiction technique.
- La traduire en une ou plusieurs contradictions « normées » : paramètre A contre paramètre B, A et B étant des numéros de la liste des 39 paramètres.
- Identifier les cases de la matrice.
- Relever les numéros des principes dans la case.
- Les appliquer.

Les paramètres, au nombre de 39, sont donnés dans le tableau 3. La matrice n'est pas reproduite, mais vous pourrez aisément la trouver sur la Toile.



1 Le schéma général de la démarche de résolution de TRIZ par les contradictions



2 Le schéma de base d'une contradiction

N°	Désignation	N°	Désignation	N°	Désignation
1	Masse d'un objet mobile	14	Résistance	27	Fiabilité
2	Masse d'un objet fixe	15	Durée de l'action d'un objet mobile	28	Précision de la mesure
3	Longueur d'un objet mobile	16	Durée de l'action d'un objet fixe	29	Précision de la fabrication ( <i>manufacturing</i> )
4	Longueur d'un objet fixe	17	Température	30	Facteurs néfastes agissant sur l'objet
5	Aire d'un objet mobile	18	Brillance	31	Facteurs néfastes générés par l'objet
6	Aire d'un objet fixe	19	Utilisation d'énergie par un objet mobile	32	Usinabilité, facilité de fabrication
7	Volume d'un objet mobile	20	Utilisation d'énergie par un objet fixe	33	Facilité d'utilisation
8	Volume d'un objet fixe	21	Puissance	34	Facilité de réparation
9	Vitesse	22	Perte d'énergie	35	Adaptabilité
10	Force	23	Perte de substance	36	Complexité du produit
11	Contrainte ou pression	24	Perte d'information	37	Difficulté de mesure/détection
12	Forme	25	Perte de temps	38	Degré d'automatisation
13	Stabilité de la composition de l'objet	26	Quantité de substance	39	Productivité

3 Le tableau des 39 paramètres ou effets

Séparation des modalités contradictoires dans l'espace
Séparation dans le temps
Combinaison de plusieurs systèmes : « polysystème »
Combinaison d'un système et de son opposé : « antisystème »
Séparation entre un système et ses sous-systèmes : le système a la propriété A alors que les sous-systèmes ont la propriété B
Transition vers le « microniveau » : changement d'échelle par l'utilisation de substances à un état physique plus « dissocié » : poudre, liquide, gaz...
Changement de phase d'une partie du système, ou de son environnement
Changement de phase « dynamique » dépendant des conditions de travail (changement de phase dans le temps)
Utilisation des phénomènes associés aux changements de phase
Remplacement d'une substance monophasée par une substance bi- ou polyphasée
Création/élimination de substances par combinaison ou décomposition physico-chimique

#### 4 Le tableau des 11 principes de séparation des contradictions physiques

La liste des principes de résolution des contradictions techniques est donnée dans un tableau disponible à l'adresse suivante :

[www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1\\_499165/decouvrir-et-appliquer-les-outils-de-triz?cid=p1\\_359875&portal=p1\\_99942](http://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1_499165/decouvrir-et-appliquer-les-outils-de-triz?cid=p1_359875&portal=p1_99942)

Cette liste détaillée peut à elle seule vous permettre d'augmenter votre créativité face à un problème.

#### La résolution des contradictions physiques

Lorsqu'une contradiction physique est établie (une propriété ou caractéristique d'un élément du système devrait être A et non-A), TRIZ propose un dépassement du problème.

En effet, telle qu'exprimée, la contradiction peut apparaître comme n'ayant si ce n'est aucun sens, du moins aucune possibilité de solution. Physiquement, une propriété ne peut avoir plusieurs valeurs, ou être à la fois présente et absente. Mais cette impossibilité ne s'exprime rigoureusement qu'à condition d'en ajouter des conditions restrictives telles que « pour un élément donné », « en un même lieu ou un même point », ou encore « à un même instant »... Les principes de résolution vont exploiter ces conditions restrictives ou plus précisément autoriser un changement de conditions tel que l'impossibilité physique de concilier deux propriétés antagonistes n'aura plus de sens.

Ces principes de résolution sont des principes de « séparation ». Au nombre de 11, ils sont donnés dans le tableau 4.

Les principes exploitent effectivement les conditions restrictives mentionnées plus haut. En particulier :

- La séparation « dans l'espace » indique : « À un endroit de l'espace, l'objet aura la propriété A ; à un autre endroit de l'espace, l'objet aura la propriété non-A. »
- La séparation « dans le temps » indique : « À un instant, l'objet aura la propriété A ; à un autre instant, l'objet aura la propriété non-A. »
- La notion de polysystème propose de dupliquer une caractéristique ou un élément, de façon à donner une caractéristique antagoniste à la copie (antisystème), ou aux parties par rapport à l'ensemble (un tas de sable

s'écoule tout en étant constitué de solides... et pourtant, il peut encaisser une charge de compression énorme).

On ne cachera pas que la formulation des 11 principes de séparation peut amener quelques questions. Il y a des recoupements entre les principes (la transition vers le microniveau peut être vue comme une forme de séparation entre le système et ses sous-systèmes...), ou entre des principes de séparation et d'autres outils de TRIZ ; et certains principes peuvent être des moyens au service d'autres (combinaison/décomposer, un moyen pour réaliser des changements de phase).

#### Mode opératoire

Nous suivrons globalement le mode opératoire proposé dans TRIZ classique, à savoir dans un premier temps identifier des contradictions, puis les résoudre. Toutefois, l'identification des contradictions appellera des commentaires plus nombreux et sera plus développée.

#### Identifier les contradictions

Les ouvrages sur TRIZ n'indiquent en général pas la façon dont une contradiction peut être non seulement identifiée, mais encore plus consolidée ; c'est-à-dire exprimée dans des termes corrects, standard, et surtout adaptés à sa résolution. Or, cette identification présente très régulièrement des difficultés. À défaut de pouvoir présenter une méthodologie pour l'identification, nous donnons ici des « trucs et astuces » pour ce faire.

#### Clarifier les causalités

Le premier élément sur lequel il faut absolument être vigilant est la notion de causalité.

La causalité exprime une relation entre une ou des causes, et sa ou ses conséquences, où causes et conséquences doivent exprimer des faits, non des intentions (une phrase telle qu'« il me faut... donc je vais... » n'exprime pas une causalité directe ; l'emploi de la conjonction *donc* y est – donc – inapproprié). Le raisonnement permettant de passer des causes aux conséquences est la déduction. Elle utilise l'opérateur classique « si... alors », encore appelé « règle ».

L'induction est souvent présentée à tort comme le raisonnement inverse. Ce mode de raisonnement ne consiste pourtant pas à établir des causes, mais à imaginer des règles permettant la déduction (les « si... alors »).

Le mode de raisonnement permettant d'inférer une cause à partir de la connaissance de ses conséquences s'appelle l'*abduction*. Par abduction, un individu va imaginer des causes susceptibles d'engendrer des conséquences « connues » à l'avance (moyennant la connaissance des règles). Dans d'autres domaines, cela peut correspondre à l'établissement d'un diagnostic (« ma voiture ne démarre pas, la batterie doit être à plat », ou « s'il a de la fièvre, c'est à cause de la grippe »), ou d'une explication probable (« Untel est en retard, c'est certainement à cause des bouchons... »). Les caractéristiques de l'abduction expliquent bien des caractéristiques de l'invention, qui

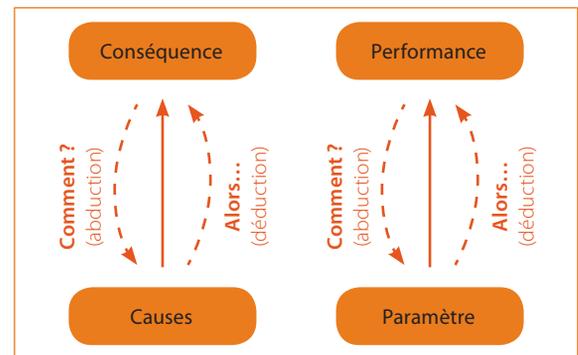
consiste à imaginer des moyens d'obtenir un résultat ciblé à l'avance, lequel ne deviendra effectif qu'après l'abduction... et une vérification par déduction. En effet, les causes imaginées par abduction sont des conditions suffisantes (sous réserve que les règles soient valides et surtout connues), mais elles ne sont ni uniques ni même nécessaires (lorsque Untel est en retard, ce peut être à cause des bouchons, mais il y a d'autres raisons possibles). De même qu'il peut y avoir plusieurs diagnostics possibles pour des symptômes donnés, il peut aussi y avoir plusieurs réponses à un même problème de conception. Remarquons néanmoins que, dans le cas d'un diagnostic, le garagiste ou le médecin a une quasi-certitude de l'existence d'au moins une cause, alors que le concepteur ne peut jamais écarter totalement l'hypothèse « il n'y a pas de solution ». Une autre différence fondamentale : le concepteur construit lui-même les moyens, et va ainsi bien au-delà d'une simple découverte (alors que le médecin n'invente pas les maladies).

En conception de produit, les causes sont les paramètres de conception, ou paramètres structurels (attention, le terme *paramètre* prend ici une définition différente de celle utilisée dans TRIZ pour les 39 paramètres). Il s'agit de choix de composants ou pièces, de leurs positions relatives (architecture d'un produit), de formes, de dimensions, ou de matière (y compris des choix concernant les transformations de matière, traitements thermiques par exemple). Les conséquences directes de ces choix sont des comportements, définis comme des réponses à des sollicitations. Le comportement est validé lorsque le produit passe avec succès des tests de qualification (résistance, corrosion, aspect, isolation thermique ou électrique...). Des conséquences moins directes portent sur la réalisation des fonctions (le produit assure les fonctions pour lesquelles il devait être défini) ou la satisfaction de l'utilisateur.

On passe des causes aux conséquences par l'emploi de « si... alors ». Le passage inverse par abduction est une réponse à la question « comment ? ».

Mais l'usage des contradictions peut dépasser le domaine de la conception des produits. Le schéma général est celui qui relie des causes à des conséquences, ou des moyens à des effets. Avec cette vision générale, des contradictions peuvent être exprimées pour des problèmes de tous types, simplement en adaptant le langage utilisé : spécifique à la conception de produits (paramètres de structure / performances), générique (moyens/effets), ou logique (causes/conséquences). On peut imaginer traiter des problèmes de marketing, de gestion, de communication, de politique, de management humain... avec un langage générique **5**.

Avec ces éléments de logique, on peut indiquer que les contradictions physiques sont l'expression d'un problème par des causes (dans le cas général) ; pour la conception, il s'agit de choix – par le concepteur – de paramètres descriptifs de la structure du produit – produit existant ou hypothèse de produit en cours de conception.



**5** Déduction et abduction, illustrées avec un langage générique, et avec un langage spécifique à la conception de produits

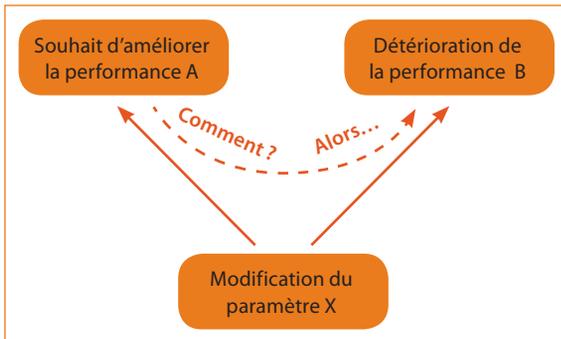
Les contradictions techniques sont alors l'expression d'un problème par des conséquences des choix effectués – les performances du produit en conception –, mais il faudra évidemment qu'il y ait au moins deux conséquences antagonistes pour qu'il y ait problème.

Les contradictions techniques et physiques apparaissent ainsi très fortement dépendantes l'une de l'autre. Plus précisément, elles sont *des expressions différentes et complémentaires d'un même problème*. En ce sens, il est toujours intéressant d'exprimer un problème sous les deux formes. Il n'y a pas de contradiction technique sans contradiction physique associée et inversement – sauf à accepter des expressions partielles pour un problème seulement partiellement compris et exprimé (faute de temps, faute de connaissance...). De façon plus radicale, on peut penser qu'un problème n'est pas clairement établi tant que les expressions *conjointes* d'au moins une CP et une CT associée ne sont pas énoncées.

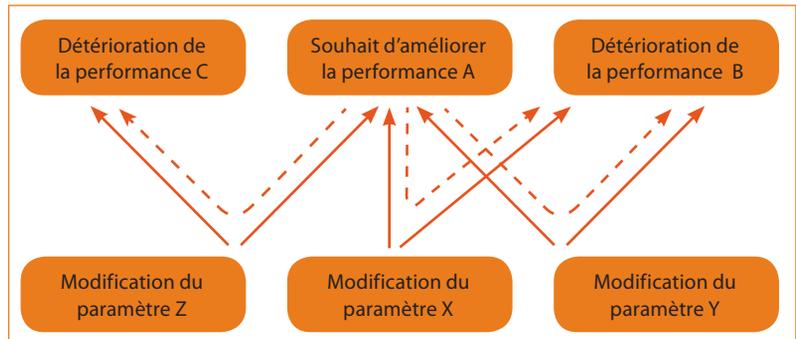
Dans la pratique, on observe fréquemment des usages plus intuitifs, moins rigoureux. Typiquement, des contradictions techniques exprimées sur des conséquences indirectes (par exemple des fonctions), ou sur d'une part une fonction, d'autre part un comportement, ou encore sur des variables dont le statut n'est pas clairement identifié (une rigidité de pièce, une couleur...). Ces expressions n'en sont pas moins recevables dans un premier temps, et elles peuvent se révéler productives en l'état... avec prudence toutefois – ceci est une mise en garde contre les fausses évidences. Il faut les reprendre pour les exprimer avec rigueur dans un deuxième temps.

Il y a des intérêts à identifier de façon rigoureuse une contradiction :

① Le premier intérêt est d'acquérir une connaissance non seulement sur le produit, mais aussi sur les raisons qui ont conduit à le définir tel qu'il est. En demandant à exprimer les relations de cause à effet entre les paramètres de structure et les performances, le processus d'identification fine des contradictions révèle les règles utilisées. On explicite ainsi les raisons des choix technologiques, mais aussi les compromis effectués, et de façon incidente des zones de conflit.



6 La chronologie (en pointillés) du processus type d'identification d'une contradiction



7 À partir d'un même objectif (au centre), plusieurs contradictions peuvent être identifiées

2 Ces éléments participent alors à la focalisation de l'attention des concepteurs pour la transformation, l'évaluation, les tests, le dimensionnement... des solutions. Le processus d'identification des contradictions nous amène ainsi directement au cœur du problème.

3 Enfin, il y a un intérêt à travailler dans des termes qui pourront, mieux que des termes ambigus ou imprécis, orienter l'usage de l'outil de résolution qui sera ensuite utilisé.

#### Clarifier les raisonnements tenus et leurs enchaînements

Corollaire des causalités, le processus d'identification des contradictions fait appel à la fois à la déduction et à l'abduction.

Le processus typique a pour point de départ un souhait d'améliorer un produit sous un aspect ou un autre, c'est-à-dire améliorer une performance A. La première question est un « comment », une abduction. Un concepteur va imaginer une ou des transformations du produit. Ces transformations peuvent être simplement quantitatives, en imaginant un produit semblable en tous points au produit existant, mais dont l'un des paramètres est modifié. Des transformations plus qualitatives par ajout, retrait ou réarrangement du jeu de paramètres descriptifs de la structure de l'objet sont aussi possibles (mais attention à une possible perte de rigueur – voir plus loin). C'est typiquement le cas lorsqu'on envisage un ajout ou changement de composant. Cette transformation a pour conséquence (déduction) l'amélioration de la performance A en question, mais elle peut avoir d'autres conséquences moins favorables : typiquement détériorer une autre performance B. On a alors une contradiction technique entre les performances A et B et la contradiction physique associée sur le paramètre modifié (sa valeur) ou ajouté (présent/absent). Selon ce processus 6, il faut :

- 1 déterminer quelle performance on souhaite obtenir ou améliorer ;
- 2 identifier la ou les transformations, le ou les choix qu'il serait nécessaire de faire (question « comment ? ») ;
- 3 trouver (question « alors...? ») quelle autre ou quelles autres performances sont détériorées lorsque la transformation est effectuée.

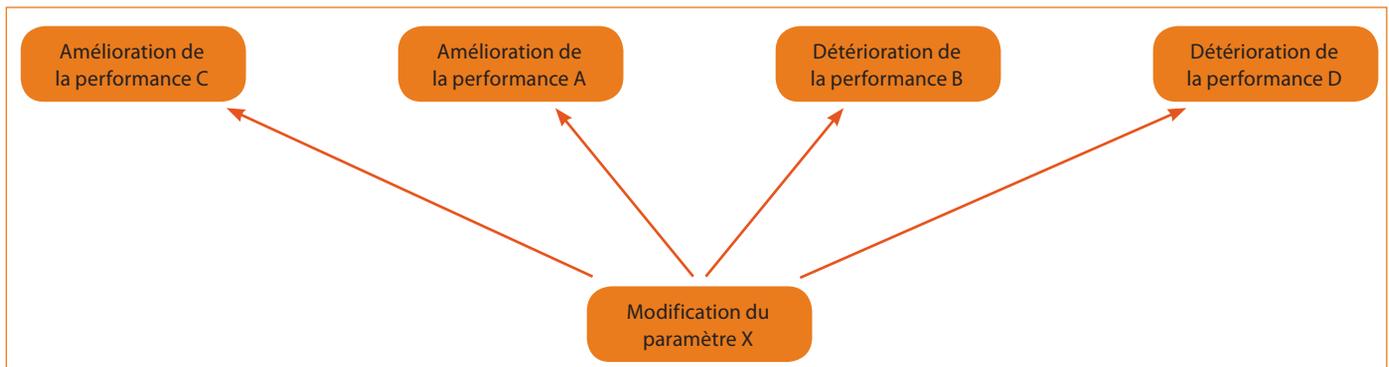
On peut noter que plusieurs transformations d'un produit peuvent être envisagées pour améliorer une même performance A (changer de matière, augmenter une dimension, ajouter un composant, modifier une forme...). Il est possible que plusieurs d'entre elles amènent la détérioration de la même performance B. Mais il est aussi possible que d'autres performances soient impactées. Dans le premier cas, une même contradiction technique sera la conséquence de deux contradictions physiques différentes (voire plus). Dans le second cas, on aura identifié des problèmes différents 7.

Le processus décrit ici peut être considéré comme le processus élémentaire que l'on peut rencontrer en cours d'activité de conception et/ou de résolution de problème. Au départ, une volonté d'améliorer un existant : l'activité est téléologique, guidée par un ou des objectifs – il s'agit ici d'un objectif élémentaire, local. Dans un deuxième temps, le concepteur propose des améliorations par modification des paramètres structurels. Il les soumet ensuite immédiatement à la déduction, afin d'une part de valider la pertinence de sa proposition relativement à son objectif, d'autre part d'évaluer des impacts connexes. Dans ce cas, on parle de découverte inattendue – inattendue car non prévue au départ. Il bouclera ensuite jusqu'à atteindre une solution qui lui donnera localement satisfaction, soit par atteinte de ses objectifs sans effets induits, soit par atteinte d'un compromis accepté, soit par résolution complète – ce à quoi TRIZ nous invite en permanence.

#### Lister et faire varier les paramètres

Un autre processus est possible, en partant non des performances mais des paramètres structurels.

En l'absence d'un souhait, ou d'un besoin, d'améliorer une performance identifiée, ou en complément du processus précédent, il est possible de rechercher les contradictions existantes sur un produit à partir de ses paramètres de structure. Le principe est de lister ces paramètres et de les faire varier par la pensée, afin d'identifier les paramètres influant sur les comportements, et, parmi ceux-ci, les paramètres contradictoires : les contradictions physiques. La question principale est : « Que se passe-t-il si le paramètre de



### 8 L'identification de contradictions à partir d'hypothèses de variation ou modification d'un paramètre structurel

structure X est modifié dans un sens ? » (*What if... ?*). Une telle hypothèse de transformation d'un produit peut avoir des conséquences tant positives que négatives, et c'est bien ce que nous cherchons à identifier. Toutefois, ces conséquences peuvent être multiples, c'est-à-dire ne pas se limiter à deux performances. Il y a alors possibilité d'avoir plusieurs contradictions techniques associées à une même contradiction physique. Dans le cas correspondant à la figure 8, il y aurait une seule contradiction physique sur le paramètre X pour 4 contradictions techniques (entre A et B, entre A et D, entre C et B, entre C et D).

Les variations à envisager pour les paramètres de structure peuvent être « raisonnables », voire mineures (augmenter ou diminuer une valeur numérique de 10 %, changer de nuance de matériau, remplacer un composant par un composant proche...). On est alors dans une démarche qui peut avoir des affinités avec la gestion des compromis en ingénierie – encore faut-il rappeler au passage que, si les compromis sont courants en ingénierie, TRIZ pose comme objectif de les dépasser, et que, pour ce faire, il faut les identifier avant de les refuser.

Mais ces variations peuvent être aussi volontairement radicales (imaginer une distance infinie ou nulle, l'emploi d'un matériau avec une propriété maximale ou minimale, un composant ultraperformant ou au contraire bas de gamme...). On rejoint alors un outil de TRIZ appelé les opérateurs STC (*Size, Time, Cost*), ou DTC en français. Cet outil consiste à imaginer ce qui se passerait si :

- l'objet était de taille (très) importante, ou (très) faible ;
- le temps (disponible, d'action...) était (très) important, ou (très) faible ;
- le coût, ou le budget, était (très) important, ou (très) faible.

Les opérateurs STC ont peu de lien avec les autres outils de TRIZ. Ils sont souvent présentés comme un « outil de déblocage de l'inertie psychologique ». Leur usage est très approprié ici. L'attitude consistant à systématiquement envisager qu'un produit puisse présenter des caractéristiques structurelles différentes est l'une des clés essentielles de la conception inventive.

### Analyser des discours sur des objets

Un autre moyen d'identifier des contradictions est d'analyser un « discours » tenu sur un objet. Ce discours peut être une présentation existante de l'objet, commerciale ou technique (notamment un brevet). Il peut s'agir aussi d'une présentation orale faite par un concepteur du produit en question, par exemple en revue de projet. En cours de conception, ce peut être simplement une analyse « à la volée » des propos naturellement émis lors de discussions en conception synchrone.

La première étape consiste évidemment à construire ce type de discours lorsqu'il ne s'inscrit pas spontanément dans un déroulement naturel de résolution de problème. Parler à voix haute, ou faire des demandes d'explications à ses collègues, est un bon moyen d'obtenir des informations pertinentes.

L'analyse elle-même du discours – qui est une analyse simple par repérage de quelques éléments techniques – peut s'appuyer sur deux types d'indicateurs syntaxiques.

Le premier consiste à repérer les indicateurs de causalité : « parce que », « donc », « il faut que », « alors », « en conséquence »... Il faut toutefois le faire avec précaution, car le langage usuel n'a pas la rigueur de la logique formelle sur laquelle il faut s'appuyer. Le repérage initial ne dispense pas d'effectuer ensuite une analyse.

Le deuxième consiste à repérer les compromis. Nous avons vu plus haut qu'une contradiction est couramment gérée par un compromis. Il s'agit ici simplement de détecter les « toutefois », « mais », « néanmoins », « suffisamment », « à peu près », « pas trop »...

Les exemples suivants de phrases émises lors de présentations de produits au cours d'un concours d'innovation (les 24 Heures de l'innovation 2008 à Bidart) sont parlants. Chacune de ces phrases concerne un produit différent et est volontairement isolée de son contexte. L'important n'est pas de savoir à quel type de produit il est fait référence, mais de repérer dans le discours des indicateurs de causalité ou de compromis.

« Elle présente une forte énergie stockée par unité de volume, *donc* elle ne tient pas beaucoup de place. . . »

« On a fait un système de bascule, *qui permet* en position VTT d'être penché vers l'avant, *donc* d'attaquer. »

« On voit bien qu'en virage ça fois ça égale ça fois ça. »

*C'est pour ça que c'est croisé. »*

« Une cloison *pour* maintenir une certaine confidentialité. »

« ... Une mousse en polystyrène *assez épaisse, qui* protège des coups et des chocs. »

« On ouvre, on ferme *plus ou moins*. »

« ... en trois parties. Trois, *pas plus parce qu'il* faut que ça reste des grosses parties *assez rigides*. »

« Ici on a un ressort de torsion. ... Il a une raideur *plutôt* faible. »

« Le câble reste dans le tube, et ne rentre pas dans la boîte, *sinon* elle serait surdimensionnée. »

« Un système de changement de roue *assez* simple. »

La conception inventive est une activité hautement cognitive dont il faut savoir repérer les raisonnements. L'analyse des discours est un moyen de la comprendre.

### Comparer des produits

La comparaison de produits est dans la suite logique : il n'y a pas de frontière marquée entre le fait d'imaginer un produit différent et la comparaison de deux produits existants. Mais ces produits peuvent être aussi bien des produits concurrents pour des fonctions identiques que des solutions alternatives avec des niveaux d'atteinte des performances différents, voire des produits répondant à un même besoin tout en étant basés sur des principes différents.

Nous avons jusqu'à présent considéré uniquement le cas d'un produit modifié par un ou plusieurs de ses paramètres de structure, qu'il soit existant ou en cours de définition. L'application sans précaution à des familles de produits ou à un ensemble de produits (par exemple de plusieurs concurrents) appelle un commentaire, car elle peut parfois conduire à des raccourcis. Les raisons de l'existence de contradictions sur un produit sont en effet des raisons « physiques », alors que, pour un ensemble de produits, certaines de ces raisons peuvent être autres que physiques. Ainsi, une stratégie marketing peut conduire à un positionnement dans une gamme de produits. Par exemple, dire qu'un produit plus élaboré (plus performant, de marque...) est plus cher qu'un produit bas de gamme ne constitue pas en soi une contradiction. De même, des caractéristiques différentes peuvent révéler des adaptations à des usages proches, mais différents. De telles constatations, si elles relèvent à l'instant *t* d'un positionnement relatif de plusieurs produits l'un par rapport à l'autre, peuvent néanmoins constituer un point de départ pour l'identification de contradictions sur un produit donné.

Prenons l'exemple des sculptures des pneumatiques de vélos. Pour un usage sur terrain gras, humide, boueux... il y a un intérêt à choisir des pneumatiques de VTT présentant des crans marqués. Le pneumatique est sculpté, avec de nombreuses aspérités, « comme un pneu de tracteur ». Par contre, pour un usage sur terrain sec, dur, et lisse (routes ou chemins aménagés), la déformabilité des crans nuit à l'efficacité du roulage : il y a perte d'énergie. Pour s'en convaincre, il suffit d'observer les boyaux de vélos de route : lisses, de faible diamètre, gonflés avec une

pression importante, presque indéformables. Or, en tant que produits, ces deux types de pneus ne présentent pas nécessairement de contradictions sur les sculptures. Le pneumatique VTT est bien adapté à la boue, le boyau de vélo de route est adapté à la route. La contradiction sur ces sculptures n'apparaîtra que lorsque l'on décidera de concevoir un pneumatique plus polyvalent, permettant un usage en tout terrain, tout en limitant les pertes au roulage sur terrain dur ; elle ne sera valable que pour ce produit intermédiaire (d'un point de vue technique, car c'est aussi un produit parfaitement usuel voire banal, mais élaboré).

La comparaison entre plusieurs produits, tout en étant un moyen de cerner les problèmes auxquels les concepteurs de ces produits ont pu être confrontés, doit être prise avec prudence, et, surtout, doit être relayée par une analyse des caractéristiques de ces produits. Un regard de concepteur va au-delà d'un regard de simple utilisateur. Cette remarque est d'autant plus valable qu'une contradiction ne peut être définie rigoureusement que pour un objet donné, dont on imagine faire varier des paramètres. On voit parfois des erreurs consistant à établir un ensemble de contradictions en juxtaposant des informations sur des produits différents, voire en comparant un produit-problème avec un produit-solution.

### Des éléments de vérification

Enfin, quelques éléments de vérification peuvent être mobilisés. C'est un rappel.

Pour les contradictions physiques, on ne doit pas oublier qu'elles portent sur un paramètre de structure (une cause dans le cas général), dont deux modalités incompatibles seraient nécessaires pour atteindre les performances requises (les conséquences).

Pour les contradictions techniques, rappelons qu'elles portent sur deux performances (au moins) de natures différentes. Ces performances sont impossibles à concilier en l'état, c'est-à-dire pour un jeu de paramètres structurels donnés, ou, dit autrement, pour un produit donné dont on ajuste (mentalement) les paramètres. Une contradiction peut en effet disparaître – après résolution... Et c'est bien le but !

### Utilisation des outils de résolution des CT

Des questions sont fréquemment posées sur la matrice et sur les principes, surtout lorsqu'on connaît la date à laquelle elle a été établie. Il faut savoir que ces questionnements ont pu amener à des travaux visant à définir de nouveaux paramètres, de nouveaux principes, ou à les réorganiser...

De même, on peut vis-à-vis de cette procédure de résolution appliquer deux démarches différentes :

- Un respect rigoureux de la procédure décrite, mais qui ne sera jamais exempt de doutes et d'interrogation
- Une interprétation libre qui peut aller jusqu'à l'application des principes un par un sans passer par la matrice

Du point de vue de l'efficacité, la seconde démarche peut être tout aussi productive que la première. Une bonne connaissance des principes et de leur signification est un facteur de résultats tout aussi important que le respect de la procédure (encore une fois, s'imprégner des principes peut vous apporter beaucoup).

Finalement, nous ne donnons pas véritablement de directives plus précises que celles suggérées par la présentation classique de la matrice et des 40 principes. Nous avons bien la conviction qu'une traduction du problème en des termes plus « physiques » est plus proche de l'esprit initial de TRIZ qu'une analyse en termes fonctionnels. Mais, comme tout utilisateur ayant déjà tenté cette démarche, nous savons aussi qu'il faut régulièrement interpréter et proposer plusieurs paramètres parmi les 39 pour une même performance exprimée dans les termes du problème initial. Cet usage conduit, pour un problème donné, à regarder plusieurs cases de la matrice, et parfois les principes que l'on privilégiera seront ceux qui ressortiront plusieurs fois. Mais ces habitudes de traduction d'un usage ne sont pas confortées par une utilisation ample et significative. Il faut tester par soi-même.

#### Utilisation des outils de résolution des CP

Les principes de séparation indiqués dans la méthode TRIZ sont au nombre de 11 [4](#).

Les deux premiers sont une réponse évidente, et dans le même temps questionnent sur la difficulté à imaginer des solutions. C'est une réponse évidente, car la formulation d'une contradiction physique devrait être en toute rigueur : « Un paramètre structurel devrait avoir *en un même temps et au même lieu* les modalités contradictoires A et non-A. » Or, physiquement, cette assertion est impossible. Elle ne peut être recevable en cours de processus qu'à partir du moment où l'on admet (par commodité) de l'énoncer de façon approximative, c'est-à-dire sans avoir poussé au maximum le questionnement de la zone et du temps du problème (ces notions de zone et temps du problème sont approfondies dans la démarche basée sur le RIF, le Résultat Idéal Final). Finalement, ces deux principes fonctionnent (et ils fonctionnent bien !) parce qu'une analyse – quelle qu'elle soit ! – n'est jamais poussée à son maximum, et que les hypothèses de solution envisagées n'ont pas exploré les possibilités – pourtant évidentes après coup – d'ajuster les paramètres aux coordonnées de l'espace et du temps. Ces deux principes sont finalement autant des principes de résolution qu'une aide très pertinente dans l'analyse d'un problème. L'acte d'invention est bien relié à la faculté de voir un problème différemment, et plus finement. Les deux premiers principes de séparation sont une aide en cela.

Les séparations systémiques (polysystème, antisystème, séparation entre système et sous-systèmes) renvoient à la duplication d'éléments, qui

est une astuce utilisée dans la démarche RIF, mais également dans ASIT (une méthode dérivée de TRIZ, volontairement simplifiée). En dupliquant un élément, on n'ajoute pas de problème nouveau, par contre, on se donne des latitudes d'action sous forme de paramètres nouveaux (le nombre d'éléments) et/ou de paramètres ajustables (leur position, par exemple). La logique d'ajustement des paramètres est ensuite poussée au maximum avec la notion d'antisystème. Le dernier principe de séparation systémique a la particularité de s'accompagner de fait de la création d'un niveau systémique supplémentaire. Selon ce principe, un système comporte des sous-systèmes, et a des propriétés différentes (éventuellement antagonistes) de celles de ses sous-systèmes (un système translucide réalisé à partir de composants transparents...).

Le principe de transition vers le microniveau rejoint le principe précédent de séparation entre les niveaux systémiques (une poudre a un comportement de liquide tout en étant constituée de solides). Ce principe détonne tout de même au milieu des autres.

Les principes de séparation par changement de phase ont par contre leur place. Une substance à changement de phase offre bien la possibilité d'avoir des propriétés duales en fonction de sa phase. Ce peut être un changement de phase de premier ordre (solide/liquide/gaz/plasma), ou de second ordre (transformations solide/solide, point de Curie..., des transformations exploitées notamment dans certains matériaux dits intelligents). Les changements de phase d'une partie du système « dynamique » et l'utilisation de substances polyphasées ne sont pourtant pas sans rappeler les premiers principes de séparation (espace, temps, polysystèmes avec antisystème), et ils pourraient être présentés de façon plus synthétique.

Les principes d'utilisation de phénomènes associés aux changements de phase et de création/élimination apparaissent quant à eux plus comme une aide... que nous n'avons jamais utilisée. Mais ils peuvent probablement fournir des idées pour des problèmes physiques – autres que mécaniques.

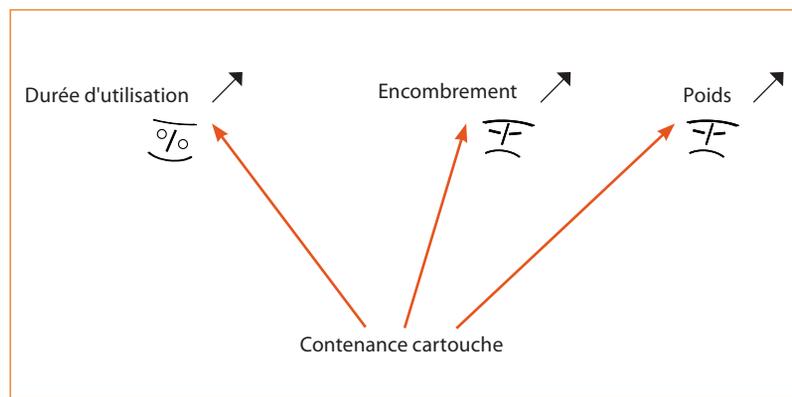
#### Exemples

Les exemples proposés commencent par des exemples simples, à l'instar d'exemples classiques exposés dans les ouvrages sur TRIZ. Ils se poursuivent par des exemples plus complexes, destinés à montrer que l'analyse peut (et doit parfois) être poussée. La priorité est mise sur l'identification des contradictions, et non sur leur résolution, abordée pour certains exemples seulement. De plus, l'utilisation de la matrice et des 40 principes est laissée de côté pour aborder plus volontiers les principes de séparation, plus délicats à expliquer, mais bien plus efficaces.

Ces exemples ne doivent pas occulter la complexité. Au contraire, ils doivent la montrer. Le schéma représentant un paramètre structurel et deux comportements est dans

bien des cas une simplification abusive. La réalité est souvent plus nuancée et plus riche... Il faut inciter à aller chercher les causes premières, qui, rappelons-le, sont les paramètres structurels.

Les explications des premiers exemples sont développées. Par la suite, on se contentera d'indiquer des informations complémentaires et de donner le schéma (qu'il suffit d'apprendre à lire). Les flèches indiquent les causalités et non une chronologie du raisonnement, et les pictogrammes la satisfaction. Ces corrections sont parfois incomplètes car, pour tout objet, on peut toujours s'interroger plus.



9 L'exemple de la cartouche d'un fer à repasser

Exemple 1

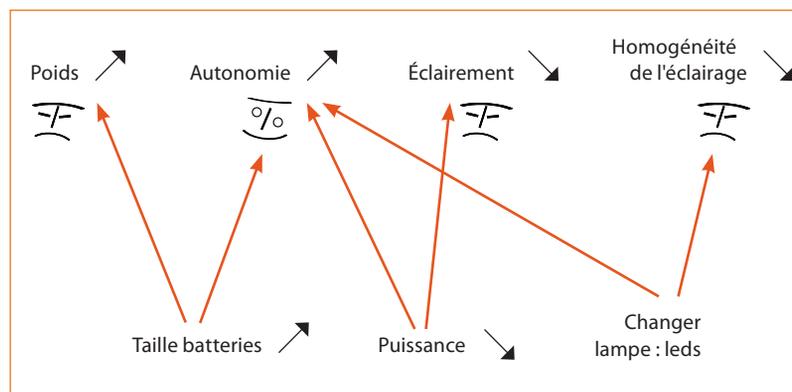
La cartouche de recharge pour éviter l'encrassement des fers à repasser doit être suffisamment dimensionnée

Il s'agit d'une cartouche de produit destiné à empêcher le dépôt de calcaire lorsqu'on n'utilise pas d'eau déminéralisée. Mais cet exemple peut être étendu à tout système possédant une cartouche de produit consommable. Les cartouches d'encre du stylo à encre ou les cartouches de diffuseurs de produits antimoustiques en sont des exemples.

Le terme « suffisamment » est évidemment un indicateur de compromis : la taille doit être assez grande, mais pas trop. C'est un paramètre de structure – un choix à faire lors de la conception du produit. Il suffit de partir de ce paramètre et d'imaginer le modifier. Une augmentation de ce volume conduit à augmenter la durée d'utilisation entre deux changements de cartouche, mais le produit devient plus encombrant et plus lourd. Contradiction physique (difficile à résoudre, il faut le reconnaître) : la taille doit être grande et petite. Deux contradictions techniques sont associées : durée/encombrement, et durée/poids 9.

Exemple 2

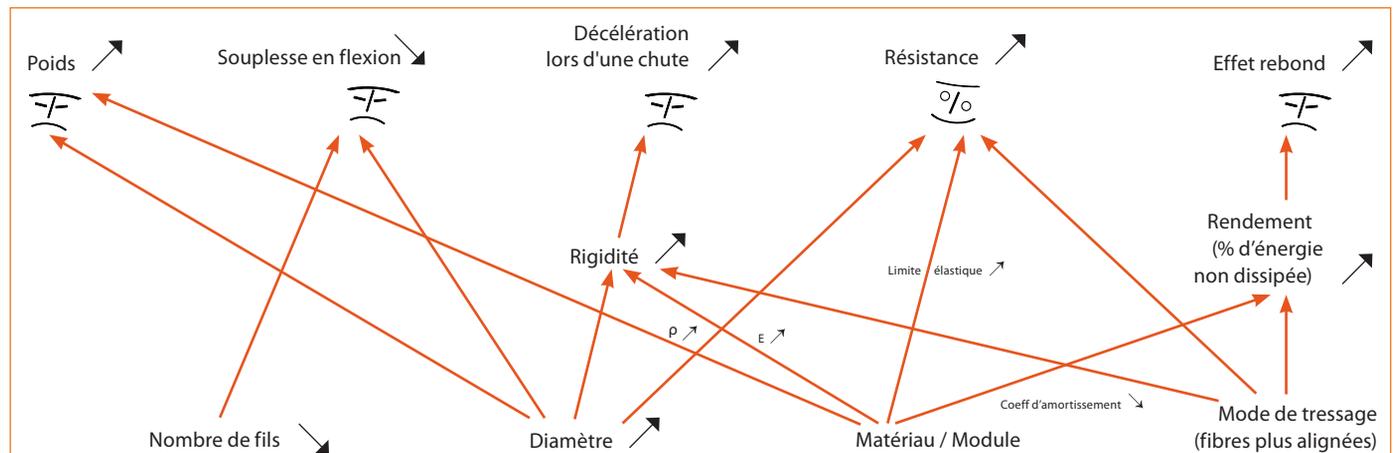
Une lampe torche de spéléologie doit avoir une autonomie minimale de 10 heures



10 L'exemple de la lampe torche

L'autonomie est manifestement une performance, qu'il faut rendre maximale. On pose alors la question : « Comment augmenter l'autonomie ? » Des solutions possibles sont une augmentation de la taille des batteries (CP sur la taille, CT associée entre autonomie et poids), une réduction de l'ampérage ou de la puissance (CP sur l'ampérage, CT associée autonomie et éclairage), ou changer de technologie d'ampoules – choisir des leds par exemple (CP sur le type d'ampoules, avec comme CT associée autonomie/homogénéité de l'éclairage, car les leds ont un éclairage plus directionnel) 10.

Un commentaire. Sur cet exemple, on voit bien que les modifications envisagées sont de natures diverses :



11 L'exemple de la corde d'escalade

pour les batteries, c'est un changement quantitatif d'un paramètre ; pour les leds, un changement de technologie d'un composant... mais qui est presque un changement complet du produit. On n'est pas loin de la comparaison de technologies différentes, pour laquelle la notion de contradiction n'est plus alors vraiment rigoureuse (voir plus haut).

### Exemple 3

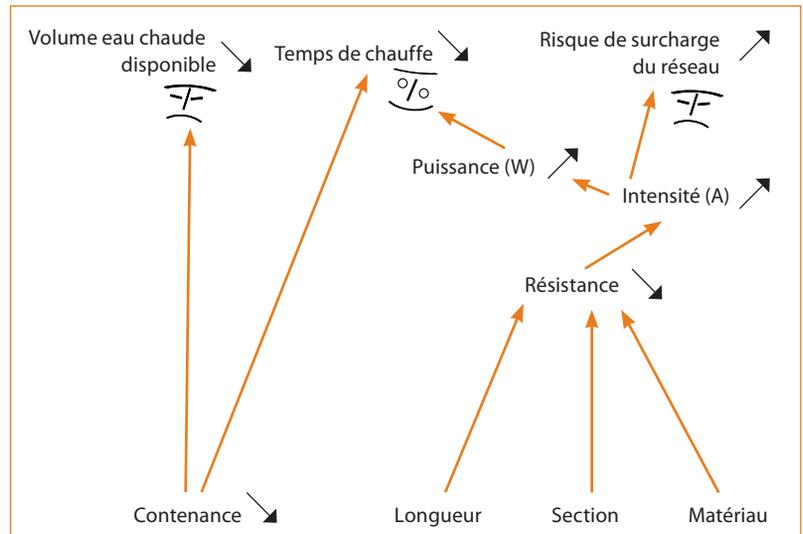
Une corde d'escalade a un diamètre supérieur à 11 mm

Le diamètre est un paramètre structural. La démarche débute par un questionnement semblable à celui sur la cartouche de recharge. CP sur le diamètre. CT associées entre résistance et décélération (conditionnée par la rigidité en traction – attention : la décélération doit ne pas être brutale lors d'une chute), entre résistance et poids (un classique), mais aussi entre résistance et souplesse en flexion, car une corde doit pouvoir s'enrouler facilement et surtout s'adapter aux autres matériels de sécurité tels que mousquetons, huit ou Grigri... et autoriser les nœuds ! Poursuivons en questionnant (« comment ? ») d'autres moyens d'améliorer la souplesse en flexion (multiplier le nombre de fils à surface totale égale), le compromis résistance/rigidité par un choix de matériau, mais aussi par la possibilité de tresser différemment les fils. En cas de chute, lorsque les fils sont tressés, ils frottent les uns sur les autres et contribuent à dissiper de l'énergie en chaleur, ce qui est bénéfique pour limiter l'effet « rebond ».

Cet exemple montre l'intérêt de questionnements multiples et successifs (« comment ? », « alors ? »). Le graphe 12 résume une connaissance sur le dimensionnement de cet objet pourtant simple.

Les contradictions physiques sont couramment résolues (mais partiellement) de la façon suivante :

- Sur le nombre de fils, pas de CP sur le graphique, mais on ne fait pas non plus des cordes à partir de fils trop fins... il doit bien y avoir une raison, non analysée ici.
- Sur le diamètre, CP non résolue. Une séparation par rapport à l'espace n'aurait pas de sens (une corde de diamètre variable selon la longueur). Une séparation par rapport au temps serait séduisante, mais impossible à concrétiser car il faudrait ajouter de la matière – et idéalement au moment où la personne « dévisse ». La notion de polysystème conduirait à avoir de multiples cordes de diamètre faible, et à assembler le bon nombre de cordes en fonction de l'usage – soit demander à l'utilisateur de tresser sa corde avant chaque usage !
- Sur le matériau. Le compromis entre module d'élasticité et limite élastique est traitable par un choix judicieux de matériau (il y a des méthodes pour cela). Mais on s'orienterait plus sur la notion de polysystème, soit un assemblage de fibres de matériaux différents – ce qui est parfois le cas.



12 L'exemple de la bouilloire électrique

- Sur le mode de tressage. Là aussi, c'est une notion de polysystème, avec comme paramètre physique l'angle d'enroulement des fils : positif, nul, négatif. Il y a parfois des fils droits, des couches concentriques de fibres inclinées et en surface des fibres tressées... dont la raison d'être est aussi la résistance à l'abrasion et la maîtrise des conditions de frottement sur les autres matériels.

### Exemple 4

J'aimerais avoir une bouilloire électrique qui chauffe l'eau instantanément

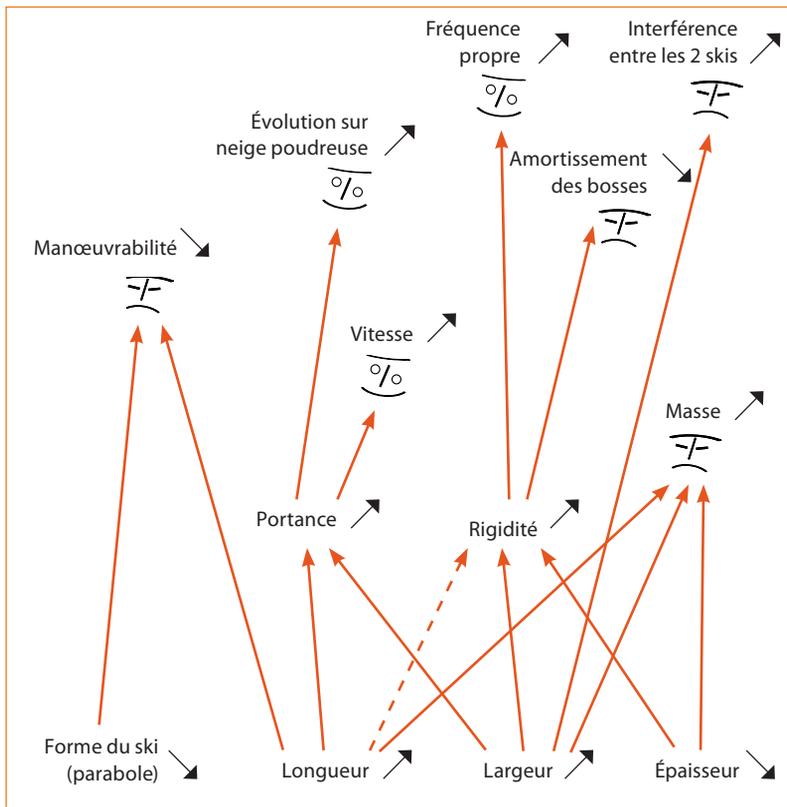
Le temps de chauffage est une performance : réponse (le temps) à une sollicitation (branchement de la bouilloire avec une quantité d'eau donnée au réseau 220 V). Tous les appareils électriques de chauffage connectés à une prise électrique standard sont limités à environ 2 000 W. C'est le cas des bouilloires, mais aussi des appareils à raclette, plancha, fondue, des fers à repasser, des aspirateurs, des radiateurs mobiles... Par habitude puis réglementation, les fils électriques alimentant une prise sont spécifiés, ainsi que les dispositifs de sécurité (disjoncteur 16 A au minimum) 12.

### Exemple 5

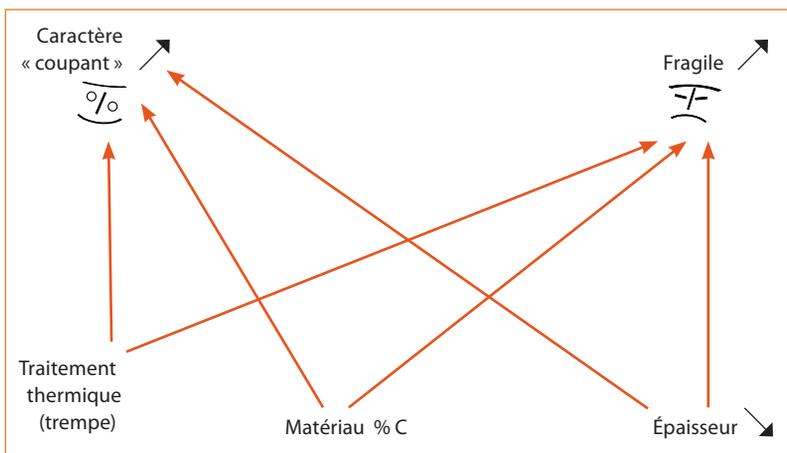
Un ski ne doit être ni trop court ni trop long

Contradiction physique sur la longueur évidente... Reste à en trouver les raisons, puis à compléter 13.

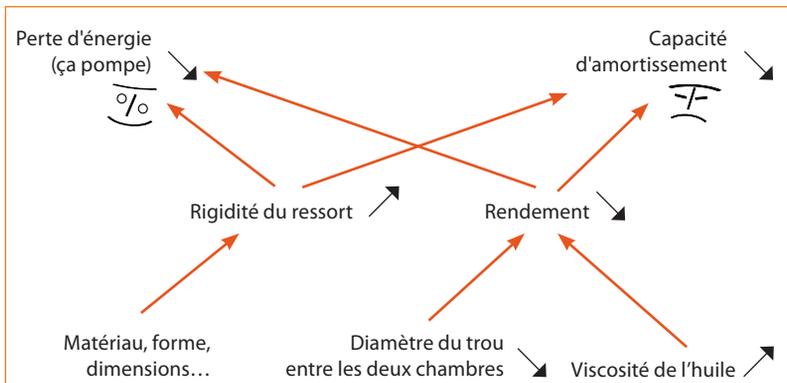
Un commentaire sur la flèche en pointillés. Des augmentations de longueur ou de largeur contribuent toutes deux à augmenter la portance et la masse, mais l'une augmente la rigidité et l'autre la diminue. On voit ici les limites de la représentation elle-même. Parfois, il n'est pas possible de réaliser un graphe complètement cohérent.



13 L'exemple du ski



14 L'exemple du sabre



15 L'exemple de l'amortisseur de fourche avant de VTT

Exemple 6

Un sabre doit être tranchant, mais pas fragile

Tranchant et fragile sont deux performances. La phrase initiale énonce une contradiction technique. La caractéristique principale de l'acier est le pourcentage de carbone – un élément d'addition. Lors d'un traitement de trempe, un fort pourcentage de carbone permet d'obtenir un acier dur... mais fragile 14.

La contradiction sur l'épaisseur amène à une réflexion sur la meilleure forme de la section.

Le matériau est – pour les bonnes armes – régulièrement obtenu par la juxtaposition d'aciers à différents pourcentages de carbone (deux aciers différents). On obtient alors par forgeages successifs une structure composite fine dans laquelle des parties dures (acier à fort taux de carbone) sont entourées de parties plus ductiles (des aciers avec peu de carbone, plus ductiles, résistant aux chocs). Ce sont les aciers damas.

Quant au traitement thermique, des astuces permettent de le « localiser » (un tranchant avec traitement thermique dur, mais le reste de la lame moins traitée).

Les armuriers de tous pays ont cherché à résoudre ces contradictions. On retrouve en particulier des aciers damas (ou « damassés ») sur les épées mérovingiennes, sur les lames du Proche-Orient, en Inde ou sur les sabres japonais.

Exemple 7

Un amortisseur de fourche de VTT doit être souple, mais pas trop

« Souplesse » est un terme pour lequel les questions « comment ? » et « pourquoi ? » ont toutes deux un sens. La souplesse n'est ni un paramètre de structure (ce n'est pas une forme, une dimension, un matériau, un type de composants...) ni une performance « ultime » (on trouve des raisons pour que la souplesse soit augmentée ou diminuée). Mais le terme lui-même doit être questionné, car la perception de la souplesse d'un amortisseur englobe à la fois la rigidité du ressort et le pourcentage d'énergie non restituée (complément à 100 % du rendement) : un amortisseur à fluide est constitué de deux chambres, le fluide (de l'huile, ou plus couramment de l'air) passant de l'une à l'autre par un orifice calibré 15.

La difficulté vient du fait qu'en pratiquant le VTT on souhaite à la fois amortir les chocs – en particulier en descente – et ne pas perdre d'énergie en pédalant (montée ou accélération). Les solutions bas de gamme courantes consistent en l'ajout d'un système de blocage. Mais c'est un ajout, une « prothèse », qui entraîne des complications (eh oui ! parfois, ça casse...). Avec les contradictions physiques sur le diamètre du trou et sur la viscosité de l'huile, on envisage aisément des solutions plus locales, sans effet induit :

- Une modulation de la surface du trou, comme sur le robinet à eau de votre évier (séparation par rapport au temps)
- Plusieurs trous – polysystème – que l'on occulte successivement
- Sur le fluide, trouver le moyen d'en contrôler la viscosité. Il existe des fluides magnéto-rhéologiques ou électro-rhéologiques.

**Exemple 8**

Le lavabo de ma salle de bains est mal placé : les enfants ont besoin d'un tabouret pour y accéder

Oui, mais si l'on installe un lavabo plus bas, c'est l'adulte qui aura mal au dos ! 

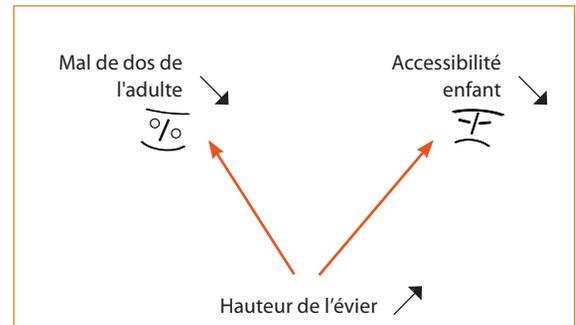
L'exemple est simple, mais intéressant, car il y a des solutions faciles par polysystèmes (plusieurs éviers), ou avec séparation par rapport au temps : un évier mobile sur une colonne verticale.

**Synthèse****Le pragmatisme : vers un usage raisonné des outils**

Pour identifier et exprimer une contradiction, il faut s'intéresser à un système déjà conçu, comprendre son fonctionnement et exprimer d'une façon ou d'une autre les relations de cause à effet entre ses paramètres descriptifs (structure) et ses performances (comportement), voire fonctions. Mais il faut aussi pouvoir imaginer des modifications (éventuellement radicales) de ses paramètres structurels, et leurs conséquences. Le processus d'identification et de formulation rigoureuse des contradictions est alors un processus d'explicitation des relations de cause à effet – des règles de conception. Il est ainsi, de fait, un processus d'apprentissage.

Cette notion de contradiction est fondamentalement associée à celle de compromis. Résoudre une contradiction ou gérer un compromis sont deux moyens de s'accommoder d'un même problème et de le traiter. Une gestion de compromis par une négociation relève plus des habitudes de l'ingénierie classique, alors que TRIZ nous poussera vers une résolution complète du problème, c'est-à-dire sans compromis.

Comme pour tous les outils de TRIZ, il faut associer un certain pragmatisme à la rigueur méthodologique. Avec le langage naturel, les contradictions vont s'exprimer de façon souvent peu rigoureuse par des énoncés partiels, portant sur des variables qui ne correspondent pas toujours à celles qu'imposerait la rigueur. *Il faut savoir accepter ces énoncés initiaux* pour l'émergence et la reconnaissance des contradictions. Ainsi, il peut être licite d'accepter des expressions telles que : « un parapluie doit arrêter la pluie, mais pas les rayons du soleil » ou « un coupe-circuit doit pouvoir isoler un circuit électrique pour assurer la sécurité lors d'une intervention, et laisser passer le courant pour alimenter... » (des exemples où les questions « comment ? »



 L'exemple du lavabo de salle de bains

ont du sens). C'est seulement ensuite que la rigueur peut apporter des éléments d'information supplémentaires, notamment par l'explicitation des relations de cause à effet... et, fréquemment, par la mise en évidence de paramètres ou performances initialement non exprimés et/ou d'interactions oubliées. Cela passe évidemment par une analyse plus poussée de l'objet qui questionnera en permanence la nature des entités manipulées.

**La critique des outils de résolution**

Cette notion de contradiction peut à première vue paraître encore relativement simple, et, de fait, elle autorise des utilisations sans précautions particulières. La popularité des outils liés aux contradictions, notamment la matrice, tient aussi au fait qu'ils semblent faciles à manipuler, y compris sans formation particulière. Typiquement, un utilisateur non averti d'un outil logiciel peut avoir l'impression de travailler correctement dès lors qu'il fait confiance à la procédure qui lui est proposée. Pour autant, il y a là de véritables pièges. En passant trop rapidement sur une analyse des raisons de l'existence de contradictions, de telles utilisations peuvent non seulement freiner une compréhension fine du problème (ce qui, en soi, ne serait pas encore trop grave si l'on avait la garantie de l'efficacité et de la pertinence de la recherche de solutions), mais aussi interdire d'aller au cœur du problème en identifiant les paramètres sur lesquels il faudrait agir.

Or, les exemples traités montrent qu'il y a un intérêt :

– d'une part à enrichir la compréhension du problème en allant chercher les paramètres impliqués dans le problème, qu'ils soient des paramètres de structure ou des performances. Il y a ici un argument évident sur lequel on n'insiste jamais assez : ne pas chercher les leviers d'action que sont les paramètres structurels contradictoires (les CP), c'est, de fait, s'interdire des pistes de solution avant même d'engager la recherche, et cela sans en prendre conscience ;

– d'autre part à aller vers une compréhension physique d'un fonctionnement. Quelle que soit la méthode, une telle compréhension est toujours productive. On ne fera pas de grands discours sur les intérêts comparés d'une modélisation physique et d'une démarche méthodologique : qu'il soit clair que les deux sont fondamentaux ;

– enfin à cibler son action sur le cœur du problème. Très concrètement ici, interroger les zones et temps du problème.

Pour un néophyte, TRIZ pourra être vue comme se limitant à la matrice (et c'est de fait l'information qui ressort d'une recherche rapide sur le Net). Mais cet outil est loin d'en être le plus abouti. Essayons-nous à la critique ; c'est cette critique qui explique les réticences à l'utiliser, au bénéfice des principes de séparation.

Au-delà de l'absence d'une exigence de rigueur, les termes utilisés peuvent être interprétés, en particulier les 39 paramètres. Tel quel, l'outil utilise un langage familier à l'ingénierie classique (mécanique...), ce qui pose des difficultés récurrentes d'interprétation dès lors que l'on cherche à l'appliquer à d'autres domaines. Des propositions d'interprétations spécifiques à un domaine donné existent et font l'objet de publications. Mais il s'agit là de « traductions », et aucune ne peut conforter valablement ses résultats. De même, il existe des listes avec des nombres de principes différents. Pour leur part, les 39 paramètres correspondent à des quantités de natures différentes, qui ne seraient pas toutes définies comme des performances. Parmi les principes, certains sont génériques, d'autres particuliers (copie, matériaux composites, changement de phase...). Et il existe des classifications des principes, dans des outils informatiques ou dans des livres sur TRIZ.

Mais plus que tout, on doit relever la difficulté couramment rencontrée pour passer de la formulation d'une contradiction en des termes propres à son problème à une contradiction « normée » (« paramètre 31 contre 27 »). Il y a là traduction, interprétation, mais aussi des doutes, et l'utilisation de palliatifs (certains sont néanmoins « intelligents » et méritent qu'on les emploie)...

Il y a également des recouvrements avec les autres outils. Certains principes parmi les 40 rappellent des principes de séparation (segmentation par exemple), des éléments de lois d'évolution, des standards... sans que ces recouvrements soient expliqués. Les raisons de ces recouvrements sont sans doute à chercher dans l'histoire de la construction des différents outils de TRIZ, des outils qui ont été développés de façon séquentielle. Ainsi, la liste des 40 principes est figée depuis... 1973 (*no comment !*).

Mais l'aspect le plus délicat de cet outil est l'absence de justification satisfaisante de la démarche. Nous n'avons vu nulle part d'arguments indiquant clairement le processus de construction de cette matrice – à part l'argument d'autorité suivant : « C'est obtenu par une analyse statistique sur 40 000 brevets. » Un argument que l'on ne peut accepter tel quel.

L'ensemble de ces éléments fait ainsi douter de la rigueur méthodologique... Pourtant ça marche. Les 40 principes s'avèrent souvent très productifs. Ce sont de très bons « inducteurs d'idées », que l'on peut utiliser de façon raisonnée en utilisant la méthode (39 paramètres, matrice...) lorsque la démarche

est encore simple et cohérente, et en s'en écartant au besoin lorsqu'elle aboutit à une procédure trop complexe. Encore une fois, il faut savoir envisager une utilisation des principes en tant que « check-list », sans passer par les 39 paramètres et la matrice (mais, vous l'aurez compris, en veillant à bien comprendre le problème par l'identification préalable rigoureuse des contradictions).

Au regard de la matrice et des 40 principes, les principes de séparation paraissent plus synthétiques, cohérents et rigoureux. Ils ont été développés dans un deuxième temps. Le langage y est plus physique : on parle de matière, d'espace et de temps... mais pas d'action ou d'énergie (la dualité matière-énergie sera structurante pour un autre outil de TRIZ : les modèles champs-substances).

### Vers une reformulation des principes de séparation

Pourtant, on peut aussi voir des liens entre les principes de séparation ; ils ne sont pas indépendants. Ainsi pour les principes de séparation par changement de phase, nous avons souligné leur parenté avec les premiers principes de séparation en temps et espace. Dit autrement, les changements de phases sont un moyen (probablement parmi d'autres) de résoudre des contradictions « matérielles ». On entrevoit alors la possibilité de présenter ces principes de séparation de façon plus synthétique, en s'inspirant de Semyon D. Savranski, qui propose 4 principes seulement : séparation par rapport au temps, à l'espace, sous condition, et « entre le tout et les parties ».

Une proposition de relecture des principes de séparation serait la suivante :

- Les éléments que nous pouvons séparer sont des paramètres de structure : formes, dimensions... et matière.
- Les deux premiers principes de séparation sont conservés (séparation relativement aux coordonnées d'espace ou de temps).
- La création de polysystème par duplication est le troisième et dernier principe, sachant qu'il est possible de dupliquer simplement un élément, puis au besoin de moduler les paramètres de chaque élément, y compris en créant un antisystème et/ou une combinaison d'un système avec son antisystème. Il est également possible d'exploiter les opportunités créées pour obtenir des propriétés différentes, voire antagonistes, entre un système et ses éléments.
- La transition vers le microniveau devient un moyen d'obtenir ce dernier antagonisme.
- L'utilisation de changements de phase devient un moyen d'obtenir des séparations matérielles.
- Les deux autres principes sont des aides.

Une autre possibilité serait de proposer un regroupement en trois principes :

- Polycordonnées (cordonnées de l'espace et du temps)

- Polysystème (créer un polysystème, séparation système-polysystème, augmenter les différences, combinaison antisystème)
- Système polymorphe, système qui montre plusieurs visages : changements de phase simples, phénomènes associés, changement dynamique

Présentée ainsi, la séparation devient *le* principe premier de résolution de TRIZ. Face à une contradiction, l'action d'un concepteur doit d'abord être de se créer (par séparations) un jeu de paramètres plus étendu, pour les ajuster dans un second temps.

### Au final

L'utilisation d'une démarche de résolution fondée sur les contradictions a plusieurs effets sur le processus en sus des solutions générées :

- 1 Voir et analyser un produit de façon différente, décaler le regard.
- 2 Une analyse fine sur les causes et conséquences des différents problèmes. Dans toute démarche de résolution d'un problème, ces questions se posent, et il y a nécessité d'aller chercher « avec les dents » les causes, vues ici comme les paramètres structurels responsables des comportements, fonctions... Ces paramètres structurels sont les leviers potentiels d'action sur le produit.
- 3 Un travail de questionnement, formulation et reformulation des connaissances sur un produit, et notamment des règles de cause à effet, qui sont des règles de conception. Le travail de résolution s'accompagne d'un travail sur les connaissances... du problème. Il y a une interaction forte entre résolution et connaissances (dans les deux sens).
- 4 En corollaire du 2, une focalisation sur des paramètres, des liens de cause à effet, donc aussi sur des zones de travail. C'est vraiment un ciblage. TRIZ préconise de résoudre le problème là où il est, et de ne pas dépenser de l'énergie en dehors du problème. ■

### ► En rayon

Dans cet ouvrage, TRIZ est présentée comme un ensemble de concepts et d'outils permettant, d'une part, de porter un regard critique sur le fonctionnement d'un produit ou d'un système technique (chapitre I) et sur son évolution (chapitre II), d'autre part, d'assister une démarche de résolution de problème en suivant trois voies parallèles : résolution idéale d'un problème (chapitre III), résolution par les contradictions (chapitre IV, repris ici), et avec des modèles champs-substances (chapitre V). Enfin, une conclusion donne une vue d'ensemble de TRIZ, et une courte bibliographie est proposée.

Chaque chapitre commence par une présentation des concepts de TRIZ tels qu'on peut les trouver dans d'autres ouvrages ou sur le Net. Il donne ensuite des éléments permettant au lecteur de s'approprier ces notions. Pour les contradictions, ce sont des astuces pour les identifier. Des exemples sont fournis, et le chapitre se termine par une synthèse réflexive. Cet ouvrage existe en version papier et en version numérique.

**Auteur :** Denis Choulier, en collaboration avec Pierre-Alain Weite

**Éditeur :** université de technologie de Belfort-Montbéliard (UMTB)

**Collection :** Chantiers

[www.lcdpu.fr/editeurs/utbm](http://www.lcdpu.fr/editeurs/utbm)  
[www.utbm.fr/editions-multimedia.html](http://www.utbm.fr/editions-multimedia.html)



L'extrait présenté ici est reproduit avec l'aimable autorisation du pôle éditorial multimédia de l'UMTB.