Contribution à la formulation des problèmes en conception de systèmes techniques. Etude basée sur la TRIZ

Soutenance de thèse en Sciences Pour l'Ingénieur

Sébastien Dubois

9 novembre 2004

Directeur: Philippe Lutz
Co-directeur: François Rousselot

Plan de la présentation

1. La formulation des problèmes en conception
2. La TRIZ: démarche et limites
3. Démarche de modélisation
4. Présentation du modèle
5. Opérationnalisation du modèle
6. Mise en œuvre du logiciel
7. Apport de la formalisation
8. Conclusions et perspectives

La formulation des problèmes en conception

1 2 3 4 5 6 7 8

La conception est la définition d'un produit satisfaisant des besoins exprimés, industriellement réalisable, par les connaissances existantes.
[NF X 50 127]

Comment exprimer proprement les besoins ?
➔ Les besoins existent par eux mêmes.
[Leroi-Gourhan, 1971 ; Altshuller, 1977]

Quelles contraintes industrielles limitent la réalisation du produit ?
➔ Ce sont l'ensemble des conditions spécifiques.
[Tate & Nordlund, 1996 ; Savransky, 2000]

Concevoir un nouveau système, c'est satisfaire un besoin existant et identifié, dans une situation spécifique.

La formulation des problèmes en conception

1 L'Analyse Fonctionnelle [NF X 50 100] permet une identification

2 - des besoins à satisfaire

3 La décomposition fonctionnelle du besoin résulte de choix implicites formulés avant la bonne compréhension de la situation problématique.

4

5 - des conditions de satisfaction du besoin

6 L'ensemble des éléments décrivant la situation est listé. Quels sont ceux qui rendent la situation spécifique?

7 L'analyse fonctionnelle aborde de manière exhaustive la description de la situation problématique. Mais l'homme ne peut pas considérer l'ensemble des éléments, pour résoudre le problème et pour synthétiser la solution.

8

La formulation des problèmes en conception

1 L'approche axiomatique de la conception [Suh, 2001] :

2 - clarifie la notion de besoin, par une décomposition fonctionnelle descendante

3

4 - reconnaît l'existence de spécificités, par l'identification de contraintes de conception

5

6 Les problèmes à résoudre sont ramenés à la seule prise en compte de l'indépendance de paramètres de conception et n'intègrent pas les contraintes identifiées.

7

8

La formulation des problèmes en conception

1 Contradiction clé de la conception :

2 Il faut clarifier la situation problématique de manière exhaustive afin d'identifier le besoin à satisfaire et les
3 spécificités de la situation, car toutes les situations sont différentes

4 **MAIS**

5 il ne faut considérer qu'un nombre restreint de paramètres de la situation afin de synthétiser la solution sur la prise en
6 compte de ces paramètres.

7 La formulation du problème est un enjeu majeur à la bonne conduite du processus de conception.
8 [Dewey, 1910 ; Simon, 1987]

La formulation des problèmes en conception

1 Une vision modulaire de la formulation des problèmes en conception:

2

- Description de la situation initiale
  - Définition des besoins
  - Description de l'environnement
  - Définition des spécifications fonctionnelles

3

4

5

- Formulation du problème
  - Définition des problèmes
  - Classification des problèmes

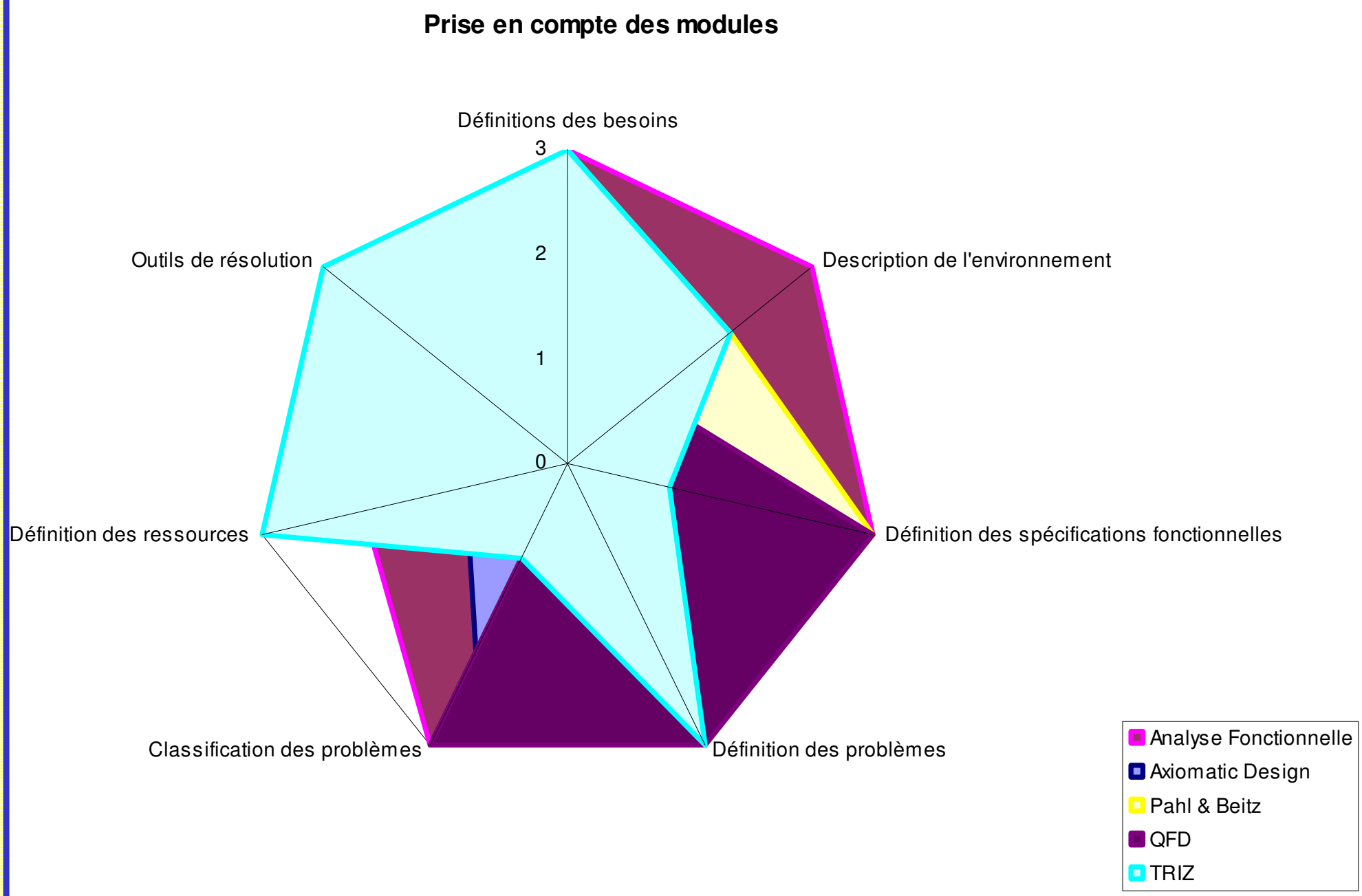
6

7

- Résolution des problèmes
  - Définition des ressources
  - Outils de résolution

8

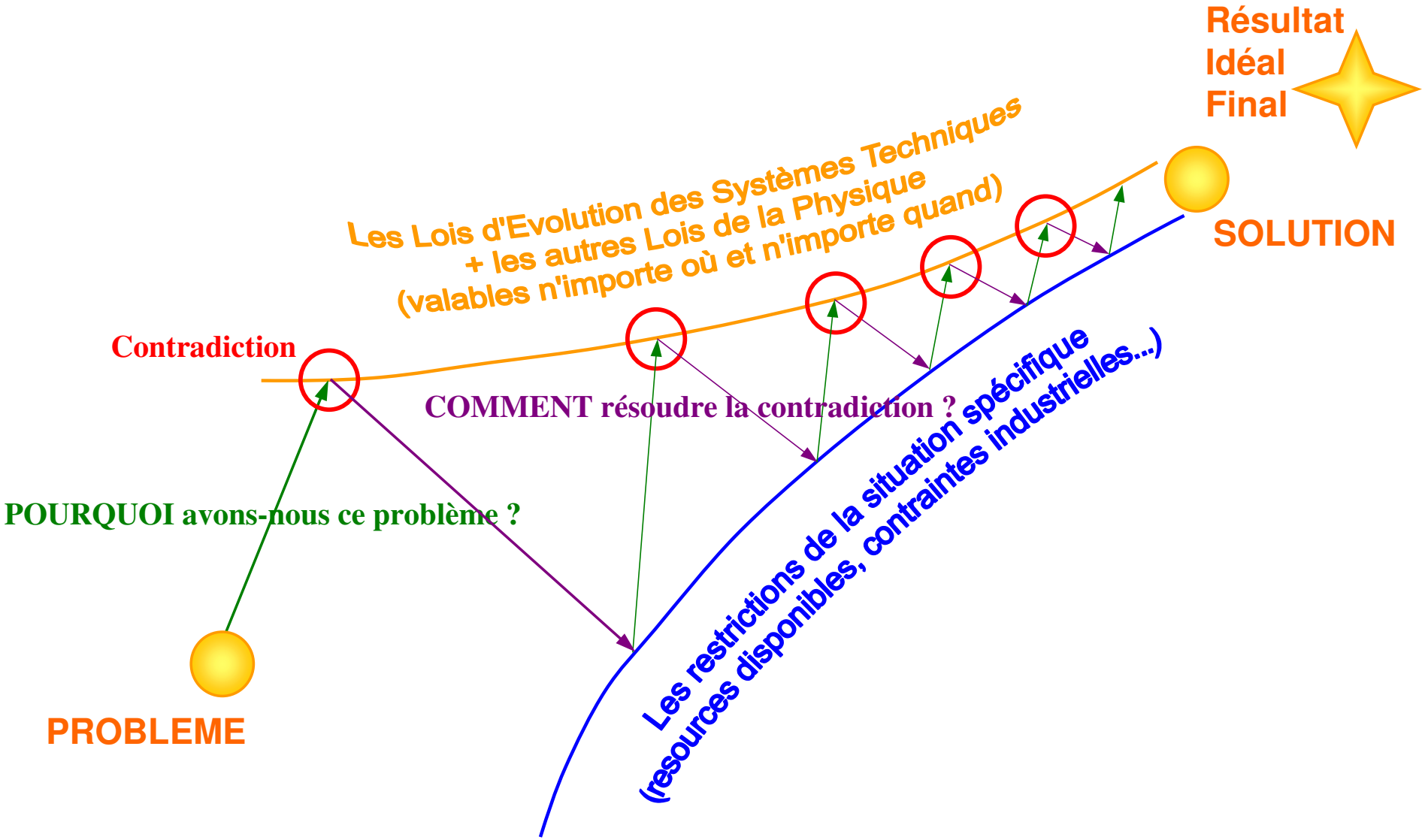
La formulation des problèmes en conception



Plan de la présentation

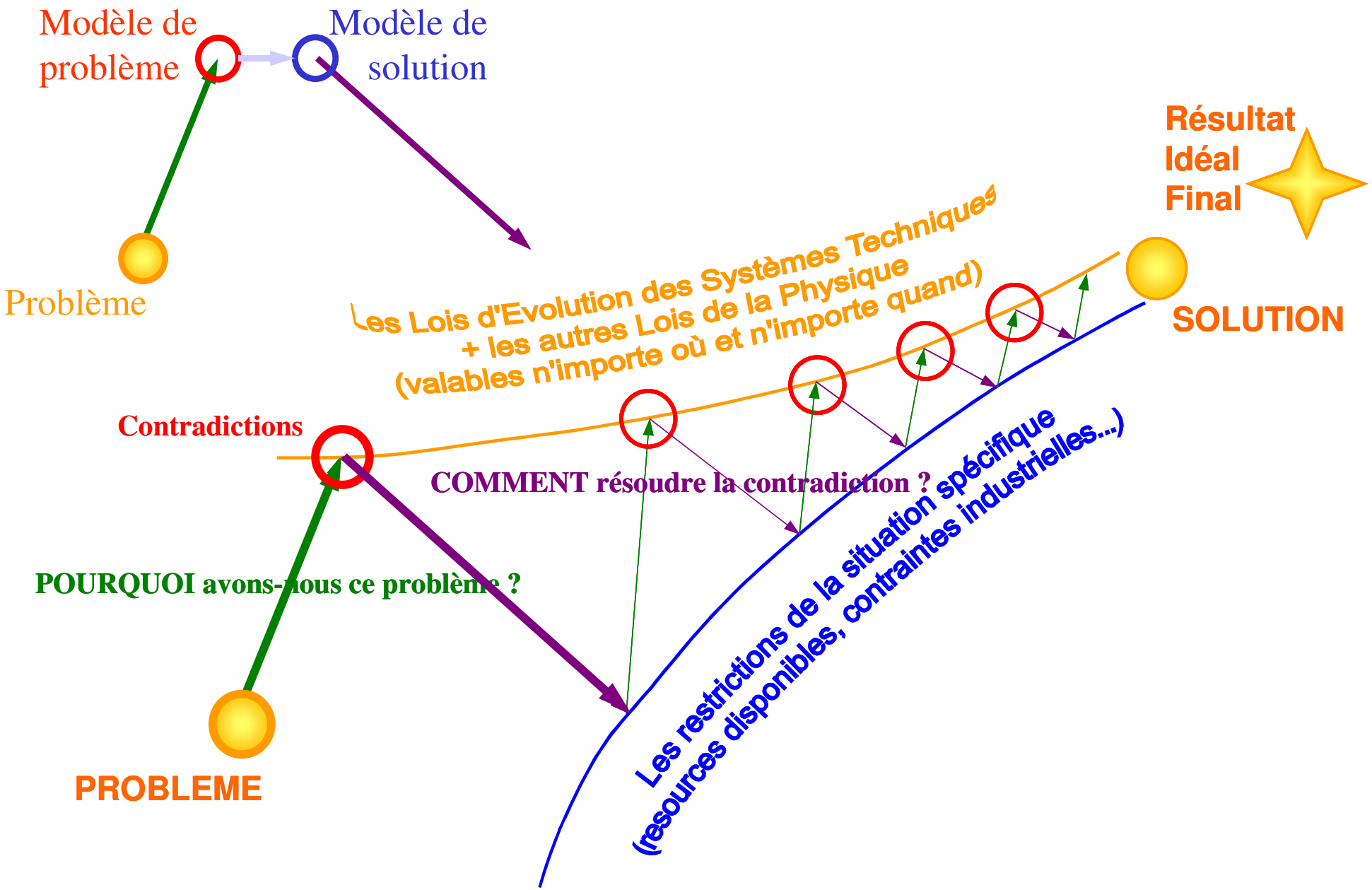
1. La formulation des problèmes en conception
2. La TRIZ: démarche et limites
3. Démarche de modélisation
4. Présentation du modèle
5. Opérationnalisation du modèle
6. Mise en œuvre du logiciel
7. Apport de la formalisation
8. Conclusions et perspectives

La TRIZ, démarche et limites

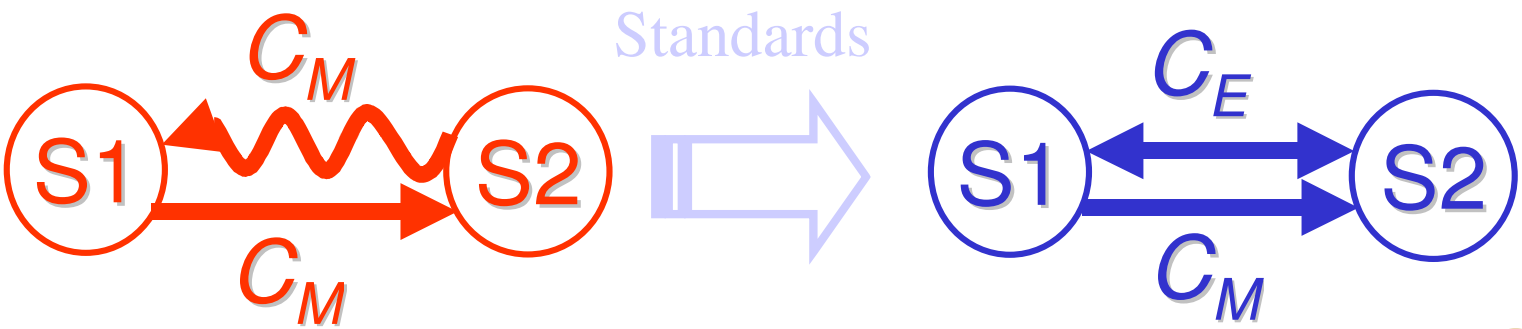


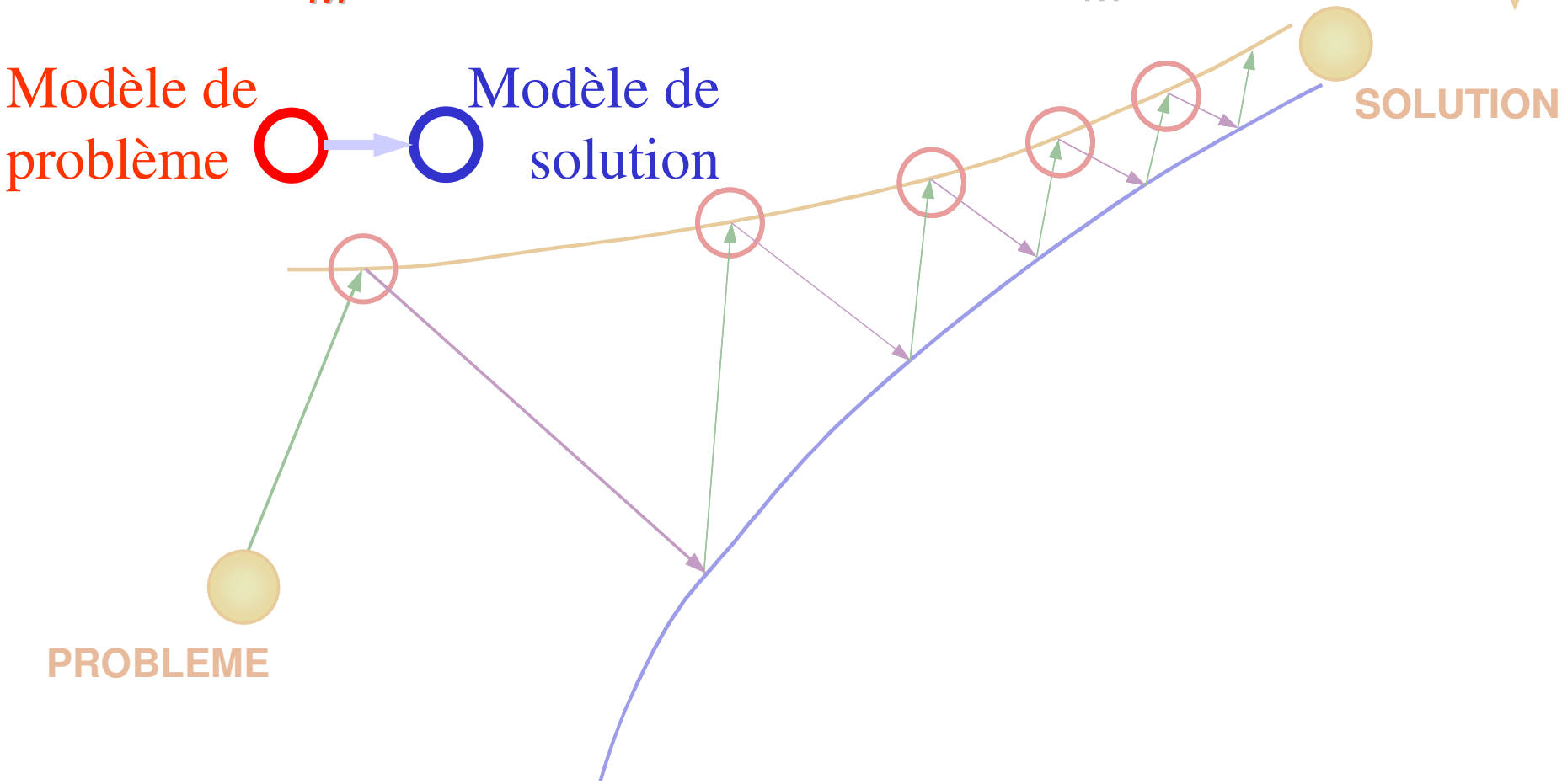
[Kucharavy, 2001]

La TRIZ, démarche et limites

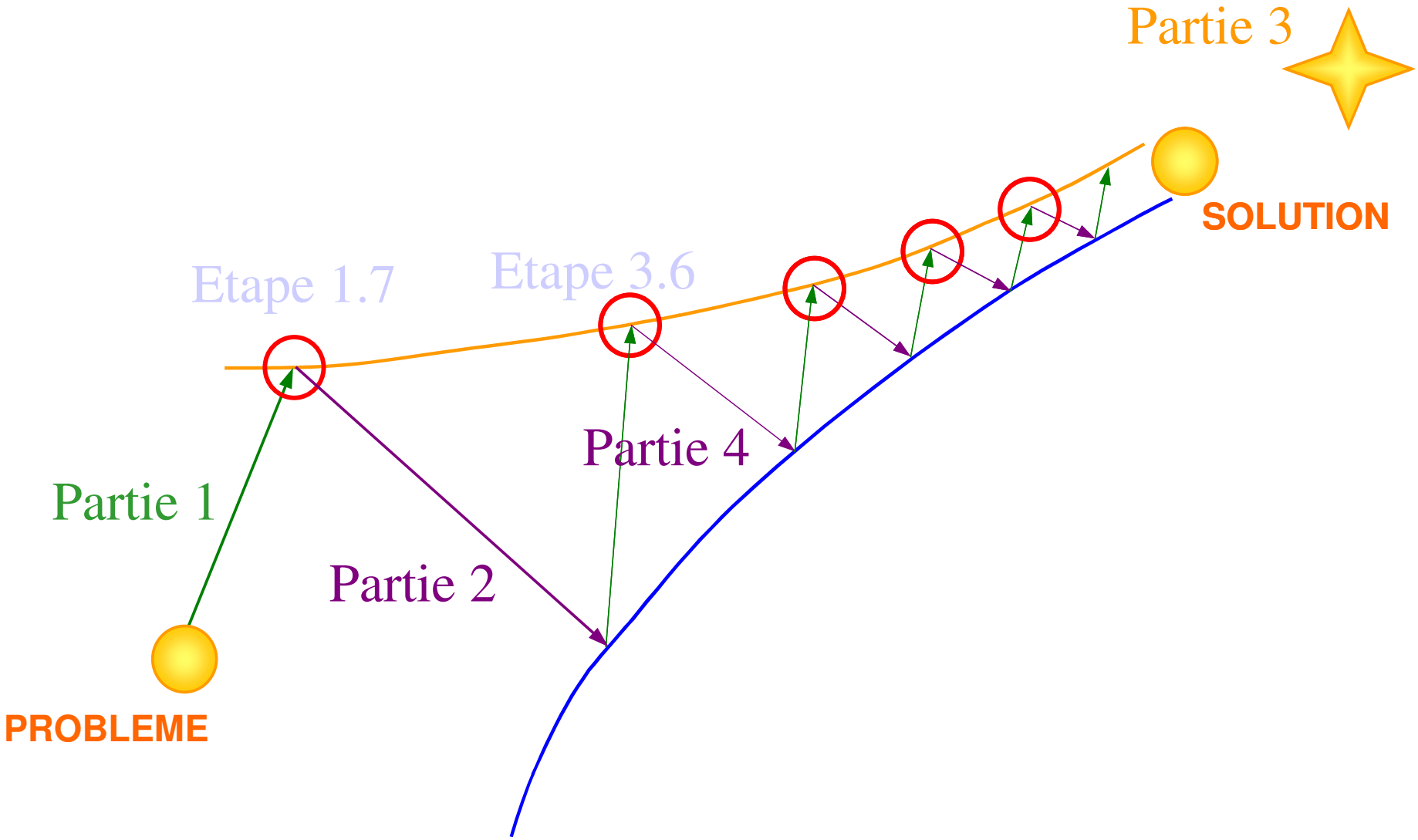


La TRIZ, démarche et limites



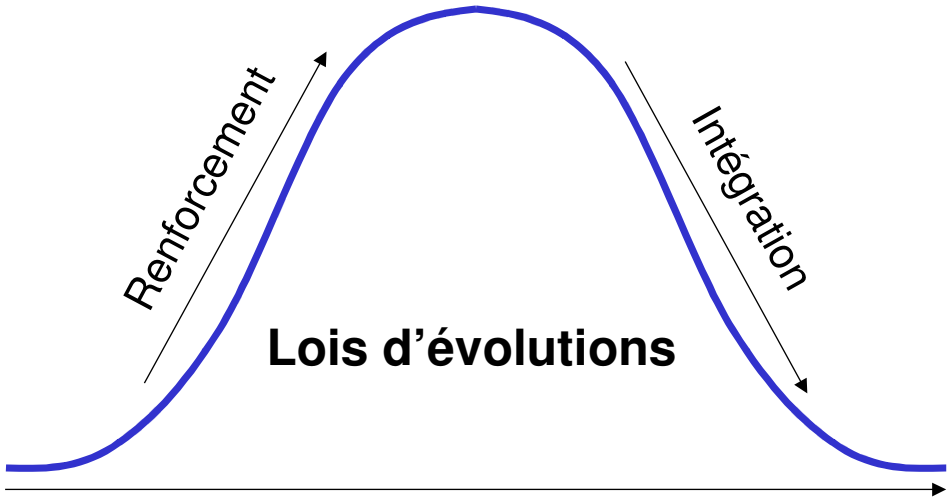


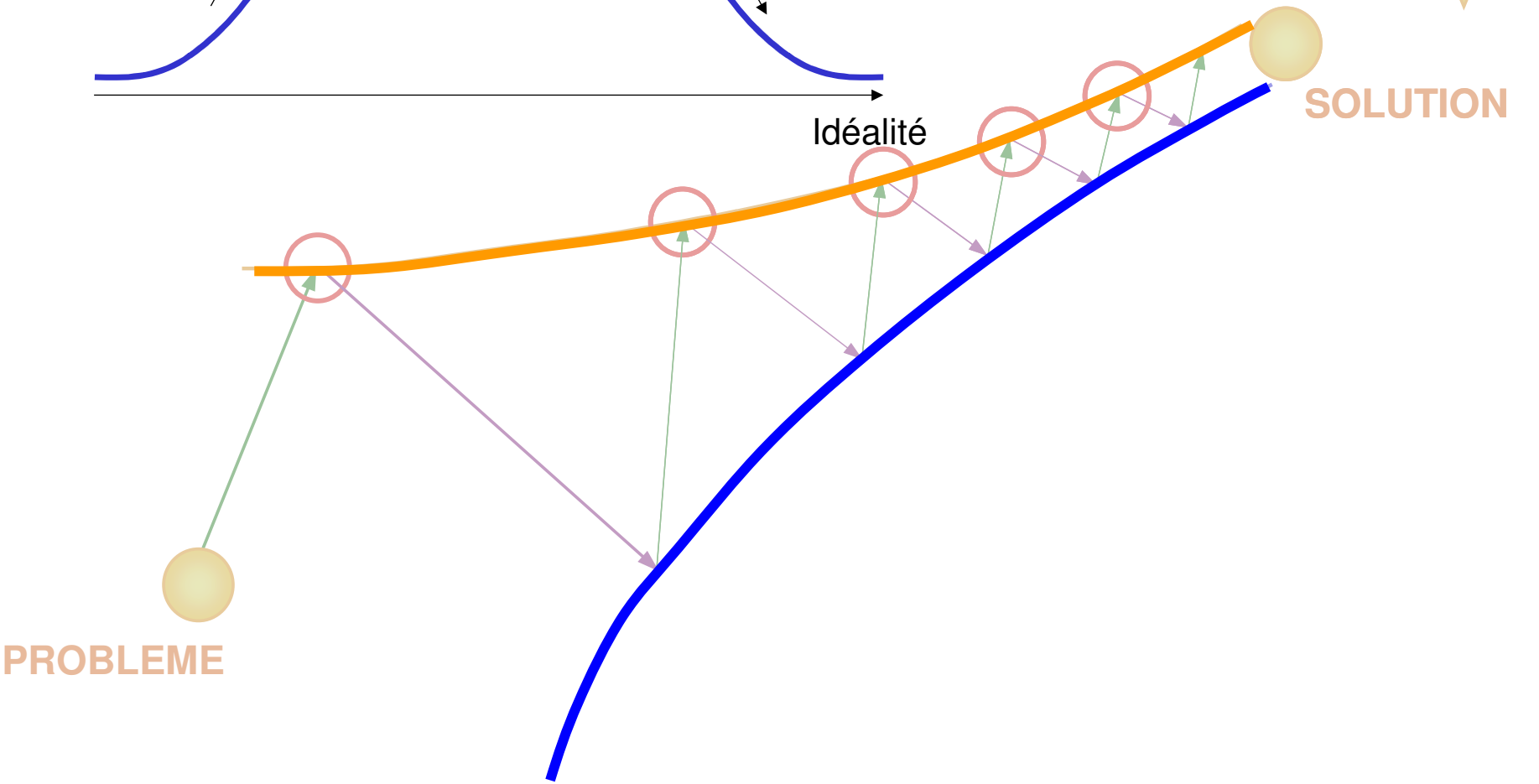
ARIZ en tant que méthode globale de la TRIZ



[Altshuller, 1999]

La TRIZ, démarche et limites





[Altshuller, 1988; Salamatov, 1996]

La TRIZ, démarche et limites

1 La mise en œuvre de la TRIZ souffre :

2 - du manque d'une méthode formelle globale de conduite du processus convergent

3

4 - du manque d'explicitation des liens entre les différentes approches méthodologiques

5 - du manque de formalisme des cadres de formulation des problèmes utilisés et de leurs liens

6

7

8

Définition de la problématique:

Formaliser les éléments constitutifs de la TRIZ pour définir les concepts inhérents à la théorie et expliciter les liens entre ces concepts.

Deux voies de réalisation:

1. Formaliser ARIZ sur la base des pratiques expertes

2. Valider un modèle partiel centré sur la formulation de problèmes

Guider l'utilisateur dans la mise en œuvre des techniques de la TRIZ, par la construction d'un outil de conception assistée par ordinateur.

Plan de la présentation

1. La formulation des problèmes en conception
2. La TRIZ: démarche et limites
3. Démarche de modélisation
4. Présentation du modèle
5. Opérationnalisation du modèle
6. Mise en œuvre du logiciel
7. Apport de la formalisation
8. Conclusions et perspectives

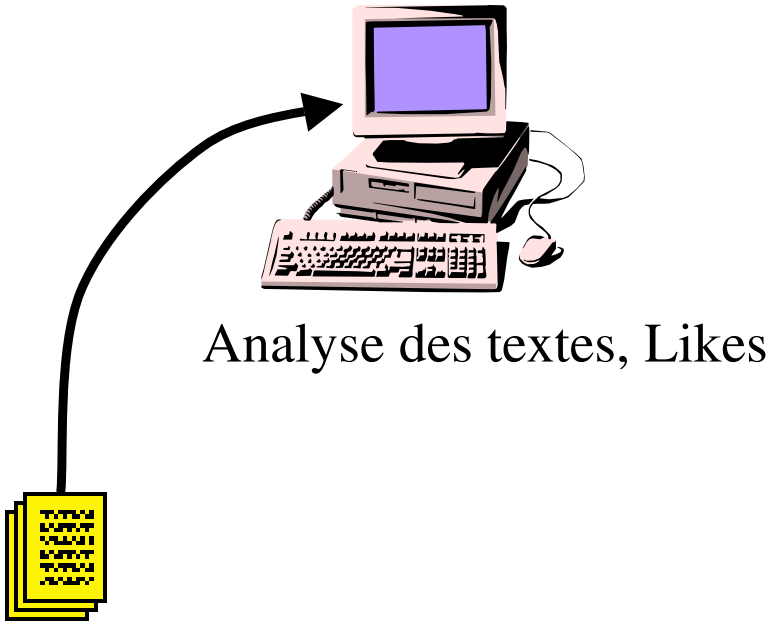
Démarche de modélisation

1. Choix de l'objet d'étude
   Objectif: localiser les connaissances relatives à la formulation des problèmes selon les cadres de la TRIZ
   Moyens: ARIZ, les standards

Corpus TRIZ

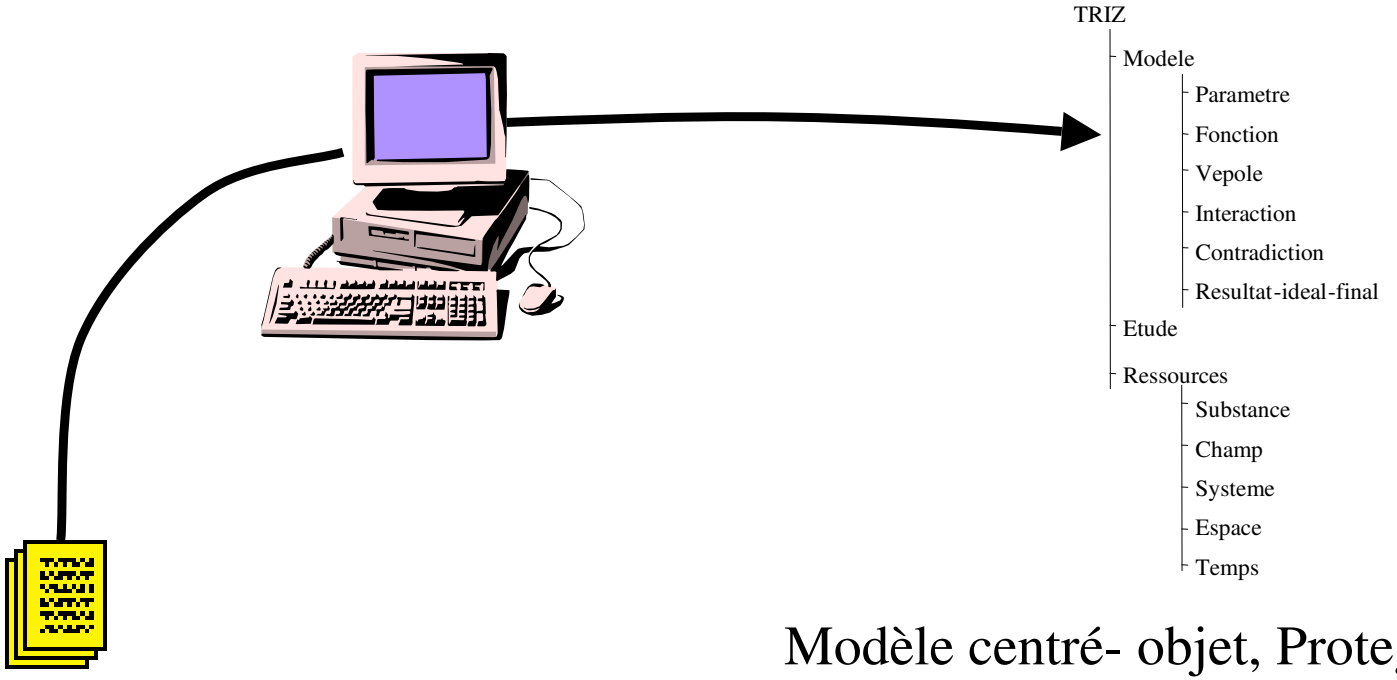
[Altshuller, 1988; Altshuller, 1999]

2. Analyse des textes
   Objectif: extraire les concepts liés à la formulation des problèmes
   Moyens: analyse sémantique, LIKES



[Rousselot, 2002]

3. Modélisation des connaissances
   Objectif: représenter les concepts liés à la formulation des problèmes et leurs liens
   Moyens: représentation centrée-objet, PROTEGE-2000



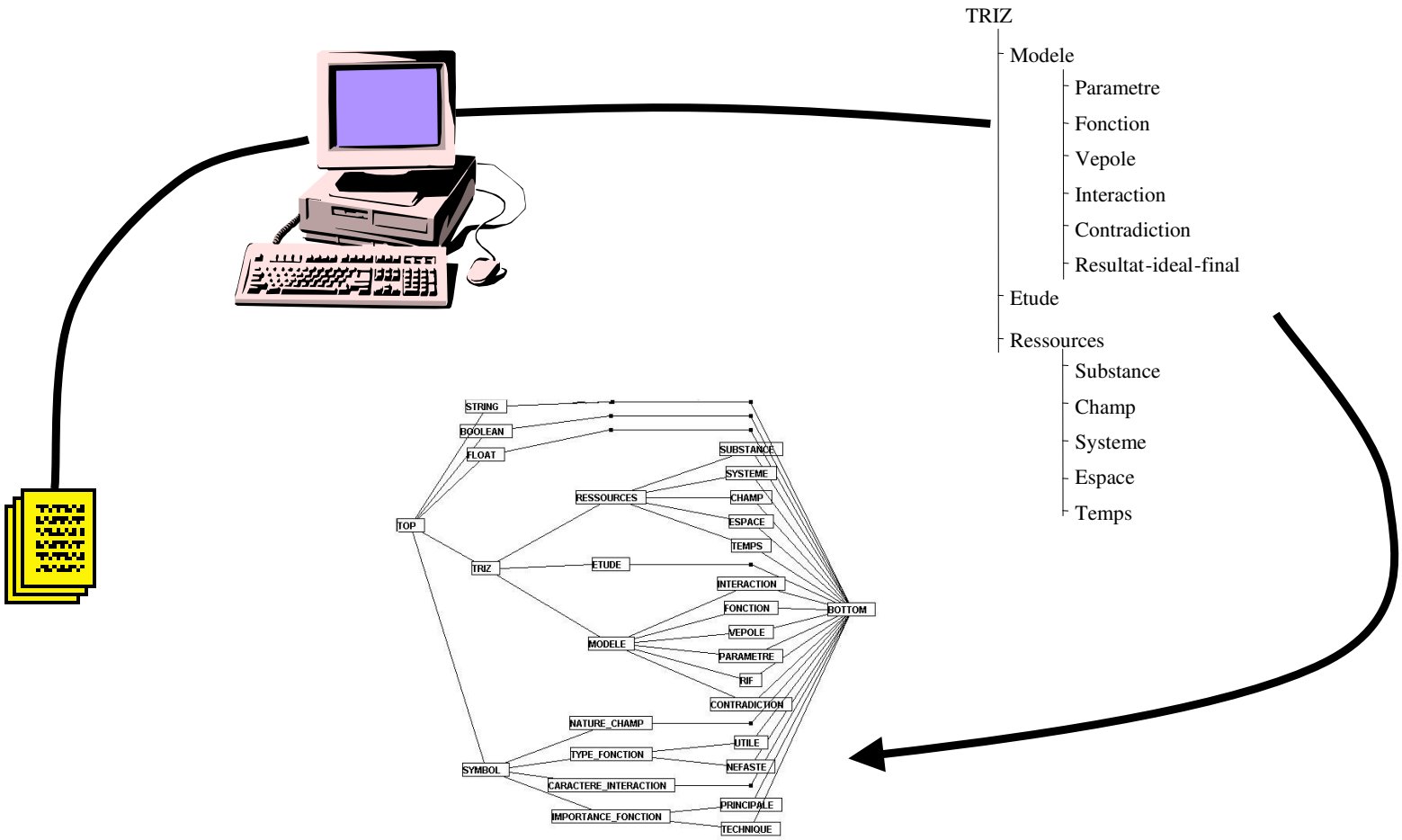
Modèle centré- objet, Protege-2000

[Gennari et al., 2003]

4. Validation du modèle

Objectif: valider la cohérence du modèle

Moyens: Logiques de description, CICLOP



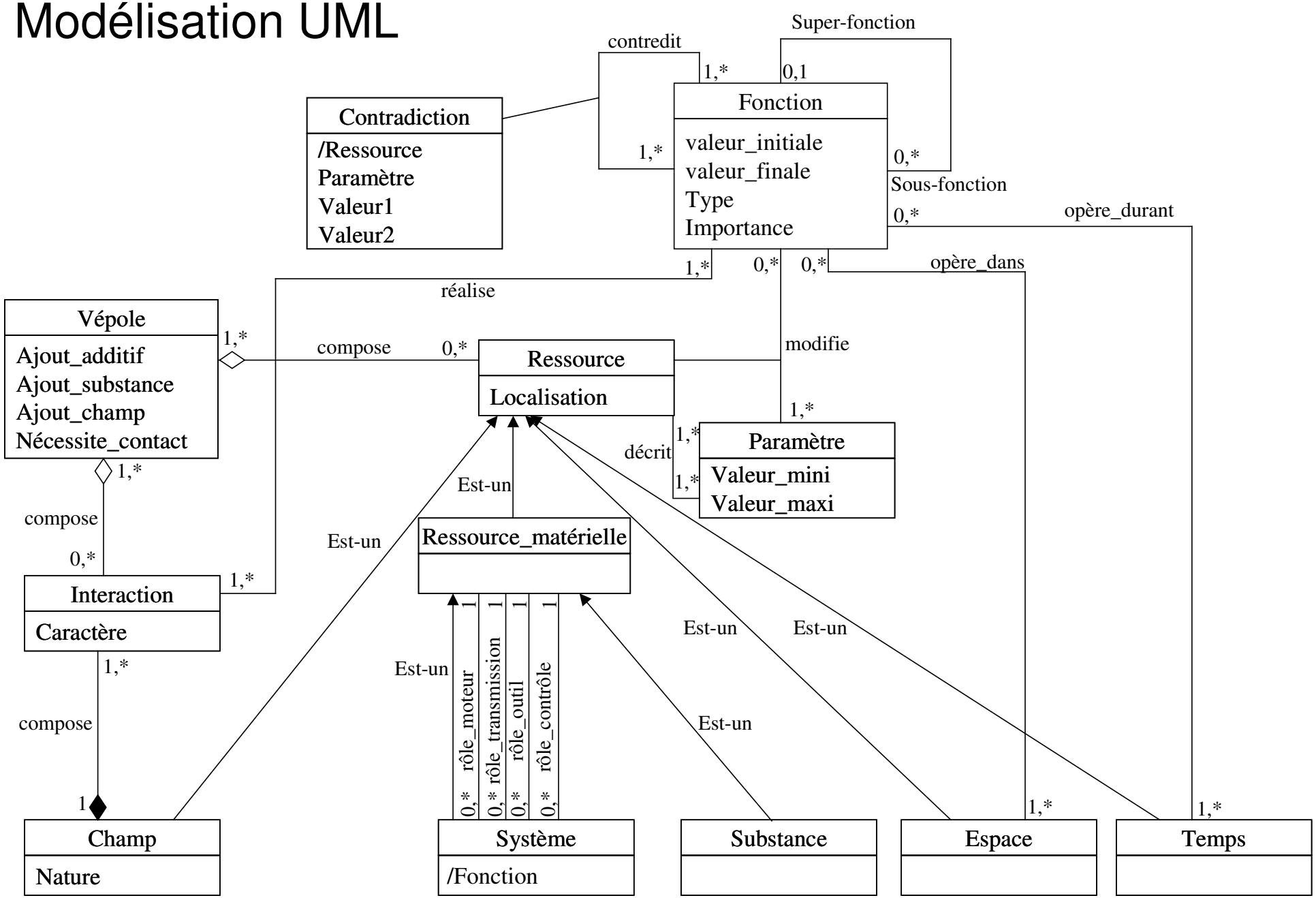
Validation en logique de description, CICLOP

[De Beuvron et al., 1999]

Plan de la présentation

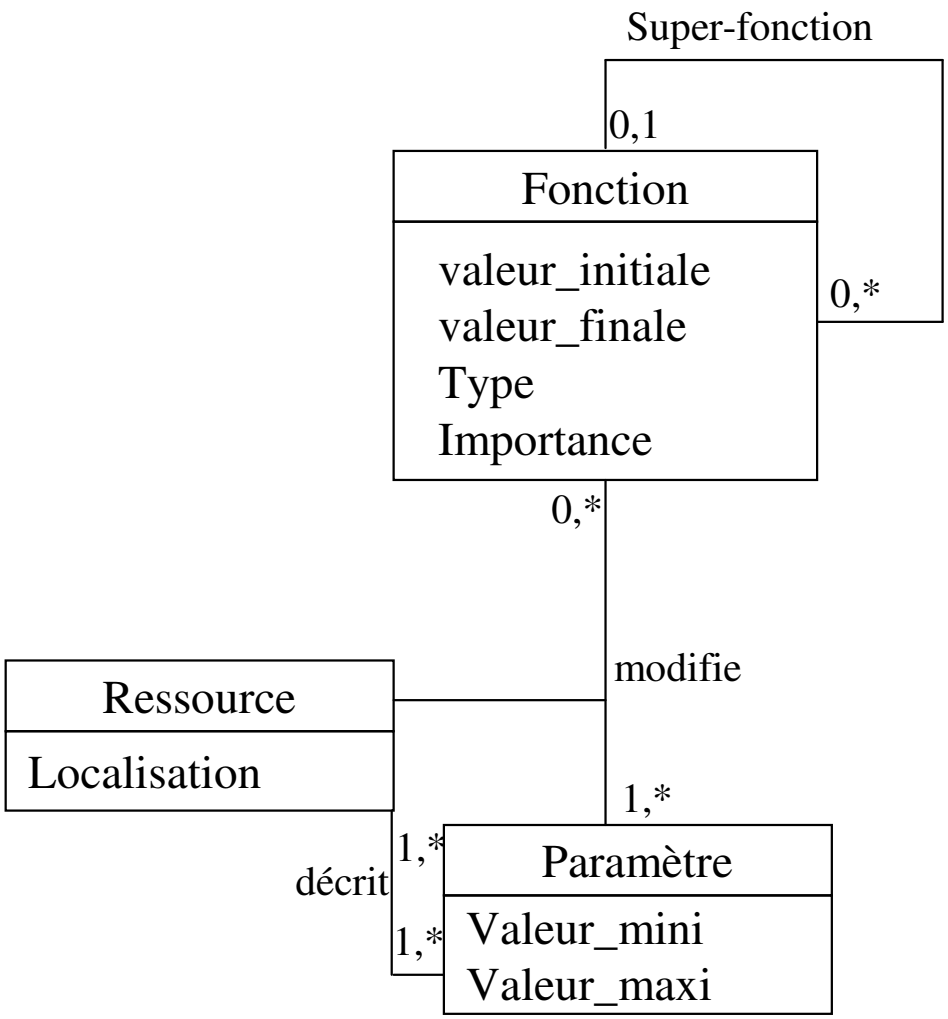
1. La formulation des problèmes en conception
2. La TRIZ: démarche et limites
3. Démarche de modélisation
4. Présentation du modèle
5. Opérationnalisation du modèle
6. Mise en œuvre du logiciel
7. Apport de la formalisation
8. Conclusions et perspectives

Modélisation UML



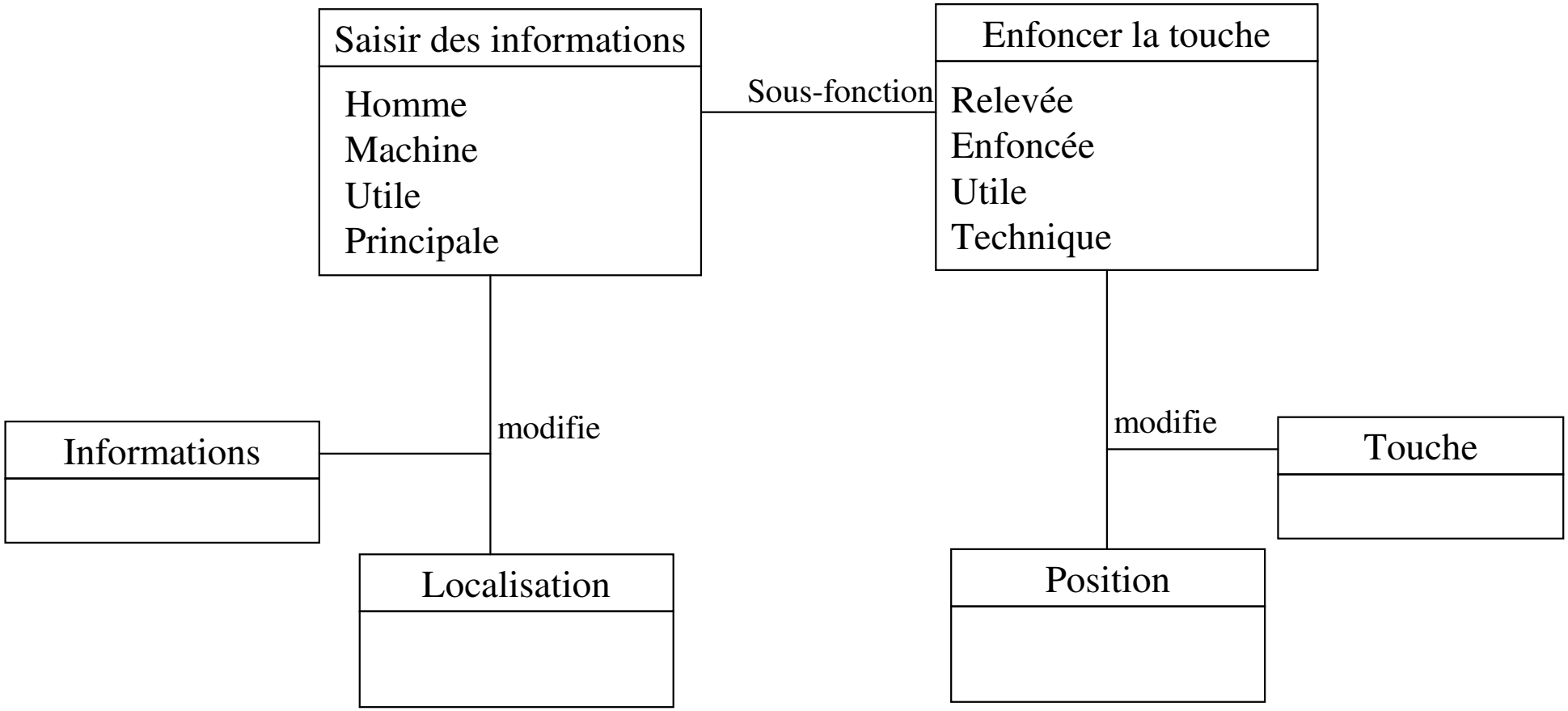
Présentation du modèle

Définition de la fonction



Présentation du modèle

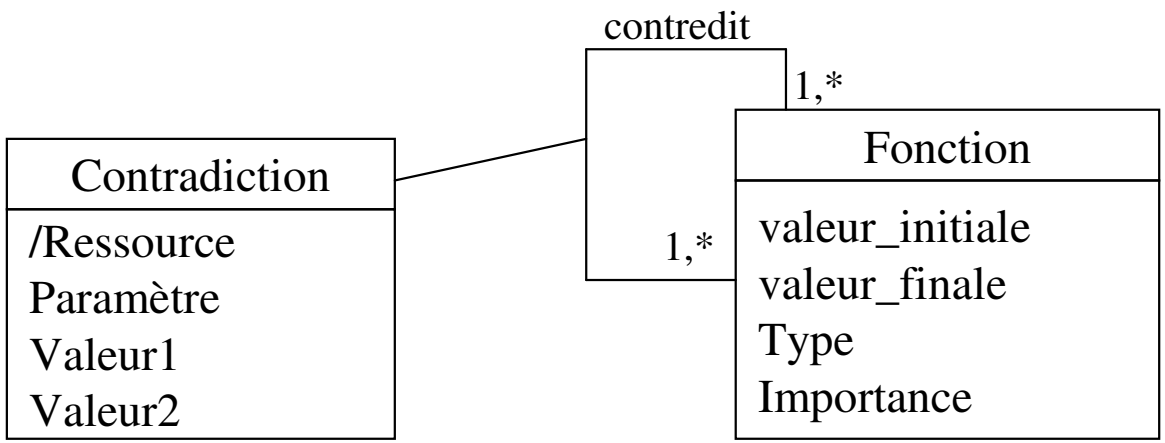
Définition de la fonction - exemple



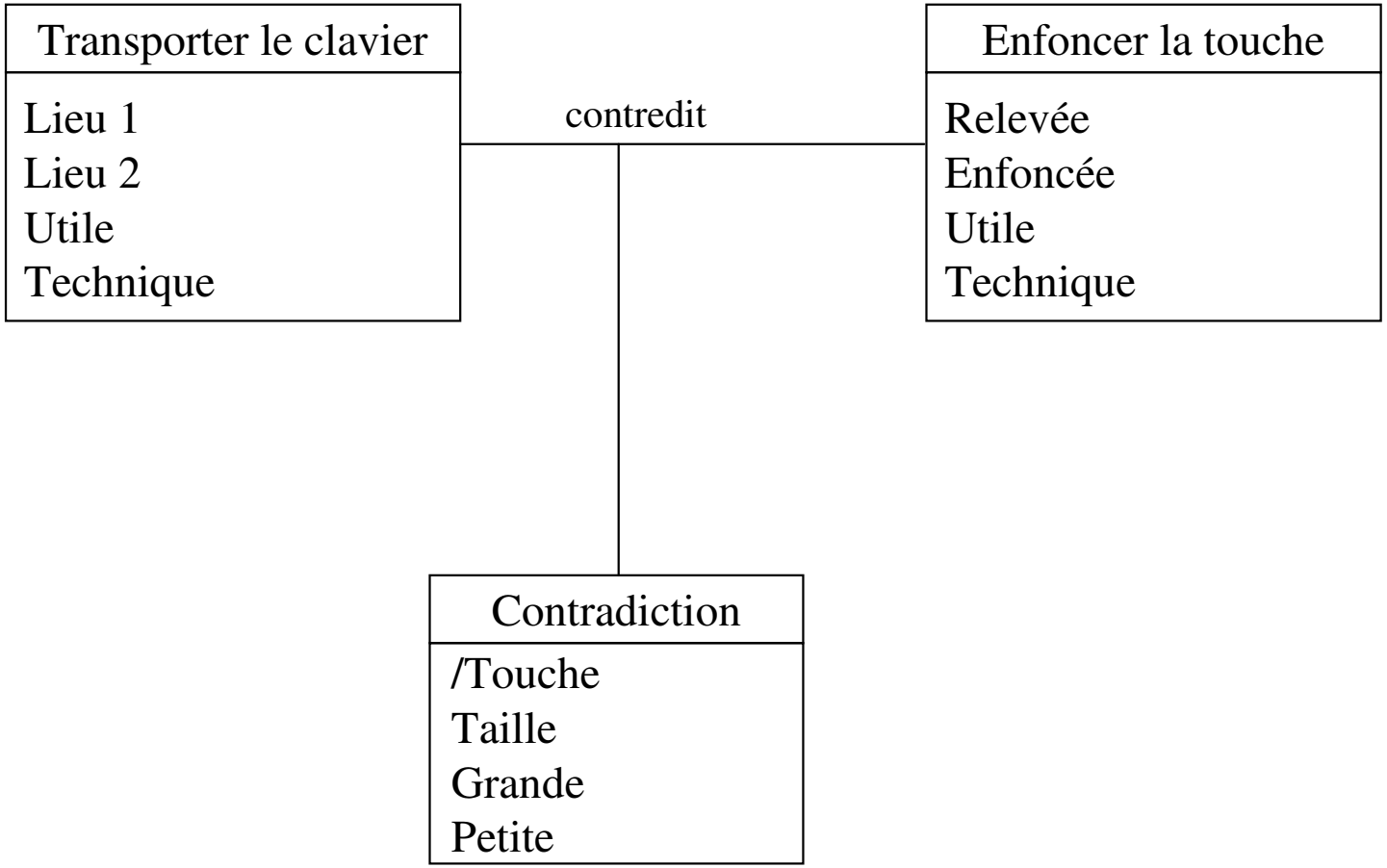
Enfoncer la touche modifie la position de la touche.
La position de la touche passe de relevée à enfoncée.
La fonction est technique et utile.

Présentation du modèle

Définition de la contradiction



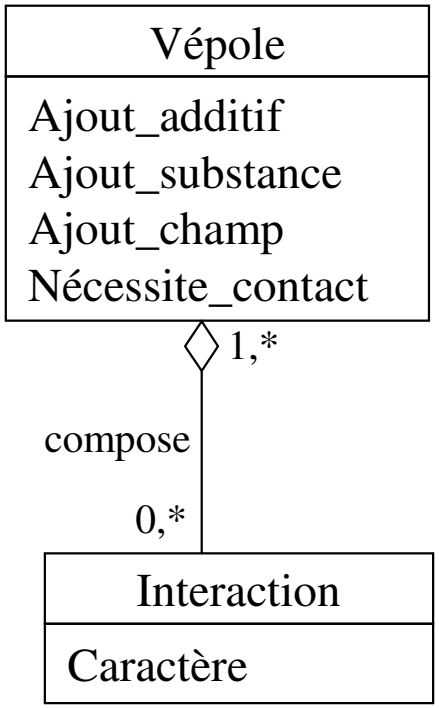
Définition de la contradiction - exemple



La taille de la touche doit être grande pour enfoncer la touche.
La taille de la touche doit être petite pour transporter le clavier.

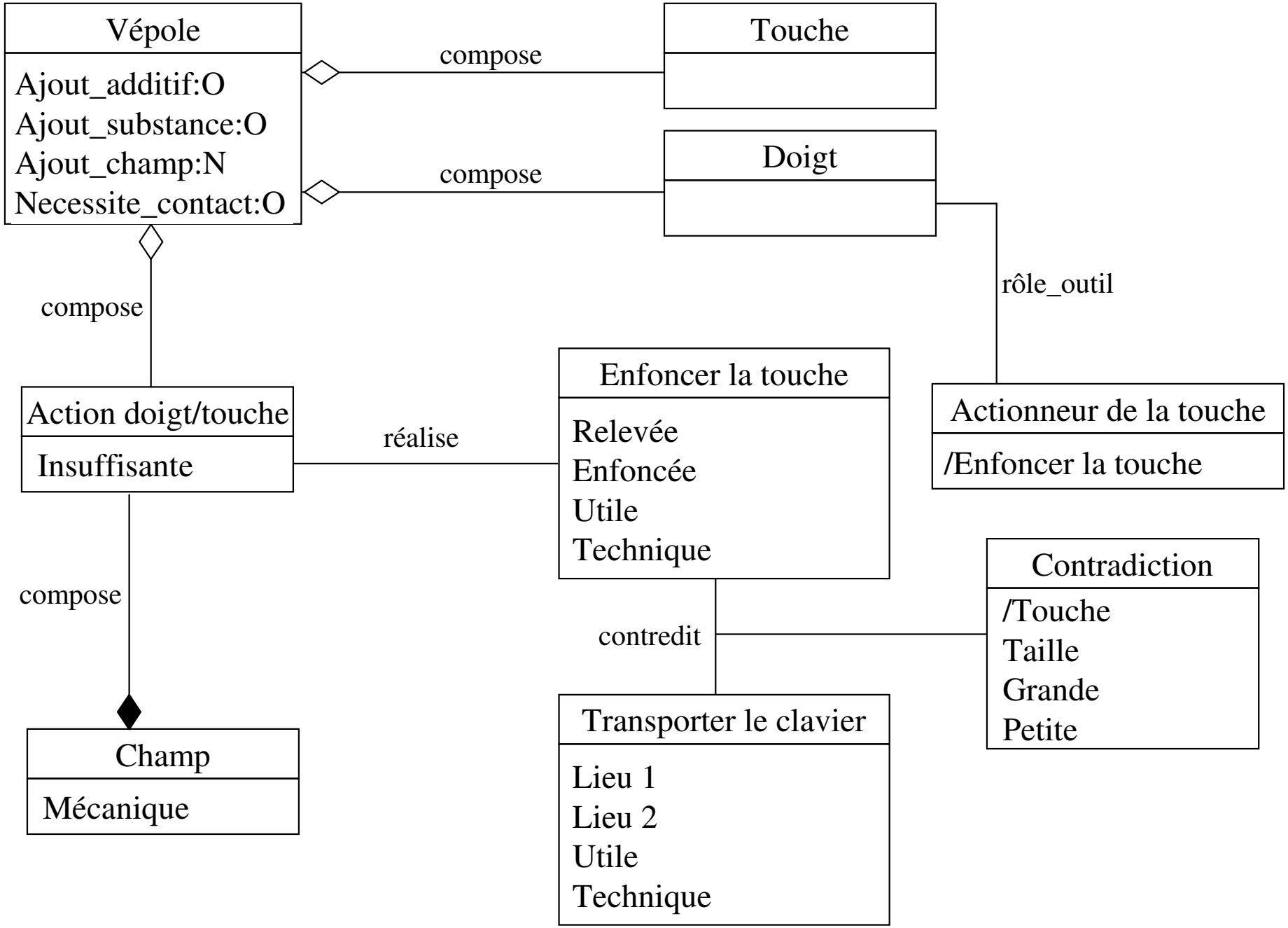
Présentation du modèle

Définition du modèle Vépole



Présentation du modèle

Définition du modèle Vépole - exemple



Plan de la présentation

1. La formulation des problèmes en conception
2. La TRIZ: démarche et limites
3. Démarche de modélisation
4. Présentation du modèle
5. Opérationnalisation du modèle
6. Mise en œuvre du logiciel
7. Apport de la formalisation
8. Conclusions et perspectives

Opérationnalisation du modèle

1 La stratégie s'appuie sur la notion d'accroissement de l'idéalité.

2

Un critère permet de juger cette idéalité:

3

$$I = \frac{\sum Fonctions_utiles}{\sum Fonctions_néfastes + \sum Fonctions_coûts}$$

4

5 Quatre pistes d'accroissement de l'idéalité:

6 1. Ajout d'une nouvelle fonction

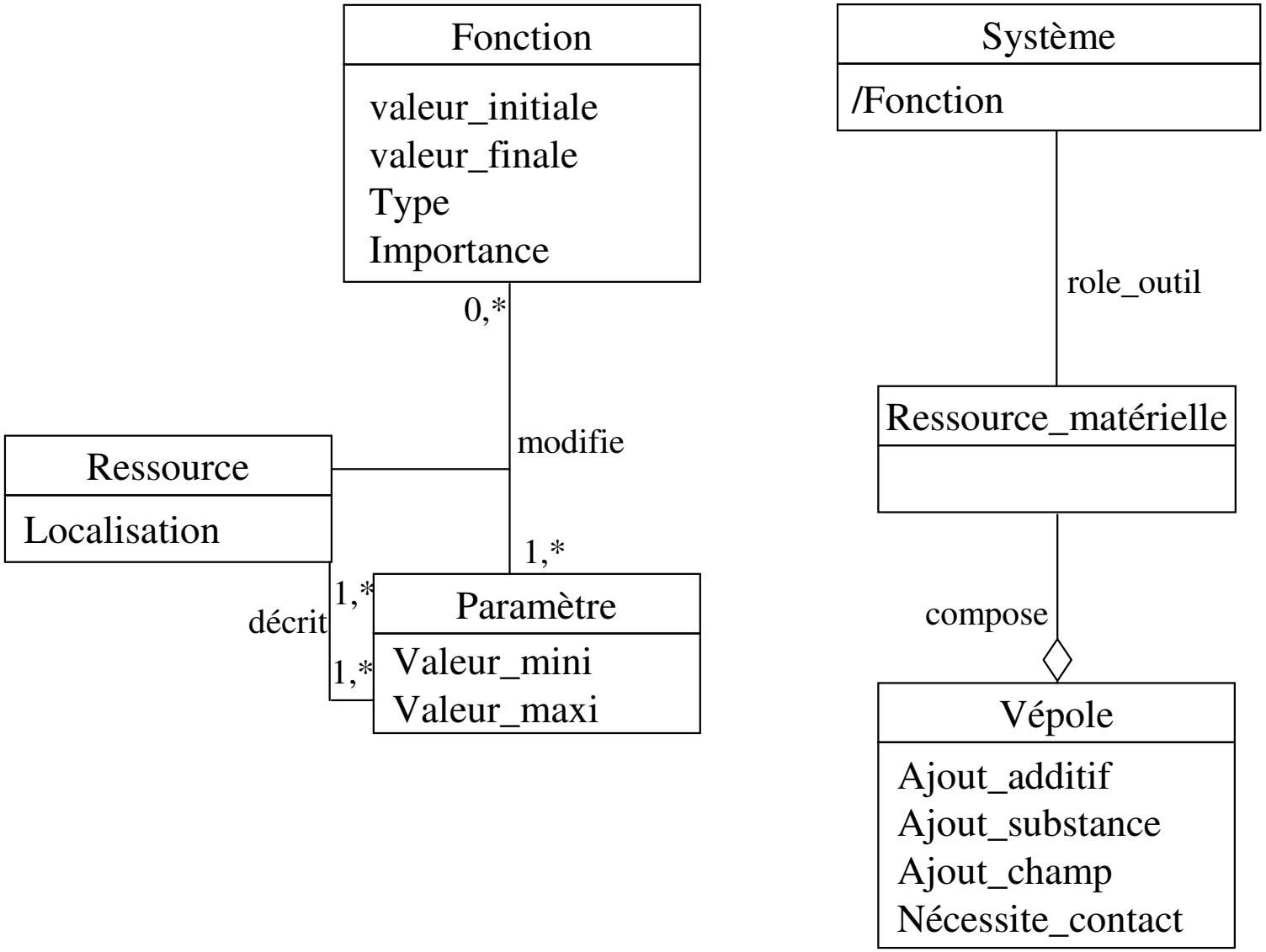
7 2. Amélioration de la réalisation d'une fonction utile existante

3. Suppression de l'apparition d'une fonction néfaste

8 4. Réduction des fonctions coûts

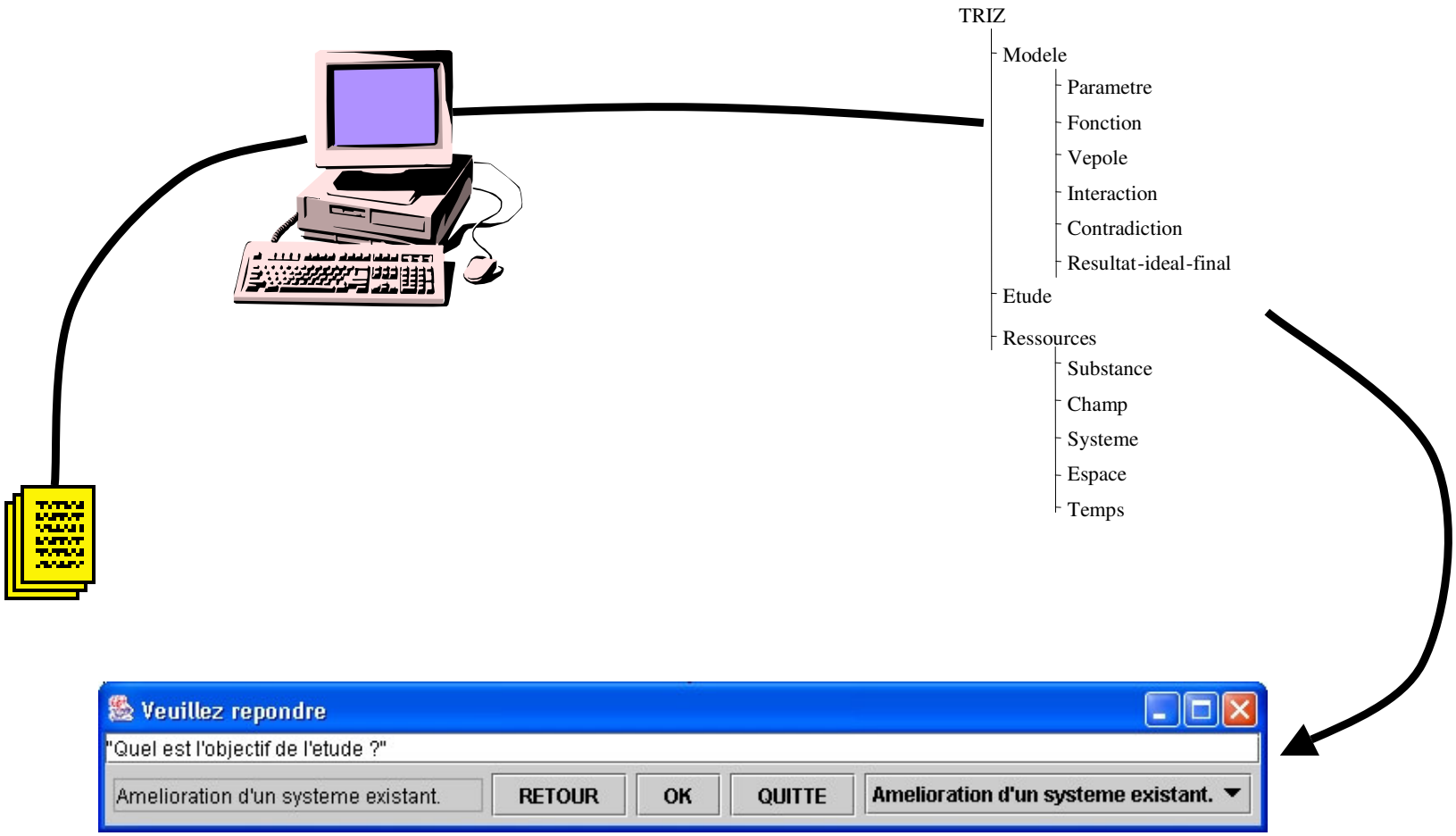
[Altshuller, 1975]

Amélioration d'une fonction utile



Opérationnalisation du modèle

1 La programmation de l'interface est réalisée en JAVA.
2 Elle exploite un moteur de système expert à base de règles, JESS.
3
4
5
6
7
8



Programmation d'une interface JAVA [Friedman-Hill, 2003]

Plan de la présentation

1. La formulation des problèmes en conception
2. La TRIZ: démarche et limites
3. Démarche de modélisation
4. Présentation du modèle
5. Opérationnalisation du modèle
6. Mise en œuvre du logiciel
7. Apport de la formalisation
8. Conclusions et perspectives

Contexte: objectif du logiciel

Situation initiale → Logiciel d'aide à la formulation de problèmes → Modèle

- Problème de nature technique,
- relevant une insatisfaction,
- portant sur un système existant.
- Le cœur du problème n'est pas défini

- Le cœur du problème est identifié,
- formulé par une contradiction.
- Permettant le recours aux règles de transformation de la TRIZ.

Expérimentations menées

- Un cas d'école est soumis à quatre étudiants en DESS en cours d'initiation à la TRIZ.

- Quatre étudiants de Maîtrise travaillent sur des projets personnels au cours d'une initiation à la TRIZ.

Les critères d'évaluation sont:

- au niveau de la démarche:
  - le temps passé sur le logiciel
  - le nombre d'itérations
  - l'intérêt du problème modélisé
  - la proposition de voies de résolution

Résultats

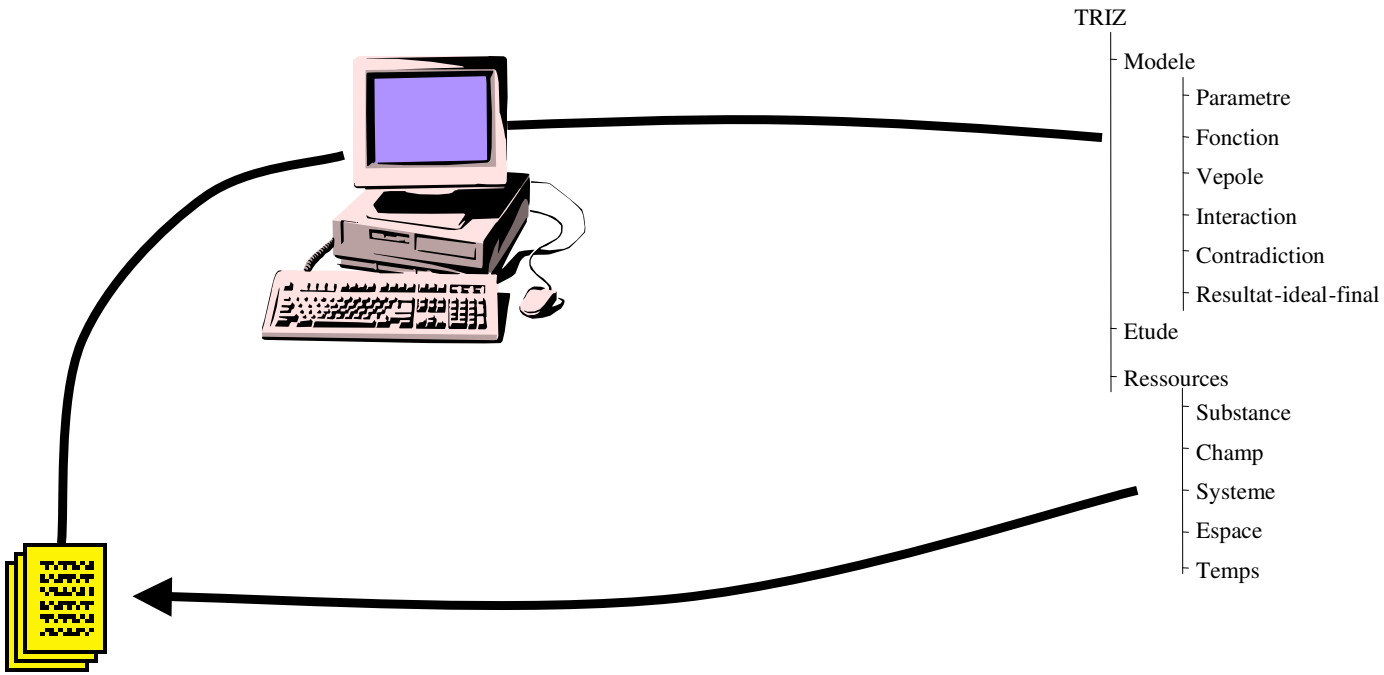
	Modèle construit			Démarche de modélisation			
	Cœur	**Contradiction**	**Règles**	**Temps**	**Itérations**	**Intérêt**	**Solutions**
Etudiant 1	Non	Oui	Oui	40'	1	Non	Oui
Etudiant 2	Oui	Oui	Oui	45'	1	Oui	Oui
Etudiant 3	Non	Oui	Non	1 h	2	Oui ?	Non
Etudiant 4	Oui	Oui	Oui	55'	2	Oui	Oui
Etudiant 5	Oui	Oui	Oui	1h	1	Oui	Oui
Etudiant 6	Non	Oui	Oui	50'	2	Oui	Non
Etudiant 7	Oui	Oui	Oui	40'	1	Oui	Oui
Etudiant 8	Non	Non	Non	45'	2	Oui	Non
Bilan	**50%**	**88%**	**75%**	**49'**	**1,5**	**88%**	**63%**

Plan de la présentation

1. La formulation des problèmes en conception
2. La TRIZ: démarche et limites
3. Démarche de modélisation
4. Présentation du modèle
5. Opérationnalisation du modèle
6. Mise en œuvre du logiciel
7. Apport de la formalisation
8. Conclusions et perspectives

Conclusions

Le modèle permet une ré-écriture du corpus qui lève les ambiguïtés et homogénéise les textes.



Standard 1.1.1 : Construction du vépole

Si un objet résiste aux changements nécessaires et si les conditions du problème ne contiennent pas de contraintes à l'introduction de substances et de champs, alors on résout le problème par la synthèse du vépole en introduisant les éléments qui manquent.

Règle standard.1.1.1.a

SI

[Vépole

Elements = {?substance1 | (?substance1 = Substance)}

Completude: FALSE

Ajout_champ: TRUE

Ajout_substance: TRUE]

Alors

[Vépole

Elements = {?substance1 | (?substance1 = Substance);

?substance2 | (?substance2 = Substance);

?champ1 | (?champ1 = Champ)}]

Plan de la présentation

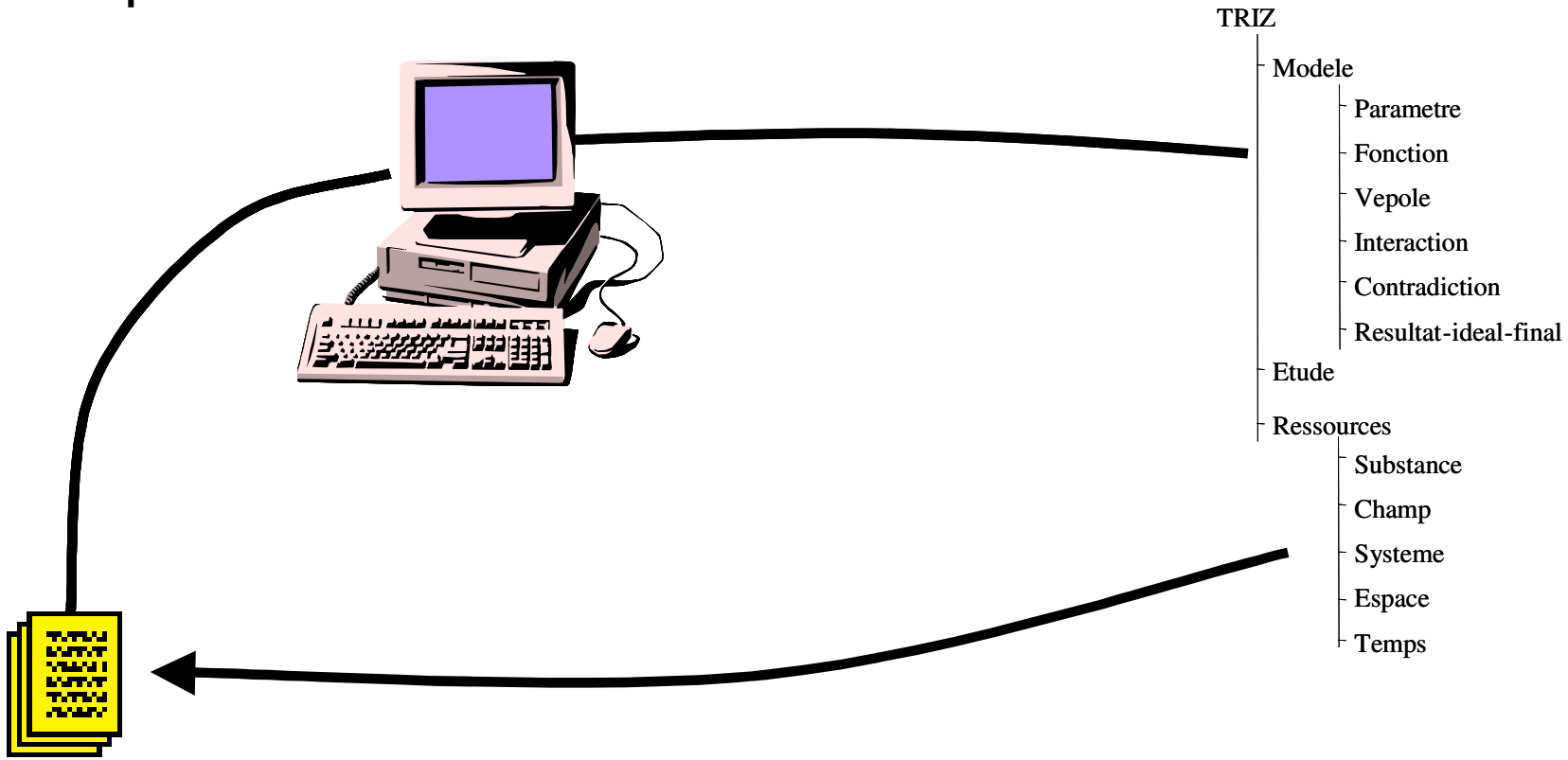
1. La formulation des problèmes en conception
2. La TRIZ: démarche et limites
3. Démarche de modélisation
4. Présentation du modèle
5. Opérationnalisation du modèle
6. Mise en œuvre du logiciel
7. Apport de la formalisation
8. Conclusions et perspectives

Conclusions

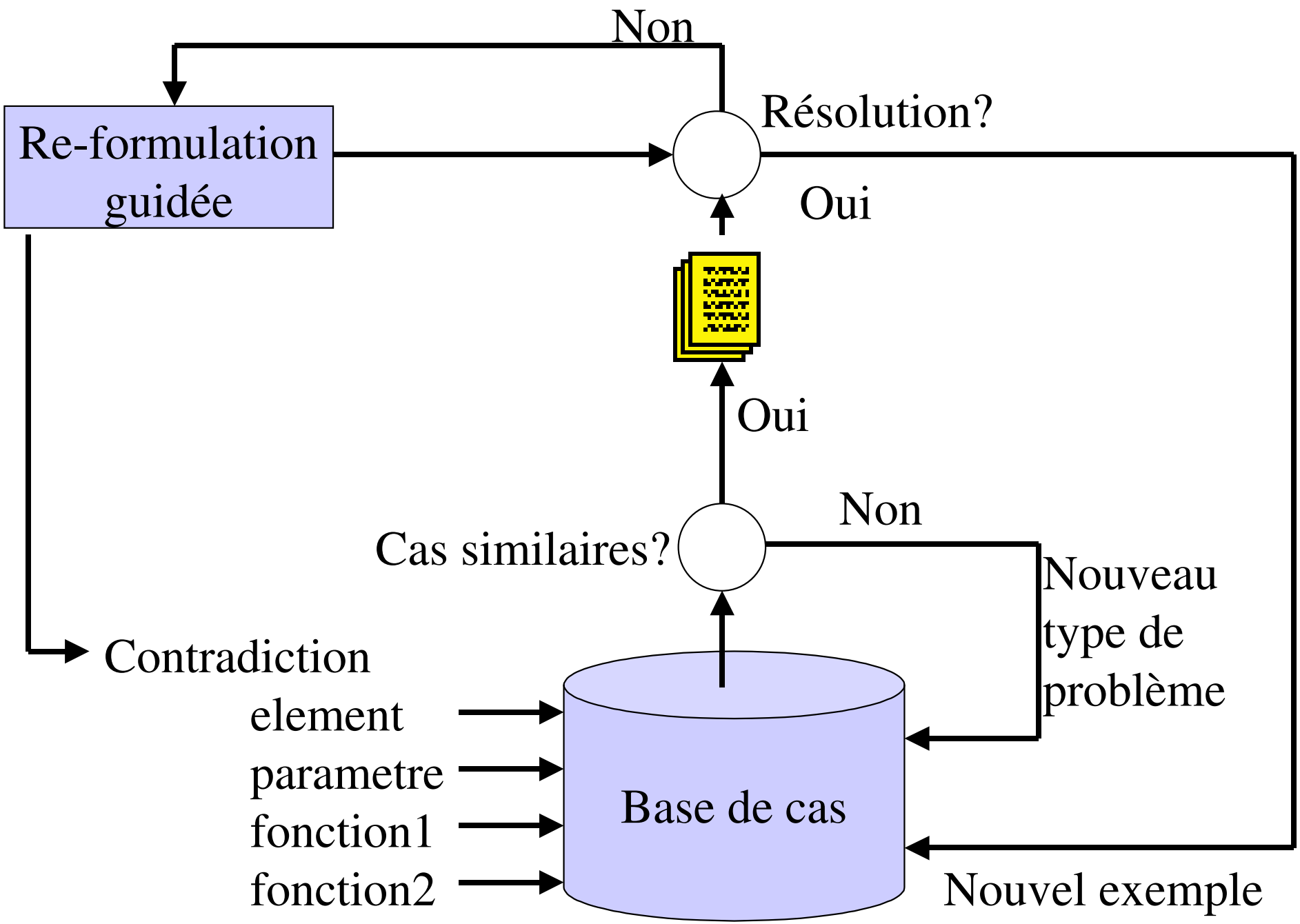
1. Existence d'un modèle formel,
2. Intégrant la vue fonctionnelle,
3. Et opérationnel,
4. Permettant la clarification des textes de base.

Perspectives

1. Poursuivre le travail de formalisation à l'ensemble des concepts.



Perspectives



Perspectives

1. Poursuivre le travail de formalisation à l'ensemble des concepts.

2. Capitalisation de cas, définitions d'ontologies « TRIZ » du domaine.

3. Ouvrir sur la résolution de problèmes non techniques.

Contribution à la formulation des problèmes en conception de systèmes techniques. Etude basée sur la TRIZ

Soutenance de thèse en Sciences Pour l'Ingénieur

Sébastien Dubois

9 novembre 2004

Directeur: Philippe Lutz
Co-directeur: François Rousselot