

La Conception Inventive

Une nouvelle approche structurée du processus d'innovation

Lundi 29 juin 2015 - Maison du Technopole

denis.cavallucci@insa-strasbourg.fr
Amadou.coulibaly@insa-strasbourg.fr



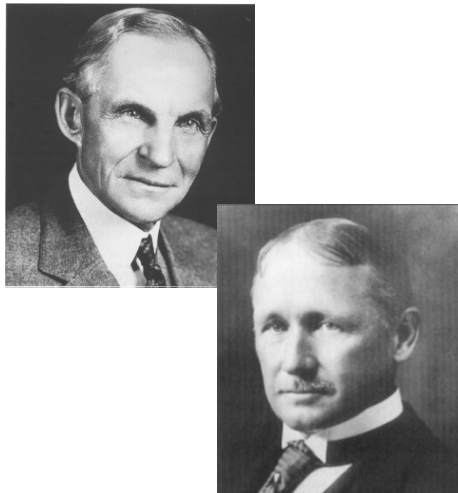
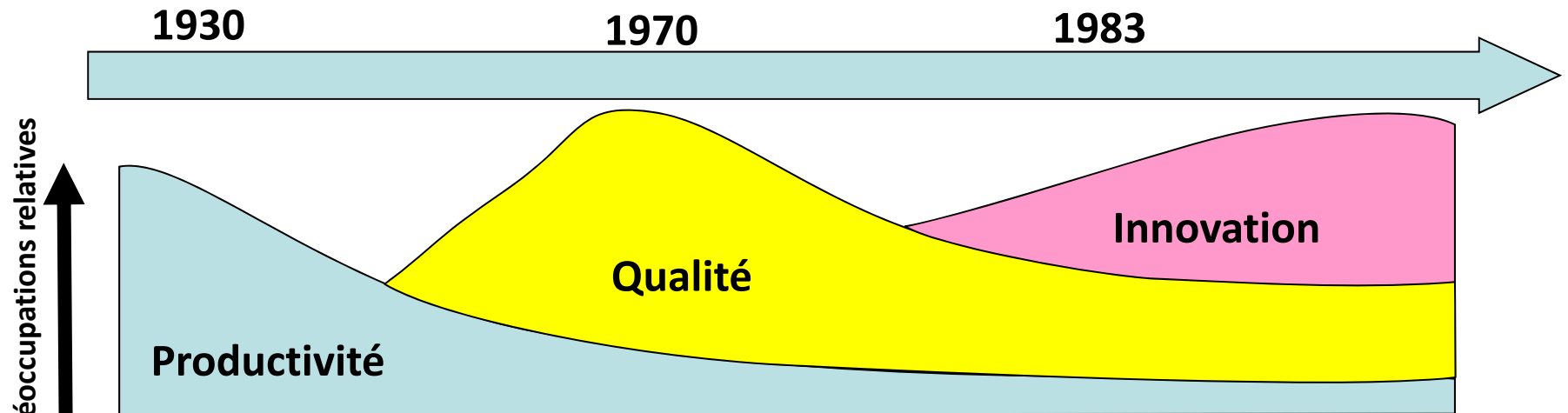
Introduction
Contexte



Question centrale :

Peut-on, par des méthodes, des outils, fondés en théorie, accroître la formalisation de l'activité d'invention dans les organisations industrielles ?

Les ères industrielles et leurs problématiques



- Répondre à la demande
- Accroître les rendements
- Optimiser la production

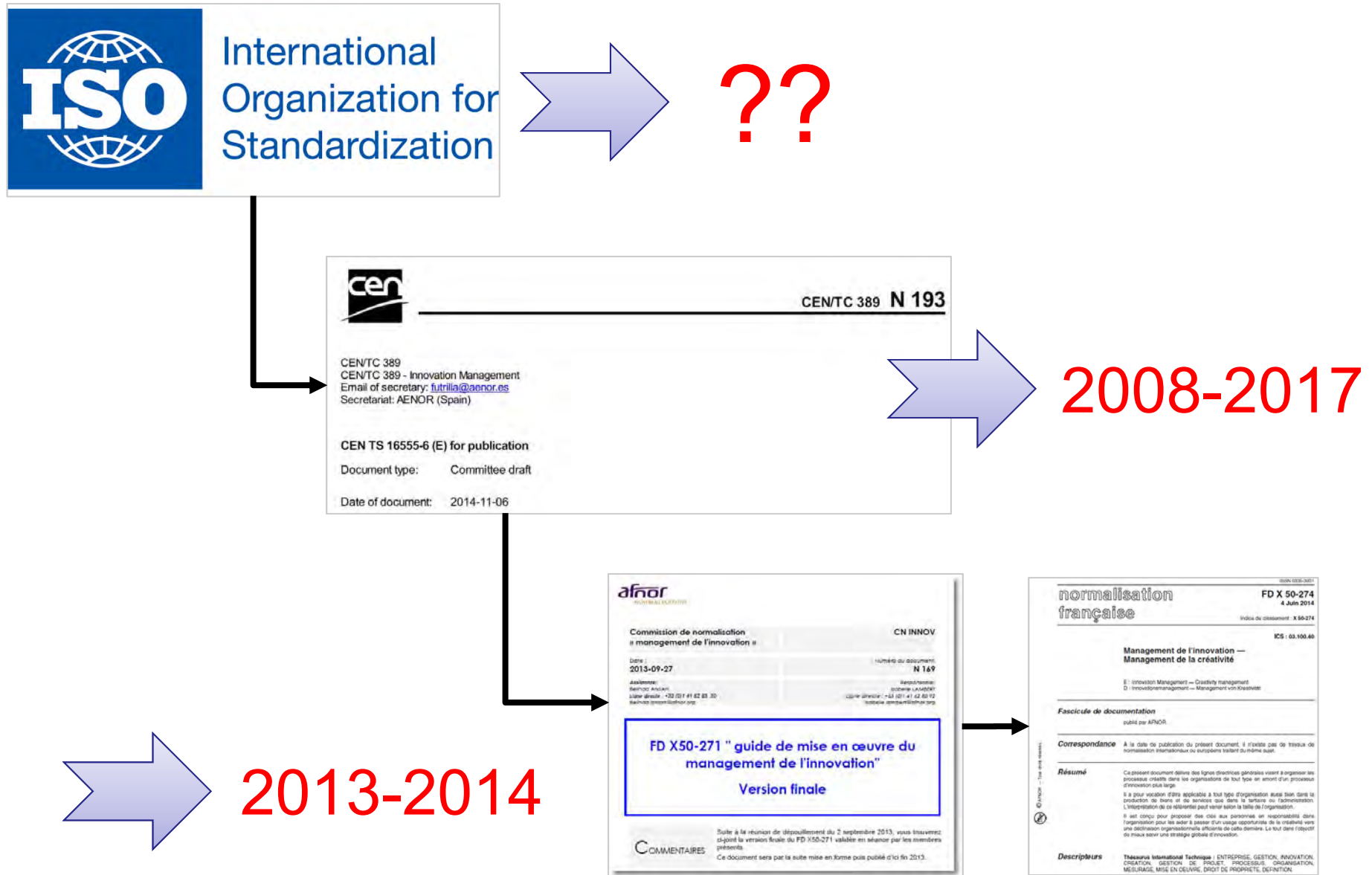


- Répondre à la compétition
- Assurer la qualité
- Optimiser l'organisation

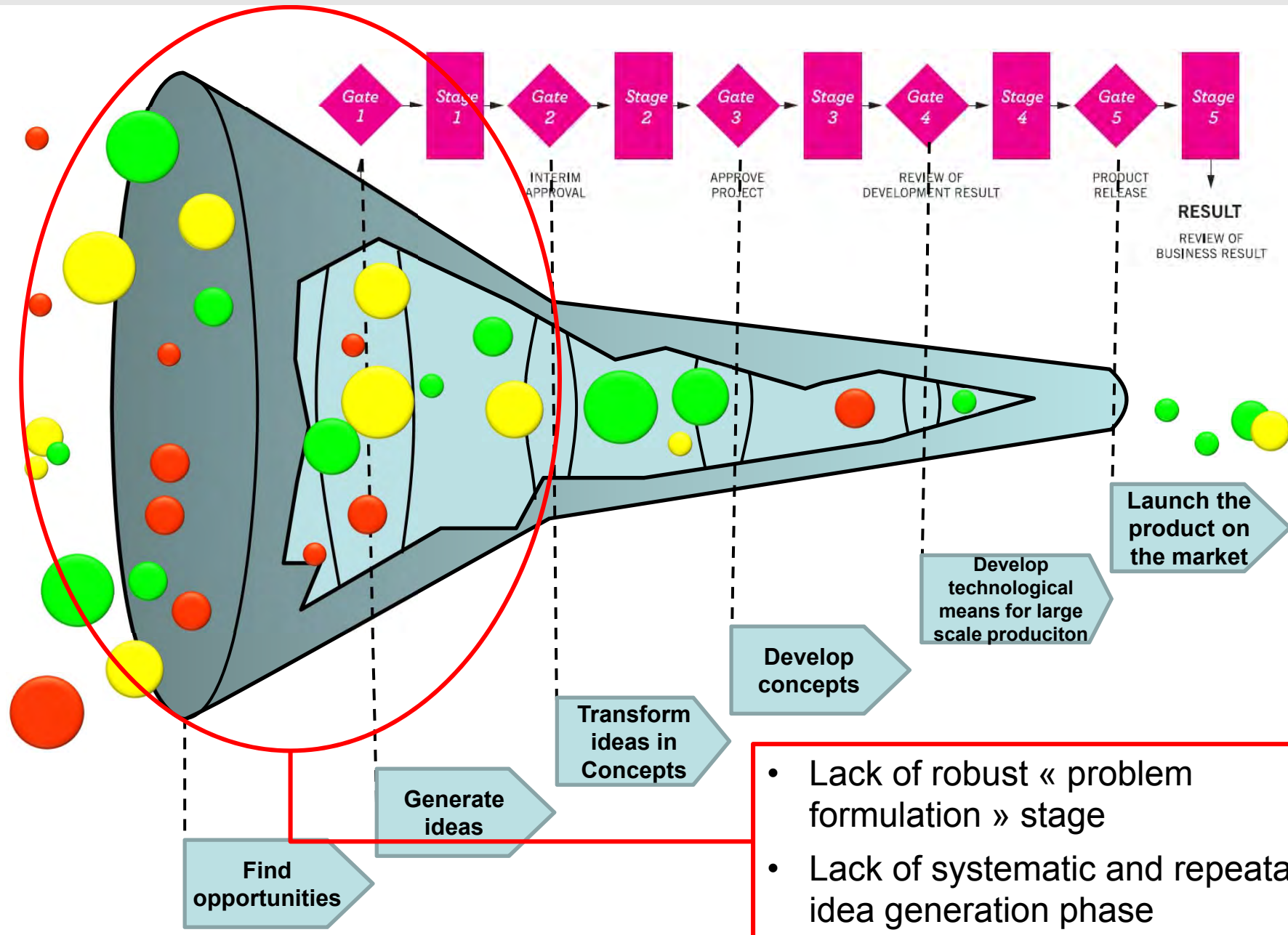


- Anticiper les évolutions produits
- Manager les connaissances
- Organiser l'innovation

Parmi les invariants des changements : les normes

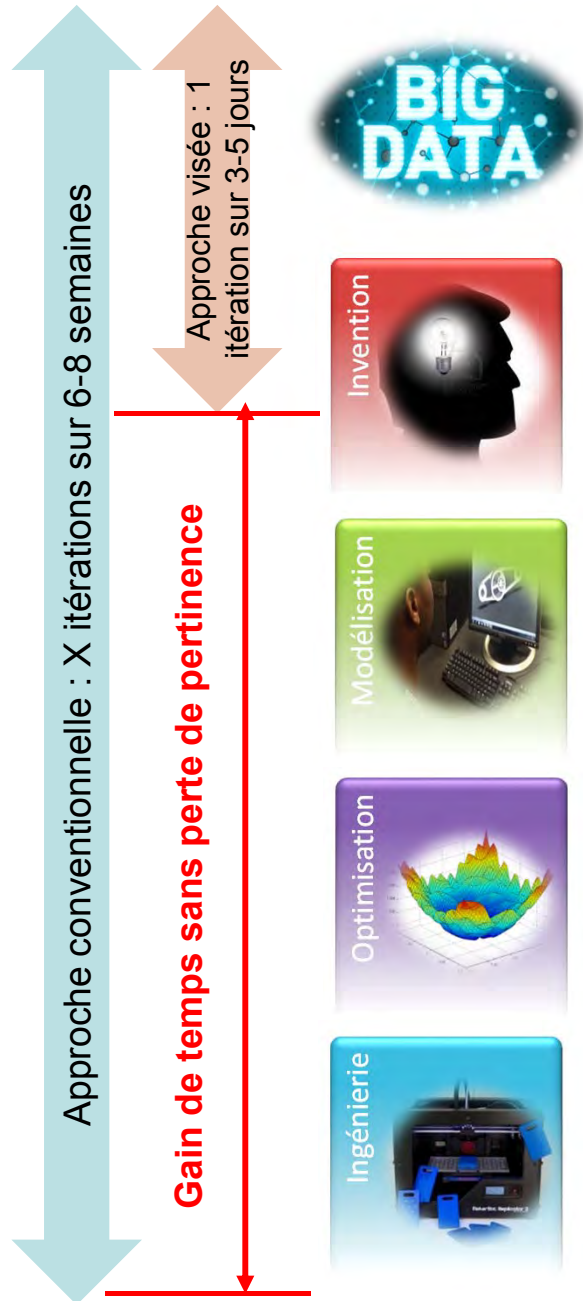


Modèle existant de référence : Le Stage-Gate process



After Bengt Jaherault : The Stage-Gate process

Nos questionnements sur la robustesse des phases inventives



Comment obtenir des synthèses rapides et exhaustives des connaissances (web, documents, interviews d'experts) ?

Comment assister la génération d'idées pré-filtrées par leur valeur inventive (pas de masse d'idées) ?

Comment numériser les croquis, les esquisses de façon numérique pour accélérer la CAO ?

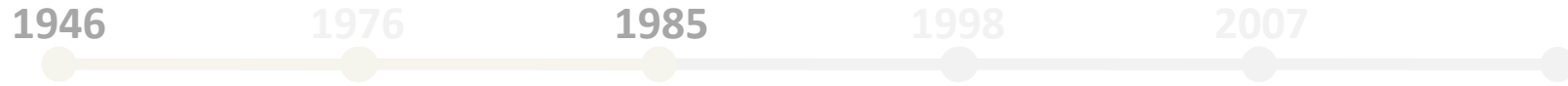
Comment pré-calculer les idées pour une estimation objective de leur valeur ?

Comment produire une maquette physique de l'idée pour accroître son potentiel de convaincre ?



Rappels
Sur les origins de la
Conception Inventive

La TRIZ : L'acronyme

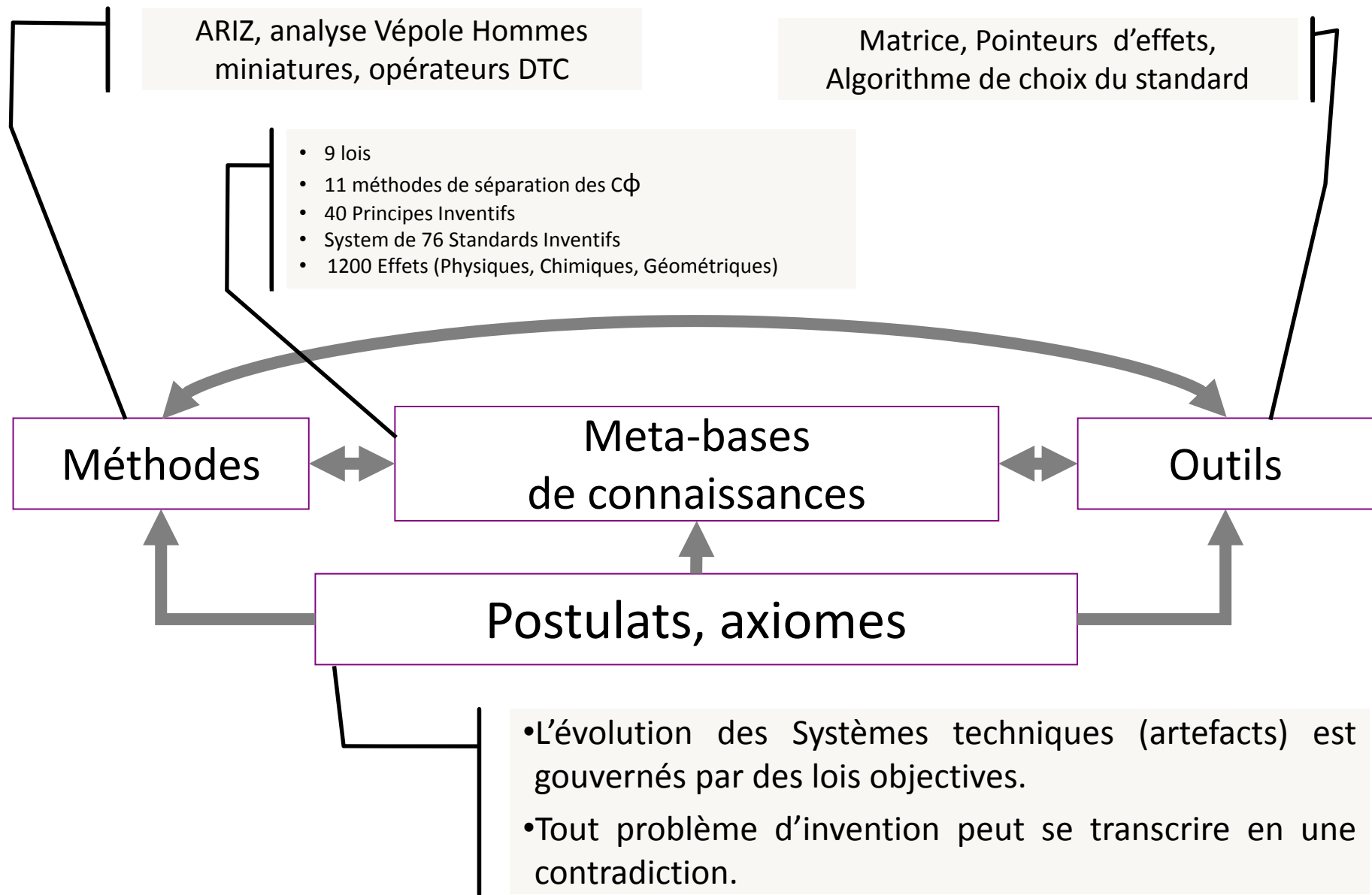


Teorija (Théorie)
Rezhenija (*de la* Résolution)
Izobretatel'skich (*des* Problèmes)
Zadach (Inventifs)

Je ne voulais pas inventer moi-même,
je voulais aider les autres à devenir des inventeurs...

G.S. Altshuller (1926-1998)

La TRIZ : Vision d'ensemble des contenus





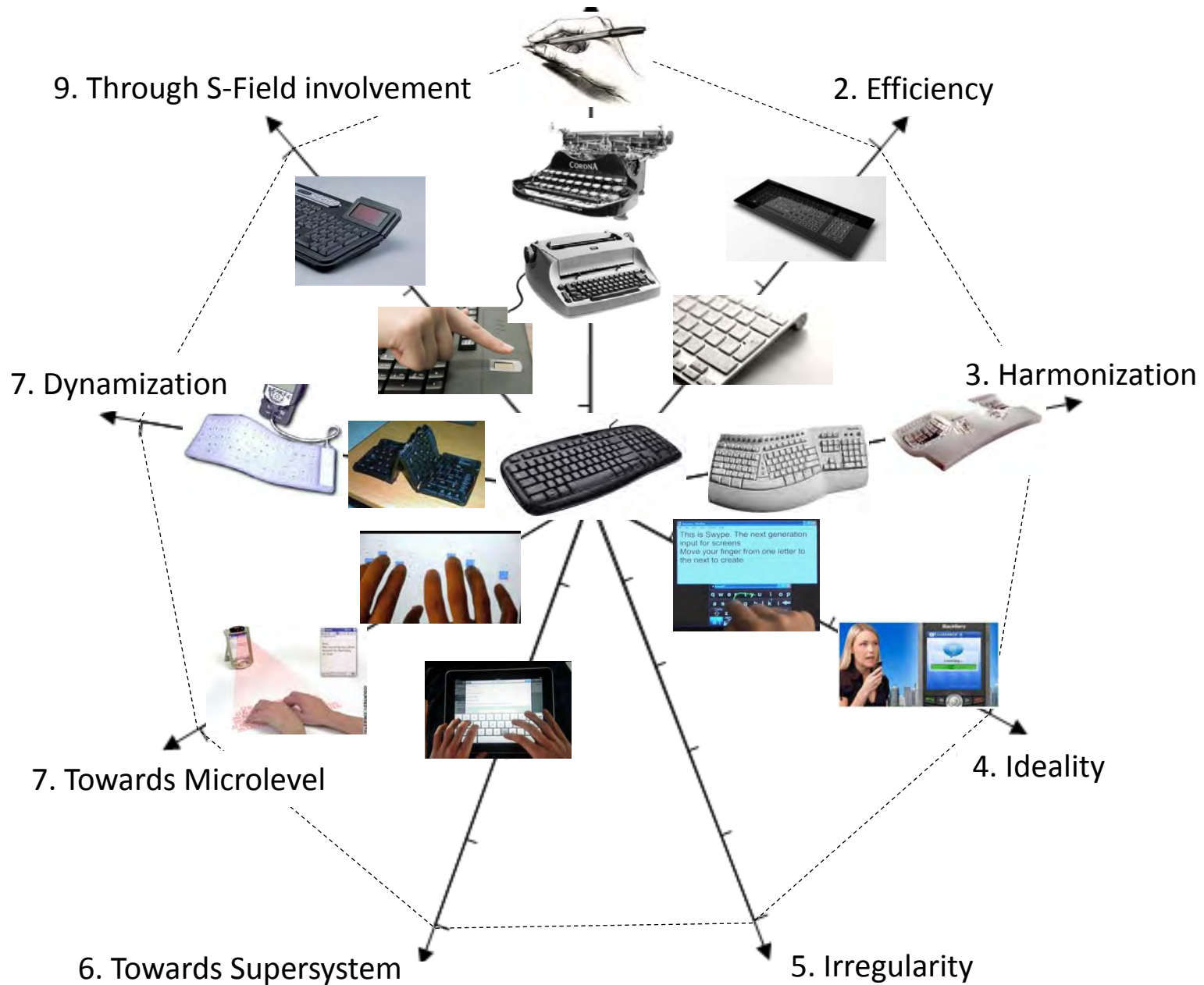
1er axiome :
Les lois d'évolution

La TRIZ : Premier axiome, les lois d'évolution

Solide monobloc	Solide articulé	Solide multi-articulation	Solide flexible
 <p>Fellowes</p>			
			
			
			

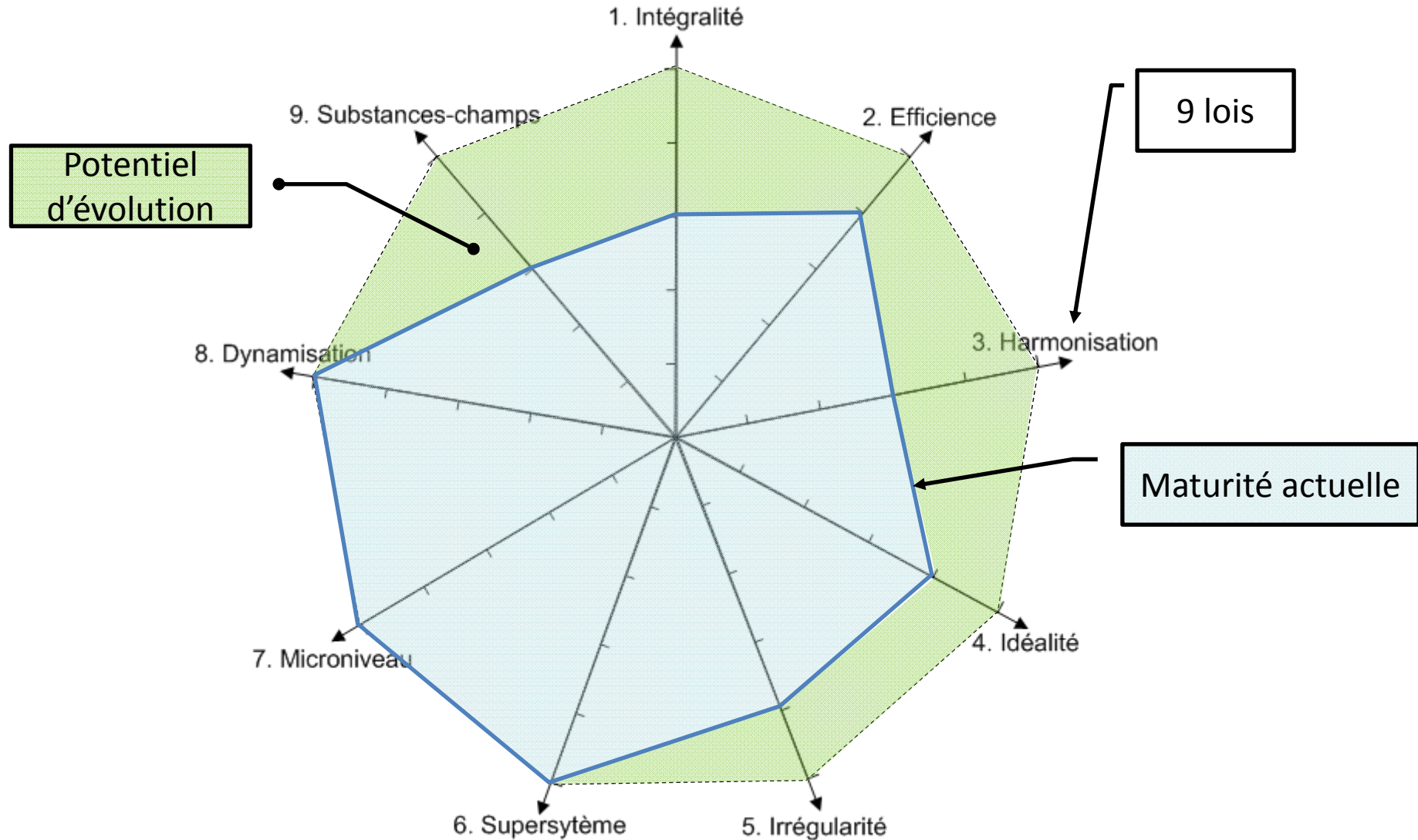
La TRIZ : Premier axiome, les lois d'évolution

1. System completeness



La TRIZ : Premier axiome, les lois d'évolution

9 lois ont été mises en évidence par les fondateurs de la TRIZ, elles constituent le potentiel d'évolution d'un système technique donné





2ème axiome :
La contradiction

La TRIZ : Second axiome, la contradiction

La contradiction





CA (administrative): J'aimerais [que la table résiste à des charges lourdes] mais je ne sais pas comment.

CT (technique): Si j'améliore [la résistance mécanique] de [ma table] elle risque aussi de devenir [plus lourde].

CP (physique): L'épaisseur du plateau doit être épaisse pour une bonne résistance mécanique et fine pour une bonne transportabilité.



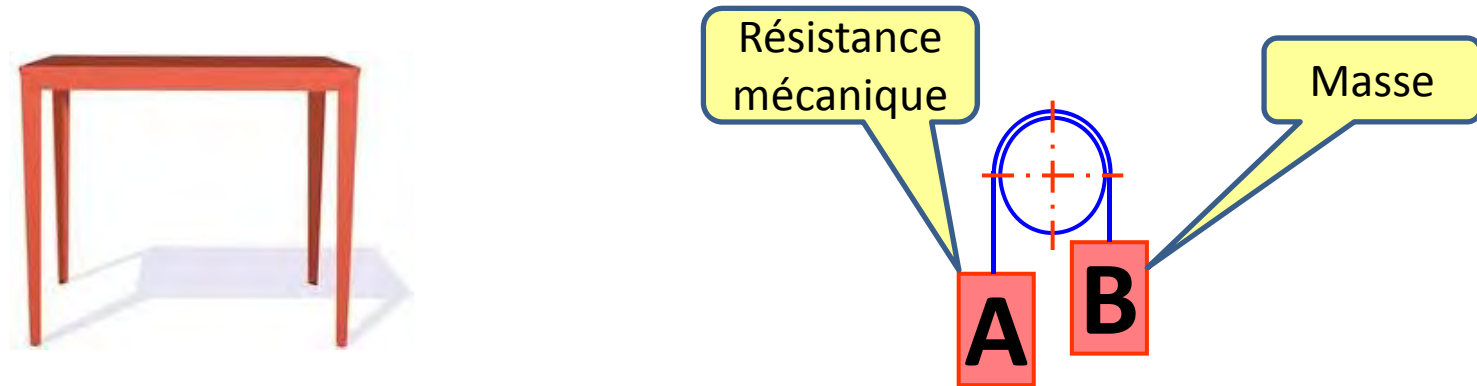
Plateau

	Epaisseur	
	épaisse	fine
Résistance mécanique		
Transportabilité		

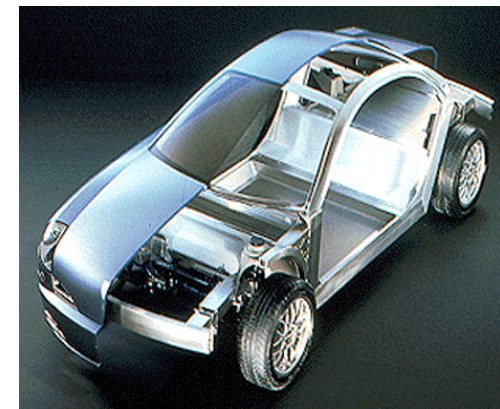
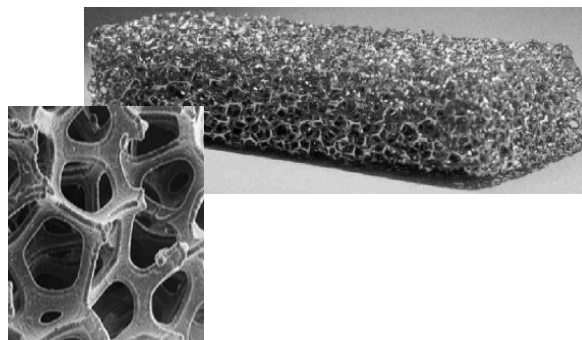
La TRIZ : Second axiome, la contradiction

Le « bon » réflexe inventif est d'aller chercher l'élément de connaissance qui nous manque :

En d'autres termes accepter qu'il puisse exister une solution qui ne fasse pas le compromis entre résistance mécanique et masse... et que j'ignore.



La réponse est : OUI ! Le concept physique de la bulle a engendré tout un pan de recherches sur des matériaux « mousse » de toute nature (alu, bois, plastique, métal).



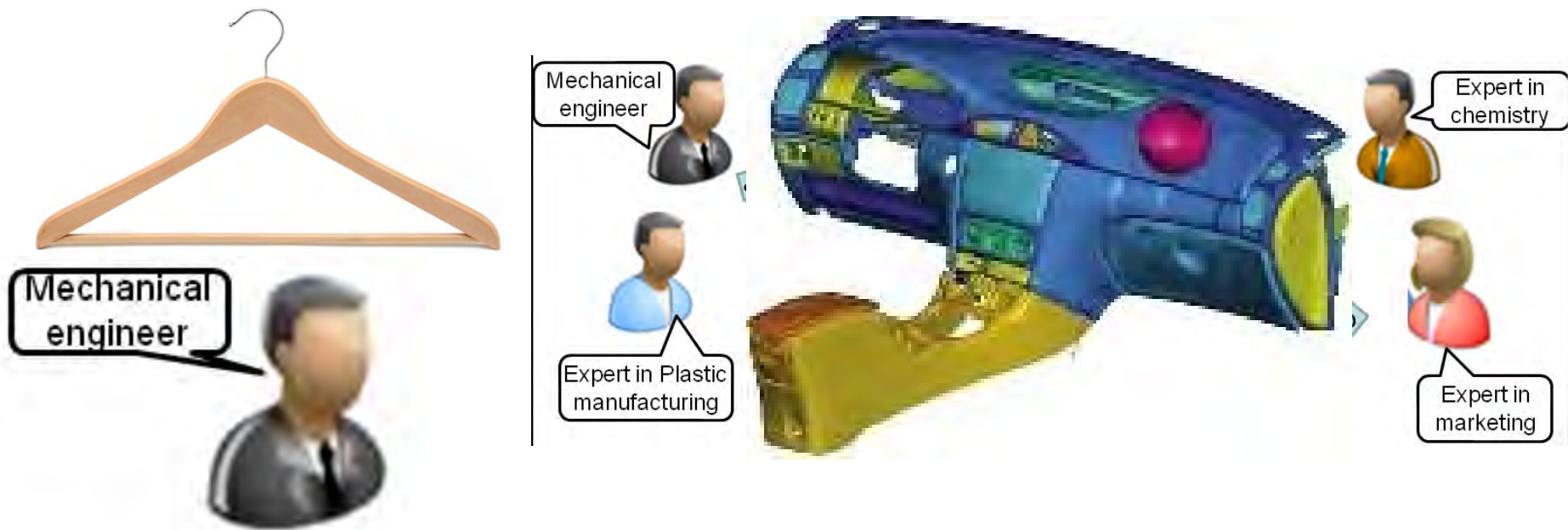
Maintenant, puis-je imaginer une voie de résolution sans compromis de ma contradiction ?



***Mais l'inaptitude
de la TRIZ
à s'appliquer
dans des situations
Industrielles nous a donné
des enjeux de recherche***

La TRIZ : Ses limites

- La TRIZ n'est pas conçue pour faire face aux situations initiales complexes (celles qui nécessitent d'impliquer des connaissances nombreuses et multidisciplinaires pour caractériser le problème).

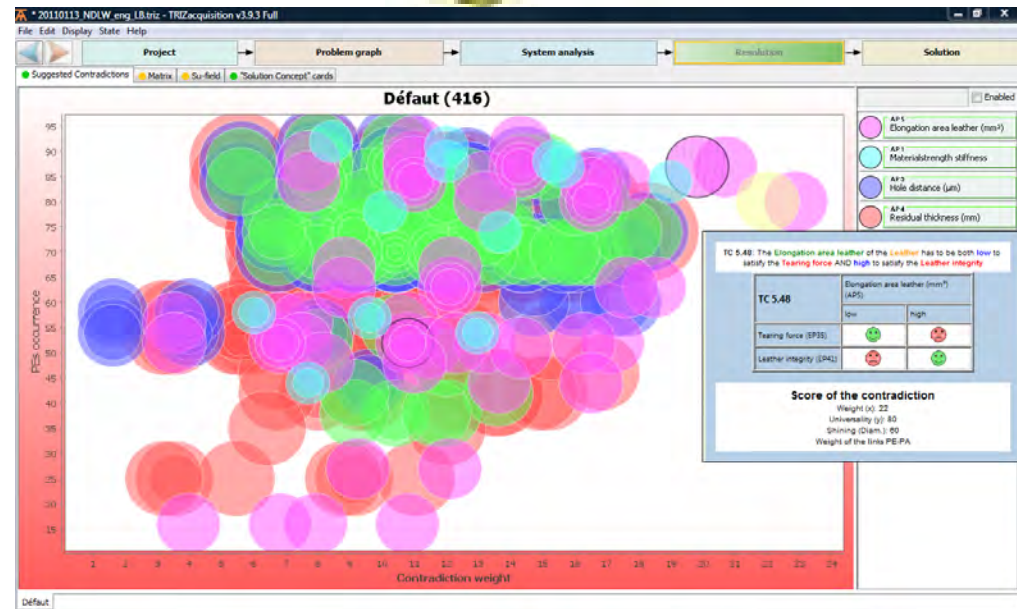


La TRIZ : Ses limites

- La TRIZ est conçue pour résoudre une contradiction à la fois, mais dans les situations complexes elles sont nombreuses.
 - Comment choisir la plus appropriée (celle qu'il faut résoudre en priorité) ?
 - Comment assurer le monitoring des incidences d'une résolution (perturbation systémique d'une contradiction résolue) ?



	Arm's length	
	long	short
stability		
ease of placing clothes on		



La TRIZ : Ses limites

- Existe-t-il une façon reproductible et enseignable de formuler correctement une contradiction ?



Comme vous le savez, je suis un expert internationalement reconnu en TRIZ. Croyez-moi, la contradiction est...



Let $i=2q-1$ or $i=2q$ and $M \in \mathbb{R}^{2m \times k}$ be the matrix of influences
 $M_{ij}=1$ means that AP_q has a positive influence on EP_j
 and $M_{ij}=-1$ means that AP_q has a negative influence on EP_j

Moreover

$$\forall i, m \mid i=2*m, \text{ if } M_{i,j} = 1 \text{ then } M_{i+1,j} = -1 \text{ and if } M_{i,j} = -1 \text{ then } M_{i+1,j} = 1 \text{ else } M_{i,j} = \infty$$

Figure 6 shows a possible matrix of influences.

$$\begin{matrix}
 AP_1 & \begin{matrix} Va_1 \\ \overline{Va_1} \\ \dots \end{matrix} & \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \dots \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & -1 & \dots & \infty & \dots & \infty \\ -1 & 1 & \dots & \infty & \dots & \infty \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix} \\
 AP_m & \begin{matrix} Va_m \\ \overline{Va_m} \end{matrix} & \begin{matrix} 2m-1 \\ 2m \end{matrix} & \begin{pmatrix} \infty & \infty & \dots & 1 & \dots & -1 \\ \infty & \infty & \dots & -1 & \dots & 1 \end{pmatrix}
 \end{matrix}$$

Figure 6: Matrix representing the influences between the APs and the EPs

La Conception Inventive : une chaire universitaire pour avancer ensemble



INSA | INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
STRASBOURG



Experts training to IDM-TRIZ (powered by STEPS)

«Inventive Design Method based on TRIZ and its associated software STEPS»

From 2 days to 3 weeks + e-learning on Moodle

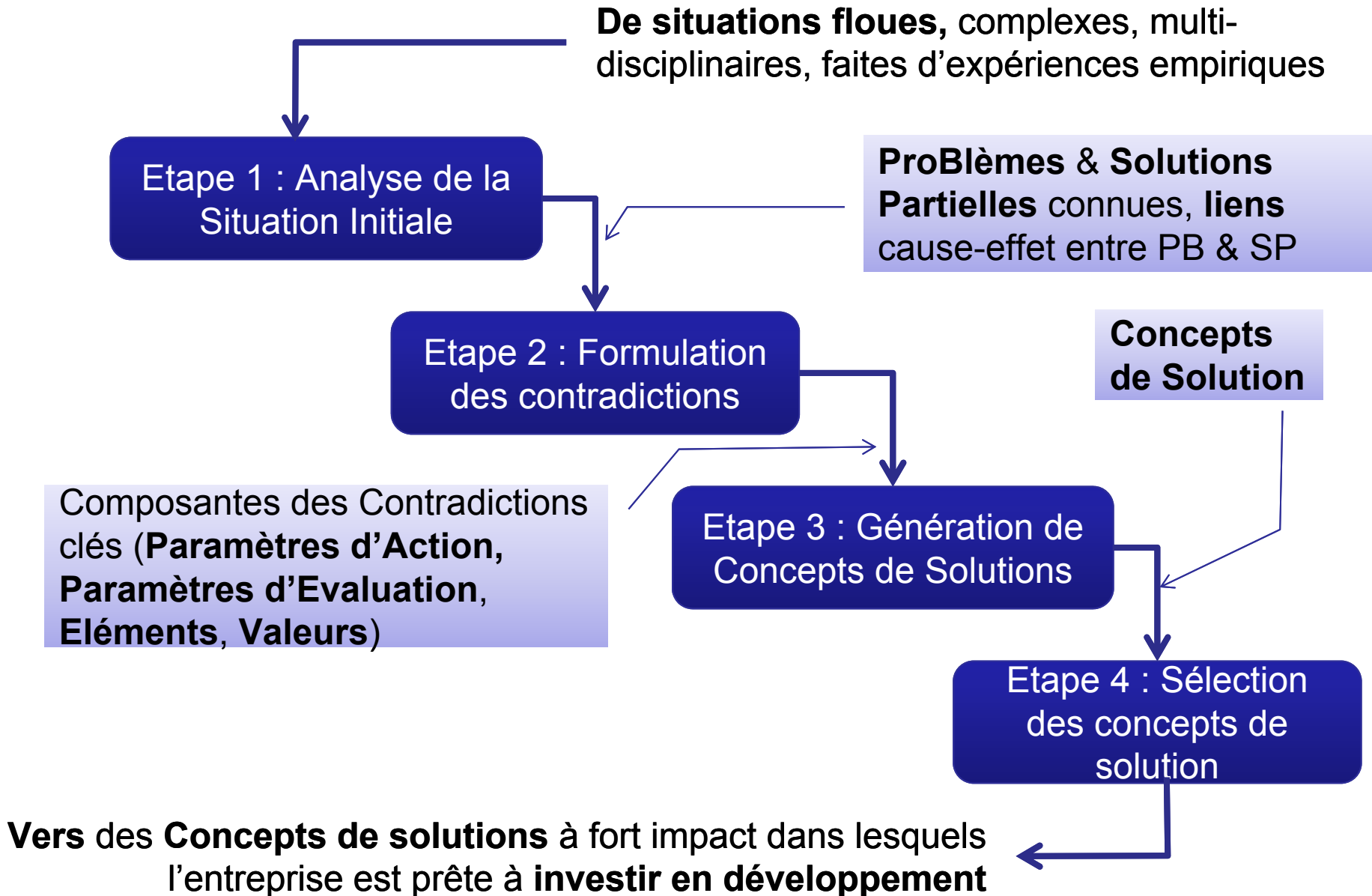


A growing network of experts

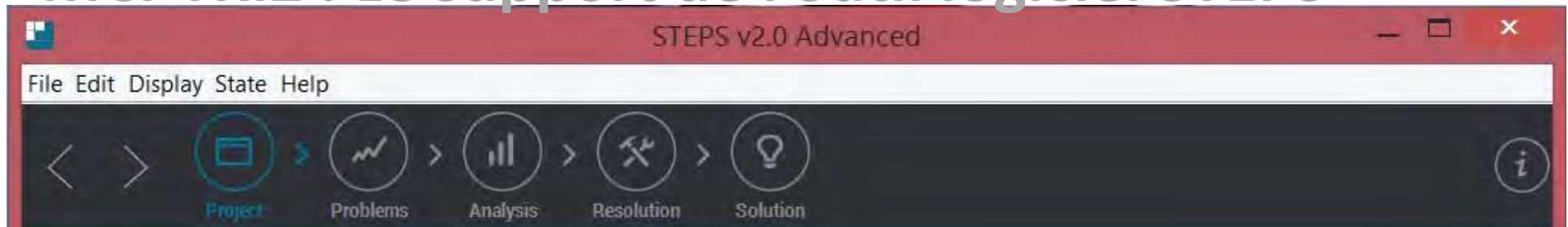
Assisting IDM-TRIZ practices in Industry



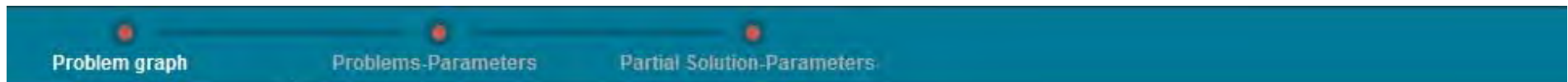
MCI-TRIZ : Une nouvelle démarche cadre



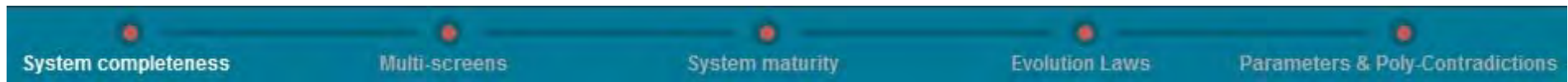
MCI-TRIZ : Le support de l'outil logiciel STEPS



Step 1 : Analysis of Initial Situation



Step 2 : Contradictions management



Step 3 : Solution Concepts synthesis



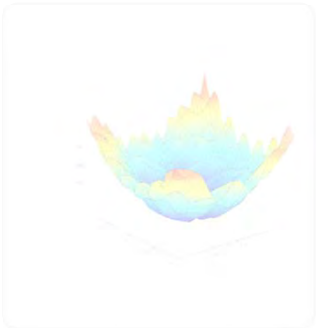
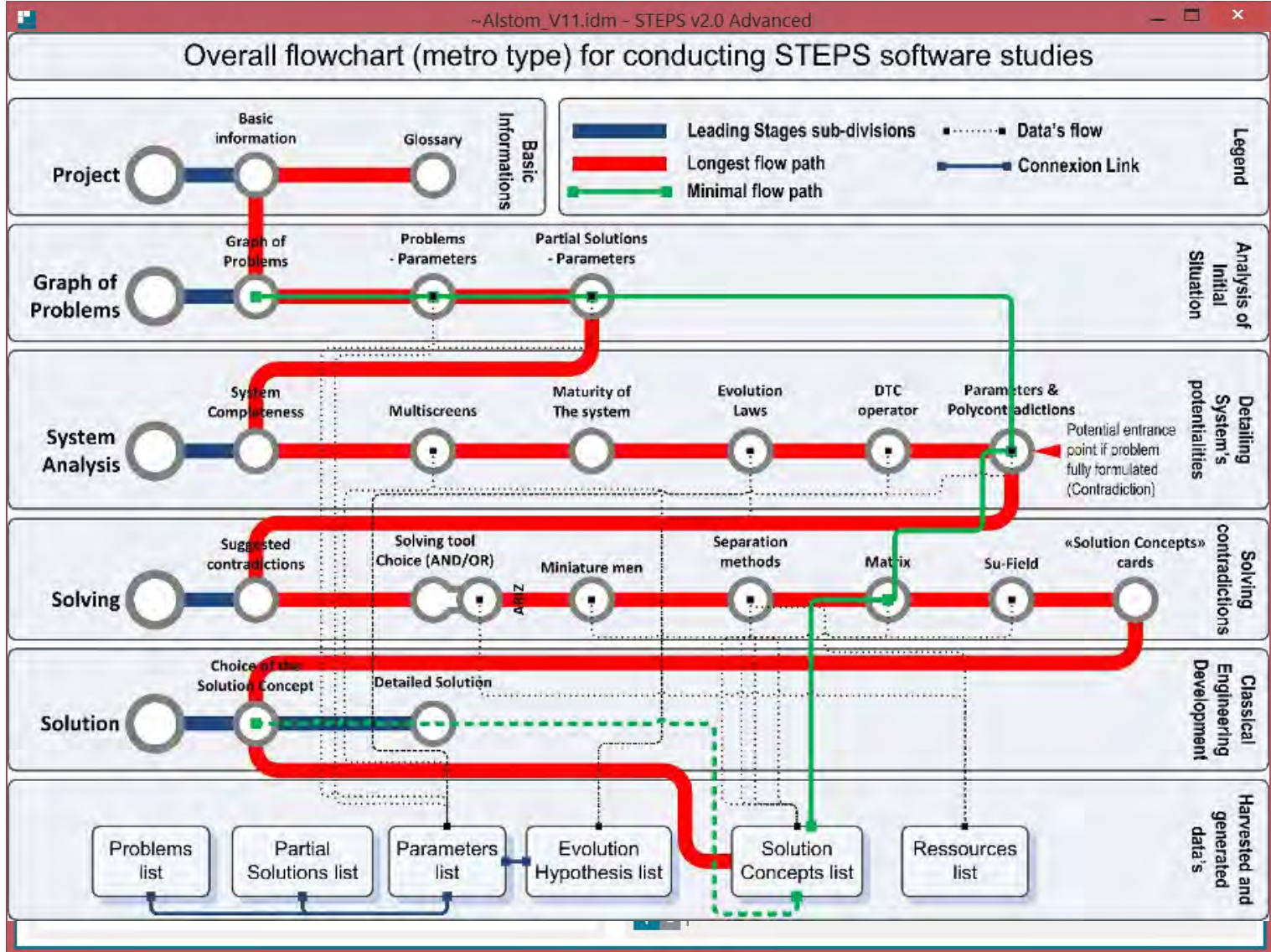
Step 4 : Solution Concepts selection

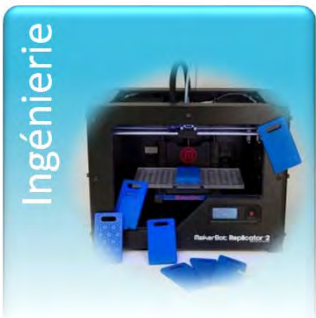
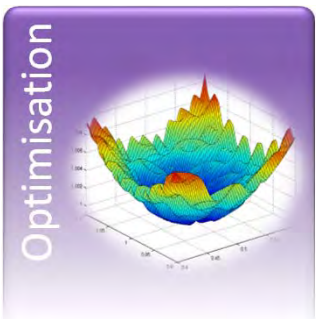




STEPS (Systematic Tool for Efficient Problem Solving)

de la synthèse des connaissances au tri des idées





Ex: 4 étudiants faisant usage de nos outils

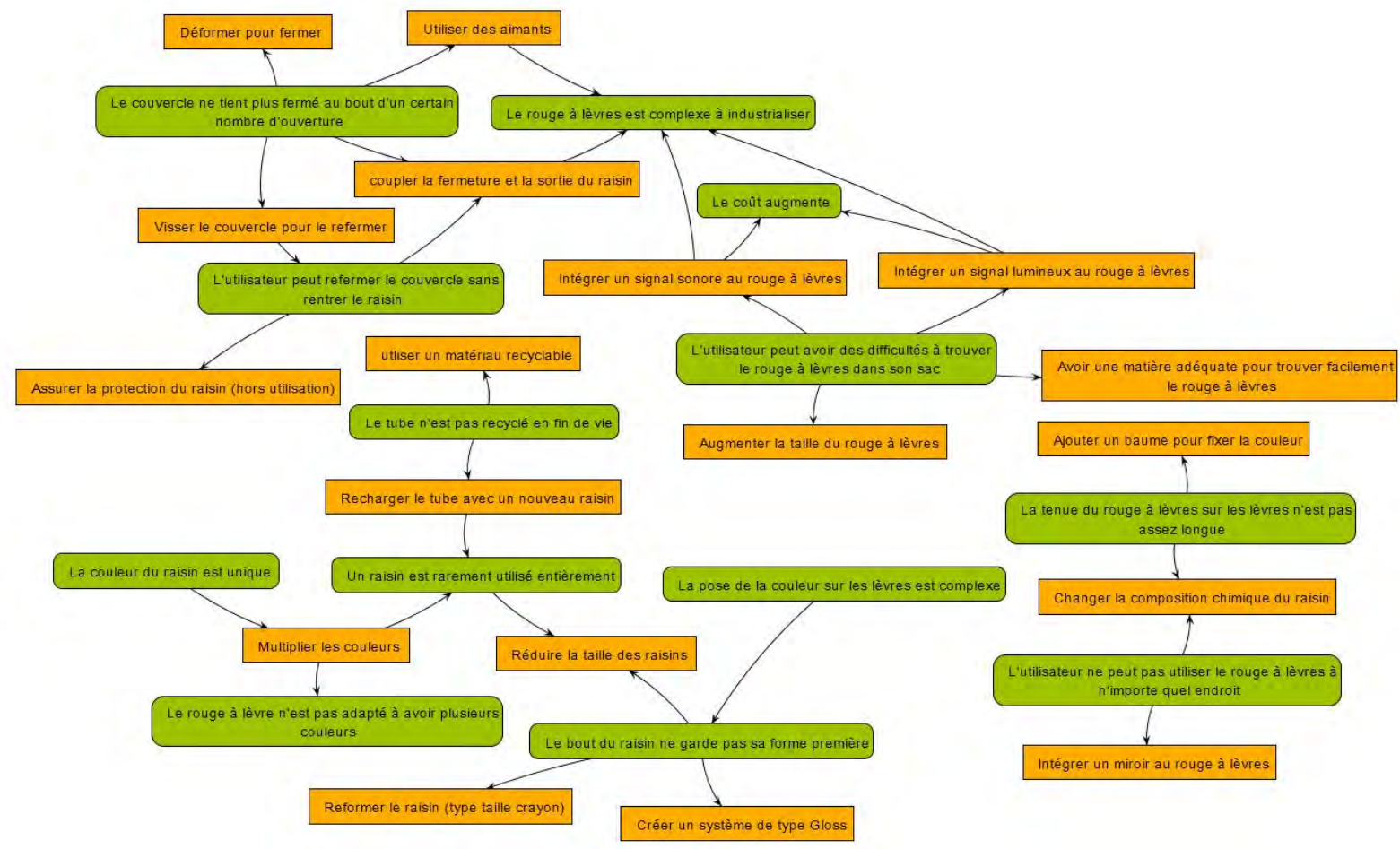
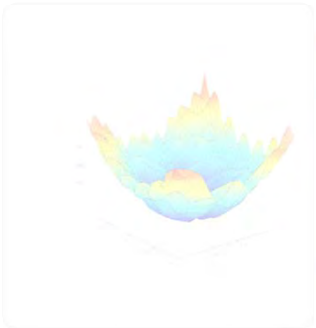
Sur le thème de la perte de forme en bout de raison rouge à lèvres





Synthèse des connaissances

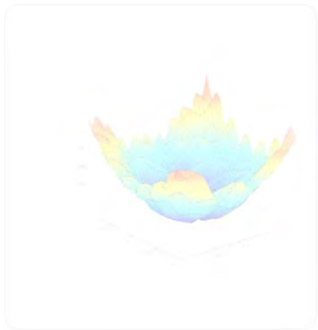
Synthèse de questionnaire d'experts 3h





Synthèse des connaissances

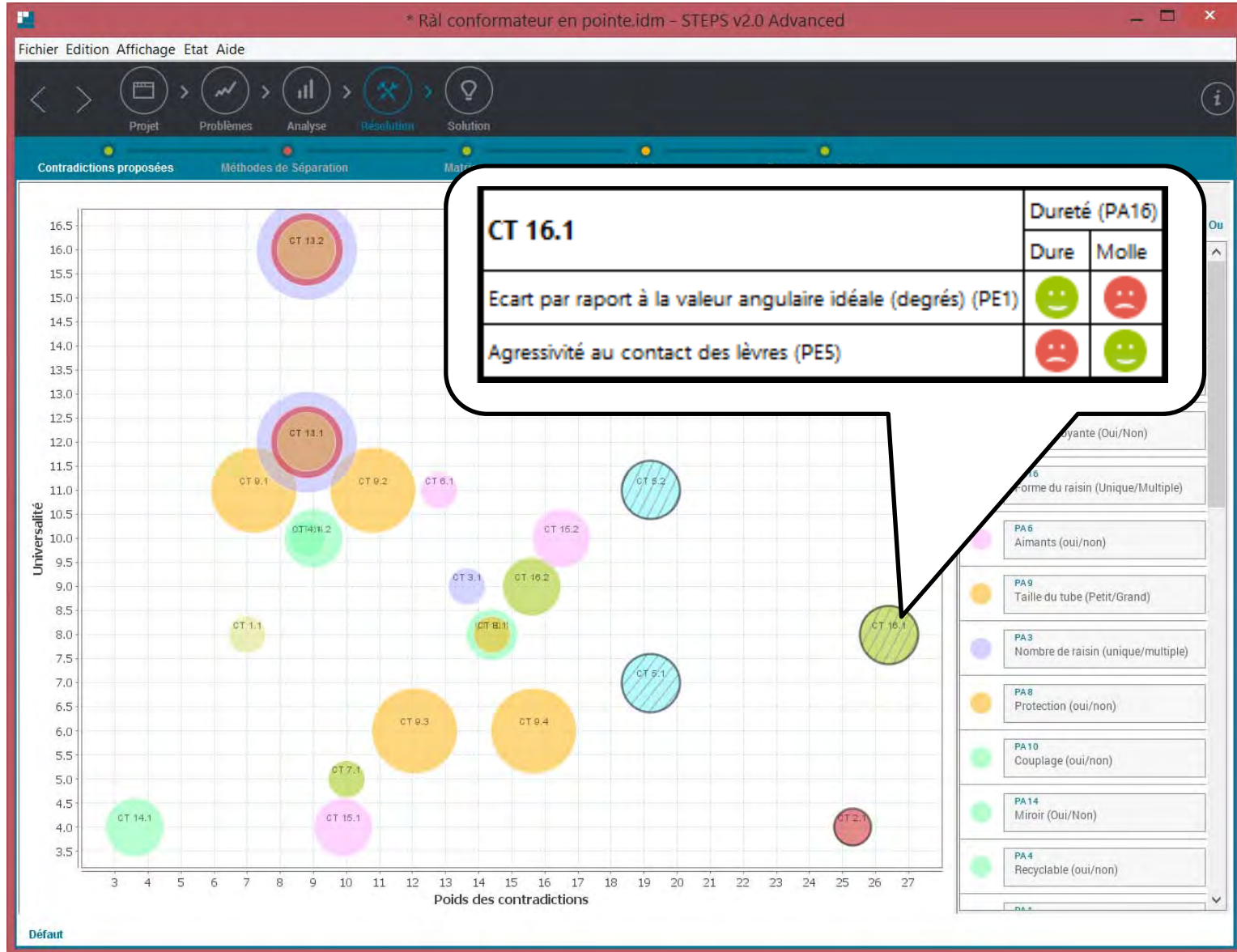
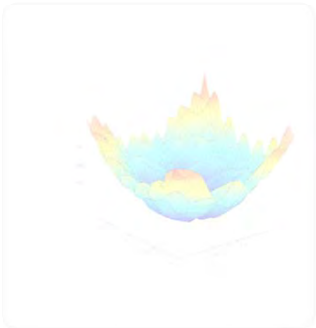
Synthèse de questionnaire d'experts 3h





Résolution des contradictions

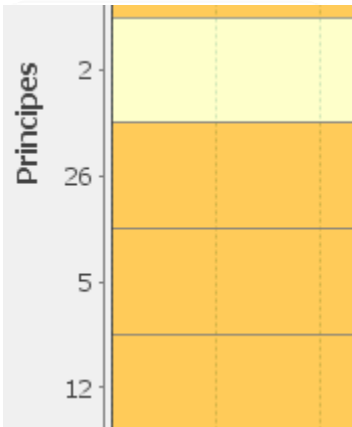
Sur les bases de la TRIZ et assisté de l'outil STEPS



Invention



CT 16.1: Le/la/l' **Dureté** du/de la/de l' **Raisin** doit être à la fois **Dure** pour satisfaire le/la/l' **Ecart par rapport à la valeur angulaire idéale** ET **Molle** pour satisfaire le/la/l' **Agressivité au contact des lèvres**



Fichier Edition Affichage Etat Aide

Projet Problèmes Analyse Harmonisation Solution

Contradictions proposées Méthodes de Séparation Matrice Vépole Concepts de Solution

Fiches concept de solution

- (1.1) Mettre une bande de couleurs différentes
- (1.2) Fermeture du tube par velcro
- (1.3) Couper la partie usée
- (1.4) Utiliser la déformation de la matière
- (1.5) Aplatis le bout du raisin avec un tampon
- Solution Optimisée**
 - (1.1.1) Solution Optimisée (Default)
 - (1.6) Degré de dynamisme
 - (1.7) Raisin plastique et rouge à lèvres dans capuchon
 - (1.8) Forme du raisin - bout conique
 - (1.9) Fonte et reformage
 - (1.10) Coupler le couvercle au tube
 - (1.11) Ouverture du couvercle lie à la sortie du tube
 - (1.12) CT 5,2 -Principe 32
 - (1.13) CT 5,1 -Principe 27
 - (1.14) Separation entre couleur et raisin**
 - (1.15) Vibration mécanique pour former le raisin
 - (1.16) Palette de couleurs

Code SC 1.14 **Libellé** Separation entre couleur et raisin

Loi Conductibilité énergétique Loi Harmonisation Loi Idéalité

Hypothèse(s) Main, lèvres

Contradiction

CT 16.1: Le/la/l' **Dureté** du/de la/de l' **Raisin** doit être à la fois **Dure** pour satisfaire le/la/l' **Ecart par rapport à la valeur angulaire idéale** ET **Molle** pour satisfaire le/la/l' **Agressivité au contact des lèvres**

CT 16.1	Dureté (PA16)	
	Dure	Molle
Ecart par rapport à la valeur angulaire idéale (degrés) (PE1)	⊖	⊕
Agressivité au contact des lèvres (PES)	⊕	⊖

Description

Séparer les cavités d'accueil du raisin en pause et en stockage et ne déposer à chaque maquillage que la quantité nécessaire pour obtenir un contact identique au contact classique sur un âme plastique souple.

Votre contradiction est séparable

Ressource(s)

Socle du raisin du rouge à lèvres

Avantage(s) **Désavantage(s)**

Risque(s)

Documentation

Croquis

Notes

10 4.55%

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Pourcentage



Tri des idées F (impact sur le graphe)

Sur les bases de la TRIZ et assisté de l'outil STEPS



* Ral conformateur en pointe.idm - STEPS v2.0 Advanced

Fichier Edition Affichage Etat Aide

Projet Problèmes Analyse Résolution Solution

Choix du Concept de Solution Solution détaillée

Poids minimum des problèmes (13...): 0 5

Poids minimum des PEs (17): 0 5 10

EXP1 Expert1

Nouveau

Graphes des impacts / Graphes de problèmes

Actualiser Impact/Source

Scenario: Défaut

Afficher tous les éléments

SC1.14: Separation entre couleur et raisin

CT 12.2

CT 12.1

CT 9.1 CT 9.2 CT 6.1

CT 4.1

CT 15.2

CT 3.1 CT 16.2

CT 1.1

CT 8.1

CT 5.1

CT 9.3

CT 8.4

CT 7.1

CT 15.1

CT 14.1

CT 2.1

PB01 PB02 PB03 PB04 PB05 PB06 PB07 PB08 PB10 PB11 PB13 PB14 PB16

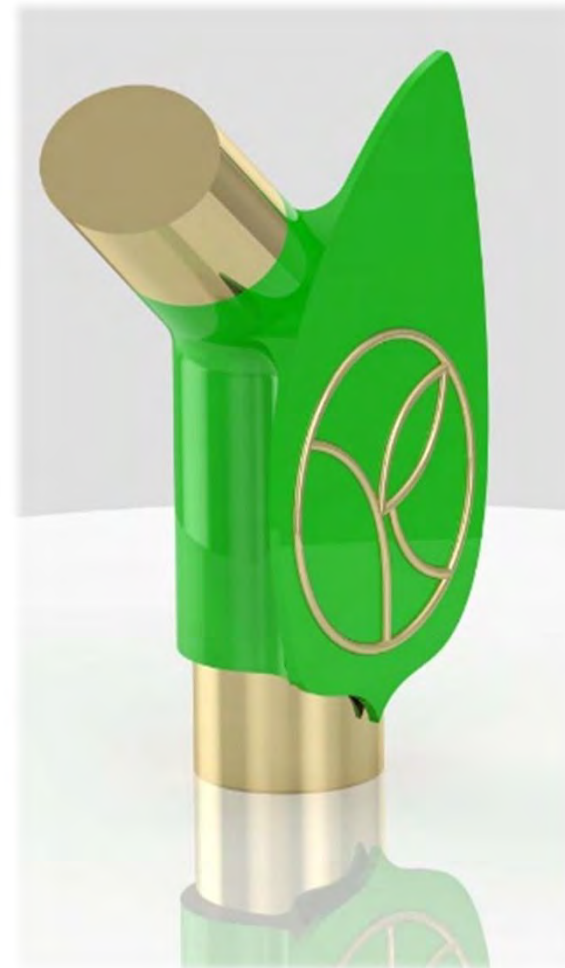
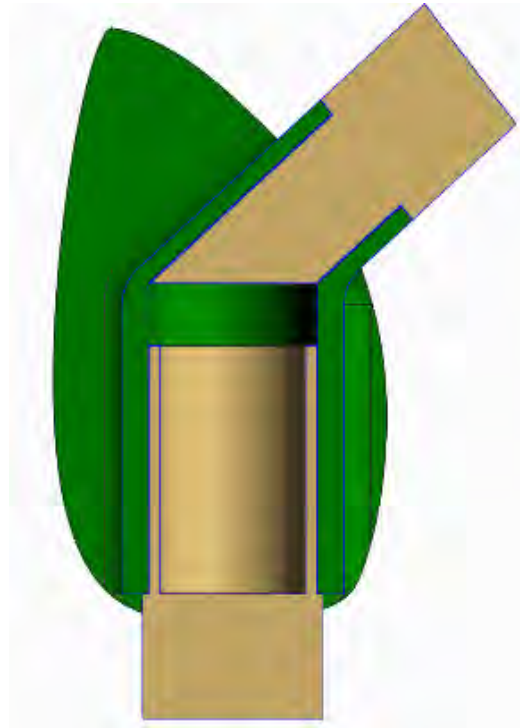
SC1.14 SC1.16 SC1.9 SC1.10 SC1.15

Graph



Construction de visuels numériques

Usage de Créo2



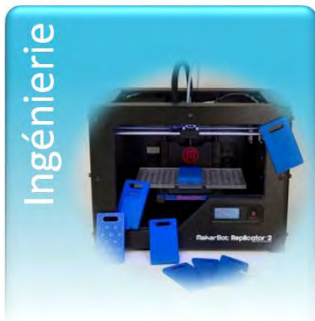
FabLab (Le FabLab de l'INSA de Strasbourg)

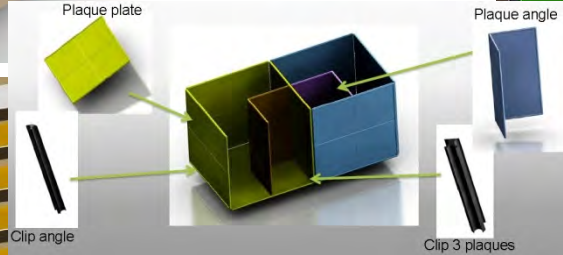
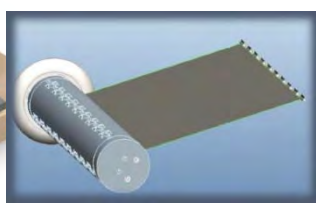
www.ideaslab.fr



Construction de prototypes

Sur FDM Stratasys – FabLab de l'INSA de Strasbourg





La poubelle magnétique

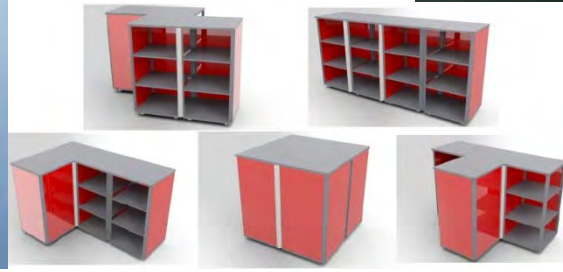
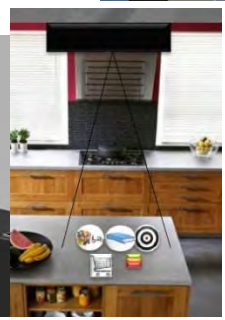
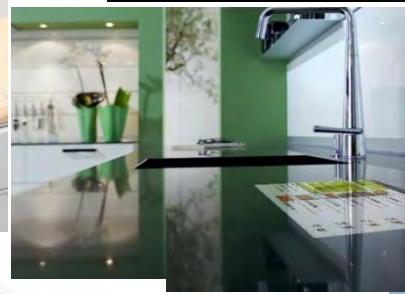
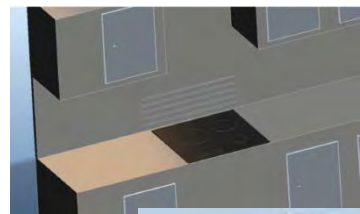
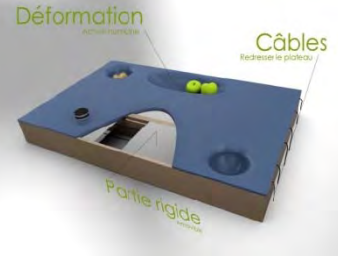
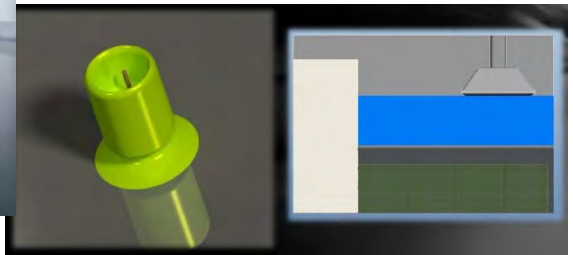
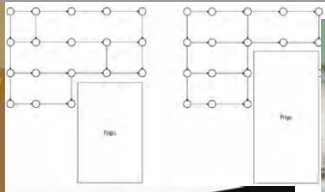
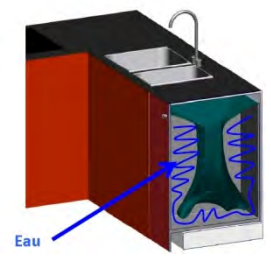


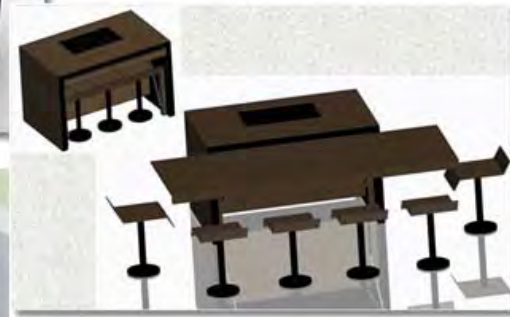
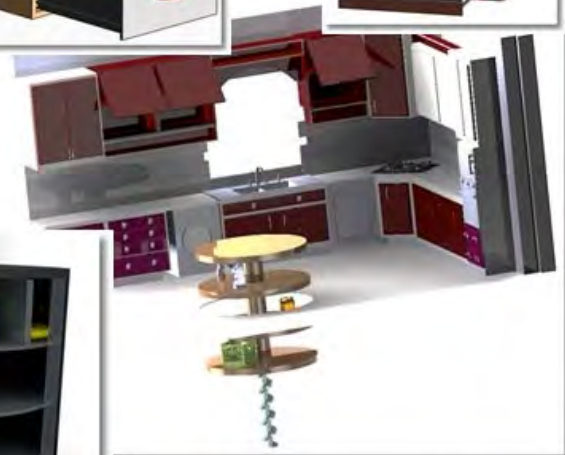
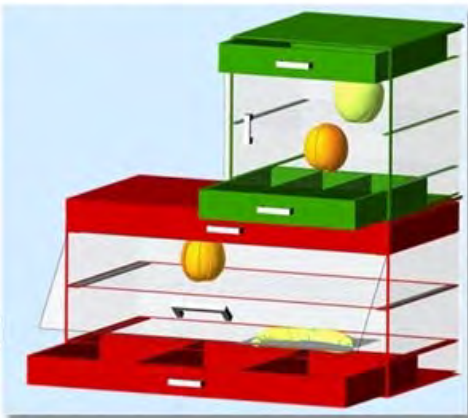
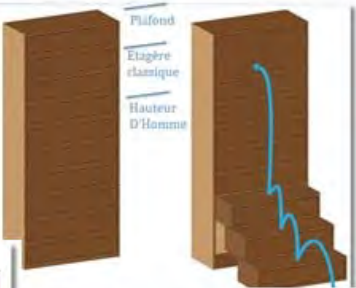
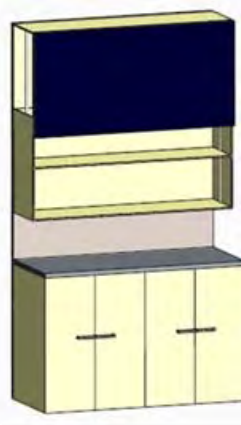
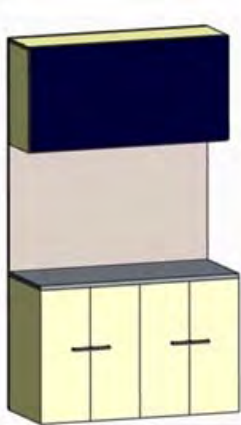
Electro-aimant



Aimant

La poubelle hydraulique (bouée)





Le devenir de certains projets

Où notre démarche a été, en amont, mise en place

- Contrat Eurocopter : Recherche de concepts innovants pour palier à l'ensemble des problèmes liés à l'implantation des câbles lors du montage d'un hélicoptère.



Le devenir de certains projets

Où notre démarche a été, en amont, mise en place

- Contrat ArcelorMittal: Recherche de concepts innovants pour palier aux arrêts machines liés aux déviations des bandes dans les fours de recuit continus.



Le devenir de certains projets

Où notre démarche a été, en amont, mise en place

cuisinella
Des cuisines qui donnent envie.



Quantité de compartiments

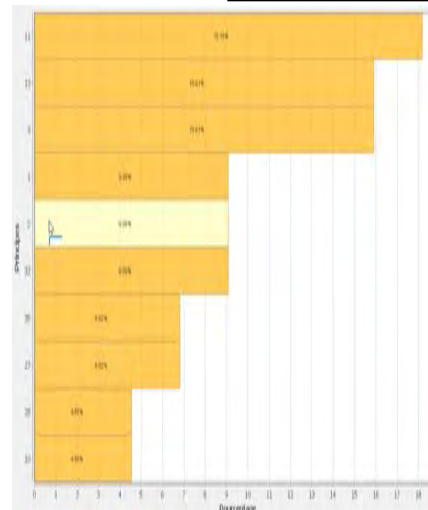
Faible

Elevée

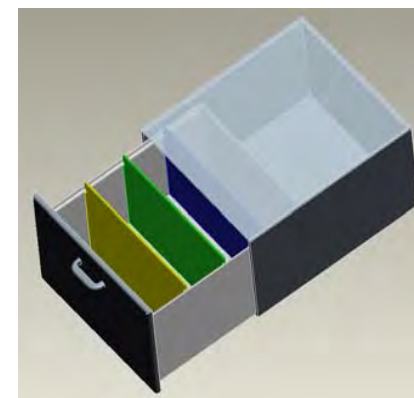
Volume Utile



Sélectivité du tri



**Principe Inventif 15:
Le Dynamisme**



Le devenir de certains projets

Où notre démarche a été, en amont, mise en place

	Nombre de Pantographes	
	Unique	Multiple
Masse embarquée	😊	😞
Adaptabilité aux changements de pays	😞	😊



**Principe Inventif 12:
L'équipontentialité**



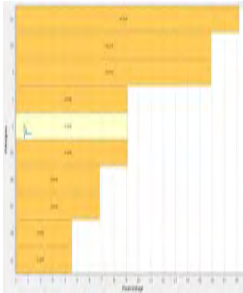
Variopar

Interoperable Pantograph for Cross Border Travel

Le devenir de certains projets

Où notre démarche a été, en amont, mise en place

	Diamètre du bras	
	petit	grand
Masse	😊	😞
Longueur d'action	😞	😊



Principe Inventif 29: Usage des structures gonflables





Conclusions

Actuellement, notre démarche est testée chez :



SCHAEFFLER



FAG



ALSTOM



SOPREMA

Rexroth
Bosch Group



YVES ROCHER

ArcelorMittal



MBDA
MISSILE SYSTEMS



“Now that we have met with PARADOX, we have some hope of making progress.”

– Niels Bohr

Nos objectifs:

Rendre le processus
amont de l'innovation
plus **rapide**,
plus **robuste**,
plus **exhaustif**

Merci pour votre attention !