

## 4 Analyse Su-Field et Solutions Standard

### 4.1 – ANALYSE SU-FIELD ET SOLUTIONS STANDARD : NOTIONS ET RÈGLES DE BASE

#### Définition

L'analyse Su-Field est une technique de modélisation TRIZ dont l'objectif est de représenter le comportement d'un Système Technique en termes d'éléments et d'interactions.

Les Solutions Standard sont un système de prescription pour la synthèse et la transformation d'un modèle Su-Field visant la résolution d'un problème technique.



#### Théorie

La Fonction d'un Système Technique (ST) est la motivation de son existence. Au niveau de la Structure, un ST est constitué d'éléments, des attributs de ces éléments et de relations entre eux (voir également modèle ENV).

La modélisation Su-Field est une technique dont l'objectif est de représenter des éléments et interactions caractérisant le comportement d'un système technique. Un modèle Su-Field est donc un moyen d'analyser un système technique et de représenter les problèmes en termes d'interactions manquantes, insuffisantes ou non désirées ou d'inefficacités.

Un problème représenté à l'aide d'un modèle Su-Field peut être abordé par le système des Solutions Standard qui suggère des transformations du modèle Su-Field capables d'améliorer la performance du système technique et/ou d'éliminer ses effets non désirés.

#### Modèle

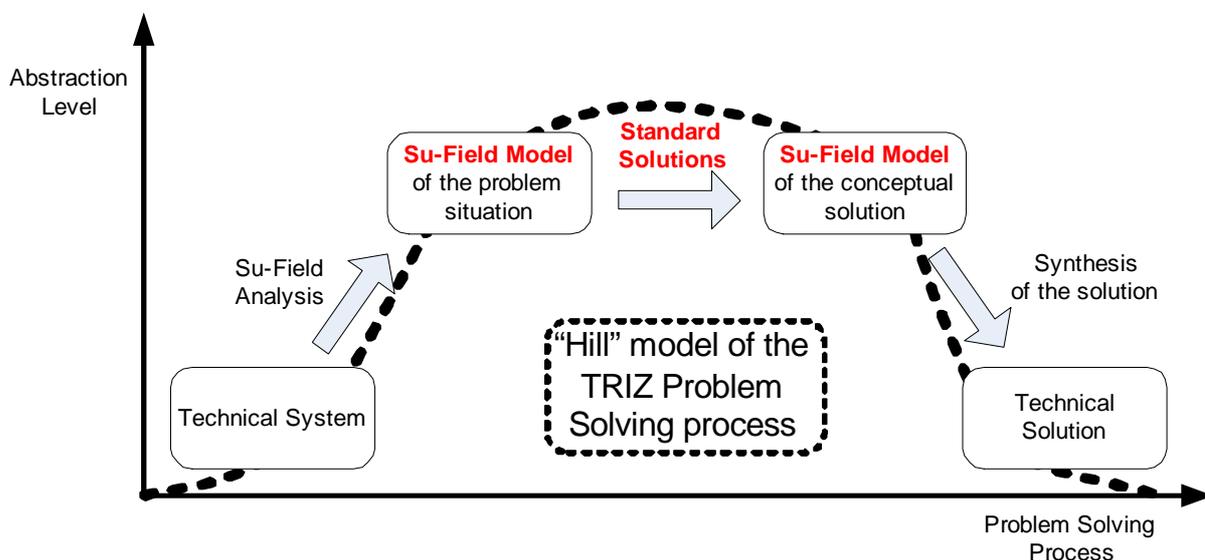


Figure 1.a – Modèle « Montagne du processus » de Résolution de Problème TRIZ et le rôle de la modélisation Su-Field et des Solutions Standard.

Traduction Figure 1.a.

Niveau d'abstraction - Processus de Résolution de Problème - Système Technique - Analyse Su-Field - Modèle Su-Field de la Situation Problématique - Solution Standards

Modèle Su-Field de la Solution Conceptuelle - Synthèse de la Solution - Solution Technique

## Méthode

Le processus de résolution de problème basé sur l'adoption de la Solution Standard comporte les différentes étapes suivantes (Figure 1.a) :

- \* Décrire le problème à résoudre en utilisant des termes généraux (les termes techniques sont de puissants vecteurs d'inertie psychologique) – Identifier les critères d'évaluation / de sélection à appliquer aux idées générales.
- \* Construire un modèle Su-Field de la situation problématique (processus d'abstraction).
- \* Sélectionner les Solutions Standard les plus appropriées pour aborder la situation problématique d'après les caractéristiques du modèle Su-Field (2.2 - Classification des Solutions Standard). Identifier le modèle Su-Field de la solution conceptuelle.
- \* Générer une solution pratique au problème décrit à l'Étape 1 en appliquant la solution de l'Étape 3 en fonction des Ressources Substance-Champ disponibles dans la situation spécifique.

## Exemple

### Situation problématique :

Les possibilités agricoles doivent être améliorées dans une région à la terre sablonneuse. Grâce à un système de canalisations, de l'eau de rivière a été massivement distribuée dans les champs, mais la croissance des plantes demeure trop lente.

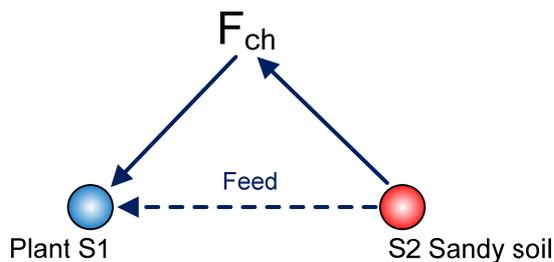
Que doit-on faire ?

### Étape 1 :

Nous voulons augmenter la vitesse de croissance de certaines plantes dans une région sablonneuse. Les plantes sont correctement irriguées, mais leurs besoins nutritionnels ne sont pas couverts.

### Étape 2 :

Un modèle Su-Field de la situation problématique est créé conformément aux instructions de la Section 1.2 – Modèle d'un Système Technique Minimal (Figure 1.b) : il n'y a pas suffisamment d'interactions utiles entre la terre et la plante par le biais d'un champ chimique.



Traduction Figure 1.b

Plante S1 – Nutriments – S2 Sol sablonneux

Figure 1.b – Modèle Su-Field de la situation problématique

### Étape 3 :

Pour améliorer l'effet positif d'une interaction Su-Field, il est conseillé de prendre en compte les Solutions Standard appartenant à la Classe 1.1 (2.2 - Classification des Solutions Standard). Le premier Standard pertinent est le numéro 1-1-2 : améliorer les interactions en introduisant des additifs dans les objets (Figure 1.c).

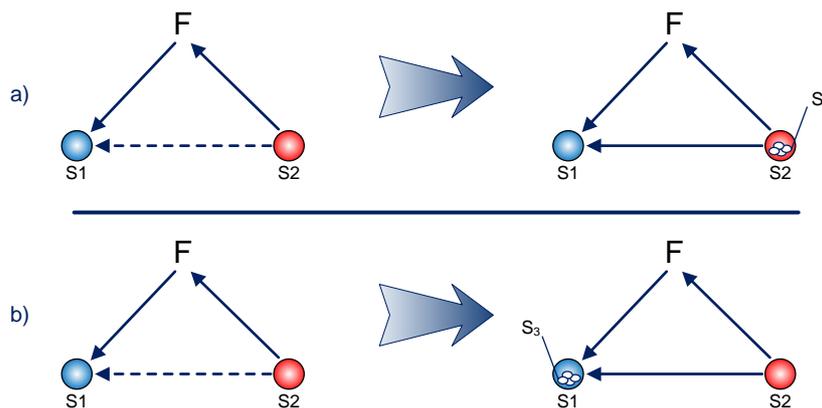


Figure 1.c – STANDARD 1-1-2 : Améliorer les interactions en introduisant des additifs dans les objets.

Les modèles Su-Field de la partie droite de la Figure 1.c représentent des solutions conceptuelles au problème décrit à l'Étape 1 et formalisé à l'Étape 2.

En adoptant une approche similaire, d'autres solutions conceptuelles pourraient être identifiées en appliquant d'autres Standards.

#### Étape 4 :

Pour produire une solution pratique à partir du modèle de solution conceptuelle, il est nécessaire de prendre en compte la situation spécifique (Figure 1.d). Il convient de mentionner qu'une interprétation alternative de la même Solution Standard indiquerait l'introduction d'additifs dans la plante (Figure 1.c ci-dessous).

Quel type de Substance  $S_3$  peut être ajouté au sol sablonneux pour améliorer son interaction chimique avec la plante ?

Un engrais pourrait apporter l'amélioration désirée.

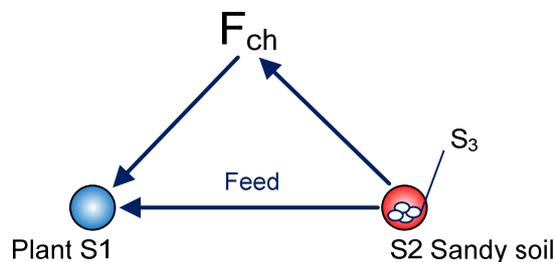


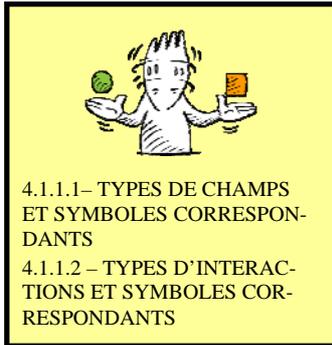
Figure 1.d – Exemple d'application du Standard 1-1-2 au modèle Su-Field de la Figure 1.b : l'interaction peut être améliorée en introduisant des additifs dans le sol (Figure 1.c, ci-dessus).

#### Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## 4.1.1 – ÉLÉMENTS D'UN SYSTÈME TECHNIQUE MINIMAL



### Définition

Le système technique minimal capable de remplir une certaine fonction doit comporter trois éléments : deux substances et un champ.

Une Substance est un élément d'un système (une partie de base ou un sous-système complexe) qui peut être impliqué dans une interaction fonctionnelle avec d'autres substances, à la fois en tant que porteur de la fonction et objet de la fonction.

Un Champ (Field) est une interaction caractérisée par un flux d'énergie (de tout type), un flux d'information ou une force mécanique etc. et générée par une substance ayant un impact potentiel sur d'autres substances.

### Théorie

Les éléments essentiels d'une interaction fonctionnelle sont un porteur de la fonction (outil de travail), un objet de la fonction ou un champ. Le porteur de la fonction et l'objet sont tous deux appelés Substances.

En termes de TRIZ, une Substance peut être un système de tout niveau de complexité, d'un article élémentaire unique (par ex. une épingle, une balle, une particule de poussière) à un assemblage complexe (par ex. un avion, un ordinateur portable, un satellite).

Quelle que soit la complexité du système, son interaction avec d'autres substances requiert nécessairement la présence d'au moins un Champ, c'est-à-dire d'un flux d'une énergie quelconque, un flux d'information, une force, etc.

Il y a différents types de Champs (1.1.1- Types d'interactions et symboles correspondants) ainsi que différents types d'interactions entre deux substances (1.1.2 – Types de Champs et symboles correspondants).

### Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## 4.1.1.1 – TYPES DE CHAMPS ET SYMBOLES CORRESPONDANTS

### Définition

Champ Gravitationnel : la force naturelle d'attraction entre deux corps importants qui est directement proportionnelle au produit de leurs masses et inversement proportionnelle au carré de la distance entre eux.

Champ Mécanique : interaction correspondant à – ou bien régie par – la mécanique, c'est-à-dire les forces exercées sur la matière ou les systèmes matériels (friction, inertie, élasticité, poussée, flottabilité, pression des fluides).

Champ Acoustique : interaction provenant de, produite par, contenant, produisant ou liée aux ondes sonores, y compris en dehors de la gamme de fréquences audibles.

Champ Thermique : interaction liée au transfert de chaleur de tout type (conduction, convection, radiation).

Champ Chimique : interaction liée à la composition, la structure, les propriétés et les réactions d'une substance.

Champ Électrique : phénomènes physiques provoqués par le comportement d'électrons et de protons causé par l'attraction des particules avec des charges opposées et la répulsion de particules avec la même charge.

Champ Magnétique : force exercée entre deux pôles magnétiques, produisant ainsi la magnétisation.

Champ Électromagnétique : interactions liées à la génération, la propagation et la détection de radiation électromagnétique présentant une longueur d'ondes supérieure aux rayons X, par ex. la lumière et la vision.

Champ Biologique : interactions liées à, causées par ou affectant la vie ou les organismes vivants, par ex. la fermentation ou la décomposition.

Champ Nucléaire : interactions liées aux forces, réactions et structures internes de noyaux atomiques, par ex. la fusion, la fission, les rayons.



### Théorie

Un Champ est une interaction caractérisée par un flux d'énergie (de tout type), un flux d'information, une force mécanique, etc. généré par une substance, ayant un impact potentiel sur d'autres substances. Le type de champ est défini par la nature de l'interaction entre deux substances. Il convient de mentionner que les définitions des types de champ empiètent parfois les unes sur les autres : un champ biologique peut également être considéré comme un champ chimique à un niveau de détail plus élevé; la chaleur transférée par radiation peut être considérée comme un champ thermique et comme un champ électromagnétique.

Cependant, une telle ambiguïté n'a d'impact ni sur l'utilisabilité, ni sur l'efficacité de la technique de modélisation si une définition cohérente est utilisée tout au long de l'analyse d'un certain système technique.

## Modèle

Type de Champ	Symbole
Gravitationnel	$F_{Gr}$
Mécanique	$F_{Mec}$
Acoustique	$F_{Ac}$
Thermique	$F_{Th}$
Chimique	$F_{Ch}$
Électrique	$F_{El}$
Magnétique	$F_M$
Électromagnétique	$F_{EM}$
Biologique	$F_B$
Nucléaire	$F_N$

Figure 1.1.1.a – Types de champs et symboles correspondants.

## Exemple



Type de champ	Exemples
Gravitationnel	Gravité, attraction entre les planètes
Mécanique	Friction, pression, inertie
Acoustique	Ondes sonores, ultrasons
Thermique	Échange de chaleur par conduction, convection, radiation
Chimique	Oxydation, solution, combustion, réduction, liaison
Électrique	Électrostatique, induction électrique
Magnétique	Magnétostatique, induction magnétique
Électromagnétique	Lumière, laser, micro-ondes, rayons X, rayons gamma
Biologique	Fermentation, décomposition
Nucléaire	Fusion nucléaire, fission nucléaire

Figure 1.1.1.b – Exemples de champs.

## Auto-évaluation

### Exercice 1



Analysez les interactions suivantes entre les substances ; identifiez le type de champ et indiquez le symbole approprié :

1. Un balai qui balaie le sol ;
2. Un réfrigérateur qui rafraîchit une bouteille d'eau ;
3. Une radio qui joue de la musique ;
4. Un four qui rôtit un poulet ;
5. Une peinture qui colore un mur ;
6. Une lampe qui illumine une grotte ;
7. La flamme d'une allumette qui allume une cigarette ;
8. L'orientation qui fait tourner l'aiguille d'une boussole ;
9. Un marteau qui enfonce un clou ;
10. Un légume qui moisit ;

11. Du sucre dissout dans une tasse de café ;
12. Un neutron ajouté à un noyau d'hydrogène.

Réponse 1 :

Interaction	Type de champs	Symbole
Un balai qui balaie le sol	Mécanique (force de poussée)	$F_{\text{Mec}}$
Un réfrigérateur qui rafraîchit une bouteille d'eau	Thermique (convection)	$F_{\text{Th}}$
Une radio qui joue de la musique	Acoustique (ondes sonores)	$F_{\text{Ac}}$
Un four qui rôtit un poulet	Thermique (radiation) ou Électromagnétique (infrarouge)	$F_{\text{Th}} - F_{\text{EM}}$
Une peinture qui colore un mur	Chimique (adhésion)	$F_{\text{Ch}}$
Une lampe qui illumine une grotte	Électromagnétique (lumière)	$F_{\text{EM}}$
La flamme d'une allumette qui allume une cigarette	Chimique (combustion)	$F_{\text{Ch}}$
L'orientation qui fait tourner l'aiguille d'une boussole	Magnétique (champ magnétique de la Terre)	$F_{\text{M}}$
Un marteau qui enfonce un clou	Mécanique (force d'impact)	$F_{\text{Mec}}$
Un légume qui moisit	Biologique (décomposition)	$F_{\text{B}}$
Du sucre dissout dans une tasse de café	Chimique (solution)	$F_{\text{Ch}}$
Un neutron ajouté à un noyau d'hydrogène	Nucléaire (fusion)	$F_{\text{N}}$

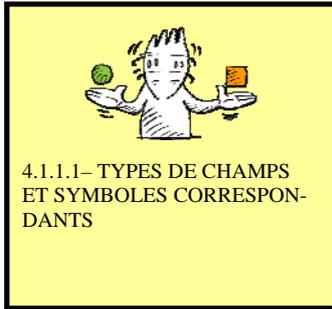


## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## 4.1.1.2 – TYPES D'INTERACTIONS ET SYMBOLES CORRESPONDANTS



### Définition

Considérons deux Substances qui interagissent,  $S_1$  et  $S_2$ , de manière que  $S_2$  exerce un certain impact sur un PE propriété (Paramètre d'Évaluation) de  $S_1$ .

Action utile : Une action est comme considérée utile lorsque l'impact sur le PE est désiré.

Action néfaste : Une action est considérée comme néfaste lorsque l'impact sur le PE est non désiré ou va dans la mauvaise direction.

Action insatisfaisante ou incomplète : Une action utile est considérée comme insatisfaisante ou incomplète lorsque l'impact sur le PE est inférieur à la valeur désirée.

Action manquante : Une action utile est considérée comme manquante lorsque l'impact attendu sur le PE est potentiellement disponible mais pas mis en œuvre dans le système.

Action incontrôlée : Une action utile est considérée comme incontrôlée lorsque la fourchette des valeurs prises par le PE est trop large.

Action excessive : Une action utile est considérée comme excessive lorsque l'impact sur le PE excède la valeur désirée.

Action superflue : Une action utile est considérée comme superflue lorsque l'impact sur le PE n'est pas nécessaire au fonctionnement du système, mais qu'il ne cause aucun dommage.

### Théorie

Une fonction est caractérisée par un porteur de fonction (en jargon TRIZ un « outil »), une action et un objet bénéficiant de la fonction. L'action est correctement définie si elle peut être exprimée comme une combinaison d'un verbe parmi les verbes augmenter, réduire, changer et stabiliser, avec le nom d'une propriété de l'objet (modèle ENV). La propriété de l'objet, par ex. la taille, la couleur, la conductivité électrique ou la forme, est fixée à une certaine valeur, par ex. un mètre, rouge, cinq siemens par mètre ou sphérique, due à l'impact de la fonction. Si la modification de la propriété de l'objet est désirée, la fonction est considérée comme utile ; lorsque la propriété n'est pas désirée, la fonction est considérée comme néfaste. Si la propriété de l'objet prend exactement la valeur attendue, nous avons une fonction suffisamment utile parmi les fonctions utiles ; si la valeur de la propriété est inadéquate, la fonction est considérée comme utile mais insuffisante.

### Modèle

Type d'interaction	Symbole
Utile	

# tETRIS

Néfaste	
Utile Insuffisante	
Manquante	
Incontrôlée	
Excessive	
Superflue	

Figure 1.1.2.a – Types d'interactions et symboles correspondants.

## Méthodes

Étapes pour classer une interaction entre deux substances :

1. Identifier les substances qui interagissent, identifier l'outil et l'objet.
2. Identifier le type de champ (1.1.1 – Types de champs et symboles correspondants).
3. Identifier le paramètre d'évaluation de l'objet impacté par l'outil à travers le champ.
4. Analyser l'influence du champ sur le paramètre d'évaluation (PE) :
  - a Si l'impact sur le PE est désiré, le champ présente une interaction utile ;
    - I Si l'impact sur le PE est désiré mais plus faible qu'attendu, le champ présente une interaction utile insuffisante ;
    - II Si l'impact sur le PE est désiré mais que sa gamme de variation est trop large, le champ présente une interaction utile non contrôlée ;
    - III Si l'impact sur le PE est désiré mais est absent, le champ présente une interaction utile manquante ;
    - IV Si l'impact sur le PE est désiré mais plus important qu'attendu, le champ présente une interaction utile excessive.
  - b Si l'impact sur le PE est non désirée, le champ présente une interaction néfaste ;
  - c Si l'impact sur le PE est n'est pas désiré, mais ne produit aucun dommage, le champ présente une interaction superflue.

## Exemple

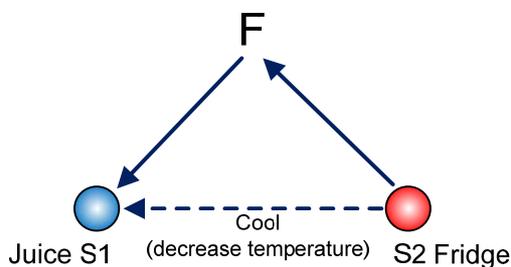
### Exemple 1:

En été : Nina aimerait offrir un jus de fruit frais à ses amis car ils ont soif et il fait très chaud. Malheureusement, le réfrigérateur est vide et le jus est plutôt chaud.

Elle place le jus dans le réfrigérateur, mais il ne refroidit que très lentement ; après 15 minutes, le jus est toujours chaud.

Classons l'interaction de la dernière phrase.

1. Les substances qui interagissent sont le réfrigérateur et le jus, respectivement l'outil et le produit.
2. Le réfrigérateur et le jus interagissent à travers un champ thermique (convection thermique dans le réfrigérateur).
3. Le paramètre du jus (produit) impacté par le réfrigérateur (outil) à travers le champ thermique est la température (PE) : le réfrigérateur « réduit » la température du jus.
4. L'impact du réfrigérateur sur le PE est désiré (on désire que le réfrigérateur réduise la température du jus) mais plus faible qu'attendu (la température est encore trop élevée après 15 minutes), et le champ présente donc une interaction utile insuffisante. (Figure 1.1.2.b).



Traduction Figure 1.1.2.b

Jus S1 – froid (réduire la température) - S2 Réfrigérateur

Figure 1.1.2.b – L'interaction entre le réfrigérateur et le jus de fruit est utile mais insuffisante, car il faut trop de temps pour rafraîchir la boisson.

## Exemple 2 :

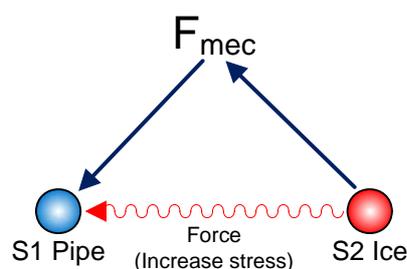
En hiver : dans le village de Nina, les températures de janvier descendent souvent sous les 0°C et, par conséquent, l'eau gèle parfois dans les canalisations. Puisque la glace a un plus grand volume que l'eau, elle exerce une forte pression sur la surface interne de la canalisation, ce qui entraîne l'éclatement des canalisations.



Analysons l'interaction de la dernière phrase.

1. Les substances qui interagissent sont la glace et la canalisation, respectivement l'outil et le produit (notez que la canalisation est considérée comme un produit car elle subit l'action de la glace).
2. La glace et la canalisation interagissent à travers un champ mécanique (pression due à l'augmentation du volume de l'eau lorsqu'elle passe de l'état solide à l'état liquide).
3. Le paramètre de la canalisation (produit) impacté par la glace (outil) à travers le champ mécanique est la pression matérielle (PE) : la glace « augmente » la pression matérielle sur la canalisation.

L'impact de la glace sur le PE est non désiré (on ne désire pas que la glace augmente la pression matérielle sur la canalisation), et le champ présente donc une interaction néfaste (Figure 1.1.2.c).



Traduction Figure 1.1.2.c

S1 Canalisation – Force (augmente la tension) - S2 Glace

Figure 1.1.2.c – L'interaction entre la glace et la canalisation est néfaste car elle augmente la pression matérielle exercée sur la canalisation.

## Auto-évaluation



### Exercice 1

Nina est dans la cuisine. Elle remarque que la poêle est sur la gazinière et que tandis que le feu chauffe le fond de la poêle, il chauffe également la poignée. Essayez de modéliser les deux situations.



### Réponse 1

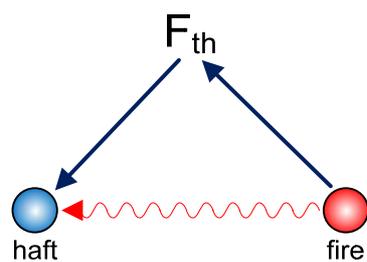
Nous devons construire deux modèles : le premier concerne la fonction du feu envers le fond de la poêle. Il y a deux substances : le fond de la poêle (S<sub>1</sub>) et le feu (S<sub>2</sub>), et un champ, un champ thermique. L'action développée est utile et suffisante (Figure 1.1.2.d.)



Figure 1.1.2.d – Modèle Su-field d'une poêle sur le feu.

Le second modèle à créer concerne le réchauffement de la poignée. Dans ce cas, les deux substances sont la poignée elle-même (S<sub>1</sub>) et le feu (S<sub>2</sub>). Le champ est toujours thermique, mais cette fois-ci l'action développée par le feu envers la poignée est néfaste, car Nina pourrait se

brûler la main si la poignée est trop chaude (Figure 1.1.2.e).



Traduction Figure 1.1.2.d  
Poignée – feu

Figure 1.1.2.e – Modèle Su-field de l'action néfaste développée par le feu sur la poignée de la poêle.



## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## 4.1.2 – Modèle d'un Système Technique Minimal



4.1.1.1– TYPES DE CHAMPS  
ET SYMBOLES CORRESPON-  
DANTS

4.1.1.2 – TYPES D'INTERAC-  
TIONS ET SYMBOLES COR-

### Théorie

Le système technique minimal capable de remplir une certaine fonction doit comporter trois éléments : deux substances et un champ.

Ainsi, le modèle le plus simple d'un système de travail est une triade  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $F$ , de manière que la substance  $S_2$  ait une action sur la Substance  $S_1$  à travers le Champ  $F$  (Figure 1.2.a).

Le Champ est classé en fonction des critères définis dans 1.1.1 Types de champs et symboles correspondants.

L'action exercée par  $S_2$  sur  $S_1$  peut être classée selon les critères définis dans 1.1.2 Types d'interactions et symboles correspondants.

Un modèle Su-Field est représenté à l'aide de symboles et de règles spécifiques (1.2.1 Représentation graphique d'un Modèle Su-Field).

### Modèle

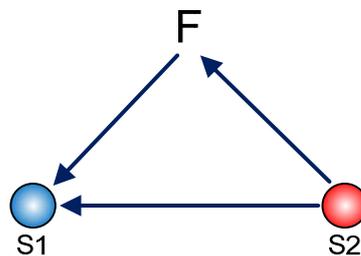
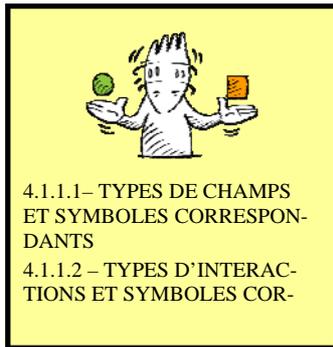


Figure 1.2.a – Modèle d'un Système Technique Minimal.

## 4.1.2.1 – REPRÉSENTATION GRAPHIQUE D'UN MODÈLE SU-FIELD



### Modèle

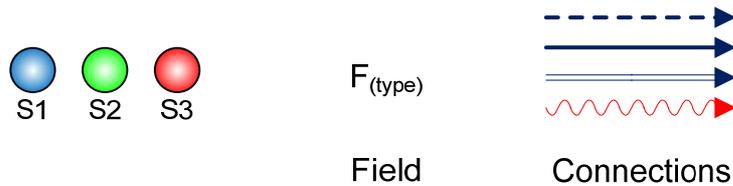


Figure 1.2.1.a – Éléments d'un modèle Su-Field : Substances, Champs (Fields), Connexions.

### Méthode

Étapes pour créer le modèle Su-Field d'une interaction fonctionnelle :

1. identifier les substances impliquées dans l'interaction fonctionnelle ;
2. vérifier la présence d'un ou plusieurs champs entre chaque paire de substances ;
3. classer le champ (1.1.1) et l'interaction (1.1.2) ;
4. assigner un symbole adapté à chaque élément (Figure 1.2.1.a).

### Exemple

#### Exemple 1 : Nina prépare des sandwiches

En tranchant le pain pour des sandwiches pour le pique-nique, Nina s'est légèrement coupé le doigt avec le couteau.

Créons un modèle Su-Field de la situation.

Ici, nous avons trois substances principales :  $S_1$ , pain (objet de l'action couper);  $S_2$  le doigt de Nina (objet de l'action blesser);  $S_3$  couteau (sujet des actions couper du pain et blesser le doigt de Nina) – Figure 1.2.1.b.



Figure 1.2.1.b – Substances interagissant lorsque Nina prépare des sandwiches.

Il n'y a pas de champ entre le pain et le doigt (d'après la description ci-dessus, il n'est pas pertinent de représenter Nina qui tient le pain avec ses doigts) : il y a un champ (une interaction) entre le pain et le couteau, et entre le doigt et le couteau – Figure 1.2.1.c.

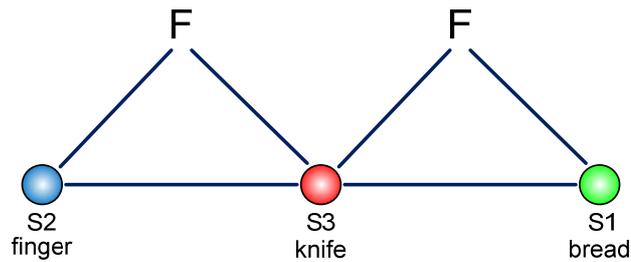


Figure 1.2.1.c – Champs agissant entre les substances identifiées.

Le champ  $F_1$  entre le couteau et le doigt de Nina est clairement mécanique : le couteau provoque une plaie sur le doigt en raison d'une importante pression locale ou, si on utilise une expression formelle, il « augmente le nombre de plaies sur les doigts » (de zéro à un) ou « réduit la santé du doigt ». Puisque l'impact du couteau (outil) sur le paramètre d'évaluation du produit (nombre de plaies sur doigt ou santé du doigt), est non désiré, l'interaction entre  $S_3$  et  $S_2$  est néfaste.

Le champ  $F_2$  entre le couteau et le pain est également mécanique : le couteau coupe le pain ou, si on utilise une expression formelle, il « augmente le nombre de tranches de pain ». Puisque l'impact du couteau (outil) sur le paramètre d'évaluation du produit (nombre de tranches) est désiré, et que nous n'avons pas d'information quant à un mauvais nombre de tranches, l'interaction entre  $S_3$  et  $S_1$  est utile.

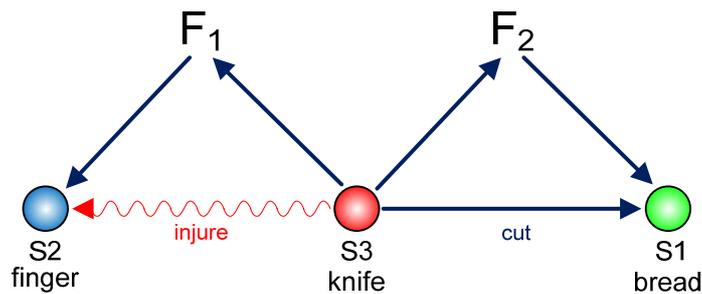


Figure 1.2.1.d – Modèle Su-Field de Nina préparant les sandwiches.

## Auto-évaluation

### Exercice 1:

Nina doit donner un morceau de musique MP3 de 4,6 Mo qu'elle a sur son PC à son ami Mat. Mais ce dernier n'a pas Internet ; Nina doit donc copier le fichier sur un support. Sa clé USB étant cassée, elle décide d'utiliser un CD. Lorsqu'elle ouvre le tiroir, elle se rend compte que tous ses CD ont été utilisés et qu'elle n'a qu'un DVD. Essayez de créer un modèle Su-Field du transfert de fichier.



### Réponse 1 :

La première Étape est d'identifier toutes les substances de la scène : dans ce cas, nous avons le PC ( $S_1$ ), le DVD ( $S_2$ ) et la musique au format MP3 ( $S_3$ ) (Figure 1.2.1.e).



Fig. 1.2.1.e – Les trois substances présentes dans ce cas.

Traduction Figure 1.2.1. 2

Ordinateur – DVD – Musique MP3

Pour compléter le modèle, les champs entre les substances sont également nécessaires (Figure 1.2.1.f). La première partie du modèle représente l'acte de transfert du fichier du CD au DVD, l'acte « écrire », et la seconde partie montre que le fichier est maintenant sur le DVD.

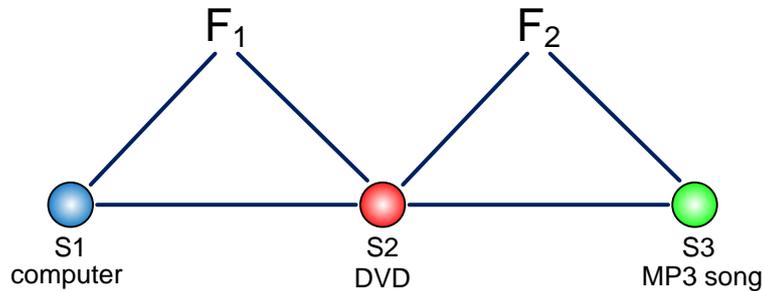


Fig. 1.2.1.f – La première étape vers la création d'un modèle Su-Field.

Maintenant, nous devons trouver quels types de champs sont  $F_1$  et  $F_2$ . L'ordinateur écrit le fichier sur le DVD à l'aide d'un laser,  $F_1$  peut donc être considéré comme un champ électromagnétique ; le DVD contient une piste magnétique qui représente le fichier. Ainsi  $F_2$  peut être considéré comme un champ magnétique. L'action écrite, réalisée par le PC vers le DVD, est une action utile et suffisante. Le DVD a également une action utile, il « contient le fichier », mais cette fois, elle peut être considérée comme excessive : Nina a utilisé un DVD d'une capacité de 4,7 Go pour transférer un fichier de seulement 4,6 Mo (Figure 1.2.1.g).

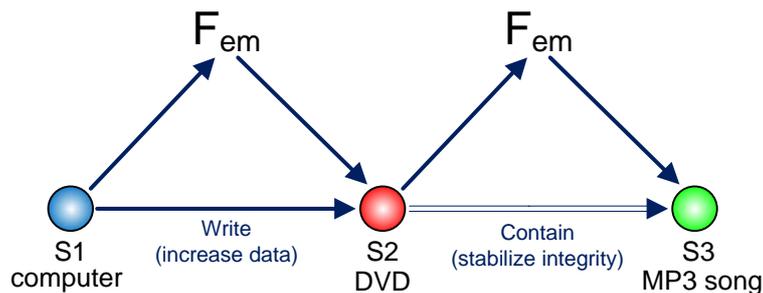


Figure 1.2.1.g – Le modèle Su-Field final

Traduction Figure 1.2.1. g

Ordinateur – Écrire (augmenter les données) – DVD – Contient (stabiliser l'intégrité) – Musique MP3



## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## 4.2 - SOLUTIONS STANDARD

### Définition

Une *solution standard* est un modèle d'une solution d'un problème typique modélisé à l'aide d'interactions *Su-Field*.



### Théorie

Les *Solutions Standard* (parfois appelées les Standards) sont un système de 76 modèles des synthèses et des transformations de systèmes techniques conformément aux *Lois de l'Évolution de Systèmes d'Ingénierie*.

Avec *ARIZ*, la base de données *Effets* et les *Lois de l'Évolution de Systèmes d'Ingénierie*, les Solutions Standard constituent la série d'instruments de TRIZ Classique la plus avancée et la plus efficace, remplaçant ainsi la *Matrice de Contradictions Techniques* et les *Principes Inventifs* d'Altshuller.

Les Standards ont été développés entre 1975 et 1985 avec l'objectif d'offrir une approche structurée à la résolution d'un problème technique, en parcourant systématiquement les connaissances d'individus ainsi que les bases de données des *effets physiques, chimiques et géométriques*.

À l'origine, les standards étaient listés comme des modèles de solutions séparées et numérotées selon l'ordre de formalisation.

En 1979, un système de 28 Standards intégrés classés en trois sous-séries principales était présenté et publié par Altshuller dans [1]. Au cours des années suivantes, d'autres standards ont été ajoutés et la structure finale contenant cinq classes a été publiée (Figure 2) [2].

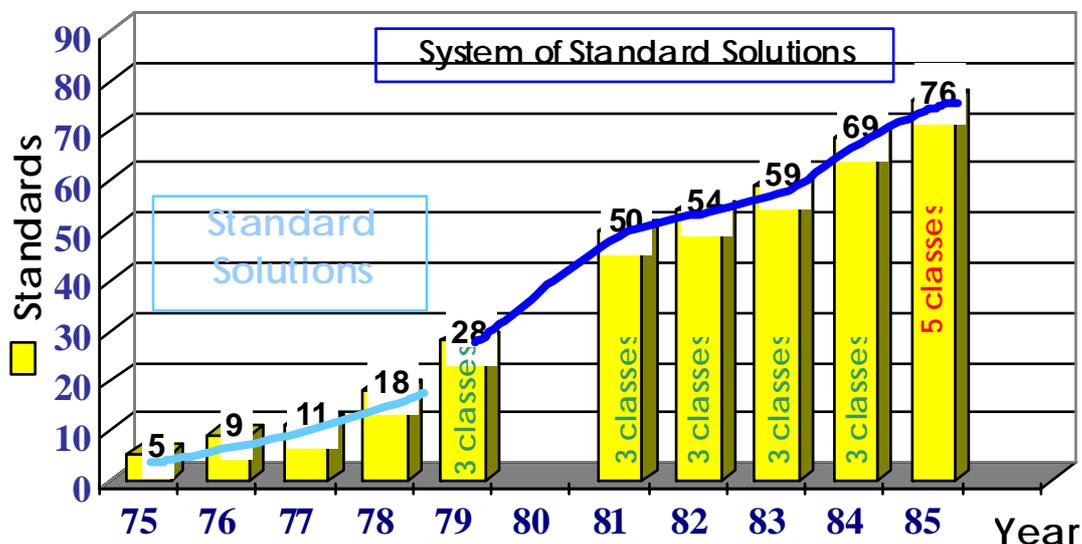


Figure 2 - History of development of Standard Solutions

Figure 2 – Histoire du développement des Solutions Standard.

### Méthode

Les Solutions Standard doivent permettre de résoudre la grande majorité des problèmes « typiques » représentés à l'aide de *modèles Su-Field*, c'est-à-dire lorsqu'une interaction insuffisante ou non désirée existe entre deux ou plusieurs *sous-systèmes*.



Elles permettent de surmonter ou de contourner des *contradictions* sans qu'il ne soit nécessaire d'identifier et de formuler la contradiction elle-même.

Les Standards sont également utiles pour parcourir la connaissance d'un individu suite à un processus systématique.

Pour appliquer une Solution Standard, il est nécessaire de :

- \* créer un modèle Su-Field du problème ;
- \* choisir les Standards les plus appropriés ;
- \* suivre les recommandations des Standards sélectionnés.

## Références



[1] Altshuller, G.S., Selutskii, A.B.: *Wings for Icarus* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1980.

[2] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## 4.2.1 - STRUCTURE D'UNE SOLUTION STANDARD

### Théorie

Chaque solution standard est structurée comme la transformation d'un *modèle Su-Field initial problématique* en un *modèle Su-Field* modifié où les caractéristiques non désirées des interactions entre les *sous-systèmes* disparaissent (Figure 2.1.a).

### Modèle

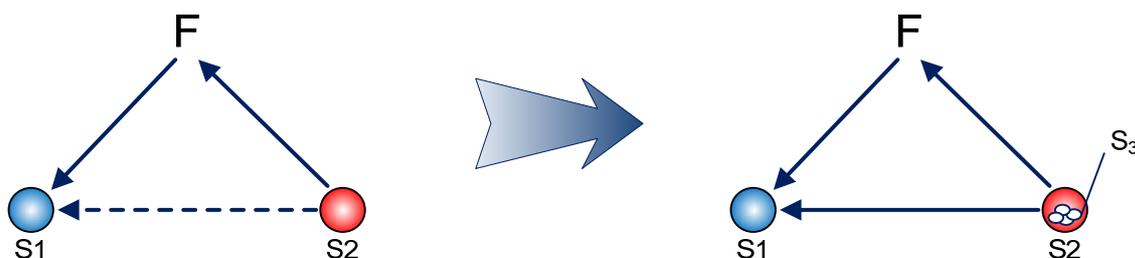


Figure 2.1.a – Exemple de modèle d'une solution standard : une interaction Su-Field non désirée (dans ce cas une interaction insuffisante) disparaît par la transformation du modèle Su-Field.

### Méthode

Une solution standard comporte trois éléments principaux :

D : (Description) la description de la situation problématique typique lorsqu'il est approprié d'appliquer ce standard.

G : (Guidelines = directives) les directives à suivre pour introduire des modifications dans le système pour résoudre le problème typique.

M : (Modèle, si disponible) une représentation visuelle de la transformation grâce aux modèles (Figure 2).

Le modèle visuel des transformations n'est pas toujours disponible ; plus spécifiquement, il est omis lorsque la transformation du modèle Su-Field se rapporte à la modification qualitative d'une substance ou d'un champ, au lieu de se rapporter à l'introduction d'éléments nouveaux / modifiés dans le système.

N : (Notes) parfois une note est ajoutée aux directives pour fournir des informations complémentaires portant sur leur mise en œuvre.



### Exemple

Les trois éléments du Standard 1-1-2 sont :

D : la description de la situation problématique typique lorsqu'il est approprié d'appliquer ce standard : « si, dans un Système Substance-Champ, il est nécessaire d'améliorer l'effet positif d'une interaction et que les conditions ne comportent aucune limitation concernant l'introduction d'additifs à au moins l'une des substances données » ;

G : les directives à suivre pour introduire des modifications dans le système pour résoudre le problème typique : « le problème doit être résolu par une transition (permanente ou temporaire) vers un Système Substances-Champs (Substance-Field) complexe en introduisant des additifs aux substances présentes. Ces additifs améliorent la contrôlabilité ou transmettent les propriétés requises au Système Substances-Champ » ;

M : voir Figure 2.1.b.



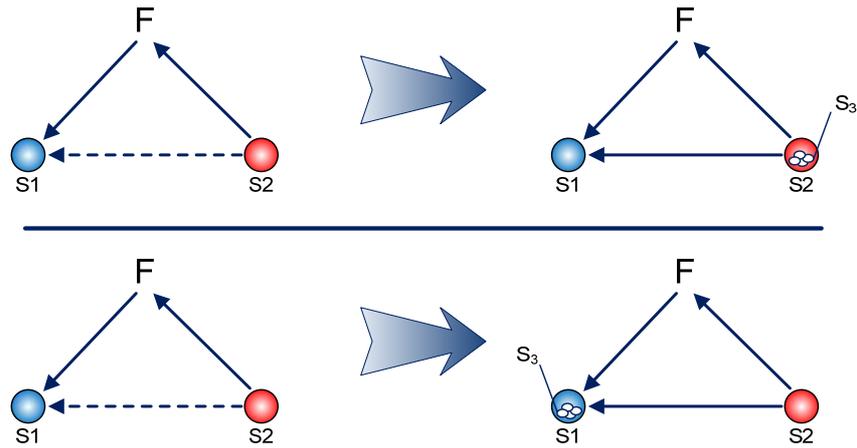


Figure 2.1.b – Modèle du Standard 1-1-2.

## Auto-évaluation

### Exercice 1:

Observez la Solution Standard suivante et identifiez ses éléments constitutifs.

#### STANDARD 1-1-4

S'il est nécessaire, dans un Système Substances-Champs, d'améliorer l'effet positif d'une interaction, et que les conditions comportent des limitations concernant l'introduction ou l'ajout de substances, le problème peut être résolu en utilisant l'environnement existant comme substance afin d'augmenter l'efficacité de l'interaction existante.

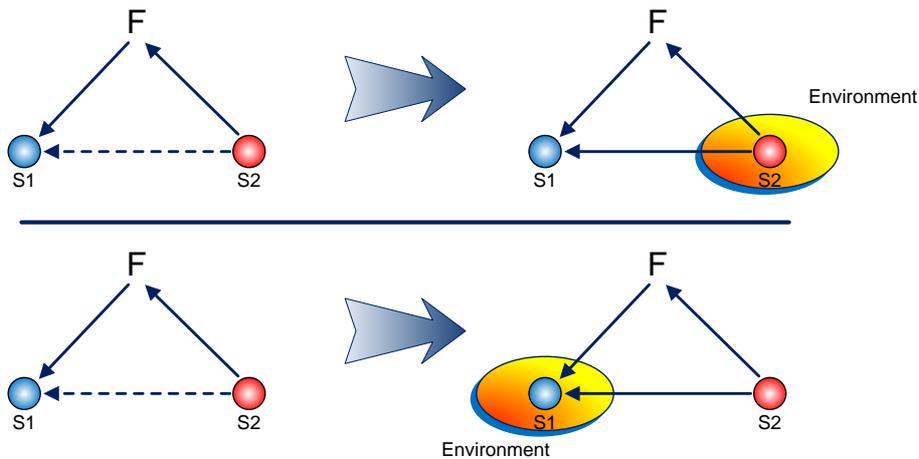


Figure 2.1.c – Modèle du Standard 1-1-4.

### Réponse 1 :

D : S'il est nécessaire, dans un Système Substances-Champs, d'améliorer l'effet positif d'une interaction, et que les conditions comportent des limitations concernant l'introduction ou l'ajout de substances,

G : le problème peut être résolu en utilisant l'environnement existant pour augmenter l'efficacité de l'interaction existante.

M : (Figure 2.1.c.)



## Exercice 2 :

Observez la Solution Standard suivante et identifiez les éléments constitutifs.



### STANDARD 2-2-2

L'efficacité d'un Système Substances-Champs peut être améliorée en augmentant le degré de fragmentation de l'élément qui agit comme outil dans l'interaction.

Ce Standard représente l'une des principales tendances de l'évolution de la technologie, à savoir la fragmentation de l'élément ou de sa partie qui interagit avec le produit (« outil »). Le processus est achevé lorsque l'outil est remplacé par un nouveau champ capable de remplir sa fonction.

L'évolution de l'outil passe donc par les phases suivantes : objet Non-fragmenté ; objet Fragmenté ; Poudre ; Liquide ; Gaz ; Nouveau Champ.

## Réponse 2 :

D : L'efficacité d'un Système Substances-Champ peut être améliorée

G : en augmentant le degré de fragmentation de l'élément qui agit comme outil dans l'interaction.

N : Ce Standard représente l'une des principales tendances de l'évolution de la technologie, à savoir la fragmentation de l'élément ou de sa partie qui interagit avec le produit (« outil »). Le processus est achevé lorsque l'outil est remplacé par un nouveau champ capable de remplir sa fonction. L'évolution de l'outil passe donc par les phases suivantes : objet Non-fragmenté ; objet Fragmenté ; Poudre ; Liquide ; Gaz ; Nouveau Champ.



## **Références**

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## 4.2.1.1 - TRANSFORMATION D'UN SYSTÈME SU-FIELD

### Théorie

D'après le système des solutions standard, la transformation suivante peut être appliquée à un Système Su-Field :

- \* Introduction d'une nouvelle *Substance*
  - \* un nouvel élément (Figures 2.1.1.a-b)
  - \* un additif interne
  - \* un additif externe
  - \* une ressource déjà disponible dans l'environnement.
- \* Introduction d'un Nouveau *Champ* (Figures 2.1.1.c-d)
- \* Modification d'une Substance
  - \* modification de l'*Outil* (Figure 2.1.1.e)
  - \* modification de l'*Objet*
  - \* modification de l'environnement entourant les substances d'un Système Su-Field.
- \* Modification d'un *Champ* (figure 2.1.1.f)
- \* Utilisation d'*Effets* Physiques, Chimiques, Géométriques;
- \* Une combinaison de n'importe lesquelles des transformations précédentes.

Les modifications mentionnées ci-dessous peuvent être appliquées à un élément entier ou à une portion en termes de changements / variations de toute *ressource* comme :

- \* Espace : nombre de dimensions, topologie, forme, taille ;
- \* Time : durée de l'action, fréquence de l'action ;
- \* Propriétés : propriétés chimiques, physiques (électriques, magnétiques, optiques)
- \* Énergie : quantité d'énergie, type d'énergie (cinétique, thermique, électrique, ...)

### Modèle

Exemples de modèles de transformations d'un Système Su-Field :

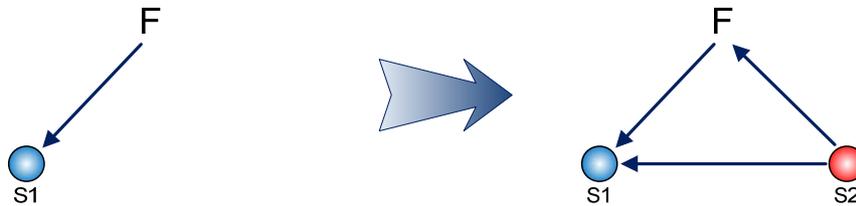


Figure 2.1.1.a – Introduction d'une Nouvelle Substance.

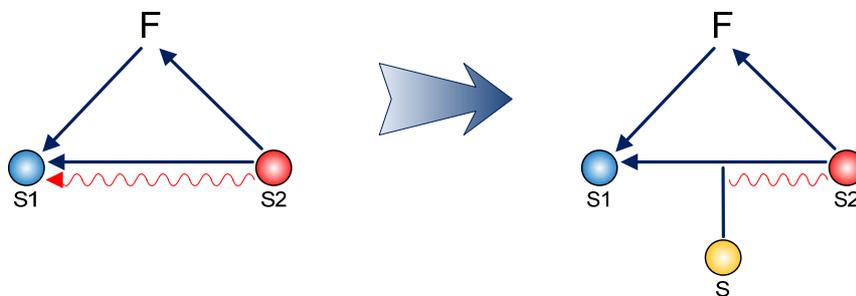


Figure 2.1.1.b – Introduction d'une Nouvelle Substance.

# tETRIS

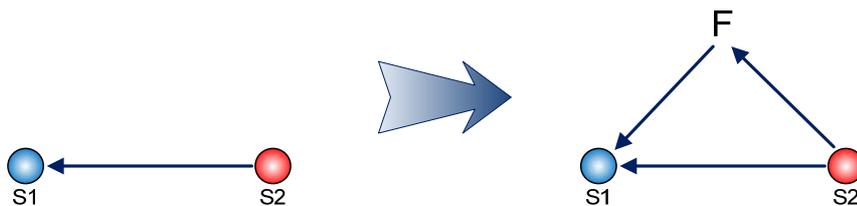


Figure 2.1.1.c – Introduction d'un Nouveau Champ.

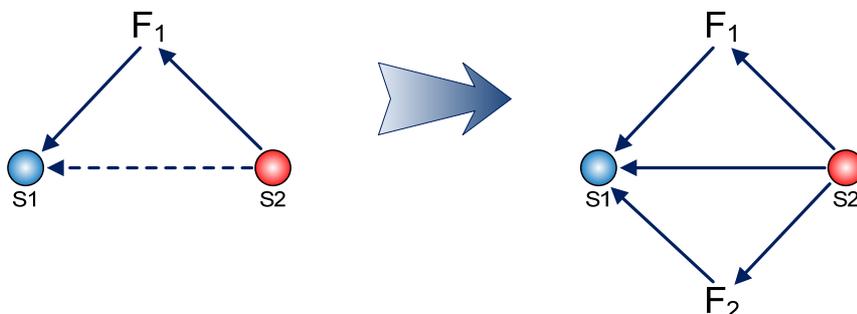


Figure 2.1.1.d – Introduction d'un Nouveau Champ.

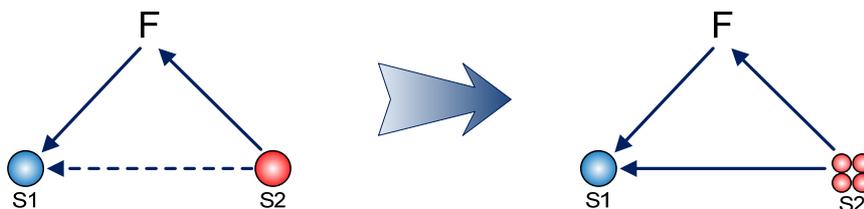


Figure 2.1.1.e – Modification de l'Outil.

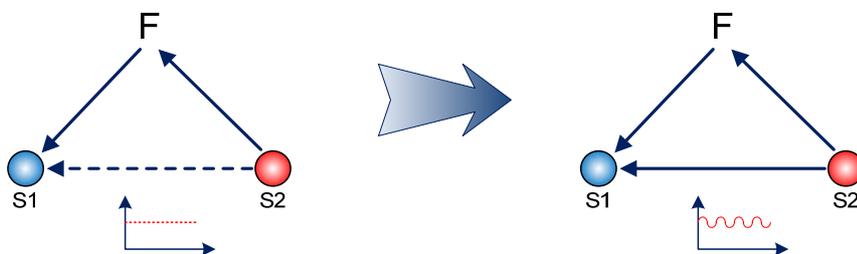


Figure 2.1.1.f – Modification du Champ.

## Méthode

L'application d'une Solution Standard signifie suivre les indications du standard sélectionné afin de transformer le Système Su-Field original, caractérisé par une faible efficacité et/ou des effets non désirés, en un autre système Su-Field dans lequel le problème disparaît.

La transformation suggérée par le Standard sélectionné doit être appliquée en tenant compte des *Ressources Substance-Field* déjà disponibles dans le système et des ressources nouvelles / modifiées à intégrer dans le système lui-même.

Ce type de tâche peut être effectué par l'utilisation d'une *base de données d'effets* destinée à compléter la connaissance d'un individu ou d'une équipe.



## Exemple



Il est nécessaire d'accélérer la stérilisation d'une boîte alimentaire avec des réactifs chimiques. Après la création d'un modèle Su-Field de la situation réelle, un des Standards pertinents pour aborder ce problème suggère la transformation suivante (Figure 2.2.2.g).

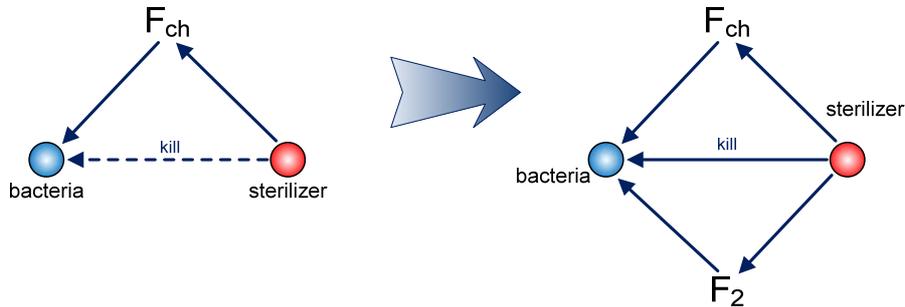


Figure 2.1.1.g – Transformation suggérée pour améliorer l'efficacité d'un processus de stérilisation.  
Traduction Figure 2.1.1g, Bactéries – tuer - stérilisateur

L'analyse des ressources disponibles, également soutenue par une recherche dans la base de données des effets, suggère l'hypothermie comme solution possible pour améliorer l'efficacité du processus (Figure 2.1.1.h).

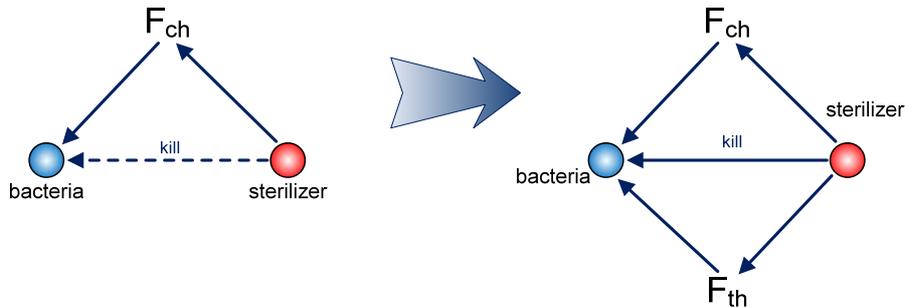


Figure 2.1.1.h – Adoption de l'hypothermie comme action complémentaire pour tuer les bactéries.

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :



Lorsque le son est coupé (par ex. pendant une réunion), un téléphone portable indique qu'un appel entre en émettant des vibrations ; mais si le téléphone portable est posé sur une surface molle (par ex. un classeur en cuir, des journaux, etc.), les vibrations ne produisent aucun son et l'utilisateur risque de ne pas être alerté.

Après la création d'un modèle Su-Field de la situation réelle, un des Standards pertinents pour aborder ce problème suggère la transformation suivante (Figure 2.2.2.i).

Développez une solution d'après la direction suggérée.

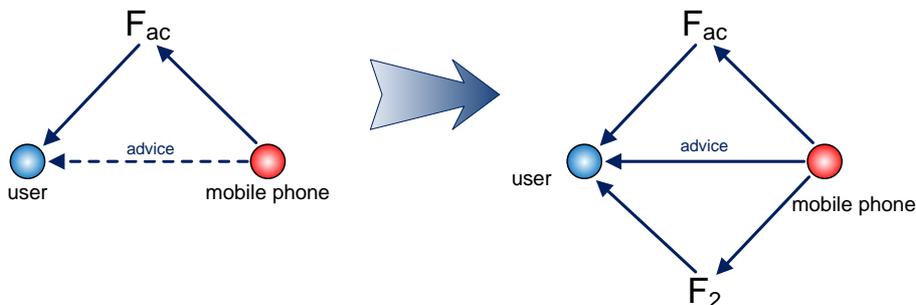
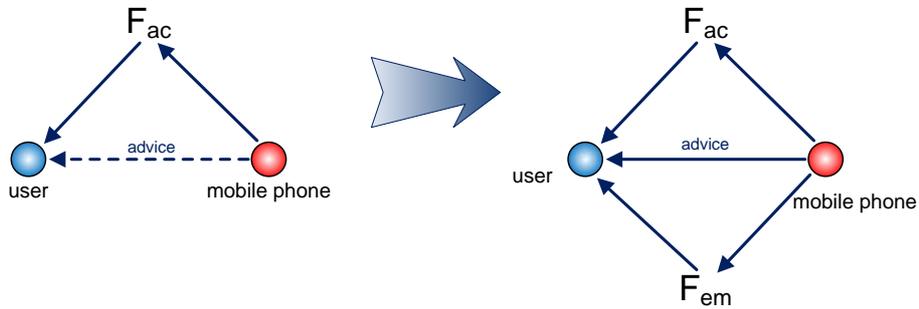


Figure 2.1.1.i – Transformation suggérée pour améliorer l'efficacité de l'alarme d'un téléphone portable.  
Traduction Figure 2.1.1i, Utilisateur – notification – téléphone portable

Solution 1 :

Pour compléter le champ de vibrations / acoustique déjà présent dans le système, un signal optique parallèle peut être ajouté au téléphone portable (par ex. lumière de l'écran LCD qui s'allume et s'éteint, Figure 2.1.1.j).



*Figure 2.1.1.j – Adoption d'un signal optique comme moyen complémentaire d'indiquer à l'utilisateur d'un téléphone portable qu'il reçoit un appel.*

## 4.2.2 - CLASSIFICATION DES SOLUTIONS STANDARD

### Définition



Dans TRIZ Classique, les Solutions Standard sont réparties dans cinq classes :

- Amélioration des interactions et élimination des effets néfastes
- Évolution de systèmes
- Transition du macro-niveau au micro-niveau
- Problèmes de détection et de mesure
- Méta-solutions, aides.

### Théorie

Les Solutions Standard ont été développées à partir de la seconde moitié des années 1970 en collectant des solutions « typiques » à des problèmes techniques. À l'origine, elles étaient numérotées de manière séquentielle en fonction de l'ordre de découverte.

En mars 1979, Altshuller développa le premier Système de Standards comprenant trois classes :

- \* Standards pour la modification des systèmes
- \* Standards pour la détection et les mesures
- \* Standards pour l'application des Standards.

À la fin de l'année 1984, la plupart des écoles TRIZ de l'ancienne Union Soviétique adoptèrent un tel Système de Standards pour la résolution de tout problème « ordinaire », tandis qu'ARIZ était appliqué pour l'analyse de problèmes non standard, c'est-à-dire inventifs, ainsi que pour l'identification d'autres Standards.

Après l'identification et la formalisation des *Lois de l'Évolution de Systèmes d'Ingénierie* (LESI, 1983-1986), Altshuller suggéra une nouvelle classification des 76 Solutions Standard en cinq classes afin de les harmoniser avec les LESI :

- \* Amélioration des interactions et élimination des effets néfastes
- \* Évolution de systèmes
- \* Transition du macro-niveau vers le micro-niveau
- \* Problèmes de détection et de mesure
- \* Méta-solutions, aides

### Modèle

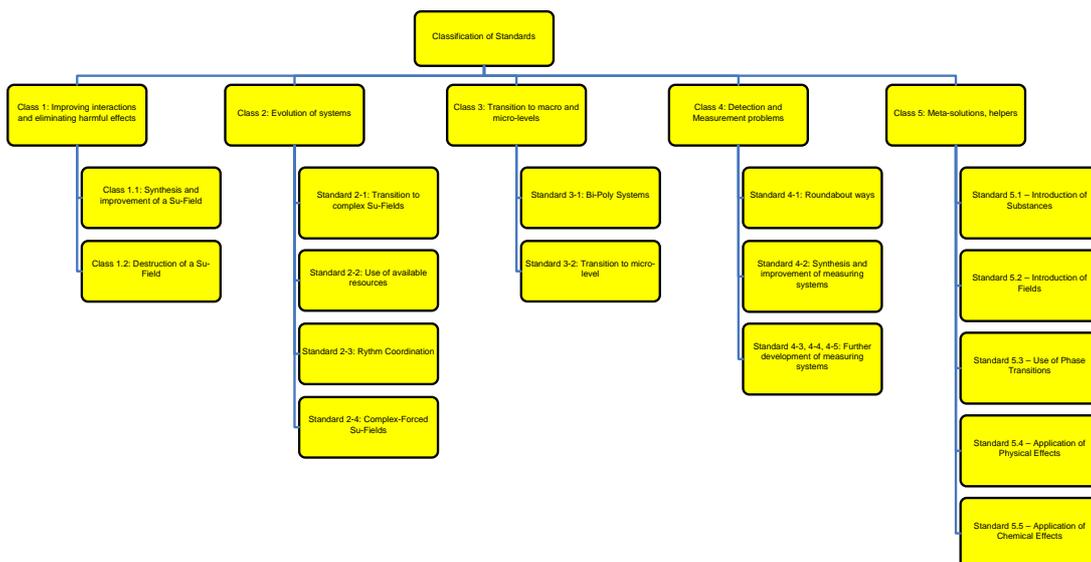


Figure 2.2.a – Classification des Solutions Standard.

Traduction Figure 2.2a

Classification des standards

1.1 Classe 1 : Amélioration des interactions et élimination des effets néfastes

1.2 synthèse et amélioration d'un modèle Su-Field

Destruction d'un Su-Field

2 Évolution de systèmes

2.1 transition vers Su-Field complexes

2.2 utilisation des ressources disponibles

2.3 coordination du rythme

2.4 Su-Field complexes forcés

3 transition vers niveaux macro et micro

3.1 Systèmes bi-poly

3.2 transition vers micro-niveau

4 Problème de détection et de mesure

4.1 détours

4.2 synthèse et amélioration des systèmes de mesure

4.3 développement ultérieur de systèmes de mesure

5 méta solutions – aides

5.1 introduction de substances

5.2 introduction de champs

5.3 utilisation de transition de phase

5.4 application d'effets physiques

5.5 application d'effets chimiques

## Méthode

La classification des Solutions Standard est un guide de sélection des Standards à appliquer (Figure 2.2.a) :

- \* Si une fonction manque ou qu'une interaction utile entre deux éléments d'un *Système Technique* doit être améliorée, les Standards adéquats peuvent être trouvés dans la Classe 1.1 ;
- \* Si un problème est caractérisé par une interaction néfaste entre deux éléments d'un *Système Technique*, les Standards adéquats peuvent être trouvés dans la Classe 1.2 ;
- \* Dans les deux cas, les modifications apportées aux substances / ressources existantes peuvent être appliquées aux Standards de la Classe 2 ;
- \* Les problèmes plus critiques requièrent que des changements plus radicaux soient apportés au *Système Technique* par une intégration au niveau du *Super-Système* (Classe 3.1) ou par la transition vers une échelle d'interaction plus petite (Classe 3.2);
- \* Les problèmes de détection et de mesure peuvent être abordés par l'élimination du besoin de mesure (Classe 4.1), par la création d'une nouvelle interaction de mise à disposition d'information (Classe 4.2), ou par le développement plus avant des éléments de mesure existants (Classe 4.3) ;
- \* Quel que soit le Standard à appliquer, certaines précautions spéciales peuvent être prises afin d'éviter les inconvénients lors de l'introduction d'une nouvelle substance (Classe 5.1), d'un champ (Classe 5.2), d'une transition de phase (Classe 5.3) et d'effets physiques et chimiques (Classe 5.4 et 5.5).

Vous trouverez davantage d'indications sur la sélection et l'utilisation des Standards à la *Section 3*.

## Références

- [1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## CLASSE 1 : AMÉLIORER LES INTERACTIONS ET ÉLIMINER LES EFFETS NÉFASTES

### Théorie

La première classe des Standards Inventifs est dédiée à la synthèse d'une interaction Su-Field, à l'amélioration de l'effet positif d'une interaction Su-Field ou à l'élimination de l'effet négatif d'une interaction Su-Field à l'aide d'une transformation Su-Field (*Section 2.1.1*).

### Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## CLASSE 1.1 : SYNTHÈSE ET AMÉLIORATION D'UN SU-FIELD

### Définition



La synthèse d'un Su-Field consiste à créer une triade Substance 1 – Champ – Substance 2 complète, ce qui représente le *modèle minimal* d'un système technique. Améliorer un Su-Field signifie améliorer l'effet positif d'une interaction fonctionnelle entre la Substance 2 (*Outil* ou *Organe de Travail*) et la Substance 1 (*Produit* ou *Objet*).

### Méthode



Le premier standard (1-1-1) vise la création d'une nouvelle interaction Su-Field en introduisant les éléments manquants du système.

Lorsque l'on applique les autres standards de la classe 1-1 (1-1-2 — 1-1-8), le champ principal existant entre l'organe de travail  $S_2$  et l'objet  $S_1$  doit être maintenu et des ajouts de substances doivent « booster » l'interaction existante dans le champ existant.



### Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## STANDARD 1-1-1: SYNTHÈSE D'UN SYSTÈME SUBSTANCES-CHAMP

### Définition

La synthèse d'un Su-Field consiste à créer une triade Substance 1 – Champ – Substance 2 complète, ce qui représente le *modèle minimal* d'un système technique.



### Théorie

S'il est nécessaire de produire un effet positif sur un *objet* (Substance 1) en apportant une *fonction utile*, c'est-à-dire en modifiant un paramètre ou une caractéristique de l'objet lui-même, et que les conditions ne comportent aucune limitation concernant l'introduction de substances et/ou de champs, le problème est résolu par la synthèse d'un modèle Su-Field complet : l'objet subit l'action d'un champ physique qui produit le changement nécessaire sur l'objet.

### Modèle

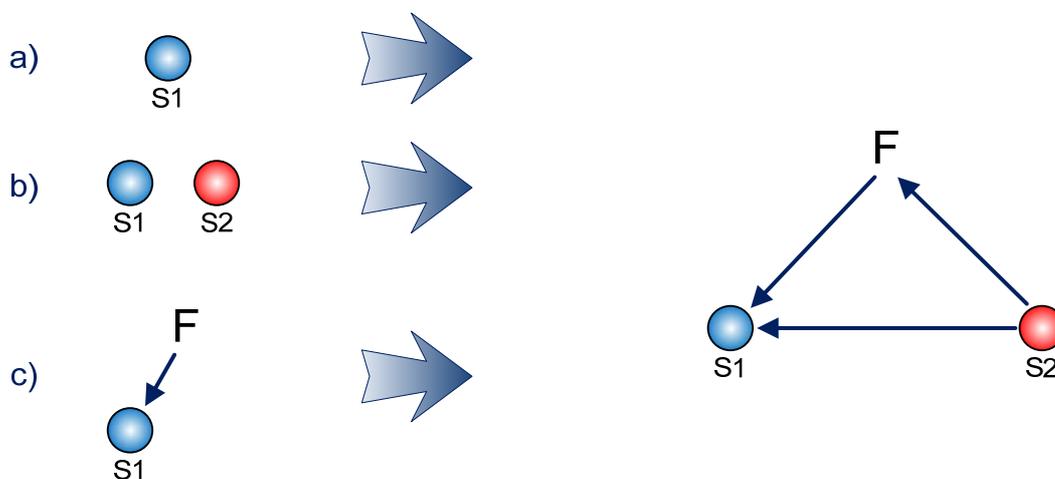


Figure 2.2.1.1.1.a – STANDARD 1-1-1 : Synthèse d'un système substance-champ.

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsqu'une fonction utile doit être réalisée sur un objet donné ( $S_1$ ), mais qu'il manque l'interaction capable de fournir la modification de l'objet attendue.

Trois situations différentes peuvent se présenter (Figure 2.2.1.1.1.a, gauche) :

Aucun autre élément n'est présent ;

Un élément de travail est présent ( $S_2$ ), mais aucun champ ne le fait interagir avec l'objet ( $S_1$ ) ;

Un champ est présent (F), mais il manque l'élément de travail.

Pour remplir la fonction utile, le système doit être complété par l'ajout des éléments manquants (Figure 2.2.1.1.1.a, droite), c'est-à-dire par l'introduction d'une substance et/ou d'un champ au système.

Pour réaliser une recherche systématique de substance/ champ à ajouter au système, il est suggéré de parcourir les tableaux de *Ressources Substance/Champ*.



### Exemple

Il faut maintenir la porte d'un congélateur bien fermée afin de limiter l'échange de chaleur.

D'abord, il est nécessaire de déterminer la fonction utile devant être remplie : maintenir la porte fermée se traduit par la fonction « tenir la porte », c'est-à-dire « stabiliser son orientation dans la position fermée ». Il convient de mentionner que la fonction est correctement exprimée lorsque le paramètre de l'objet à contrôler (c'est-à-dire augmenté, réduit, changé, stabilisé) est



explicite.

La situation initiale est donc constituée d'un seul objet (la porte), puisqu'aucun autre élément n'a été mentionné (Figure 2.2.1.1.1.a, sous-cas a).

D'après le Standard 1-1-1, il est nécessaire d'introduire une substance et un champ (Figure 2.2.1.1.1.b).

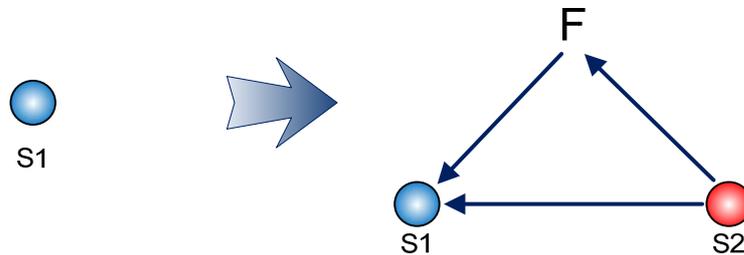


Figure 2.2.1.1.1.b – STANDARD 1-1-1 : Synthèse d'un système substance-champ.

En parcourant le tableau des ressources Substance-Champ ou en plaçant l'attention sur l'expérience de résolution de problèmes, plusieurs solutions peuvent être découvertes : un champ mécanique peut être créé à l'aide d'un crochet (élément de travail), un champ magnétique peut être appliqué par un aimant, etc. (Figure 2.2.1.1.1.c).

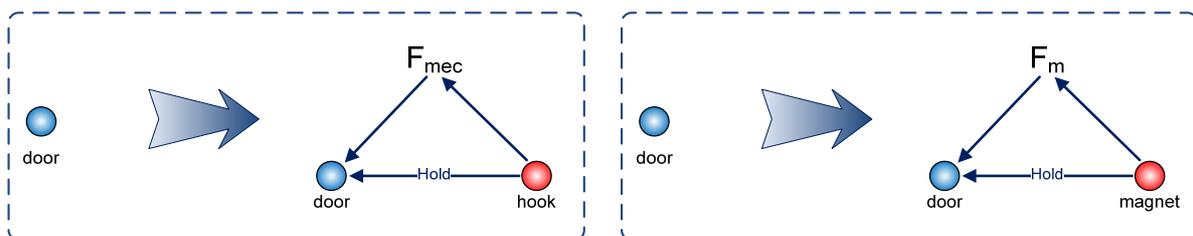


Figure 2.2.1.1.1.c – Exemples d'applications du Standard 1-1-1 pour remplir la fonction « tenir la porte ».  
Traduction Figure 2.2.1.1.1c Porte porte tenir crochet Porte porte tenir aimant

## Auto-évaluation

### Exercice1



Nina est dans la cuisine et elle prépare un gâteau avec sa mère pour le dîner. Elles ont besoin de crème chantilly, et la mère prépare donc un bol contenant la crème et un fouet, et laisse le tout sur la table. À l'évidence, la crème reste liquide. Lorsque Nina arrive, elle complète rapidement le modèle Su-Field. Que fait-elle ?

## Réponse 1 :

Ce problème est évidemment très simple, mais il est résolu en complétant un mini modèle qui était incomplet (Figure 2.2.1.1.1.d, gauche). Nous avons deux substances sur la table : la crème dans un bol et le fouet. D'après le Standard 1-1-1, il est facile de voir qu'il manque un champ. Un champ mécanique serait une bonne solution pour Nina et elle commence donc à fouetter la crème à l'aide du fouet pour la faire monter en chantilly (Figure 2.2.1.1.1.d, droite).

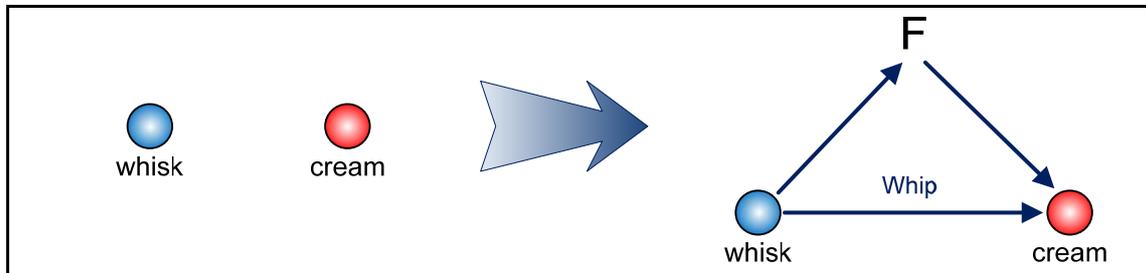


Figure 2.2.1.1.1.d – Un exemple facile d'utilisation du Standard 1-1-1 : fouetter la crème.

Traduction Figure 2.2.1.1.1d

Fouet crème

Fouet – fouetter – crème

## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 1-1-2 : AMÉLIOER LES INTERACTIONS EN AJOUTANT DES ADDITIFS AUX OBJETS

### Définition



Améliorer un Su-Field signifie améliorer l'effet positif d'une interaction fonctionnelle entre la Substance 2 (*Outil* ou *Organe de travail*) et la Substance 1 (*Produit* ou *Objet*) sans modifier le champ principal existant entre les substances.

L'interaction peut être améliorée en introduisant un additif interne aux substances.

### Théorie

S'il est nécessaire d'améliorer l'effet positif d'une fonction utile sur un objet, et si les conditions ne comportent pas de limitation quant à l'ajout d'additifs aux substances données, le problème peut être résolu en ajoutant des additifs étrangers dans les substances présentes pour améliorer la contrôlabilité ou transmettre les propriétés requises à l'interaction Su-Field. Le rôle de ces additifs est d'amplifier l'effet de l'interaction existante entre les substances dans le champ présent, ou d'augmenter le degré de contrôle de l'interaction. C'est pourquoi il n'est pas permis de modifier la nature du champ existant entre les deux substances.

### Modèle

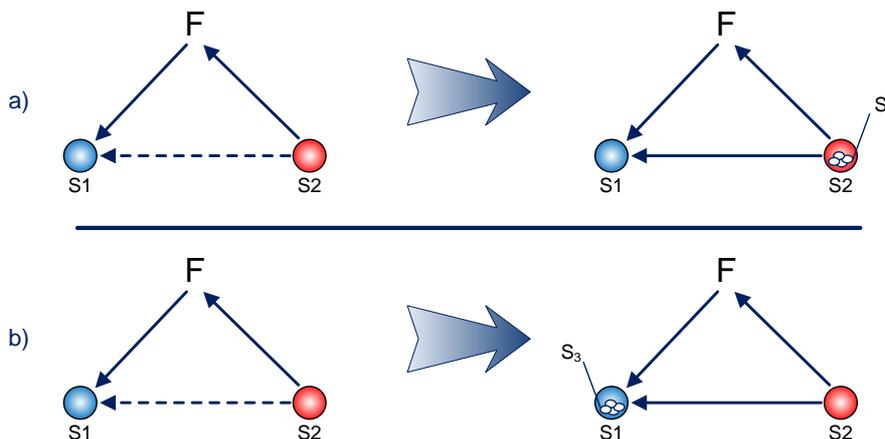


Figure 2.2.1.1.2.a – STANDARD 1-1-2 : Améliorer les interactions en ajoutant des additifs aux objets.

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsqu'une fonction est insuffisante, c'est-à-dire que la modification exercée sur l'objet ne correspond pas aux attentes, et qu'il est permis d'ajouter des additifs à l'élément de travail (Figure 2.2.1.1.2.a, en haut) ou à l'objet (Figure 2.2.1.1.2.a, en bas).

Les étapes suivantes doivent être réalisées :

1. Créer un modèle Su-Field de la fonction utile insuffisante ; identifier la modification de paramètre à améliorer ;
2. vérifier qu'il est possible d'ajouter des additifs à l'élément de travail et/ou à l'objet ;
3. rechercher des substances qui pourraient améliorer l'efficacité du champ existant ;
4. vérifier qu'il n'y a pas de limitations à l'introduction de substances spécifiques dans un système technique.

Note : la troisième étape peut être réalisée avec un tableau de ressources substances.



## Exemple :

Pour nettoyer la surface de la plaque d'une cuisinière, nous utilisons une éponge humide pour dissoudre les particules de saleté.

Si l'éponge ne contient que de l'eau, le processus est très lent et certaines substances grasses restent collées à la plaque. D'après la Solution Standard 1-1-2, une telle interaction insuffisante peut être améliorée à l'aide d'un additif interne (Figure 2.2.1.1.2.b).

En fait, alors qu'il est relativement compliqué d'introduire un additif interne à la saleté, une solution ordinaire est d'ajouter du détergent ( $S_3$ ) dans l'eau afin d'augmenter sa capacité à dissoudre la saleté.

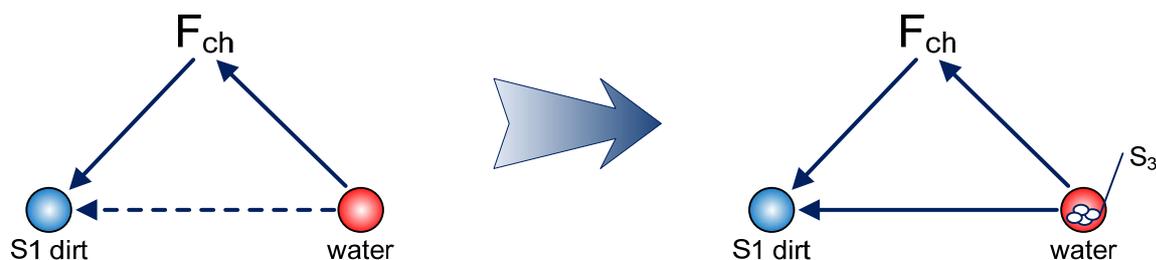


Figure 2.2.1.1.2.b – Exemples d'application du Standard 1-1-2 pour améliorer la fonction utile « dissoudre la saleté ».

Traduction Figure 2.2.1.1.2a

Saleté – eau

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :

Conduire une voiture lorsque la route est recouverte de neige peut être dangereux, l'adhérence des roues étant plutôt mauvaise (exemple de la Section 2.2.1.1.3).

Générez une solution d'après le Standard 1-1-2 (et pas le Standard 1-1-3 !).



### Réponse 1 :

Un modèle représentant l'interaction insuffisante entre la route et la roue est représenté sur la Figure 2.2.1.1.2.c, gauche.

Le paramètre à modifier (augmenter) est la friction existant entre la roue et la route : pour avoir plus de grip, les indications du Standard 1-1-2 peuvent être suivies : introduire des additifs dans l'élément de travail et/ou l'objet pour améliorer l'efficacité de l'interaction (Figure 2.2.1.1.2.c, droite).

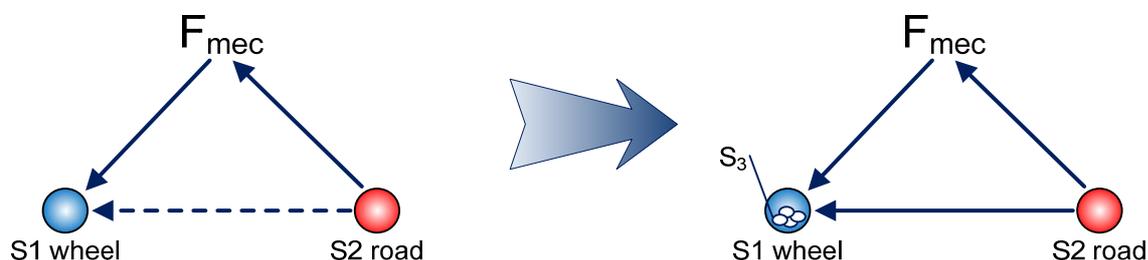


Figure 2.2.1.1.2.c – Exemple d'application du Standard 1-1-2 pour améliorer la fonction utile « aider la roue ».

Traduction Figure 2.2.1.1.2c

Roue - route

Au lieu d'introduire des additifs internes à la route, il est plus pratique d'ajouter une substance  $S_3$  à la roue.

Un exemple connu est le pneu neige clouté (Figure 2.2.1.1.2.d).



Figure 2.2.1.1.2.d – Exemple d'application du Standard 1-1-2 à des pneus neige (additif interne = clous).

## Exercice 2 :



De nos jours, tout le monde a un ordinateur portable. On peut l'emporter de la maison au travail ou à l'école par exemple. On utilise un sac en toile pour transporter l'ordinateur. Mais le sac peut tomber et causer ainsi des dommages au PC. La protection offerte par le sac en toile est donc parfois insuffisante. Comment pouvons-nous l'améliorer ?

## Réponse 2 :



Dans la situation initiale,  $S_1$  est représenté par le sac qui, grâce à un champ mécanique, contient et protège une seconde substance (l'ordinateur portable) (voir Figure 2.2.1.1.2.e, gauche). Le paramètre à améliorer est la capacité protectrice du sac. Donc, d'après le Standard 1-1-2, nous devons ajouter une nouvelle substance  $S_3$  pour faire en sorte que cette capacité soit suffisante. Nous pouvons choisir si nous voulons ajouter quelque chose au sac ou quelque chose à l'ordinateur portable : dans ce cas, le premier choix est plus utile. Cette substance peut être, par exemple, un coussin en mousse entre les couches de toile (Figure 2.2.1.1.2.e, droite).

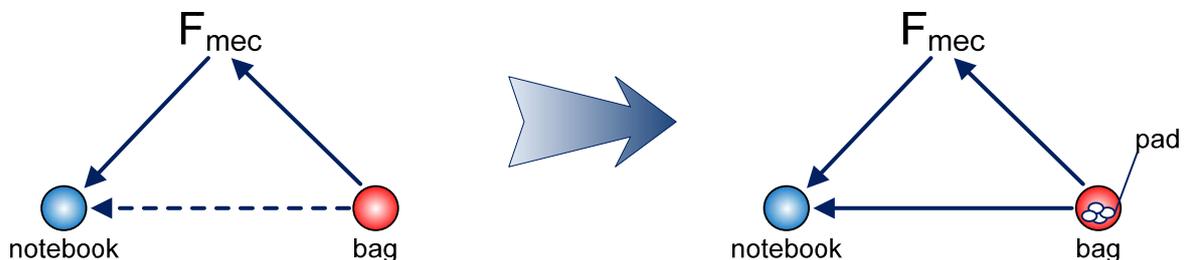


Figure 2.2.1.1.2.e – Le modèle Su-Field d'un sac pour ordinateur portable.

Traduction Figure 2.2.1.1.2e

Ordinateur portable – sac

Ordinateur portable – sac – coussin

## Références



- [1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## STANDARD 1-1-3 : AMÉLIORER LES INTERACTIONS EN INTRODUISANT DES ADDITIFS DANS UN SYSTÈME

### Définition

Améliorer un Su-Field signifie améliorer l'effet positif d'une interaction fonctionnelle entre la Substance 2 (*Outil* ou *Organe de travail*) et la Substance 1 (*Produit* ou *Objet*) sans modifier le champ principal existant entre les substances.

L'interaction peut être améliorée en introduisant un additif externe aux substances.



### Théorie

S'il est nécessaire d'améliorer l'effet positif d'une fonction utile sur un objet, et si les conditions ne comportent pas de limitation quant à l'ajout d'additifs aux substances données, le problème peut être résolu en ajoutant des additifs externes dans les substances présentes pour améliorer la contrôlabilité ou transmettre les propriétés requises à l'interaction Su-Field. Le rôle de ces additifs est d'amplifier l'effet de l'interaction existante entre les substances dans le champ présent, ou d'augmenter le degré de contrôle de l'interaction. C'est pourquoi il n'est pas permis de modifier la nature du champ existant entre les deux substances.

### Modèle

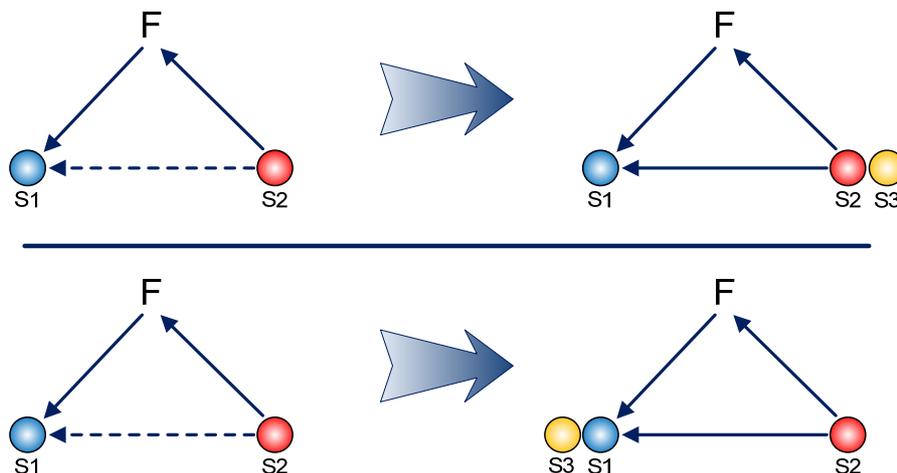


Figure 2.2.1.1.3.a – STANDARD 1-1-3 : Améliorer les interactions en introduisant des additifs dans un système.

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsqu'une fonction est insuffisante, c'est-à-dire que la modification exercée sur l'objet ne correspond pas aux attentes, et qu'il est permis d'ajouter des additifs externes à l'élément de travail (Figure 2.2.1.1.3.a, en haut) ou à l'objet (Figure 2.2.1.1.3.a, en bas).



Les étapes suivantes doivent être réalisées :

1. Créer un modèle Su-Field de la fonction utile insuffisante ; identifier la modification de paramètre à améliorer ;
2. vérifier qu'il est possible d'ajouter des additifs externes à l'élément de travail et/ou à l'objet ;
3. rechercher des substances qui pourraient améliorer l'efficacité du champ existant ;
4. vérifier qu'il n'y a pas de limitations à l'introduction d'une substance aussi spécifique dans un système technique.

Note : la troisième étape peut être réalisée avec un tableau de ressources substances.

## Exemple



Conduire une voiture lorsque la route est recouverte de neige peut être dangereux, l'adhérence des roues étant plutôt mauvaise. La Figure 2.2.1.1.3.b, gauche, représente un modèle Su-Field de la situation.

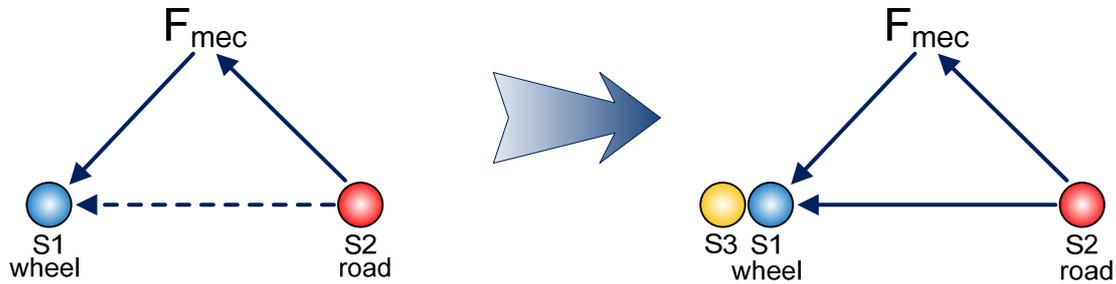


Figure 2.2.1.1.3.b – Exemple d'application du Standard 1-1-3 pour améliorer la fonction utile « aider la roue ».

Pour améliorer l'interaction utile entre la route (couverte de neige) et la roue, le Standard 1-1-3 suggère d'ajouter une substance externe à la route ou à la roue (Figure 2.2.1.1.3.a). Bien qu'il soit possible, en Théorie, d'appliquer une substance externe sur la route pour améliorer son adhérence, il est clair qu'il est bien plus pratique d'appliquer un additif externe à la roue (Figure 2.2.1.1.3.b, droite).

Une solution connue est l'utilisation de chaînes.

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :



Un couvercle plastique doit être peint, mais il est très lisse et pas du tout poreux, et la peinture n'adhère donc pas suffisamment sur la surface. Essayez de résoudre ce problème en utilisant le Standard 1-1-3.

### Réponse 1 :

Cette situation est un autre exemple d'action utile mais insuffisante de  $S_2$  (la peinture) sur  $S_1$  (la partie qui doit être peinte), comme représenté sur la Figure 2.2.1.1.3.c, gauche.

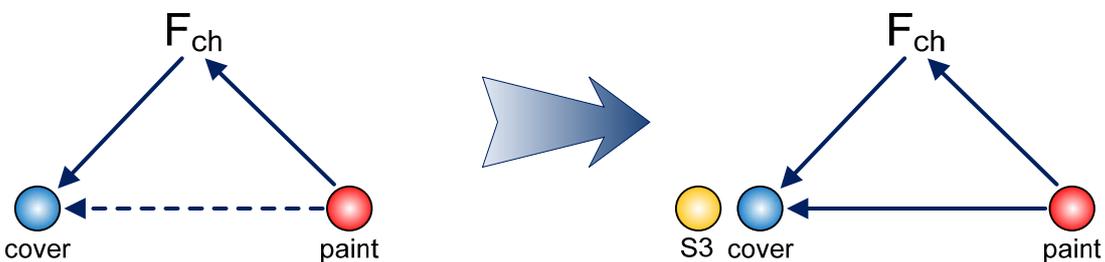


Figure 2.2.1.1.3.c – Comment peindre un couvercle plastique grâce à un modèle Su-Field.

Le paramètre à améliorer est l'adhérence de la peinture sur le couvercle. Pour résoudre ce problème, d'après la Solution Standard 1-1-3, nous devons ajouter une substance externe  $S_3$  à la peinture ou au couvercle, comme représenté sur la Figure 2.2.1.1.3.c, gauche. Ajouter quelque chose à la peinture est une façon de suivre les indications du Standard 1-1-2. La substance externe doit donc être placée près ou au-dessus du couvercle. Une solution

# tETRIS

explicative pourrait être l'utilisation d'un spray fixant sur le couvercle avant l'application de la peinture (Figure 2.2.1.1.3.c, droite).

## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 1-1-4 : UTILISATION DE L'ENVIRONNEMENT POUR AMÉLIORER LES INTERACTIONS

### Définition



Améliorer un Su-Field signifie améliorer l'effet positif d'une interaction fonctionnelle entre la Substance 2 (*Outil* ou *Organe de travail*) et la Substance 1 (*Produit* ou *Objet*) sans modifier le champ principal existant entre les substances.

L'interaction peut être améliorée en utilisant l'environnement comme troisième substance, ce qui peut augmenter l'efficacité du système.

### Théorie

S'il est nécessaire d'améliorer l'effet positif d'une fonction utile sur un objet, et si les conditions ne comportent pas de limitation quant à l'ajout d'additifs aux substances données, le problème peut être résolu en utilisant l'environnement comme troisième substance pour améliorer la contrôlabilité ou transmettre les propriétés requises à l'interaction Su-Field. Le rôle de l'environnement est d'amplifier l'effet de l'interaction existante entre les substances dans le champ présent, ou d'augmenter le degré de contrôle de l'interaction. C'est pourquoi il n'est pas permis de modifier la nature du champ existant entre les deux substances.

### Modèle

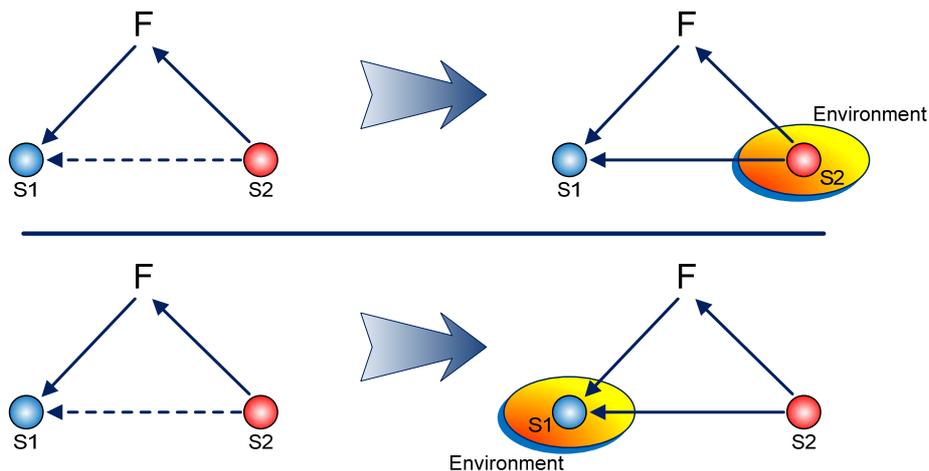


Figure 2.2.1.1.4.a – STANDARD 1-1-4 : Utilisation de l'environnement pour améliorer les interactions.

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsqu'une fonction est insuffisante, c'est-à-dire que la modification exercée sur l'objet ne correspond pas aux attentes, et qu'il n'est pas permis d'ajouter des additifs externes à l'élément de travail.

Dans un tel cas, il faut vérifier que l'environnement entourant l'une quelconque des substances qui interagissent puisse fournir les propriétés attendues au champ.

Les étapes suivantes doivent être réalisées :

1. Créer un modèle Su-Field de la fonction utile insuffisante ; identifier la modification de paramètre à améliorer ;
2. définir les propriétés candidates capables d'améliorer l'efficacité du champ existant ;
3. analyser les caractéristiques de l'environnement entourant l'outil de travail (Figure 2.2.1.1.4.a, en haut) ou l'objet (Figure 2.2.1.1.4.a, en bas) et vérifier la disponibilité d'une propriété définie à l'Étape 2 ;
4. Vérifier s'il y a des limitations quant à l'adoption de l'environnement comme la



troisième substance de l'interaction Su-Field.

Note : les deuxième et troisième étapes peuvent être réalisées avec un tableau de ressources substances.

## Exemple

Pour améliorer l'efficacité d'un système de climatisation, les ventilateurs extérieurs sont installés sur le côté nord du bâtiment, profitant ainsi de l'environnement ombragé (Figure 2.2.1.1.4.b).

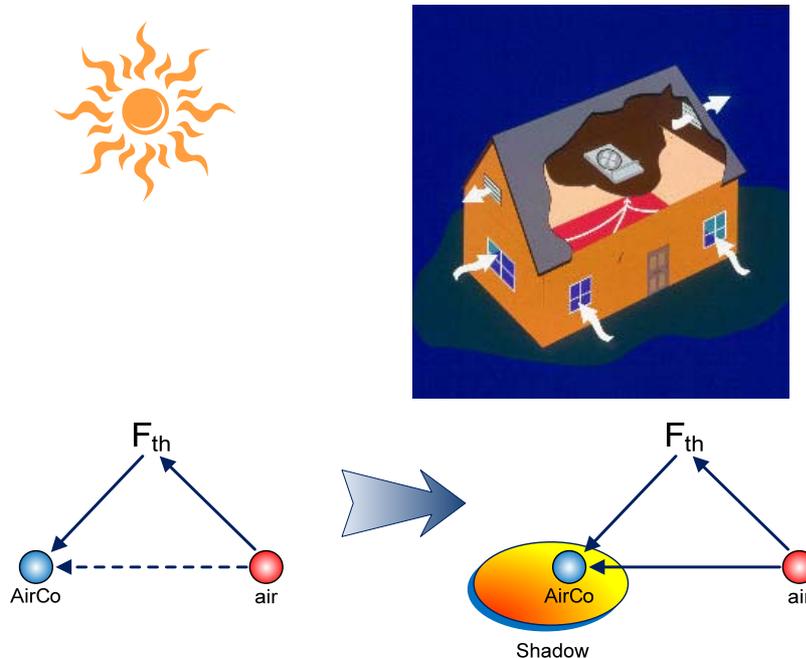


Figure 2.2.1.1.4.b – Placement d'un système de climatisation sur le côté ombragé d'un bâtiment.

Traduction Figure 2.2.1.1.4 b

Climatisation – air

Climatisation – ombre – air

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :

Combien de fois avons-nous acheté une part de pizza à emporter dans un fast-food, et elle n'était pas bonne car trop froide? Trop de fois. Comment est-il possible d'éviter le refroidissement excessif de la pizza d'après le Standard 1-1-4?



### Réponse 1 :

Le problème est très simple à représenter avec un modèle minimal. Il y a deux substances : la pizza et le comptoir du fast-food. Le champ entre eux est un champ thermique ; en fait, nous pouvons considérer l'action d'isolation insuffisante du comptoir (Figure 2.2.1.1.4.c, à gauche). Évidemment, il n'est pas possible de construire un comptoir avec une surface chaude, car cela serait trop cher. Nous devons donc utiliser une substance déjà présente dans l'environnement de la pizza et du comptoir comme le suggère la solution standard : les lampes sur la surface pourraient être une bonne solution (Figure 2.2.1.1.4.c, droite).



# tetris

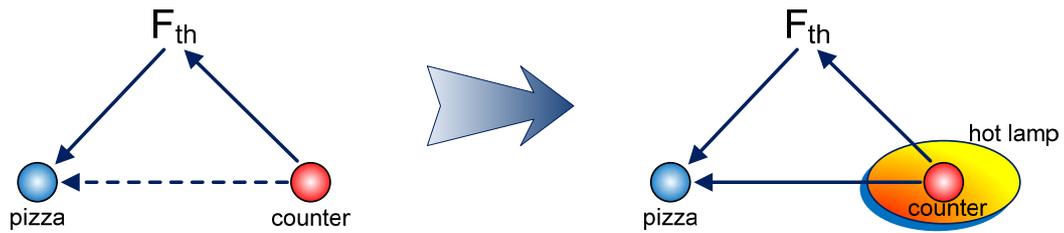


Figure 2.2.1.1.4.c – Le comptoir du fast-food modélisé avec un Su-Field.  
Traduction Figure 2.2.1.1.4 c  
Pizza – comptoir  
Pizza – comptoir – lampe chaude



## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## STANDARD 1-1-5 : MODIFICATION DE L'ENVIRONNEMENT POUR AMÉLIORER LES INTERACTIONS

### Définition

Améliorer un Su-Field signifie améliorer l'effet positif d'une interaction fonctionnelle entre la Substance 2 (*Outil* ou *Organe de travail*) et la Substance 1 (*Produit* ou *Objet*) sans modifier le champ principal existant entre les substances.

L'interaction peut être améliorée en utilisant une modification de l'environnement comme troisième substance, ce qui peut augmenter l'efficacité du système.



### Théorie

S'il est nécessaire d'améliorer l'effet positif d'une fonction utile sur un objet, et si les conditions comportent des limitations quant à l'ajout d'additifs aux substances données et que l'environnement existant ne comporte pas les substances aux propriétés adaptées, le problème peut être résolu en remplaçant l'environnement existant par un autre environnement, en décomposant l'environnement ou en introduisant des additifs dans l'environnement de manière que l'environnement modifié puisse jouer le rôle d'une troisième substance pour améliorer la contrôlabilité ou transmettre les propriétés requises à l'interaction Su-Field.

Le rôle de l'environnement est d'amplifier l'effet de l'interaction existante entre les substances sous le champ présent, ou d'augmenter le degré de contrôle de l'interaction. C'est pourquoi il n'est pas permis de modifier la nature du champ existant entre les deux substances.

### Modèle

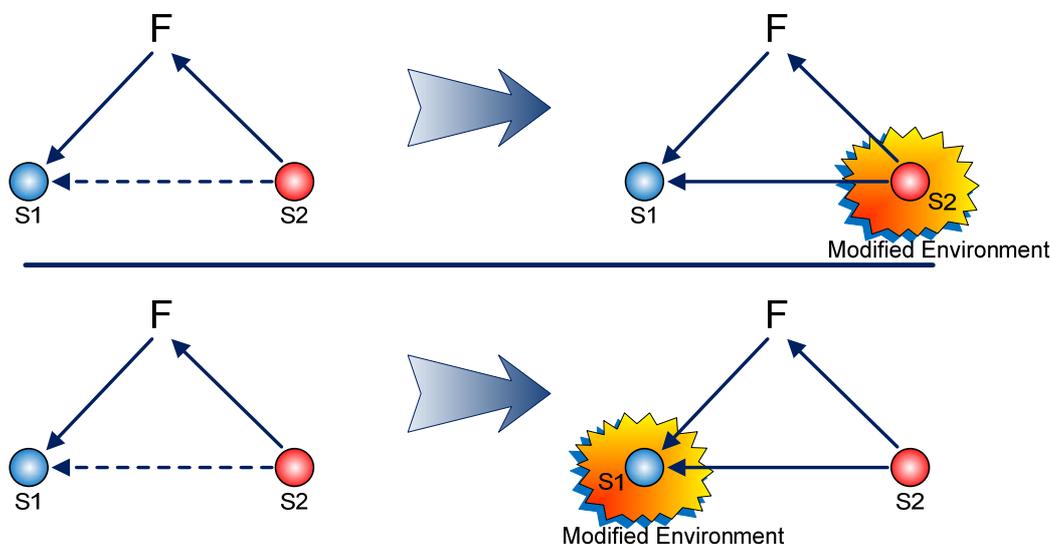


Figure 2.2.1.1.5.a – STANDARD 1-1-5 : Modification de l'environnement pour améliorer les interactions.  
Traduction Figure 2.2.1.1.5 a  
Environnement modifié

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsqu'une fonction est insuffisante, c'est-à-dire que la modification exercée sur l'objet ne correspond pas aux attentes, qu'il n'est pas permis d'ajouter des additifs externes à l'élément de travail et que l'environnement existant ne dispose pas des propriétés adaptées pour améliorer l'interaction entre les deux substances.

Dans un tel cas, il faut vérifier qu'une modification de l'environnement entourant l'une quelconque des substances qui interagissent puisse fournir les propriétés attendues au champ.



Les étapes suivantes doivent être réalisées :

1. Créer un modèle Su-Field de la fonction utile insuffisante ; identifier la modification de paramètre à améliorer ;
2. définir les propriétés candidates capables d'améliorer l'efficacité du champ existant ;
3. analyser les caractéristiques de l'environnement entourant l'outil de travail (Figure 2.2.1.1.5.a, en haut) ou l'objet (Figure 2.2.1.1.5.a, en bas) et vérifier qu'une propriété définie à l'Étape 2 puisse être obtenue en :
  - \* introduisant une troisième substance dans l'environnement ;
  - \* décomposant l'environnement selon ses substances constituantes ;
  - \* remplaçant l'environnement ;
- 4 Vérifier s'il y a des limitations quant à la modification de l'environnement sélectionnée.

Note : les deuxième et troisième étapes peuvent être réalisées avec un tableau de ressources substances.

## Exemple

Dans une salle fumeurs, après peu de temps déjà, l'air devient irrespirable même pour les fumeurs les plus accros car l'air entourant les fumeurs ne dissipe pas la fumée de manière adéquate (Figure 2.2.1.1.5.b, gauche).

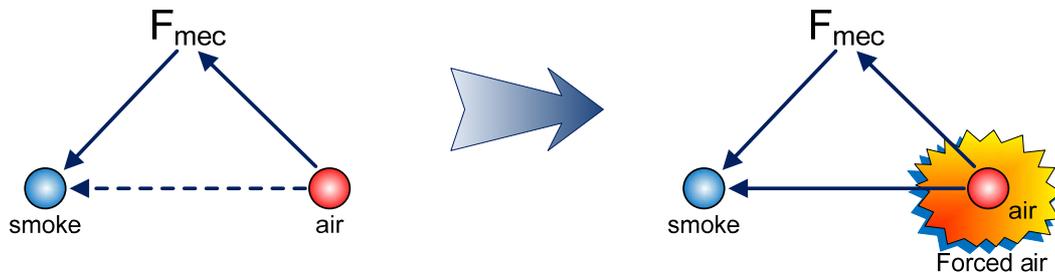


Figure 2.2.1.1.5.b – Un modèle explicatif de la Solution Standard 1-1-5.  
Traduction Figure 2.2.1.1.5 b Fumée – air Fumée – air forcé

Si nous observons l'environnement, nous pouvons par exemple trouver de l'air propre qui pourrait aider à dissoudre la fumée rapidement. Mais si l'air - c'est-à-dire à la fois l'air propre et l'air pollué – est immobile, la situation problématique ne change pas suffisamment. Nous pouvons alors imaginer forcer l'introduction d'air propre dans la salle pour enlever rapidement une quantité importante d'air pollué (Figure 2.2.1.1.5.b, droite).

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :



Nina a invité ses amis à manger de la pizza italienne faite maison. Elle lit la recette dans un livre de recettes et prépare la pâte. Mais alors qu'elle finit de mélanger les ingrédients, elle se rend compte que la pâte ne lèvera pas assez rapidement pour le dîner parce que le temps de levée est assez long. Ayant justement étudié le Standard 1-1-5, comment pensez-vous que nous puissions aider notre amie Nina ?

### Réponse 1 :

La situation initiale de stress de Nina est représentée sur la Figure 2.2.1.1.5.c, gauche, où  $S_2$ , le processus de levée, par un champ chimique, n'est pas suffisamment rapide pour permettre à la pâte de lever suffisamment  $S_1$  et à temps.



# tETRIS

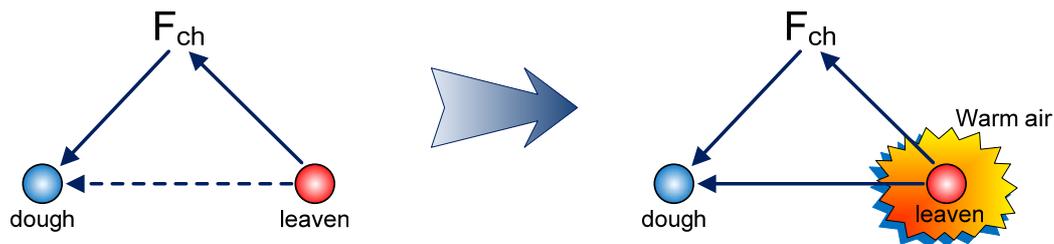


Figure 2.2.1.1.5.c – Le modèle pour améliorer le processus de levée.  
Traduction Figure 2.2.1.1.54 c Pâte – levée Pâte – levée – air chaud

Le paramètre à améliorer est le temps de la levée qui dépend, entre autres, de la température. D'après le Standard 1-1-5, nous devons considérer l'environnement de la pâte et essayer de le changer d'une manière ou d'une autre. Donc, si la pâte est entourée par de l'air plus chaud, elle lèvera plus vite (Figure 2.2.1.1.5.c, droite).

## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 1-1-6 : FOURNIR L'ACTION MINIMALE D'UNE ACTION

### Définition



Fournir l'effet minimal d'une action est nécessaire lorsqu'une action utile excessive est produite. Il est alors nécessaire de réduire l'impact de l'Outil sur l'Objet d'une interaction Su-Field.

### Théorie

Lorsqu'il y a un excès de Substance ou un excès de Champ et qu'il est difficile, voire impossible, de fournir une quantité contrôlée (mesurée, optimale) de Substance ou de Champ, il est recommandé de conserver le statut de la substance ou du champ excessifs, et de retirer la substance superflue dans une deuxième étape. L'excès d'une substance est éliminé par un champ (Figure 2.2.1.1.6.a, en haut), tandis que l'excès de champ est éliminé par une substance (Figure 2.2.1.1.6.a, en haut).

### Modèle

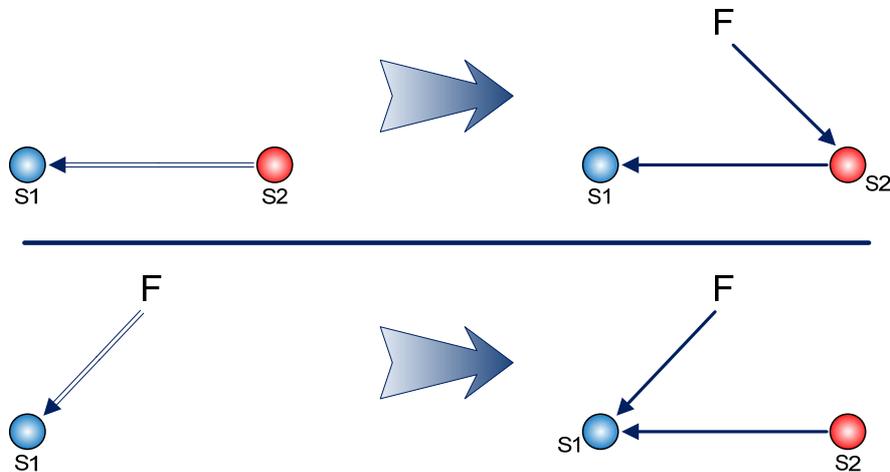


Figure 2.2.1.1.6.a – STANDARD 1-1-6 : Fournir l'effet minimal d'une action.

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsqu'une quantité excessive de substance est présente dans le système ou qu'une interaction utile est excessive (1.1.2 – Types d'interactions et symboles correspondants).

S'il est trop difficile ou impossible de réduire et de contrôler la quantité de substance / champ, les étapes suivantes doivent être réalisées :

1. créer un modèle Su-Field de l'interaction utile excessive ;
2. identifier le paramètre caractérisé par une valeur excessive ;
3. introduire une modification capable d'éliminer l'excès :
  - \* si le paramètre excessif est lié à une Substance  $S_2$ , cherchez des ressources champ à appliquer à  $S_2$  qui sont capables de produire la valeur désirée du paramètre  $S_2$  ;
  - \* si le paramètre excessif est lié à l'impact d'un champ  $F$  sur une substance  $S_1$ , cherchez des ressources substances à appliquer à  $S_1$  qui sont capables de produire l'impact désiré sur le champ  $F$  :

Note : la troisième étape peut être réalisée avec un tableau de ressources substances-champ.



## Exemple :

Nina est à la plage et elle est allongée au soleil pour bronzer et devenir plus jolie. Mais, comme tout le monde le sait, trop de soleil est dangereux pour notre peau, notamment en raison des rayons UV et B. Elle est étudiante TRIZ et reconnaît tout de suite qu'elle pourrait appliquer une solution standard pour résoudre son problème. Le soleil est le soleil et elle ne peut influencer son champ électromagnétique même si celui-ci est excessif. Mais elle veut prendre un bain de soleil. Donc, la situation initiale est celle représentée sur la Figure 2.2.1.1.6.b, gauche.

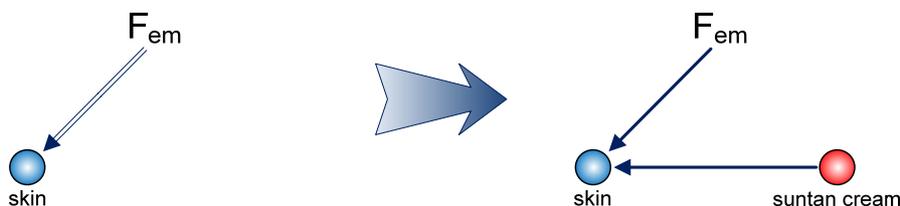


Figure 2.2.1.1.6.b – Résoudre un problème de coup de soleil avec un Su-Field.  
Traduction Figure 2.2.1.1.6 b Peau Peau – crème solaire

D'après la Solution Standard 1-1-6, une seconde substance  $S_2$  est nécessaire pour réduire l'effet produit par le soleil. Cette substance est la crème solaire qui réduit l'effet des rayons du soleil sur la peau de Nina (Figure 2.2.1.1.6.b, droite).

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :

Bill est au travail et doit concevoir un dispositif pour remplir de petits granules les soixante trous placés de manière radiale sur une roue tournante. La roue a un axe horizontal et elle tourne à très grande vitesse. Les trous permettent de placer un granule à la fois sur un autre dispositif mécanique qui retire le granule et le dépose sur un tapis roulant. Le système de chargement de la roue comprend un conteneur plein de granules ; la roue passe dans ce conteneur et les granules tombent dans les trous grâce à la gravité et à un flux d'air. Mais à la vitesse donnée, il y a un grand nombre d'échecs. Comment Bill peut-il améliorer son dispositif en appliquant le Standard 1-1-6 ?



### Réponse 1 :

La première étape en direction de la solution est de voir que la roue contient plus de granules que ce qui est nécessaire. On obtient ainsi la situation initiale adaptée au Standard 1-1-6 : un nombre excessif de granules ( $S_2$ ) remplit la portion externe de la roue ( $S_1$ ), comme représenté sur la Figure 2.2.1.1.6.c.

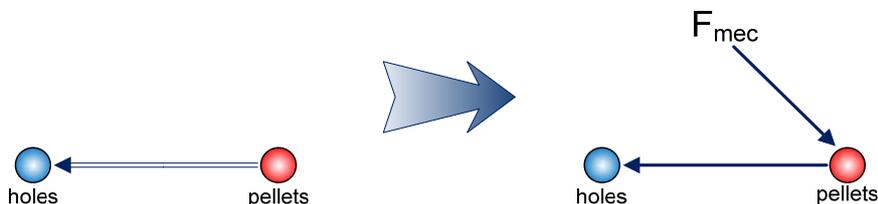


Figure 2.2.1.1.6.c – Un dispositif pour améliorer l'efficacité de remplissage de granules en utilisant le Standard 1-1-6.  
Traduction Figure 2.2.1.1.6 c Trous – granules

Le nombre de granules est le paramètre présentant une valeur excessive, et ils sont fournis par une substance à une autre substance. Nous devons donc trouver un champ capable d'assurer que le paramètre choisi présente la bonne valeur. Nous avons une roue qui tourne à grande

vitesse : les forces centrifuges pourraient représenter notre ressource pour satisfaire le modèle du standard.

## Exercice 2:



Parfois, certains acides sont nécessaires pour nettoyer les surfaces de la salle de bain et enlever le calcaire ou toute autre tâche. Mais leurs effets chimiques peuvent être excessifs pour l'émail qui peut s'éroder. Comment pouvez-vous résoudre ce problème en appliquant le Standard 1-1-6 ?

## Réponse 2 :



Commencer par créer un modèle de la situation initiale : nous n'avons qu'un champ ( $F_{ch}$ ) qui a une action excessive sur la l'émail ( $S_1$ ), comme représenté sur la Figure 2.2.1.1.6.d, gauche. Dans ce cas, nous pouvons choisir le pH du produit nettoyant comme paramètre présentant une valeur excessive. D'après le Standard 1-1-6, nous devons trouver une deuxième substance ( $S_2$ ) pour que l'action devienne utile et suffisante. Cette deuxième substance peut être un agent diluant à l'intérieur de la bouteille d'acide qui absorbe une partie de son pouvoir corrosif et augmente son pH (Figure 2.2.1.1.6.d, droite).

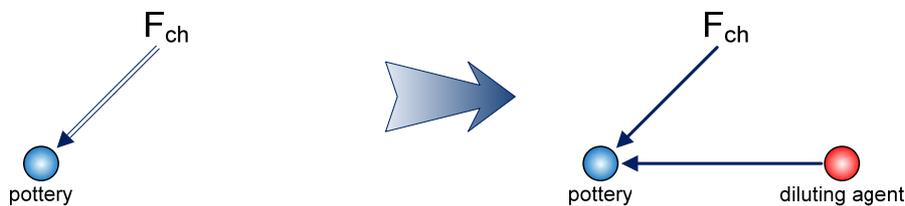
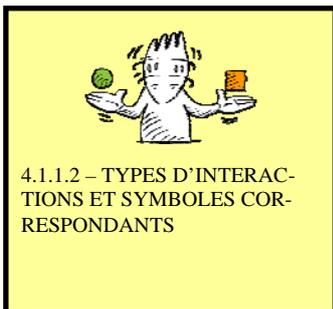


Figure 2.2.1.1.6.d – Une solution possible pour résoudre un champ actif excessif.  
Traduction Figure 2.2.1.1.6 d émail Poterie – agent diluant

## Références



[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 1-1-7 : FOURNIR L'EFFET MAXIMAL D'UNE ACTION

### Définition

Si l'effet maximal d'une action sur une substance (Objet) est nécessaire mais que cela n'est pas permis, l'action maximale doit être conservée mais dirigée sur une autre substance liée à l'objet lui-même.



### Théorie

Quand on souhaite exercer un effet maximal sur un certain objet, mais que les conditions du système supposent certains obstacles à l'action directe d'un champ aussi puissant sur l'objet lui-même (Figure 2.2.1.1.7.a, gauche), il est conseillé de faire en sorte que le même champ soit dirigé sur une autre substance liée à l'objet afin de conserver les bénéfices sans violer les contraintes du système et/ou sans provoquer de dommages (Figure 2.2.1.1.7.a, droite).

### Modèle

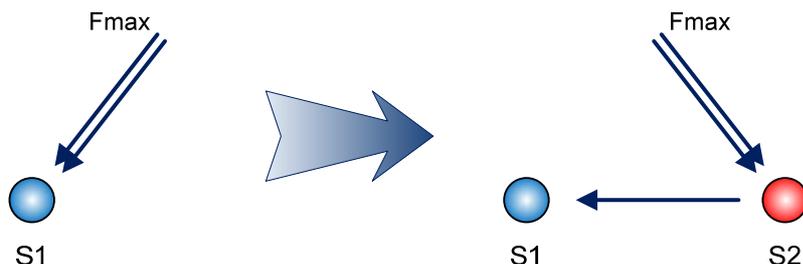


Figure 2.2.1.1.7.a – STANDARD 1-1-7 : Fournir l'effet maximal d'une action.

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsque l'étendue maximale d'une interaction utile est désirée, mais qu'elle ne peut pas être appliquée, et que les résultats sont donc excessifs (1.1.2 – Types d'interactions et symboles correspondants).

Si l'on ne souhaite pas réduire et contrôler la quantité de champ, les étapes suivantes doivent être réalisées :

1. créer un modèle Su-Field de l'interaction utile excessive ;
2. identifier le paramètre caractérisé par une valeur excessive ;
3. chercher des substances qui peuvent être soumises à la même interaction utile et qui tolèrent son effet maximal ;
4. identifier les ressources possibles (propriétés, caractéristiques) de la substance  $S_1$  qui peuvent être liées à la substance ajoutée  $S_2$ .



Note : les troisième et quatrième étapes peuvent être réalisées avec un tableau de ressources substance-champ.

## Exemple



Souvent, la rotation correcte est nécessaire pour serrer les vis. Si trop peu de force est appliquée sur la clé, il est impossible d'atteindre le résultat désiré. Si une trop grande force est appliquée, la limite de la rotation désirée sur la vis pourrait être excédée, ce qui risque de casser la tête de vis. Lorsque l'on traduit cette situation en langue Su-Field, il y a une substance  $S_1$ , la vis, sur laquelle est appliqué un champ mécanique (Figure 2.2.1.1.7.b, gauche).

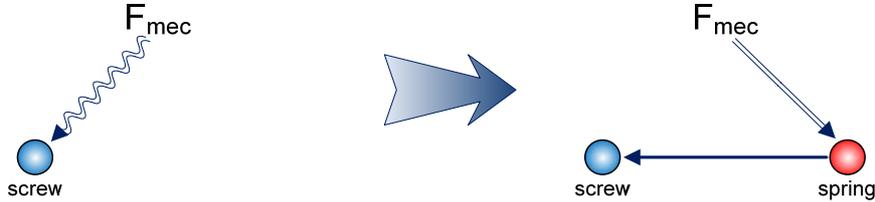


Figure 2.2.1.1.7.b – Le modèle d'un problème mécanique résolu avec le Standard 1-1-7

Le champ doit être à son niveau maximal pour atteindre le but, mais il est impossible à appliquer en raison du risque de dépasser la résistance de la vis. Une deuxième substance  $S_2$  est requise entre  $F_{mec}$  et  $S_1$  : cette substance peut être un ressort qui permet le transfert de rotation jusqu'à une valeur donnée, puis il se déforme de manière que même lorsque la force maximale est exercée, la vis est en sécurité (Figure 2.2.1.1.7.b, droite).

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :



Le grand-père de Nina est menuisier. Il fabrique une armoire en bois et doit réaliser un assemblage à queue d'aronde. Pour faire cela, il doit taper sur le bois avec un marteau car beaucoup de force est nécessaire. Mais le marteau va endommager le bois. Pouvez-vous aider le menuisier ?

### Réponse 1 :

La situation initiale pourrait être modélisée avec un champ développé par le marteau – c'est-à-dire un champ mécanique – qui interagit de manière excessive et néfaste sur la queue d'aronde en bois ( $S_1$ ) (voir Figure 2.2.1.1.7.c, gauche). D'après le Standard 1-1-7, nous devons trouver une deuxième substance liée à la première qui permettra de préserver l'effet maximal sur le champ (Figure 2.2.1.1.7.c, droite). Cette substance pourrait être un morceau de bois sur la queue d'aronde qui transmettra la force de frappe du marteau au raccord tout en évitant les conséquences néfastes en distribuant la force sur une surface plus grande.

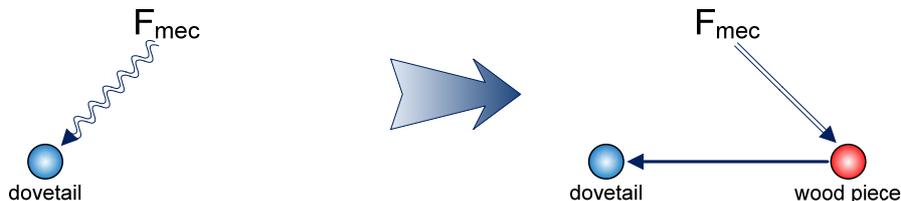


Figure 2.2.1.1.7.c – Une solution standard appliquée en menuiserie.

Traduction Figure 2.2.1.1.7 v Queue d'aronde Queue d'aronde – morceau de bois



## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## STANDARD 1-1-8 : FOURNIR UN EFFET SÉLECTIF

### Définition

Un effet sélectif d'une action est nécessaire lorsque l'effet d'un certain champ sur une substance (objet) est requis pour obtenir différentes valeurs dans différentes régions de l'objet lui-même.



### Théorie

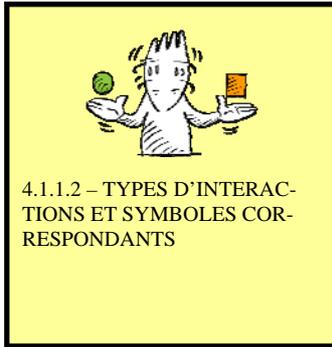
Quand un champ utile est appliqué à un certain objet, mais que l'on désire avoir un impact différent d'un tel champ sur différentes régions de l'objet lui-même, deux options sont possibles :

- \* appliquer un champ maximal, puis introduire une substance protectrice aux endroits où un effet minimal est requis (voir 2.2.1.1.8.1);
- \* appliquer un champ minimal, puis introduire une nouvelle substance capable d'amplifier l'effet local là où l'effet maximal est requis (voir 2.2.1.1.8.2).

### Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.





## STANDARD 1-1-8-1 : FOURNIR UN EFFET SÉLECTIF AVEC UN CHAMP MAXIMAL ET UNE SUBSTANCE PROTECTRICE

### Définition

Un effet sélectif d'une action est requis lorsque l'effet d'un certain champ sur une substance (objet) est nécessaire pour obtenir différentes valeurs dans différentes régions de l'objet lui-même.



### Théorie

Lorsqu'un champ utile est appliqué sur un certain objet, mais que l'on désire avoir un impact différent d'un tel champ sur différentes régions de l'objet lui-même, il est possible d'appliquer un champ maximal à l'objet entier, puis une substance protectrice aux endroits où un effet minimal est requis.

### Modèle

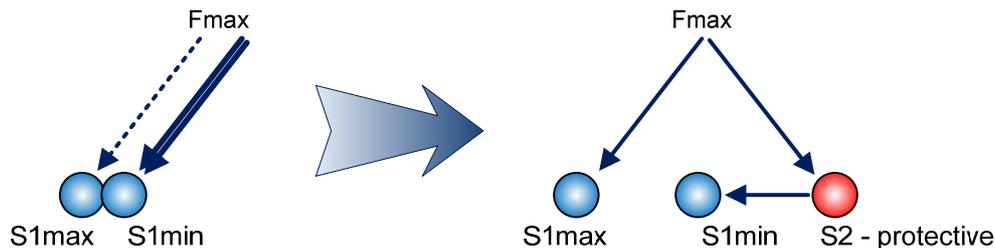


Figure 2.2.1.1.8.1.a – STANDARD 1-1-8-1 : Fournir un effet sélectif grâce à un champ maximal et une substance protectrice

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsque l'étendue maximale d'une interaction utile est désirée, mais ne peut pas être appliquée à l'objet entier et est donc excessive sur une portion de l'objet lui-même (1.1.2 – 1.1.2 – Types d'interactions et symboles correspondants).

Si on ne désire pas réduire et contrôler la quantité de champ, les étapes suivantes peuvent être réalisées :

1. créer un modèle Su-Field de l'interaction utile excessive ;
2. identifier l'espace opérationnel de l'interaction et distinguer les régions de la Substance  $S_1$  où des valeurs différentes du même paramètre sont requises ;
3. chercher des substances pouvant jouer un rôle protecteur pour la Substance  $S_1$ , et plus précisément pour la région où un effet minimal est requis ;
4. identifier des ressources possibles (propriétés, caractéristiques) pour lier les substances  $S_1$  et  $S_2$ .

Note : les troisième et quatrième étapes peuvent être réalisées avec un tableau de ressources substance-champ.



## Exemple

Les voitures modernes disposent de grandes vitres et pare-brises pour optimiser la visibilité de l'environnement externe. Cependant, lorsque le soleil est haut et très lumineux, spécialement en été, les grands pare-brises laissent pénétrer trop de lumière sur le visage du conducteur et des passagers.

Créons un modèle de la situation : il y a la lumière du soleil - qui est un champ électromagnétique - qui a un effet sur tout le compartiment passager à travers le pare-brise (Figure 2.2.1.1.8.1.b gauche).

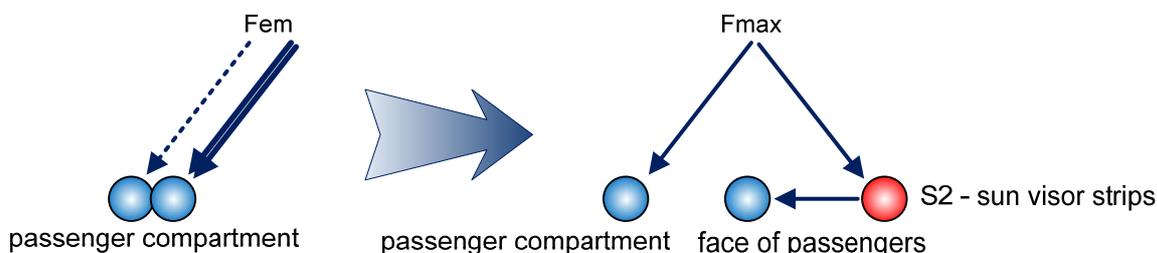


Figure 2.2.1.1.8.1.b – La Solution Standard 1-1-8-1 a été utilisée pour résoudre un problème de la vie de tous les jours.

Traduction Figure 2.2.1.1.8.1 b Compartiment passager  
Compartiment passager – visage des passagers – bandes pare-soleils

La lumière étant excessive pour une partie du compartiment passager (où les visages du conducteur et des passagers sont positionnés) nous devons, d'après le Standard 1-1-8-1, ajouter une substance externe entre le champ et les yeux lorsque nous conduisons. Cette substance externe sert à absorber le champ excessif là où cela est pratique. La solution pourrait être une bande pare-soleil sur le haut du pare-brise, à travers laquelle il est possible voir, mais qui arrête la luminosité excessive de la lumière du soleil (voir Figure 2.2.1.1.8.1.b, droite et 2.2.1.1.8.1.c).



Figure 2.2.1.1.8.1.c – La bande pare-soleil est visible sur le haut du pare-brise : on peut voir à travers elle, mais le soleil ne dérange plus car la bande pare-soleil est plus foncée que le verre transparent du pare-brise.

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :

Nous sommes à l'hôpital. Le frère de Nina a eu un accident et on doit lui faire des radios. Cependant, le médecin ne doit examiner que certaines parties intéressantes et critiques de son corps, plutôt que son corps entier. Comme tout le monde le sait, les rayons X ne sont pas sains et Nina propose donc une solution inventive. Avez-vous une idée d'après le Standard 1-1-8-1 ?



## Réponse 1 :

La situation initiale peut être représentée de la manière suivante : un fort champ électromagnétique atteint le corps du frère de Nina : c'est utile dans certaines zones, mais dans d'autres zones, cela peut être très dangereux. Voir Figure 2.2.1.1.8.1.d, gauche.

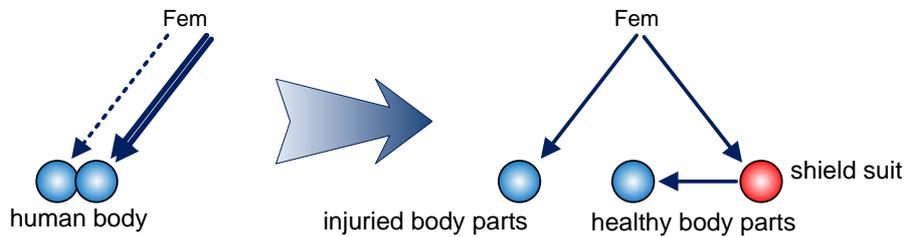


Figure 2.2.1.1.8.1.d – Une application du Standard 1-1-8-1 dans un environnement médical.

Traduction Figure 2.2.1.1.8.1 d

Corps humain

Parties blessées du corps – parties saines du corps – combinaison protectrice

Le même champ est attendu dans certaines zones, mais pas désiré dans d'autres zones. Donc, d'après les suggestions du Standard 1-8-1, nous avons besoin d'une substance  $S_2$  qui est atteinte par le champ électromagnétique, mais qui offre aux zones non intéressantes une protection contre les rayons X (Figure 2.2.1.1.8.1.d, droite). Cette deuxième substance peut être une combinaison spéciale faite d'un matériau absorbant ou reflétant les rayons X avec des trous correspondant aux zones intéressantes pour le diagnostic.

## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.





## STANDARD 1-1-8-2 : FOURNIR UN EFFET SÉLECTIF AVEC UN CHAMP MINIMAL ET UNE SUBSTANCE ACTIVE

### Définition

Un effet sélectif d'une action est nécessaire lorsque l'effet d'un certain champ sur une substance (objet) doit avoir différentes valeurs dans différentes régions de l'objet lui-même.



### Théorie

Quand un champ utile est appliqué à un certain objet, mais que l'on désire avoir un impact différent d'un tel champ sur différentes régions de l'objet lui-même, il est possible d'appliquer un champ minimal, puis d'introduire une nouvelle substance capable d'amplifier l'effet local là où l'effet maximal est requis.

### Modèle

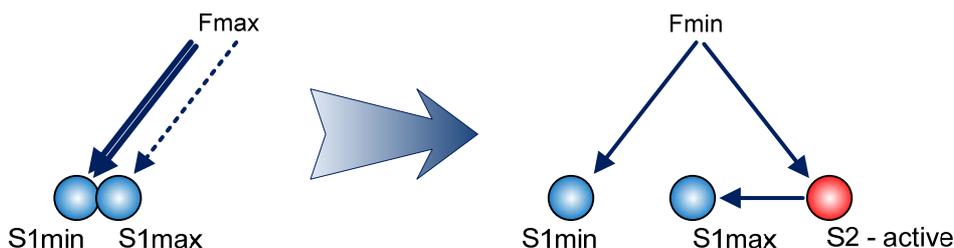


Figure 2.2.1.1.8.2.a – STANDARD 1-1-8-2 : Fournir un effet sélectif grâce à un champ minimal et une substance active.

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsque l'étendue maximale d'une interaction utile est désirée, mais ne peut pas être appliquée à l'objet entier et est donc excessive sur une portion de l'objet lui-même (1.1.2 – 1.1.2 – Types d'interactions et symboles correspondants).

Si on ne désire pas réduire et contrôler la quantité de champ, les étapes suivantes peuvent être réalisées :

- \* créer un modèle Su-Field de l'interaction utile excessive ;
- \* identifier l'espace opérationnel de l'interaction et distinguer les régions de la Substance  $S_1$  où des valeurs différentes du même paramètre sont requises ;
- \* chercher des substances pouvant jouer un rôle actif (amplification) pour la Substance  $S_1$ , et plus précisément pour la région où un effet maximal est requis ;
- \* identifier des ressources possibles (propriétés, caractéristiques) pour lier les substances  $S_1$  et  $S_2$ .



Note : les troisième et quatrième étapes peuvent être réalisées avec un tableau de ressources substance-champ.

### Exemple

Cela peut sembler bizarre, mais certains dispositifs produisant de l'air rafraîchi et appelés systèmes de climatisation à absorption directe ont besoin d'eau à une température de plus de



100°C. Les systèmes de climatisation sont surtout utilisés en été lorsqu'il y a beaucoup de journées ensoleillées. Alors pourquoi ne pas utiliser le soleil pour chauffer l'eau ? Comme nous le savons, l'eau d'une piscine, même si elle est exposée à des températures élevées toute la journée, n'atteint jamais 100°C. Il est bien plus facile de chauffer un peu d'eau à la fois, comme dans un tube, mais le soleil ne permet pas d'atteindre ce résultat. Nous avons donc un champ électromagnétique produit par le soleil suffisant pour la vie sur Terre, mais insuffisant pour chauffer un tube d'eau à 100°C. Cela est le modèle initial du standard, comme représenté sur la Figure 2.2.1.1.8.2.b, gauche.

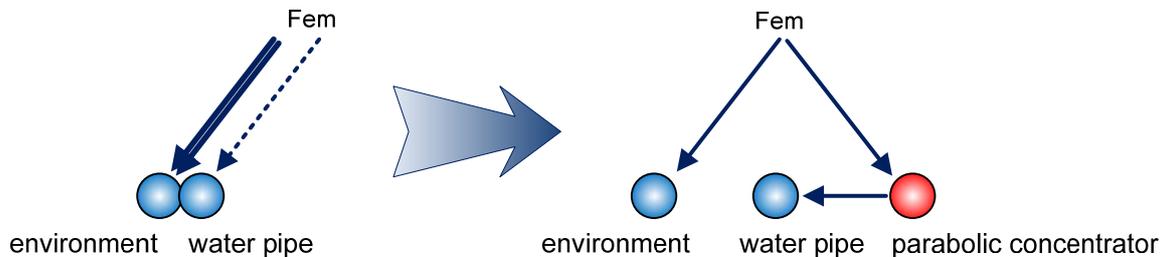


Figure 2.2.1.1.8.2.b – Un exemple de Standard 1-1-8-2 : un concentrateur parabolique.

Traduction Figure 2.2.1.1.8.2 b

Environnement – tube d'eau

Environnement – tube d'eau –concentrateur parabolique

Puisque le pouvoir d'irradiation du soleil ne peut pas être augmenté, une substance  $S_2$  qui joue ce rôle doit être trouvée (Figure 2.2.1.1.8.2, droite). Un miroir parabolique visant le tuyau peut multiplier l'effet du soleil, chauffer très rapidement l'eau dans le tube et permettre d'atteindre une température de plus de 100°C.

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :



Le grand-père de Nina a 91 ans et a des problèmes d'audition. Ses proches doivent donc élever la voix pour qu'il les entende. Nina n'aime pas cette situation et elle a donc étudié le problème et trouvé une solution d'après le Standard 1-1-8-2. Pouvez-vous deviner sa solution ?

## Réponse 1 :

La première étape réalisée par Nina a été de modéliser la situation initiale. Nous avons un champ – un champ acoustique – généré par les personnes qui parlent, qui est suffisant pour être entendu de tous ( $S_2$ ) mais insuffisant pour le grand-père de Nina ( $S_1$ ) (voir Figure 2.2.1.1.8.2.c, gauche). La Solution Standard 1-1-8-2 dit que si un champ doit être élevé dans certaines zones et faible dans d'autres, il doit être appliqué à son niveau le plus bas et une substance externe, qui interagit avec le champ, doit être introduite là où l'effet maximal est requis. Une aide auditive est la bonne solution : elle est placée dans l'oreille du grand-père et amplifie le champ acoustique externe, évitant aux gens de devoir crier pour être compris.

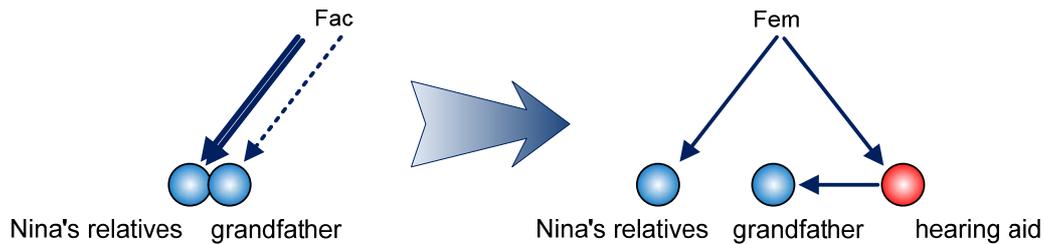


Figure 2.2.1.1.8.2.c – Cette solution standard peut être utilisée partout, y compris avec notre grand-père. C'est le modèle d'un problème avec une personne sourde.

Traduction Figure 2.2.1.1.8.2 c—Les proches de Nina – le grand-père—Les proches de Nina – le grand-père – l'aide auditive

## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## CLASS 1.2 : ÉLIMINATION D'UNE INTERACTION NÉFASTE

### Définition



L'élimination d'une interaction néfaste consiste à modifier un système Su-Field afin d'éviter qu'un Outil négatif exerce un effet non désiré sur l'Objet de l'interaction.

### Méthode



Le Standard 1-2-1-1-2-5 indique les pas à suivre pour éliminer, ou du moins pour minimiser, l'effet néfaste d'une interaction fonctionnelle non désirée entre deux substances.

### Références



[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## STANDARD 1-2-1: ÉLIMINATION D'UNE INTERACTION NÉFASTE PAR UNE SUBSTANCE ÉTRANGÈRE

### Définition

L'élimination d'une interaction néfaste consiste à modifier un système Su-Field afin d'éviter qu'un Outil négatif exerce un effet non désiré sur l'Objet de l'interaction.



### Théorie

Si des effets utiles et néfastes apparaissent entre deux substances dans un modèle Su-Field et qu'il n'est pas nécessaire de maintenir un contact direct entre les substances, le problème est résolu par l'introduction d'une troisième substance entre elles.

### Modèle

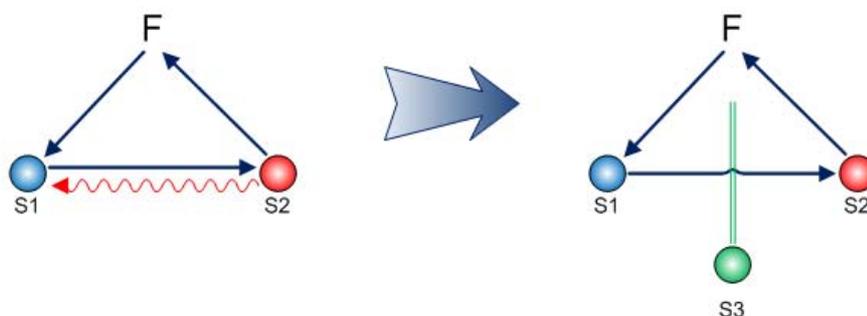


Figure 2.2.1.2.1.a – STANDARD 1-2-1 : Élimination d'une interaction néfaste par une substance étrangère.

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsque deux substances échangent à la fois des interactions positives et des interactions négatives (c'est-à-dire que des fonctions utiles et néfastes sont produites) et qu'il est permis d'introduire des additifs entre ces éléments (Figure 2.2.1.2.1.a).



Les étapes suivantes peuvent être réalisées :

- créer un modèle Su-Field de la fonction néfaste ; identifier la modification de paramètre à éliminer ;
- vérifier s'il est possible d'introduire des additifs entre l'outil et l'objet, c'est-à-dire s'il n'est pas obligatoire de maintenir les deux substances en contact l'une avec l'autre ;
- chercher des substances pouvant s'interposer pour interrompre l'interaction néfaste existante ;
- vérifier s'il y a des limites à l'introduction d'une substance aussi spécifique dans le système technique.

Note : la troisième étape peut être réalisée avec un tableau de ressources substance.

### Exemple

La mère de Nina cuit parfois certains plats au four, mais elle n'aime pas cette façon de cuisiner car la plaque de cuisson utilisée devient très sale (huile incrustée). Si nous essayons de créer un modèle de cette situation, le résultat pourrait ressembler à celui de la Figure 2.2.1.2.1.b, gauche : une plaque de cuisson ( $S_1$ ) réalise l'action utile grâce au champ mécanique consistant à contenir les ingrédients ( $S_2$ ). Mais en même temps, les ingrédients salissent la plaque. Nous devons trouver une substance externe capable d'interrompre l'action néfaste. La solution pourrait être de placer une feuille de cuisson sous les ingrédients pour préserver la propreté de la plaque (Figure 2.2.1.2.1.b, droite).



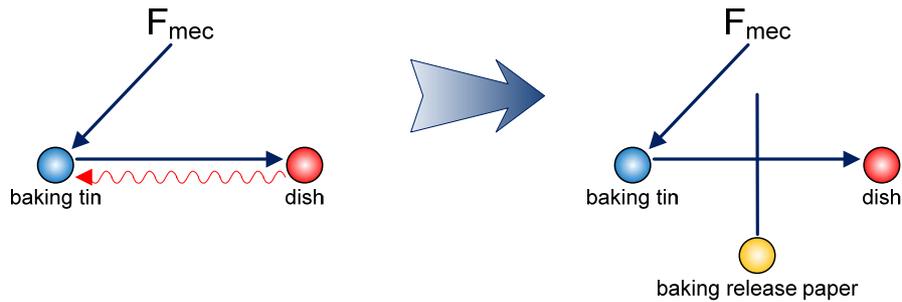


Figure 2.2.1.2.1.b – Exemple d'application du Standard 1-2-1 pour éliminer l'effet secondaire néfaste généré par  $S_2$  : une troisième substance a été introduite entre  $S_1$  et  $S_2$ .  
Traduction Figure 2.2.1.2.1.b Plaque de cuisson – ingrédients  
Plaque de cuisson – papier de cuisson - ingrédients

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :



Nous sommes dans notre voiture et dehors il pleut. Pour nettoyer le pare-brise, nous pouvons utiliser l'essuie-glace. Mais la force de friction entre le caoutchouc et le verre –utile pour le nettoyage – est néfaste car elle use les balais d'essuie-glace. Essayez de résoudre ce problème en suivant la Solution Standard 1-2-1.

### Réponse 1 :



La situation initiale peut être représentée par un mini-modèle composé d'une première substance  $S_1$ , le caoutchouc des balais de l'essuie-glace, qui nettoie une seconde substance  $S_2$ , le pare-brise, par un champ mécanique. Mais en plus de la fonction utile de nettoyage, nous devons également représenter l'action néfaste : l'usure du caoutchouc causé par les mêmes forces de friction que celles qui sont utiles pour le nettoyage (Figure 2.2.1.2.1.c, gauche). La Solution Standard 1-2-1 suggère de fournir à notre système une troisième substance capable d'arrêter l'effet néfaste du champ mécanique ; voir Figure 2.2.1.2.1.c, droite. La solution pratique adoptée est de couvrir le caoutchouc d'un revêtement en graphite.

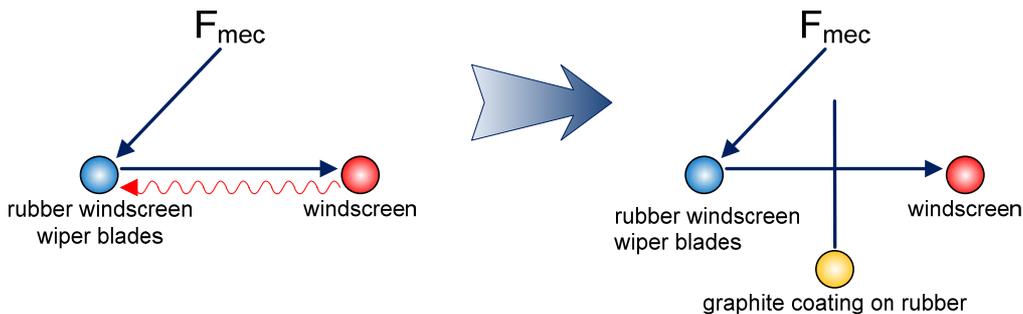


Figure 2.2.1.2.1.c – Comment utiliser le Standard 1-2-1 pour résoudre un problème d'essuie-glace.  
Traduction Figure 2.2.1.2.1.c  
Balais d'essuie-glace en caoutchouc - Pare-brise  
Balais d'essuie-glace en caoutchouc – revêtement en graphite sur le caoutchouc - Pare-brise

## Références



[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## STANDARD 1-2-2 : ÉLIMINATION D'UNE INTERACTION NÉFASTE EN MODIFIANT UNE SUBSTANCE EXISTANTE

### Définition

L'élimination d'une interaction néfaste consiste à modifier un système Su-Field afin d'éviter qu'un Outil négatif exerce un effet non désiré sur l'Objet de l'interaction.



### Théorie

Si des effets utiles et néfastes apparaissent entre deux substances dans un modèle Su-Field et qu'il n'est pas nécessaire de maintenir un contact direct entre les substances, le problème est résolu par l'introduction entre elles d'une troisième substance qui est une modification de la première ou de la deuxième substance.

### Modèle

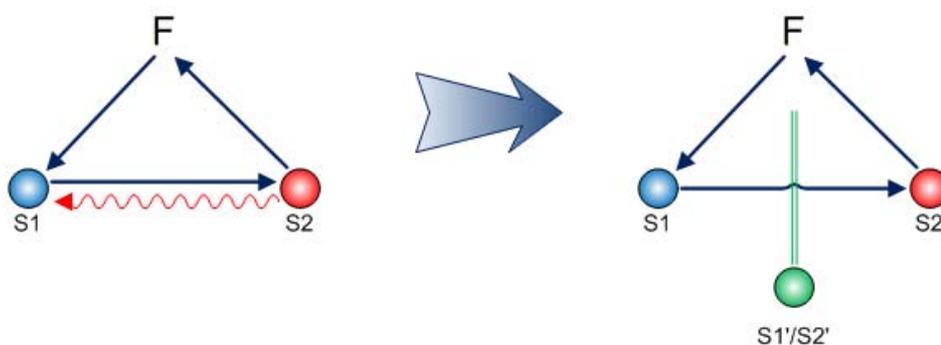


Figure 2.2.1.2.2.a – STANDARD 1-2-2 : Élimination d'une interaction néfaste en modifiant une substance existante.

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsque deux substances échangent à la fois des interactions positives et des interactions négatives (c'est-à-dire que des fonctions utiles et néfastes sont produites) et qu'il est permis d'introduire des additifs entre ces éléments (Figure 2.2.1.2.2.a).



Les étapes suivantes peuvent être réalisées :

1. créer un modèle Su-Field de la fonction néfaste ; identifier la modification de paramètre à éliminer ;
2. vérifier s'il est possible d'introduire des additifs entre l'outil et l'objet, c'est-à-dire s'il n'est pas obligatoire de maintenir les deux substances en contact l'une avec l'autre ;
3. chercher des modifications permises des substances qui interagissent  $S_1$  et  $S_2$  et qui peuvent être utilisées comme une troisième substance qui s'interpose pour interrompre l'interaction néfaste ;
4. vérifier s'il y a des limites à l'introduction d'une substance aussi spécifique dans le système technique.

Note : la troisième étape peut être réalisée avec un tableau de ressources substance.

### Exemple

Lorsque l'on fait de la moto, on ressent la pression d'air causée par la vitesse. Parfois, il est donc utile de placer un petit pare-brise pour diriger l'air au-dessus du casque du pilote. Cependant, cela crée des turbulences gênantes. Pour modéliser cet état initial, nous avons le pare-brise ( $S_1$ ) qui protège la tête du pilote de la pression d'air ( $S_2$ ) par un champ mécanique,



mais qui crée également des turbulences. D'après le Standard 1-2-2,  $S_1$  ou  $S_2$  doit être modifiée pour supprimer l'action néfaste du pare-brise. Une façon de résoudre ce problème est de créer un trou dans la partie inférieure du pare-brise de manière que l'air puisse suivre le profil du pare-brise des deux côtés, ce qui réduit la formation d'un tourbillon sur la partie supérieure du pare-brise.

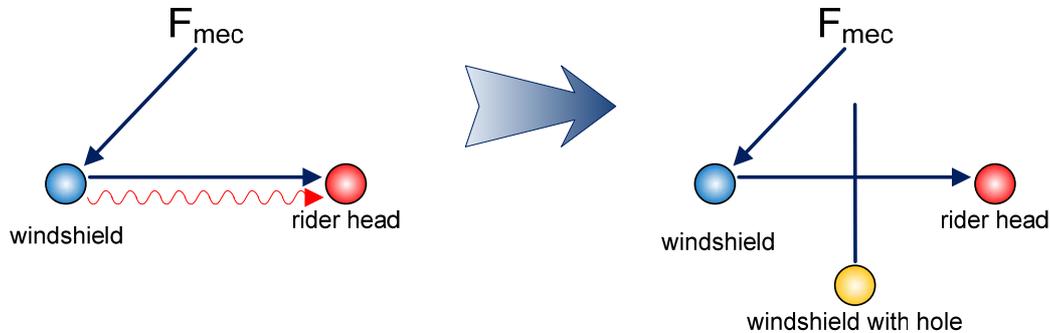


Figure 2.2.1.2.2.b – Exemple d'application du Standard 1-2-2 pour éliminer un effet secondaire néfaste généré par  $S_1$ .

Traduction Figure 2.2.1.2.2.b

Pare-brise – Tête du pilote

Pare-brise – Pare-brise avec trou - Tête du pilote

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :



Quand il fait froid dehors, nous portons généralement une veste ou un manteau de pluie, etc. En fait, notre corps est une bonne source de chaleur et la fonction de la veste est de nous isoler de l'air froid externe. Mais dans des situations particulières, la température interne augmente, par exemple en raison d'un effort physique, et nous fait transpirer. L'humidité reste emprisonnée dans la zone où la veste est la plus proche du corps. Est-il possible de résoudre ce problème en utilisant la Solution Standard 1-2-2 ?

# tETRIS

## Réponse 1 :

Dans ce cas, nous avons une veste qui remplit deux fonctions : la première est l'action utile qui consiste à isoler le corps de l'air externe ; la deuxième est l'action néfaste qui empêche l'humidité de s'échapper. En termes de Su-Field, cela peut être représenté par le schéma de la Figure 2.2.1.2.2.c, gauche, où la veste est  $S_1$ , qui isole et rend le corps humide par un champ thermique. Vu qu'il est assez difficile de changer certaines propriétés du corps, nous ne pouvons travailler que sur  $S_1$ , et nous devons trouver comment la modifier pour résoudre ce problème d'évacuation de l'humidité (Figure 2.2.1.2.2.c, droite). Puisque l'air chaud monte, une membrane spéciale placée dans l'épaule de la veste pourrait résoudre notre problème (Figure 2.2.1.2.2.d).

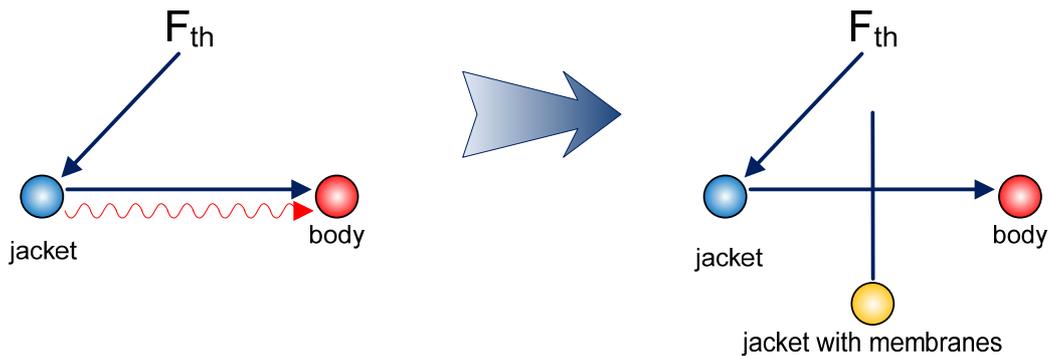


Figure 2.2.1.2.2.c – Exemple d'application du Standard 1-2-2 pour éliminer l'effet secondaire néfaste généré par  $S_1$ .

Traduction Figure 2.2.1.2.2.c

Veste - corps

Veste – Veste avec membranes – corps



Figure 2.2.1.2.2.d – La solution commerciale de l'exercice précédent.

## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 1-2-3 : ÉLIMINATION DE L'EFFET NÉFASTE D'UN CHAMP

### Définition



L'élimination d'un champ néfaste consiste à modifier un système Su-Field de manière à éviter qu'un effet non désiré ait un impact sur une certaine substance.

### Théorie

S'il est nécessaire d'éliminer l'effet néfaste d'un champ sur une substance, le problème peut être résolu en introduisant une seconde substance qui attire vers elle l'effet néfaste du champ.

### Modèle

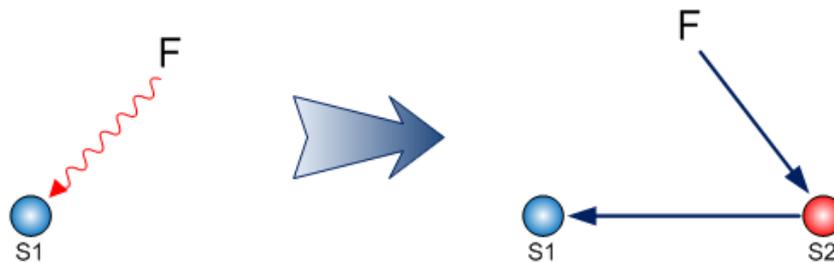


Figure 2.2.1.2.3.a – STANDARD 1-2-3 : Élimination de l'effet néfaste d'un champ.

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsqu'une fonction néfaste est transmise à un certain objet et qu'il est permis d'introduire des additifs dans le système (Figure 2.2.1.2.3.a).

Les étapes suivantes peuvent être réalisées :

- \* créer un modèle Su-Field de la fonction néfaste ; identifier la modification de paramètre à éliminer ;
- \* vérifier s'il est possible d'introduire des additifs dans le système ;
- \* chercher une autre substance  $S_2$  capable d'attirer l'interaction néfaste existante et de préserver le système ;
- \* vérifier s'il y a des limites à l'introduction d'une substance aussi spécifique dans le système technique.

Note : la troisième étape peut être réalisée avec un tableau de ressources substance.

### Exemple



La carrosserie de notre voiture est faite de tôle et elle peut donc être attaquée par la rouille. Si nous créons un modèle Su-Field, nous avons un champ chimique ( $F_{ch}$ ) responsable d'une action néfaste sur la carrosserie de la voiture ( $S_1$ ) (voir Figure 2.2.1.2.3.b, gauche). C'est l'effet que nous devons éliminer. D'après la Solution Standard 1-2-3, nous devons ajouter une autre substance pour supprimer l'effet néfaste du champ. Évidemment, la substance désirée est la peinture qui recouvre la carrosserie et qui protège la voiture contre les attaques de l'humidité (Figure 2.2.1.2.3.b, droite).

# tETRIS

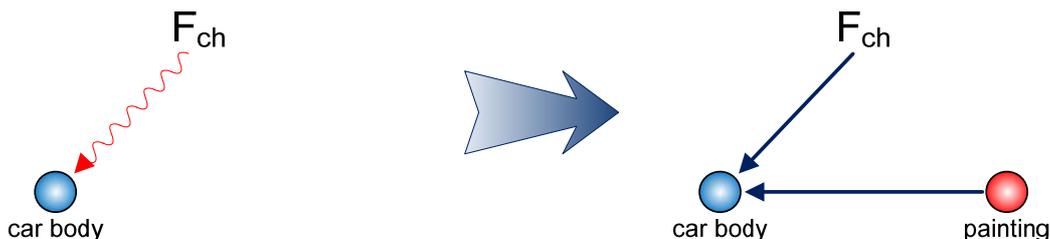


Figure 2.2.1.2.3.b – Exemple d'application du Standard 1-2-3 pour supprimer l'effet néfaste du champ « attaque chimique ».

Traduction Figure 2.2.1.2.3.b Carrosserie Carrosserie - peinture

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :

Lorsqu'il fait beau, la lumière du soleil est parfois trop forte pour nos yeux. Essayez de créer un modèle de cette situation et de trouver une solution en utilisant le Standard 1-2-3.



### Réponse 1 :

Nous avons les éléments nécessaires à la création d'un modèle Su-Field dans la description du problème. Il y a la lumière du soleil, que nous pouvons considérer comme un champ électromagnétique ; elle a un effet néfaste sur nos yeux, qui représentent la substance ( $S_1$ ) (Figure 2.2.1.2.3.c, gauche). Une seconde substance est requise pour supprimer l'effet du champ. La solution est d'utiliser des lunettes de soleil, qui nous permettent de voir, tout en réduisant la luminosité (Figure 2.2.1.2.3.c, droite).

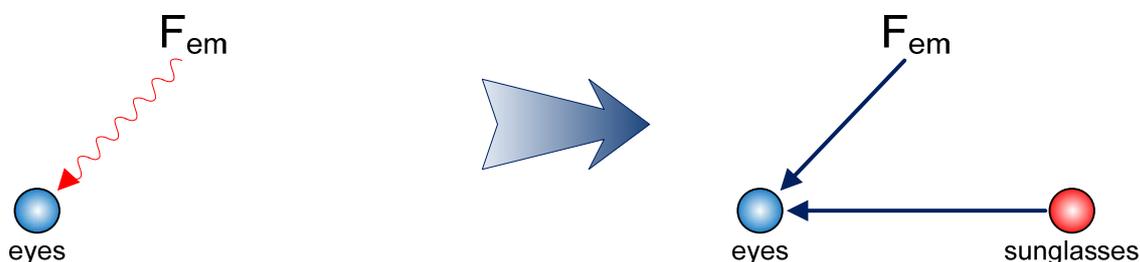


Figure 2.2.1.2.3.c – Exemple d'application du Standard 1-2-3 pour supprimer l'effet néfaste du champ électromagnétique « éblouir ».

Traduction Figure 2.2.1.2.3.c - Yeux / Yeux – Lunettes de soleil

## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 1-2-4 : ÉLIMINATION D'UN EFFET NÉFASTE PAR UN NOUVEAU CHAMP

### Définition

L'élimination d'un champ néfaste consiste à modifier un système Su-Field de manière à éviter qu'un effet non désiré ait un impact sur une certaine substance.



### Théorie

Si des effets utiles et néfastes apparaissent entre deux substances dans un Système Su-Field, et que le contact direct entre les substances doit être maintenu, le problème peut être résolu par la transition vers un Système Su-Field dual dans lequel l'effet utile est fourni par le champ existant, alors qu'un nouveau champ neutralise l'effet néfaste (ou transforme l'effet néfaste en effet utile).

### Modèle

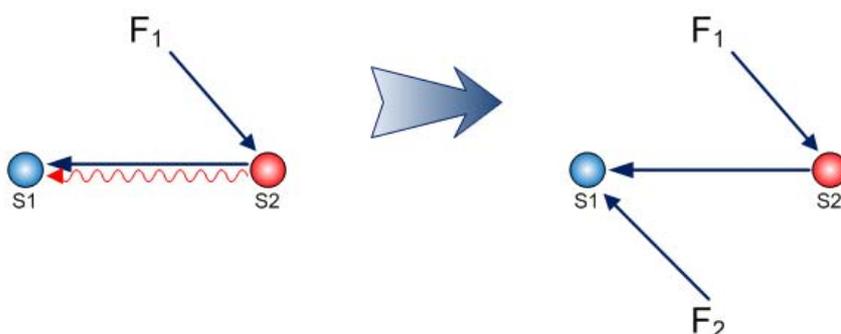


Figure 2.2.1.2.4.a – STANDARD 1-2-4 : Élimination d'un effet néfaste par un nouveau champ.

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsqu'une fonction néfaste est transmise à un certain objet et qu'il est permis d'introduire des additifs dans le système (Figure 2.2.1.2.4.a).

Les étapes suivantes peuvent être réalisées :

- \* créer un modèle Su-Field de la fonction néfaste ; identifier la modification de paramètre à éliminer ;
- \* vérifier s'il est possible d'introduire un nouveau champ dans le système ;
- \* chercher un autre champ  $F_2$  capable de neutraliser l'effet néfaste existant et de préserver le système ;
- \* vérifier s'il y a des limites à l'introduction d'un champ aussi spécifique dans le système technique.

Note : la troisième étape peut être réalisée avec un tableau de ressources substance.

### Exemple

Matt travaille dans une menuiserie. Il doit très souvent faire des coupes droites à l'aide d'une scie sauteuse pendulaire. Il dessine donc tout d'abord une ligne droite de référence avec un crayon sur la partie de bois à couper. Mais quand il commence à couper, de la sciure recouvre le trait près de la scie et Matt doit souffler pour l'enlever. Est-il possible d'aider Matt en appliquant le Standard 1-2-4 ?

Construisons d'abord le modèle Su-Field : d'après la description, il y a la scie ( $S_1$ ) qui, par un champ mécanique ( $F_{\text{mech}}$ ), réalise l'action utile consistant à couper la pièce de bois ( $S_2$ ) (voir Figure 2.2.1.2.4.b, gauche). Mais la scie effectue également une action néfaste : la sciure



couvre le trait de référence sur le bois. Le paramètre endommagé par l'effet néfaste est le fait de voir le trait. Donc, d'après le Standard 1-2-4, nous devons trouver un deuxième champ pour enlever la sciure sur le trait ou surmonter sa présence. Un champ électromagnétique pourrait être une bonne solution : pour résoudre le problème, un projecteur laser pourrait projeter une ligne droite (Figure 2.2.1.2.4.b, droite).

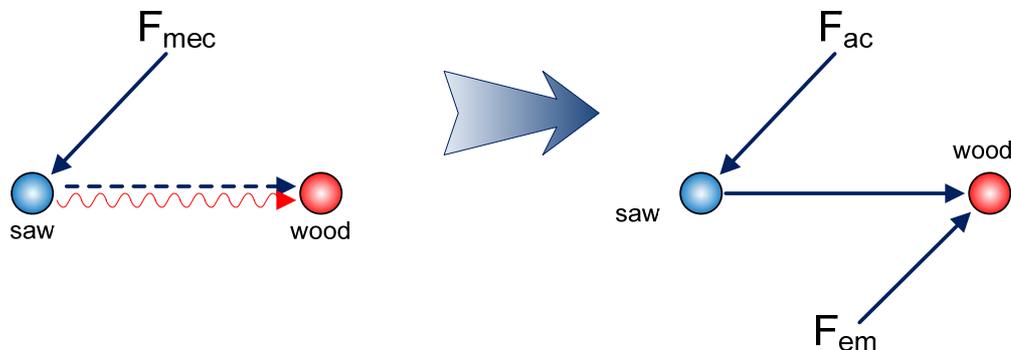


Figure 2.2.1.2.4.b – Exemple d'application du Standard 1-2-4 : un second modèle Su-field a été créé pour surmonter l'effet négatif généré par le premier champ.  
Traduction Figure 2.2.1.2.4 b Scie – bois

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :

Dans un atelier de mécanique, il a y beaucoup de machines-outils. L'une d'entre elles fonctionne avec un nombre de RPM très élevé, mais la friction entre l'outil et l'objet de travail peut causer un échauffement et donc la possible déformation de l'objet. Cela rend le travail moins précis. Essayez de résoudre ce problème avec la Solution Standard 1-2-4.



### Réponse 1 :

Commençons par créer le modèle de la situation initiale du problème. Nous avons l'outil de la machine ( $S_1$ ) qui usine l'objet ( $S_2$ ) par un champ mécanique, remplissant ainsi une fonction utile et suffisante. Mais d'après la description, la friction entre  $S_1$  et  $S_2$ , qui est utile pour la fonction d'usinage, provoque un échauffement de l'objet ; évidemment, c'est une action néfaste, car elle peut déformer l'objet et entraîner une perte de précision (Figure 2.2.1.2.4.c, gauche). Le Standard 1-2-4 propose d'introduire un nouveau champ (Figure 2.2.1.2.4, droite) dont l'objectif est de neutraliser l'effet néfaste du champ tout en préservant la fonction utile du système. Ce champ peut, par exemple, être un champ thermique refroidissant l'outil uniquement ou l'outil et l'objet pour éviter ainsi toute déformation de l'objet et donc toute perte de précision.

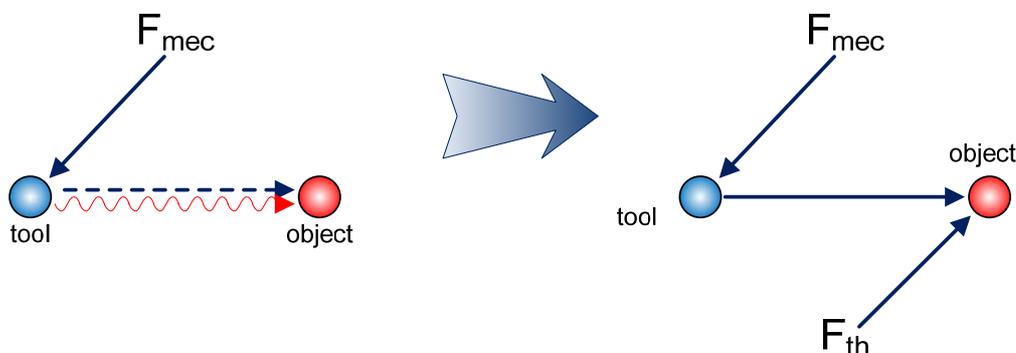


Figure 2.2.1.2.4.c – La situation initiale et la situation résolue d'un système de machine-outil.  
Traduction Figure 2.2.1.2.4.c Outil – Objet



## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



DG Éducation et culture

Programme pour l'éducation et  
la formation tout au long de la vie

## STANDARD 2-1-1 : SYNTHÈSE D'UN SYSTÈME SU-FIELD EN CHAÎNE

### Définition

Un Système Substance-Champ en Chaîne est un système complexe dans lequel au moins une substance génère et subit deux champs différents.



### Théorie

L'efficacité du modèle Su-Field peut être améliorée en transformant une des parties de l'interaction Su-Field en un Su-Field contrôlable indépendamment, formant ainsi un système Su-Field en chaîne.

### Modèle

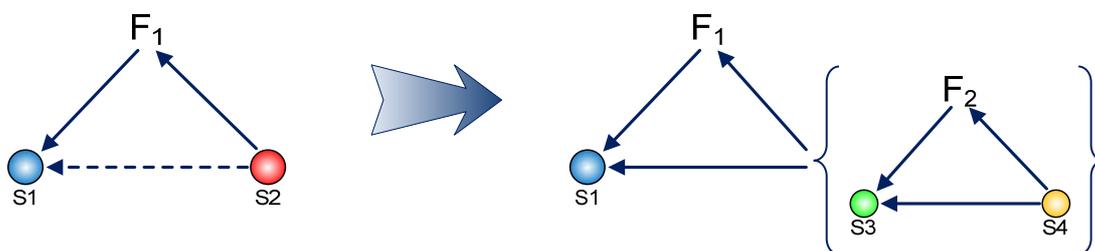


Figure 2.2.2.1.1.a – STANDARD 2-1-1 : Synthèse d'un Système Substance-Champ en Chaîne.

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsqu'une fonction utile n'est pas suffisante, c'est-à-dire lorsque la modification appliquée à l'objet ne répond pas aux attentes, et qu'il n'est pas permis d'introduire des additifs dans le système.



Les étapes suivantes peuvent être réalisées :

créer un modèle Su-Field de la fonction insuffisante ; identifier la modification de paramètre à éliminer ;

vérifier s'il est possible de remplacer l'élément de travail ou l'objet par un sous-système Su-Field contrôlable indépendamment ;

chercher des ressources pouvant potentiellement améliorer l'efficacité du champ existant ;

vérifier s'il y a des limites à l'introduction de substances aussi spécifiques dans le système technique.

Note : la troisième étape peut être réalisée avec un tableau de ressources substance.

### Exemple

Nina doit préparer plein de sandwiches pour une fête. Lorsqu'elle coupe une tranche de pain de la baguette entière, elle se rend compte que le couteau pourrait être amélioré car elle doit faire un mouvement à la fois horizontal et vertical avec son bras pour couper le pain, et souvent la coupe n'est pas parfaite. Le modèle Su-Field de cette situation initiale comprend : la baguette ( $S_1$ ), le couteau ( $S_2$ ) et le champ mécanique qui interagit (Figure 2.2.2.1.1.b, gauche). Cette fonction est remplie par le couteau qui, grâce à un champ mécanique, tranche ou coupe le pain ; cette fonction est utile mais insuffisante. D'après la Solution Standard 2-1-1, pour améliorer le modèle initial, nous devons transformer l'outil, c'est-à-dire le couteau, dans un modèle Su-Field séparé. Nous devons donc ajouter une autre substance ( $S_3$ ) et un autre champ lié à la lame (Figure 2.2.2.1.1.b, droite). Nous pouvons ajouter un moteur ( $S_3$ ) qui fournit à la lame un champ mécanique pour le mouvement alternatif, ne laissant à Nina que la tâche



consistant à guider le nouveau couteau (Figure 2.2.2.1.1.c).

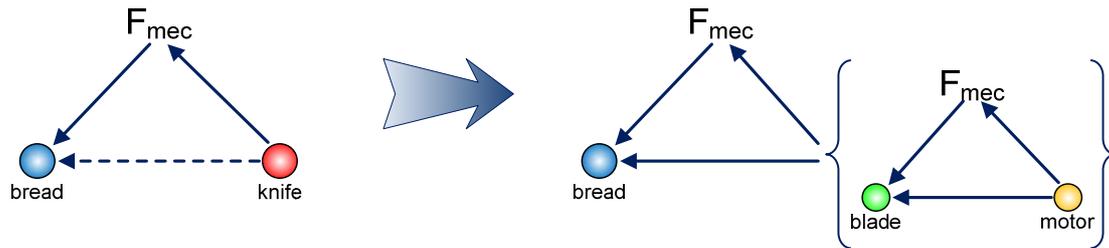


Figure 2.2.2.1.1.b – Le modèle Su-Field du problème.

Traduction Figure 2.2.2.1.1.b Pain – Couteau Pain – Lame – moteur



Figure 2.2.2.1.1.c – Couteau électrique.

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :



Nina est au centre commercial. Alors qu'elle est en train de rentrer, il se met à pleuvoir. Elle sort donc son parapluie de son sac, mais lorsqu'elle veut l'ouvrir elle a un problème parce qu'elle tient des sachets dans une main et qu'ouvrir un parapluie avec une main n'est pas facile. Essayez de résoudre ce problème en faisant évoluer le parapluie selon le Standard 2-1-1.

### Réponse 1 :

La première étape pour comprendre le problème consiste à créer un modèle Su-Field. La situation initiale peut être représentée par un mini-modèle comprenant : le parapluie ( $S_1$ ) et une main générique ( $S_2$ ) qui, grâce à un champ mécanique, a quelques difficultés à ouvrir  $S_1$ . La fonction « ouvrir » est naturellement utile mais insuffisante (Figure 2.2.2.1.1.d, gauche). Pour suivre la proposition du Standard 2.1.1, nous devons transformer une des deux substances en un modèle Su-Field nouveau et séparé. Il est difficile de modifier la main et plus facile de travailler sur le parapluie. Nous devons donc ajouter une autre substance et un nouveau champ pour améliorer le système existant. La troisième substance peut être un ressort qui ouvre le parapluie et que l'on peut déclencher avec une seule main ; il s'agit d'un nouveau champ mécanique (Figure 2.2.2.1.1.d, droite).



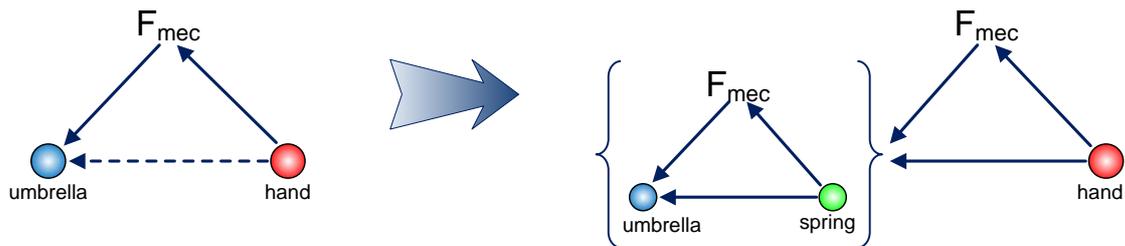


Figure 2.2.2.1.1.d – Solution Standard 2-1-1 appliquée à un parapluie.  
Traduction Figure 2.2.2.1.1.d  
Parapluie – main  
Parapluie – ressort – main

## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 2-1-2 : SYNTHÈSE D'UN SYSTÈME SU-FIELD DUAL

### Définition



Un système Su-Field Dual est un système complexe dans lequel les substances interagissent à travers deux champs parallèles.

### Théorie

S'il est nécessaire d'améliorer l'efficacité du Système Su-Field et que le remplacement d'un élément du Système Su-Field n'est pas permis, le problème peut être résolu par la synthèse d'un Système Su-Field Dual par l'introduction d'un second champ facile à contrôler.

### Modèle

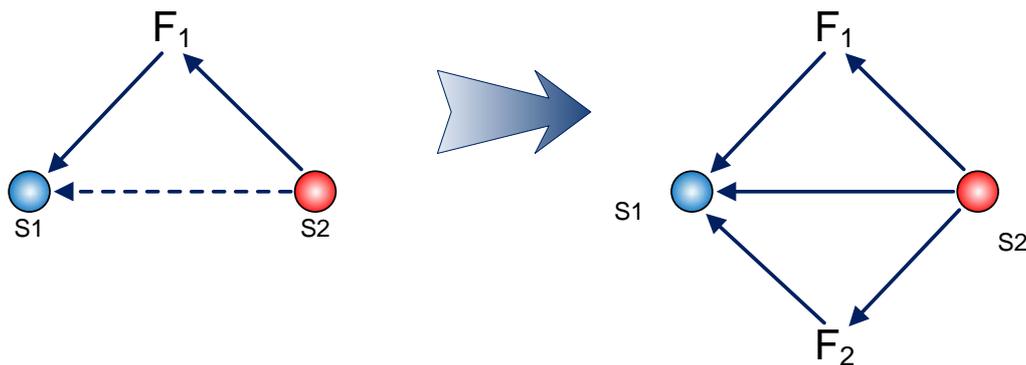


Figure 2.2.2.1.2.a – STANDARD 2-1-2 : Synthèse d'un Système Su-Field Dual.

### Méthode

Ce standard est appliqué lorsqu'une fonction utile n'est pas suffisante, c'est-à-dire lorsque la modification appliquée à l'objet ne répond pas aux attentes, et qu'il n'est pas permis d'introduire des additifs dans le système.

Les étapes suivantes peuvent être réalisées :

- \* créer un modèle Su-Field de la fonction utile insuffisante ; identifier la modification de paramètre à éliminer ;
- \* vérifier s'il est possible d'ajouter un nouveau champ dans le système ;
- \* chercher des nouveaux champs à établir entre les substances originales et pouvant potentiellement améliorer l'efficacité de l'interaction existante ;
- \* vérifier s'il y a des limites à l'introduction d'un champ aussi spécifique dans le système technique.

Note : la troisième étape peut être réalisée avec un tableau de ressources substance.

### Exemple

Nina est partie en vacances avec son petit ami Matt. Lorsqu'ils sont arrivés à l'hôtel, ils y ont trouvé une jolie chambre avec tout le confort : minibar, climatisation, tv par satellite et un presse-pantalons (voir Figure 2.2.2.1.2.c, gauche). Avant d'aller dormir, Matt a voulu utiliser la presse pour que ses pantalons soient parfaits le lendemain. Le lendemain matin, alors qu'il ressort les pantalons de la presse, il se rend compte qu'ils sont plus lisses que la veille, mais pas aussi lisses qu'il l'aurait souhaité. Il pense alors : « Pourquoi ne pas améliorer ce système confortable mais insatisfaisant ? ».

La première étape est de créer un modèle : dans ce cas, il y a le presse-pantalons ( $S_2$ ) qui, par un champ mécanique, lisse les pantalons de manière utile, mais pas suffisante ( $S_1$ ) (voir Figure 2.2.2.1.2.b, gauche). La Solution Standard 2-1-2 suggère d'introduire un nouveau champ dans



le modèle initial parallèlement au modèle existant afin que l'action insuffisante devienne suffisante (Figure 2.2.2.1.2.b, droite). Parmi la liste de tous les champs qu'il est possible d'ajouter, le champ thermique semble le plus utile. Ainsi, au lieu d'utiliser uniquement la pression, un champ mécanique, pour lisser les pantalons, un champ thermique peut être ajouté parallèlement pour améliorer l'action utile du presse-pantalons de l'hôtel (Figure 2.2.2.1.2.c, droite).

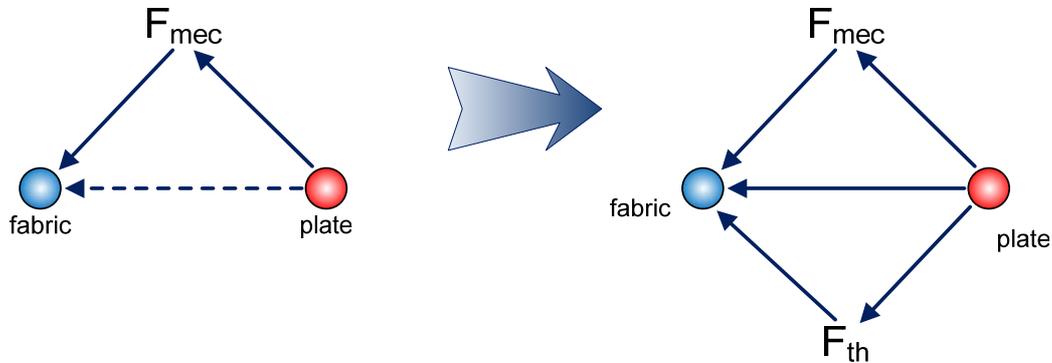


Figure 2.2.2.1.2.b – Le modèle du problème.  
Traduction Figure 2.2.2.1.2.b  
Tissu - plaque



Figure 2.2.2.1.2.c – À gauche, le premier modèle de presse-pantalons qui fonctionne avec un champ mécanique. À droite, la solution évoluée qui comprend un champ thermique couplé à un champ mécanique.

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :

On utilise généralement un radiateur pour chauffer une pièce. Il chauffe l'air dans la pièce par un mouvement de convection : l'air chaud quitte le radiateur par sa partie supérieure, se répartit dans la pièce et refroidit, puis entre à nouveau dans le radiateur par sa partie inférieure. Le chauffage de la pièce est assuré par ce système, mais il faut beaucoup de temps. Comment pouvez-vous améliorer le radiateur en suivant les suggestions de la Solution Standard 2-1-2 ?



## Réponse 1 :

Commencez par créer le modèle Su-Field de la situation initiale. Nous pouvons considérer la pièce que nous voulons chauffer comme la première substance ( $S_1$ ), le radiateur comme la seconde substance ( $S_2$ ), qui est l'outil de l'action utile du système, et un champ thermique (Figure 2.2.2.1.2.d, gauche). Nous devons améliorer ce modèle en ajoutant un nouveau champ qui fonctionne parallèlement au champ existant (Figure 2.2.2.1.2.d, droite). Le temps qu'il faut pour chauffer la pièce doit être réduit : puisque l'air chaud n'est réparti que par convection, nous devons trouver une façon d'accélérer son déplacement. Un champ mécanique produit par un ventilateur peut être une bonne solution (Figure 2.2.2.1.2.e).

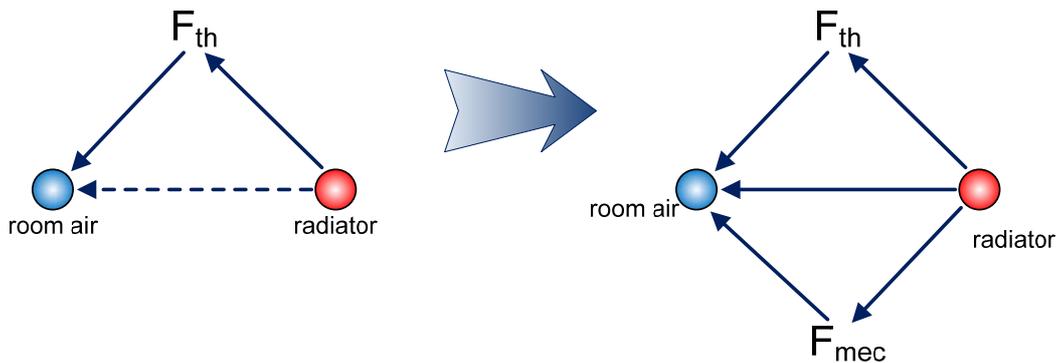


Figure 2.2.2.1.2.d – La situation initiale et la solution finale modélisée avec un Su-Field.  
Traduction Figure 2.2.2.1.2.d  
Air de la pièce – radiateur



Figure 2.2.2.1.2.e – À gauche, un radiateur ; à droite, un convecteur dans lequel il y a un ventilateur pour répartir rapidement l'air chaud.

## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 2-2-2 : AUGMENTER LE DEGRÉ DE FRAGMENTATION DES COMPOSANTS DE LA SUBSTANCE

### Théorie

L'efficacité d'un Système Su-Field peut être améliorée en augmentant le degré de fragmentation de l'objet qui fonctionne comme un « outil » dans le Système Su-Field, qui sera remplacé, à la fin de son évolution, par un nouveau champ pouvant remplir la fonction de l'outil.

### Modèle

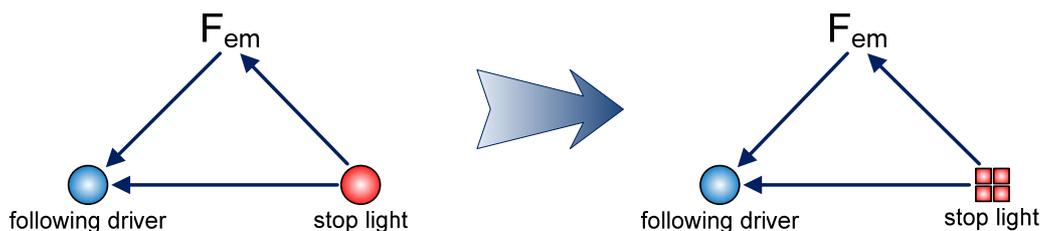


Figure 2.2.2.2.a – STANDARD 2-2-2 : Augmenter le degré de fragmentation des composants de la substance.  
Traduction Figure 2.2.2.2.a Conducteur derrière nous – feu stop

### Exemple

Lorsque nous conduisons une voiture et appuyons sur la pédale de frein, les feux stop placés sur l'arrière de la voiture s'allument pour indiquer au conducteur derrière nous que nous freinons. Généralement, il y a deux feux stop, un sur le côté gauche et un sur le côté droit de la voiture, et un feu stop central. Pour améliorer ce système en utilisant les suggestions du Standard 2-2-2, commençons par construire un mini-modèle représentant la situation initiale. La fonction des feux stop est d'informer le conducteur derrière nous que nous freinons : ainsi  $S_1$  est représenté par le conducteur, l'objet de la fonction,  $S_2$  est représenté par les feux stop, l'outil, et le champ de l'interaction est électromagnétique (Figure 2.2.2.2.b, gauche). Le Standard 2-2-2 suggère d'augmenter le degré de fragmentation de la substance qui agit comme un outil dans le modèle. Nous devons donc fragmenter les feux stop. Cela signifie qu'au lieu de placer une ampoule unique sur chaque côté, le feu stop pourrait être composé d'une série de petites ampoules, comme des LED, qui permettent de donner diverses formes au feu stop (Figure 2.2.2.2.b, droite).

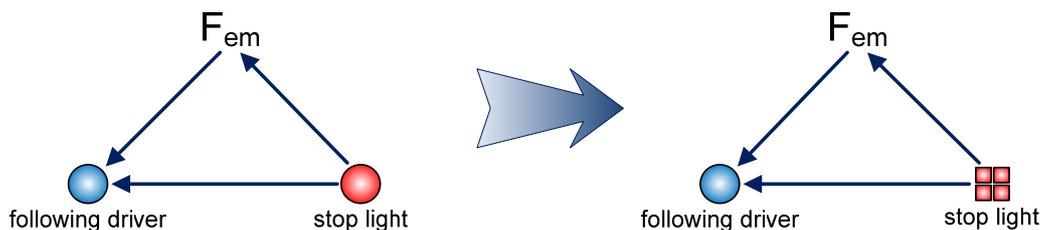


Figure 2.2.2.2.b – Le modèle représentatif du système et son amélioration.  
Traduction Figure 2.2.2.2.b Conducteur derrière nous – feu stop

### Auto-évaluation

#### Exercice 1 :

Le père de Nina adore le bricolage et il a de nombreux outils dans son garage : clés Allen, tournevis, perceuses, marteaux, vis, clous, scies, etc. Beaucoup d'entre eux sont suspendus au mur afin de faciliter leur sélection. Lorsqu'il travaille dans le garage ou à proximité du garage, il n'a aucun problème. Mais lorsqu'il doit réparer quelque chose dans la maison, il doit emporter tous les outils nécessaires ou faire des allers-retours. En prenant pour exemple les tournevis, comment pouvez-vous les améliorer selon le Standard 2-2-2 ?



## Réponse 1 :

La création du mini modèle est très simple : nous devons considérer les tournevis. Ils interagissent évidemment avec les vis ; le modèle comprend donc : la première substance « la vis », la seconde substance « le tournevis » et le champ d'interaction, qui est un champ mécanique dans ce cas (Figure 2.2.2.2.c, gauche). La suggestion donnée est : nous devons augmenter la fragmentation de l'outil, donc du tournevis (Figure 2.2.2.2.c, droite). Que veut dire augmenter la fragmentation d'un tournevis ? Une solution possible est de séparer le manche de la tête, et de rendre les outils interchangeables.

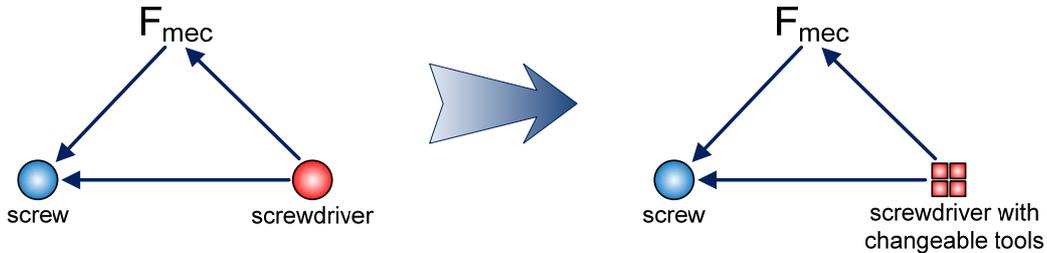


Figure 2.2.2.2.c – Le modèle Su-Field pour un tournevis.  
Traduction Figure 2.2.2.2.c Vis – tournevis / Vis – tournevis avec outils interchangeables



Figure 2.2.2.2.d – À gauche un set de tournevis avec différentes têtes ; à droite, un seul tournevis avec un set de têtes interchangeables.



**Références** [1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## STANDARD 2-2-3 : TRANSITION VERS DES OBJETS CAPILLAIRES POREUX

### Théorie

L'efficacité d'un modèle Su-Field peut être améliorée en remplaçant un objet solide dans le Modèle Su-Field par un objet capillaire poreux.

### Modèle

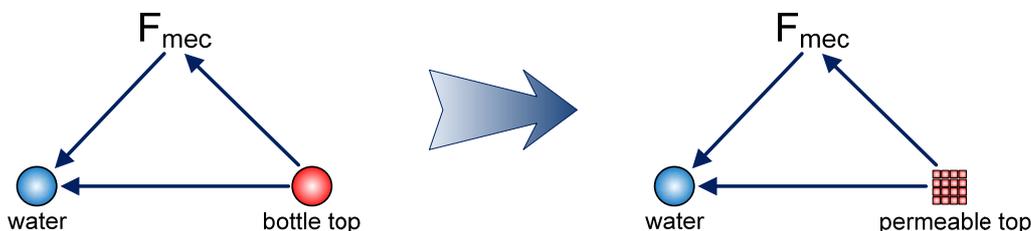


Figure 2.2.2.2.3.a – STANDARD 2-2-3 : Transition vers des objets capillaire poreux.  
Traduction Figure 2.2.2.2.3.a Eau – bouchon de la bouteille Eau – bouchon perméable

### Exemple

Lorsque Nina part en vélo, elle emporte toujours une bouteille d'eau. La bouteille doit être fermée pour empêcher l'eau de sortir de la bouteille. Mais lorsque Nina veut boire, elle doit s'arrêter pour ouvrir la bouteille. Si nous voulons améliorer le système « bouteille d'eau » en suivant le Standard 2-2-3, nous devons d'abord créer un modèle de la situation originale : la substance *outil* est le bouchon de la bouteille ( $S_2$ ), et l'objet est l'eau. Le champ d'interaction est mécanique (Figure 2.2.2.2.3.b, gauche) : nous pouvons dire que le bouchon stoppe l'eau et c'est donc une action mécanique. Le Standard 2-2-3 suggère de passer d'un objet solide à un objet poreux (Figure 2.2.2.2.3.b, droite). Cela signifie que le bouchon doit être poreux et donc qu'il doit être composé d'une membrane qui stoppe l'eau si la pression se situe en-dessous d'une certaine valeur, et qui la laisse passer si la pression dépasse un certain seuil. La pression peut être augmentée lorsque l'on presse la bouteille par exemple.

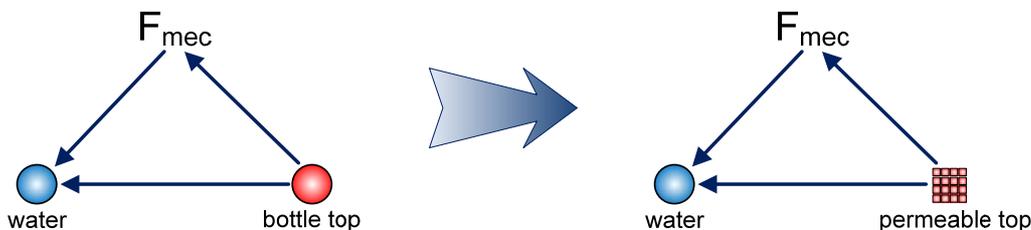


Figure 2.2.2.2.3.b – Améliorer un système en augmentant sa porosité.  
Traduction Figure 2.2.2.2.3.b Eau – bouchon de la bouteille Eau – bouchon perméable

### Auto-évaluation

#### Exercice 1 :

Nina est dans la cuisine et sa mère frit du poisson surgelé. Il y a un problème avec l'huile de friture. Lorsqu'elle met le poisson dans la poêle, l'huile commence à gicler et tout le plan de travail est plein d'éclaboussures. De plus, Nina et sa mère risquent d'être brûlées. La solution évidente est de couvrir la poêle. Mais s'il y a un couvercle, la fumée reste à l'intérieur et donne un mauvais goût au poisson. Est-il possible d'améliorer le système actuel avec un nouveau système, conformément à la Solution Standard 2-2-3 ?



## Réponse 1 :

Lapremière étape est de se concentrer sur le système à améliorer : nous avons un couvercle pour empêcher l'huile de gicler. Une substance est donc l'huile de friture ( $S_1$ ), l'autre est le couvercle ( $S_2$ ) ; ils interagissent par un champ mécanique (Figure 2.2.2.3.c, gauche). Le standard suggère de faire un objet solide perforé ou complètement poreux (Figure 2.2.2.3.c, droite). Nous devons maintenant transférer ce concept à notre outil, c'est-à-dire au couvercle. Une bonne solution pourrait être de faire un couvercle en mailles très épaisses qui retient les gouttelettes d'huile mais laisse passer la fumée (Figure 2.2.2.3.d).

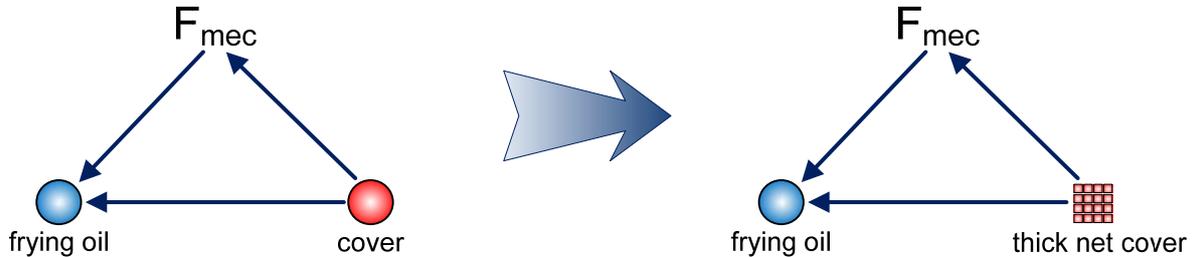


Figure 2.2.2.3.c – Le modèle Su-Field initial et final d'un couvercle de poêle à frire.

Traduction Figure 2.2.2.3.c

Huile de friture – couvercle

Huile de friture – couvercle en mailles épaisses



Figure 2.2.2.3.d – La première image représente un couvercle en verre classique ; à droite, le couvercle est fait d'un épais filet.

## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 2-2-4 : AUGMENTER LE DEGRÉ DE LA DYNAMIQUE DU SYSTÈME

### Théorie

L'efficacité d'un Système Su-Field peut être améliorée en augmentant le degré de la dynamique (c'est-à-dire le degré de liberté) du Système Su-Field, en passant à une structure plus flexible et à l'évolution plus rapide du système.

### Modèle

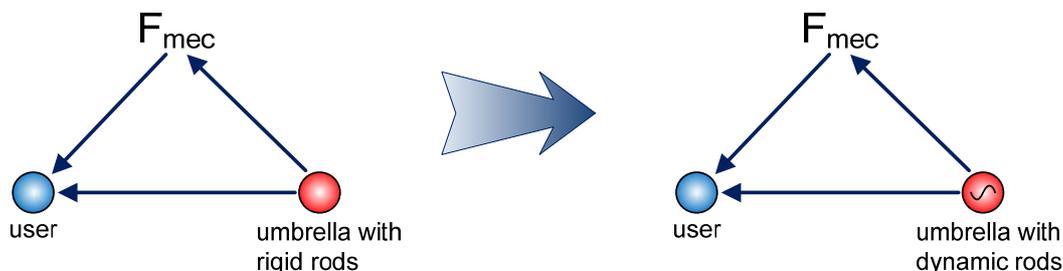


Figure 2.2.2.2.4.a – STANDARD 2-2-4 : Augmenter le degré de la dynamique d'un système.  
Traduction Figure 2.2.2.2.4.a Utilisateur – parapluie avec barres rigides  
Utilisateur – parapluie avec barres dynamiques

### Exemple

Nina marche sous la pluie, protégée par un parapluie. Tandis qu'elle marche, elle observe la structure du parapluie. Il a un long manche relié à une série de barres rigides qui garantissent la tension de la toile imperméable. Lorsqu'un parapluie est ouvert, une grande surface est nécessaire pour protéger de la pluie, mais cela implique également un grand encombrement lorsque le parapluie est fermé. La fonction du parapluie est de protéger l'utilisateur de la pluie, et lorsque Nina commence à faire le Modèle Su-Field, elle doit considérer : l'utilisateur comme première substance, le parapluie comme seconde substance et le champ d'interaction, qui est évidemment mécanique. Elle veut améliorer ce modèle en appliquant le Standard 2-2-4 : l'outil du système doit augmenter sa dynamique. Comme nous l'avons déjà mentionné, le parapluie est fait de deux parties rigides, le manche et les barres, et d'une partie flexible – donc déjà dynamique- la toile. Elle doit donc faire en sorte que le manche ou les barres, ou les deux, deviennent plus dynamiques. Rendre un corps rigide dynamique signifie lui donner un plus grand degré de liberté. Donc, au lieu d'une barre rigide, Nina peut penser à une barre avec une ou deux articulations de plus de manière que le parapluie occupe moins d'espace lorsqu'il est fermé. Le même concept pourrait être appliqué au manche.

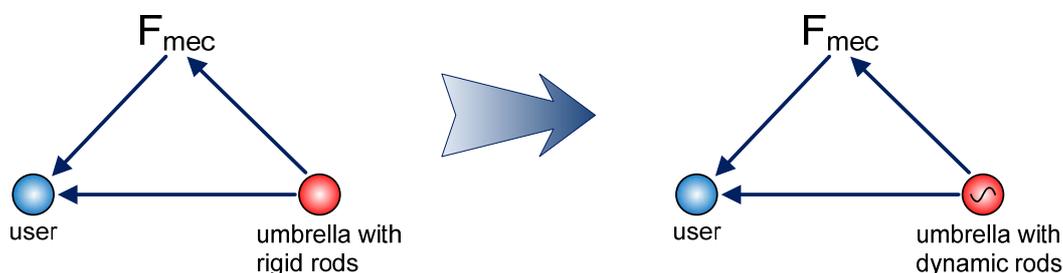


Figure 2.2.2.2.4.b – Augmenter la dynamique d'un parapluie rigide.

### Auto-évaluation

#### Exercice 1 :

Si nous observons les fenêtres des maisons, nous remarquons que certaines ont des volets pour empêcher le soleil de pénétrer dans les pièces. Essayez de trouver des solutions pour augmenter le degré de dynamique des volets en suivant le Standard 2-2-4.



## Réponse 1 :

Le point de départ est, comme toujours, la création du modèle Su-Field. La première substance est la lumière du soleil, la seconde est représentée par les volets en bois qui, grâce à un champ électromagnétique, bloquent la lumière (Figure 2.2.2.4 c, gauche, et Figure 2.2.2.4.d.1). Le standard suggère de rendre le volet plus dynamique et donc plus flexible. Nous ne pouvons évidemment pas travailler sur la lumière du soleil puisqu'elle représente déjà un niveau maximal de flexibilité et, en plus, c'est un champ ! Nous devons donc trouver une solution pour le volet. C'est un volet rigide en bois ; la première étape est donc de lui donner un degré de liberté supplémentaire. Cela signifie qu'il pourrait être ouvert (Figure 2.2.2.4.d.2) pour laisser passer un peu plus de lumière. Mais cela n'est pas suffisant. En fait, nous pouvons augmenter le degré de la dynamique en rendant toutes les persiennes du volet inclinables (Figure 2.2.2.4.d.3). L'étape suivante nous mène vers un store vénitien, sur lequel toutes les bandes peuvent être déplacées, rendant ainsi le degré d'ombre plus précis (Figure 2.2.2.4.d.4). Le degré de dynamique suivant est de faire un volet complètement flexible, ce degré étant représenté par un store à panneau enroulé, tel que représenté sur la Figure 2.2.2.4.d.5 ; le dernier niveau du processus d'augmentation de la dynamique est de faire un bond vers un champ : la capacité à foncer est transférée vers la vitre de la fenêtre. Il s'agit donc d'une fenêtre qui fonce automatiquement à l'aide d'un champ électrique (Figure 2.2.2.4.d.6).

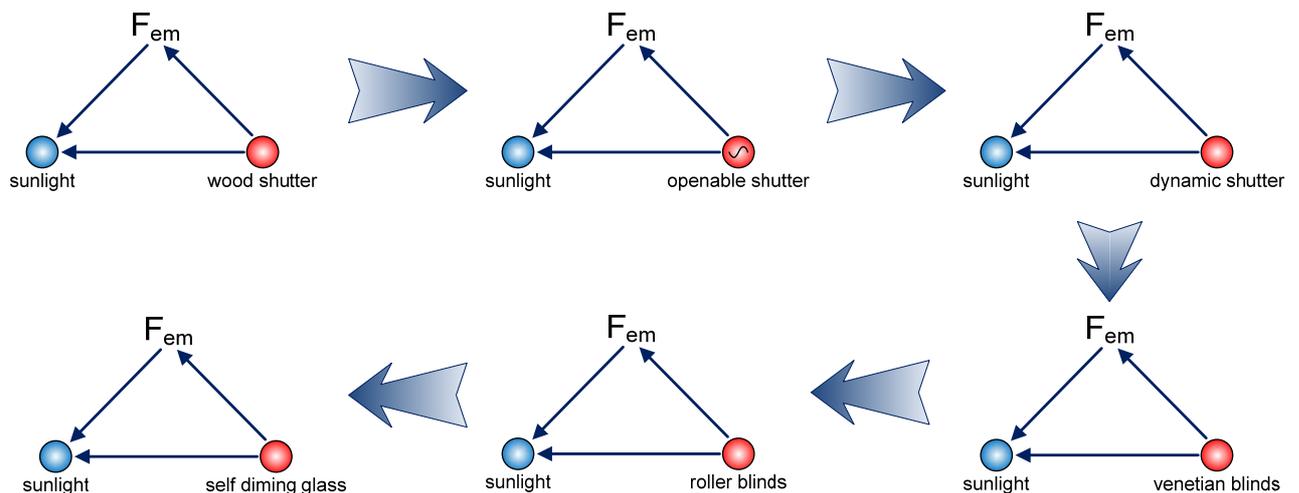


Figure 2.2.2.4.c – Comment améliorer un volet avec différents modèles Su-Field.

Traduction Figure 2.2.2.4.c

*Lumière du soleil – volet en bois / Lumière du soleil – volet que l'on peut ouvrir / Lumière du soleil – volet dynamique / Lumière du soleil – store vénitien / Lumière du soleil – store panneau / Lumière du soleil – verre transition.*



Figure 2.2.2.4.d – Le processus d'augmentation du degré de la dynamique d'un volet :  
 1) le classique volet en bois; 2) un volet que l'on peut ouvrir à moitié; 3) un volet dont toutes les persiennes sont dynamiques ; 4) un store vénitien; 5) un store panneau; 6) un verre qui fonce automatiquement.

## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 3-1-1 : FORMATION DE BI- ET POLY-SYSTÈMES

### Théorie

L'efficacité du système, quel que soit le stade de son évolution, peut être améliorée en combinant le système avec un autre système (ou d'autres systèmes) pour former un bi-système ou un poly-système.

### Méthode

Pour la formation simple de bi- et poly-systèmes, deux ou davantage de composants sont combinés.

Les composants à combiner peuvent être des substances, des champs, des paires substance-champ et des Systèmes Su-Field complets.

### Exemple

Pensez aux camions : ils peuvent transporter de très lourdes charges, mais parfois ils sont si lourds que les essieux de la remorque peuvent avoir des problèmes pour supporter la charge. D'après le Standard 3-1-1, le système peut évoluer et passer à un poly-système ; ainsi, nous pouvons construire un camion avec beaucoup d'essieux et de petites roues pour répartir le poids (Figure 2.2.3.1.1.b).



Figure 2.2.3.1.1.b – Sur cette photo, une remorque avec des axes développés en poly-système.

### Auto-évaluation

#### Exercice 1 :

Sur le bureau de Nina, il y a tout ce dont elle a besoin pour son travail : l'ordinateur, le téléphone, le fax, l'imprimante, le scanner, etc. Mais parfois Nina a besoin de plus d'espace vide sur son bureau pour gérer ses dossiers. Comment pouvez-vous l'aider en suivant les suggestions du Standard 3-1-1 ?

## Réponse 1 :

Pour augmenter l'efficacité d'un système, ce dernier doit être combiné avec un ou plusieurs autres systèmes afin de créer un bi- ou un poly-système. Donc : au lieu d'avoir beaucoup d'outils différents sur son bureau, certains d'entre eux pourraient fusionner en un poly-système unique. Par exemple, l'imprimante, le scanner et le fax pourraient être remplacés par une imprimante multifonctions capable de remplir toutes les fonctions des appareils individuels (Figure 2.2.3.1.1.c).



Figure 2.2.3.1.1.c – Une imprimante multifonctions : c'est un poly-système composé d'une imprimante, d'un scanner et d'un fax.

## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 3-1-2 : DÉVELOPPER DES LIENS DANS DES BI- ET POLY-SYSTÈMES

### Théorie

L'efficacité des bi- et poly-systèmes peut être améliorée en développant des liens entre les différents éléments du système.

### Méthode

Les liens entre les éléments d'un bi- ou d'un poly-système peuvent être rendus soit plus rigides, soit plus dynamiques.



### Exemple

S'agissant de la dernière génération de voitures, de nombreux gadgets électroniques étaient en option. Un bi-système classique se compose d'un autoradio et d'une connexion Bluetooth pour les appels sur le téléphone portable, et il se sert des mêmes haut-parleurs comme kit mains-libres. D'après la suggestion du Standard 3-1-2, pour faire évoluer ce système, il faut créer des liens entre les éléments du système. Une interaction pourrait être de réduire le volume de la musique en cas d'appel entrant.



### Auto-évaluation

#### Exercice 1 :

Si vous observez une moto, vous remarquez que certaines ont un système de béquille composée de deux béquilles : une béquille centrale et une béquille latérale. Essayez de faire évoluer ce système en suivant le Standard 3-1-2.



#### Réponse 1 :

Le Standard 3-1-2 suggère de développer un lien, une « interaction », entre les composants du bi-système, représenté par les deux béquilles de la moto. Une solution explicative pourrait être : lorsque la moto repose sur la béquille centrale, ouvrir la béquille latérale empêche la fermeture de la première (Figure 2.2.3.1.2.b).



Figure 2.2.3.1.2 – Sur la photo, on voit les deux béquilles : la première (béquille centrale) sur laquelle repose la moto, la deuxième qui évite que la première se ferme.

### Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 3-1-3 : AUGMENTER LA DIFFÉRENCE ENTRE LES COMPOSANTS D'UN SYSTÈME

### Théorie

- \* L'efficacité de bi- et de poly-systèmes peut être améliorée en augmentant la différence entre les composants du système. La ligne d'évolution suivante est recommandée :
- \* composants similaires
- \* composants avec des caractéristiques biaisées
- \* composants différents
- \* combinaisons du "composants + composant avec fonction opposée".

### Exemple

Tout le monde connaît les batteries rechargeables, par exemple celle du téléphone portable. Leur charge peut être restaurée avec un chargeur de batterie. Si nous essayons de faire évoluer le chargeur de batterie en suivant le Standard 3-1-3, nous devons créer un bi- ou un poly-système dont le composant doit être très différent, voire avoir la fonction opposée. Nous pourrions imaginer un chargeur de batterie comprenant un déchargeur de batterie (Figure 2.2.3.1.3.b).



Figure 2.2.3.1.3 – Un système comprenant son opposé : un chargeur / déchargeur de batterie.

### Auto-évaluation

#### Exercice 1 :

Lorsqu'au début les voitures étaient équipées d'un autoradio, les haut-parleurs avant étaient fournis : un à gauche et un à droite. Ce système est donc né sous la forme d'un bi-système. Ensuite, d'autres haut-parleurs ont été placés dans la voiture, par exemple, à l'arrière de la voiture. Essayez d'améliorer ce poly-système d'après le Standard 3-1-3.



#### Réponse 1 :

Les différentes étapes de l'autoradio sont : deux haut-parleurs (bi-système), quatre haut-parleurs (poly-système), six haut-parleurs, etc. Mais hormis le nombre de haut-parleurs, le système est le même. Le Standard 3-1-3 propose de rendre les éléments différents, ou s'ils sont déjà différents, d'augmenter leur différence. Nous pouvons donc créer un système audio dans lequel chaque haut-parleur ou chaque paire diffuse un autre son : par exemple, deux haut-parleurs pour les fréquences les plus hautes (tweeter), deux pour les fréquences basses (woofers) et deux pour les fréquences moyennes.



### Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 3-1-4 : INTÉGRATION DE PLUSIEURS COMPOSANTS DANS UN COMPOSANT UNIQUE

### Théorie

L'efficacité de bi- et de poly-systèmes peut être améliorée par « convolution » (intégration de plusieurs composants dans un composant unique) en réduisant les composants auxiliaires. Des bi- et poly-systèmes entièrement convolutés redeviennent des mono-systèmes et l'intégration peut être répétée à un autre niveau du système.

### Exemple

Nina est invitée à une fête avec son petit ami et elle veut être jolie. Elle s'en va donc acheter du maquillage : rouge à lèvres, poudre, mascara, eyeliner, etc. Alors qu'elle se trouve à hauteur des rouges à lèvres, elle aperçoit un bon outil : une sorte de stylo avec du rouge à lèvres d'un côté et un crayon à lèvres de l'autre (Figure 2.2.3.1.4.b, gauche). Elle décide de l'acheter. Elle reste très impressionnée par son achat mais, alors qu'elle arrive à la maison, elle a une idée pour améliorer ce bi-système : pourquoi ne pas l'améliorer en suivant les conseils du Standard 3-1-4 ? Une convolution du bi-système est possible : il s'agit de faire un rouge à lèvres avec le crayon à lèvres à l'intérieur (Figure 2.2.3.1.4.b, droite).



Figure 2.2.3.1.4.b –À gauche, le bi-système rouge à lèvres & crayon à lèvres : à droite, le bi-système convoluté.

### Auto-évaluation

#### Exercice 1 :

Il y a quelques années à peine, seuls les ordinateurs de bureau existaient et, comme aujourd'hui, ils étaient composés d'un moniteur, d'une unité centrale, d'un clavier et d'une souris. Puisque que les ordinateurs sont devenus indispensables et qu'ils doivent être utilisés au bureau, un poly-système a été créé : c'est de là que provient l'idée de l'ordinateur portable. Ce nouveau système comprend les éléments séparés de l'ancienne version. Essayez de faire évoluer ce système en suivant les conseils du Standard 3-1-4.



## Réponse 1 :

La Solution Standard 3-1-4 suggère que pour améliorer l'efficacité d'un bi- ou d'un poly-système existant, un processus de convolution est nécessaire. Cela signifie que nous devons trouver un nouveau système qui a toutes les fonctions du composant individuel du poly-système. Donc, nous avons besoin d'un « boîtier » capable d'être à la fois un moniteur, une souris, un clavier et une unité centrale. Une bonne solution pour cette tâche est la dernière génération de Tablet PC, avec laquelle toutes les actions peuvent être réalisées sur le moniteur tactile placé sur la partie supérieure d'un boîtier contenant toute la partie électronique du PC (Figure 2.2.3.1.4.c).



Figure 2.2.3.1.4.c – la dernière génération de Tablet PC PORTABLE : toutes les fonctions sont réalisées sur le moniteur tactile.

## Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 3-1-5 : RÉPARTIR DES PROPRIÉTÉS INCOMPATIBLES ENTRE LE SYSTÈME ET SES PARTIES

### Théorie

L'efficacité des bi- et poly-systèmes peut être améliorée en répartissant des propriétés incompatibles entre le système et ses parties. On utilise pour cela une structure à deux niveaux dans laquelle le système en tant qu'ensemble a une certaine propriété A, alors que ses parties (particules) ont les propriétés anti-A.

### Exemple



Nina est partie acheter quelque chose pour le dîner, et elle va également chez le boucher. Lorsqu'elle entre dans la boutique, elle voit le boucher en train de retirer les os d'une grande pièce de viande. Soudain, le boucher perd le contrôle du couteau et se blesse à la main. Nina lui demande alors comment cela se fait qu'il ne porte pas de gant de protection avec des plaques en fer. Il lui répond que c'est à cause des parties rigides : ça protège, mais ce n'est pas confortable pour travailler à cause des nombreuses restrictions de mouvement. Nina lui explique qu'un gant avec des plaques en fer est un bi-système et que pour augmenter son efficacité, on peut répartir ses propriétés incompatibles entre les parties du système : le système en tant qu'ensemble a une certaine propriété, mais les composants séparés peuvent avoir la caractéristique inverse. Il faut donc un gant spécial macroscopiquement flexible afin de faciliter le travail, mais microscopiquement rigide pour empêcher les blessures (Figure 2.2.3.1.5.b, gauche).

Cette solution a été adoptée il y a bien longtemps, à la place des armures rigides, par les soldats médiévaux pour se protéger contre les coups d'épée (Figure 2.2.3.1.5, droite).



Figure. 2.2.3.1.5.c – À gauche, un gant spécial pour les bouchers ; à droite, une tenue en cote de mailles.

### Auto-évaluation

#### Exercice 1 :



Dans l'ancienne télévision en noir et blanc, l'image était créée par un faisceau d'électrons haute-énergie correctement collimaté et focalisé excitant un revêtement phosphorescent sur un écran émettant de la lumière. Mais évidemment, cette image était en niveaux de gris et ne pouvait être colorée. D'après le Standard 3-1-5, comment est-il possible d'obtenir une image en couleur ?

# tETRIS

## Réponse 1 :

La première étape pour utiliser le Standard 3-1-5 est d'avoir un bi- ou un poly-système. On sait que toutes les couleurs peuvent être obtenues en mélangeant les trois couleurs primaires rouge, vert et bleu et en modifiant les proportions de chacune d'entre elles. Nous pouvons donc fabriquer un écran avec trois couches superposées, chacune créant une image dans sa couleur, ou une couche avec une matrice de couleurs spéciales capable d'être excitée par trois faisceaux individuels d'électrons, un pour chaque couleur. Dans les deux cas, toute l'image apparaît en couleur, mais ses parties (les pixels) sont monochromes (regardez la TV de très près et vous verrez clairement les points rouges, verts et bleus).



## **Références**

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 3-2-1 : TRANSITION VERS UN MICRO-NIVEAU

### Théorie

L'efficacité d'un système, quel que soit son niveau d'évolution, peut être améliorée par la transition d'un macro-niveau vers un micro-niveau : le système – ou ses parties – est remplacé par une substance capable de remplir la fonction requise tout en interagissant avec un champ.

Il convient de noter que les substances ont une multitude d'états de micro-niveaux (cristal, treillis, molécules, ions, domaines, atomes, particules fondamentales, champs, etc.). C'est pourquoi, diverses options de transition vers un micro-niveau et diverses options de transition d'un micro-niveau à l'autre – un niveau inférieur – doivent être considérées lors de la résolution d'un problème.

### Exemple



Prenons un dispositif électrique, par exemple, une voiture. Pour effectuer une certaine action, elle a besoin d'énergie fournie par une cellule électrique de stockage (une batterie). Lorsqu'elle est utilisée, la batterie se décharge évidemment, et elle doit être rechargée. Le Standard 3-2-1 suggère que pour améliorer un système, tous ou un seul de ses composants doivent être changés et remplacés par une nouvelle substance capable de remplir la fonction désirée en interagissant avec un champ. Dans notre cas, en observant le micro-niveau, nous devons trouver une substance à introduire dans notre voiture pour fournir l'énergie nécessaire au moteur. Einstein a découvert que certains matériaux, lorsqu'ils sont touchés par la lumière, produisent de l'énergie électrique. Nous pouvons donc équiper notre voiture de panneaux solaires pour alimenter le moteur.

### Auto-évaluation

#### Exercice 1 :



Nina nettoie sa chambre avec un simple aspirateur. Tandis qu'elle nettoie, elle pense à comment cet outil fonctionne. Puis, elle a une idée pour améliorer ce système en suivant la Solution Standard 3-2-1. Avez-vous une idée ?

#### Réponse 1 :

Le Standard que Nina a appliqué pour trouver une solution suggère une transition d'un macro-niveau à un micro-niveau, c'est-à-dire nous devons trouver une substance capable de remplir la fonction « retirer la poussière et d'autres particules de saleté plus petites et plus légère » lorsqu'elle est soumise à un champ. Certains tissus, comme la laine ou des tissus synthétiques, peuvent être chargés d'électricité statique lorsqu'on les frotte, et peuvent donc remplir la fonction souhaitée.

### Références

[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARD 5-1-1-1 : INTRODUIRE DES SUBSTANCES DANS UN SYSTÈME AVEC DES CONDITIONS RESTREINTES

### Théorie

S'il est nécessaire d'introduire une substance dans le système et que cela n'est pas permis, un « vide » peut être utilisé à la place d'une substance.

### Méthode

Note : Un « vide » est généralement une substance gazeuse, comme de l'air ou un espace vide formé dans un objet solide. Dans certains cas, un « vide » peut être formé par d'autres substances comme des liquides (mousse) ou des corps détachés.



### Exemple

Dans toute maison, il y a des fenêtres. Elles ont pour fonction de donner la possibilité de renouveler l'air de la pièce et de laisser pénétrer la lumière de l'extérieur. Mais lorsqu'il y a une différence de température entre l'intérieur et l'extérieur, elles doivent également isoler la pièce. Mais parfois leur verre n'est pas suffisant pour cela. Une façon de résoudre ce problème est d'augmenter l'épaisseur du verre, ce qui a pour inconvénient de rendre les vitres plus chères et plus lourdes. Une autre possibilité est d'introduire une couche de matériau isolant, par exemple, une couche de bois ; mais les fenêtres ne seraient plus transparentes. La Solution Standard 5-1-1-1 suggère que lorsqu'il n'est pas permis d'introduire une nouvelle substance dans un système pour atteindre un objectif, un vide peut être la bonne solution. Dans notre problème, nous devons introduire une autre substance (verre ou bois ou quelque chose d'autre), mais cela n'est pas permis à cause des conséquences négatives. Nous devons donc trouver une solution pour résoudre ce problème en utilisant un vide, ou de l'air ou un espace vide, etc. Une bonne solution peut être d'utiliser deux minces couches de verre avec un vide d'air entre-elles : l'air est un bon isolant thermique et le verre reste transparent (Figure 2.2.5.1.1.b, gauche).



Figure 2.2.5.1.1.b – La section d'une fenêtre avec verre creux isolant.

## Auto-évaluation

### Exercice 1 :



Nina boit un café si chaud que même la tasse est brûlante. Elle commence à penser à si et comment il serait possible de résoudre ce problème afin d'éviter de se brûler les doigts. Savez-vous comment résoudre ce problème en utilisant la Solution Standard 5-1-1-1 ?

### Réponse 1 :



Le Standard suggère d'introduire du vide si toute autre substance est interdite pour quelque raison que ce soit. La tasse de Nina est très chaude sur sa partie extérieure. La pensée standard est, par exemple, d'introduire une nouvelle substance qui isole mieux que le matériau de la tasse. Mais c'est plus cher et le processus de fabrication est compliqué. Nous pourrions donc suivre la suggestion standard et essayer d'introduire un vide. Nous savons que l'air est un bon isolant thermique, donc nous devons introduire l'air entre la surface intérieure qui est en contact avec le café chaud et la surface extérieure qui est en contact avec les doigts de l'utilisateur. Une solution simple est une tasse telle que représentée sur la Figure 2.2.5.1.1.c.



Figure 2.2.5.1.1.c – Une tasse de café qui ne brûle pas les doigts. À droite, sa coupe transversale.

## Références



[1] VV.AA.: *Un fil dans le labyrinthe* (en russe). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.