

Raisonnement à Partir de Cas

Introduction à l'attention des étudiants de Maîtrise Lyon1

Alain Mille

Introduction

- Objectif du cours : fournir les définitions, les principes, les méthodes, les techniques et des exemples pour la mise en œuvre d'applications du RàPC.

Alain Mille

2

Plan général du cours

- Racines historiques
- Principes de base du RàPC.
- Étude des différentes phases du cycle RàPC (Élaboration, Remémoration, Adaptation, Révision, Mémorisation).
- Exemples d'applications et d'outils.

Alain Mille

3

Racines, Principes

- Minsky, un modèle de mémoire.
- Schanck, auteur de l'expression « Case-Based Reasoning ».
- Principes directeurs du Raisonnement à Partir de Cas

Alain Mille

4

Minsky, le modèle de mémoire : principe

« Quand on rencontre une nouvelle situation (décrite comme un changement substantiel à un problème en cours), on sélectionne de la mémoire une structure appelée « cadre » (frame). Il s'agit d'une structure remémorée qui doit être adaptée pour correspondre à la réalité en changeant les détails nécessaires. »

Alain Mille

5

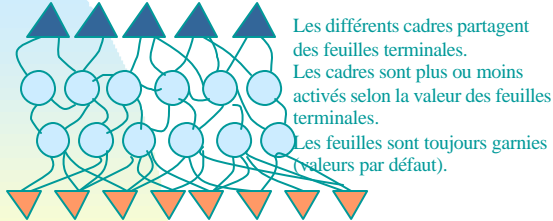
Minsky, le modèle de mémoire : les cadres

- Une partie de l'information concerne son usage,
- une autre partie concerne ce qui peut arriver ensuite,
- et une autre partie concerne ce qu'il convient de faire en cas d'échec (quand ce qui devait arriver n'arrive pas...).

Alain Mille

6

Minsky, le modèle de mémoire : illustration



Alain Mille

7

Minsky, le modèle de mémoire : processus

- Les cadres sont des situations « idéales » regroupées en hiérarchie et sont reliés par les différences qui les séparent.
- Processus :
 - ◆ sélectionner un cadre,
 - ◆ tenter d'appliquer le cadre (faire le bilan des buts non atteints),
 - ◆ appliquer une technique d'adaptation-correction,
 - ◆ synthétiser l'expérience pour l'ajouter à la bibliothèque de techniques de correction.

Alain Mille

8

Schank et le modèle de mémoire dynamique

- « Comprendre c'est expliquer ».
- Problématique de la compréhension des textes en langage naturel.
- Utilisation de scripts pour expliquer des situations.
- Utiliser l'expérience concrète dans la construction des scripts.

Alain Mille

9

Des scripts à la mémoire dynamique



10

Processus de raisonnement

- Dans une mémoire d'expériences, organisée en hiérarchie de généralisation,
- on recherche ce qui est le plus près du problème courant,
- on réutilise le script trouvé en le spécialisant dans le contexte courant,
- on réorganise la mémoire pour y intégrer le nouvel épisode.

Alain Mille

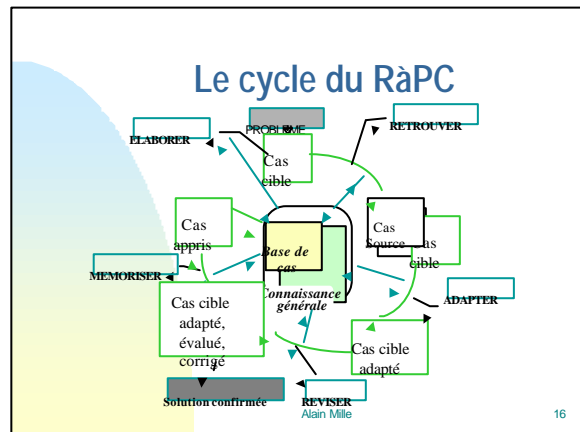
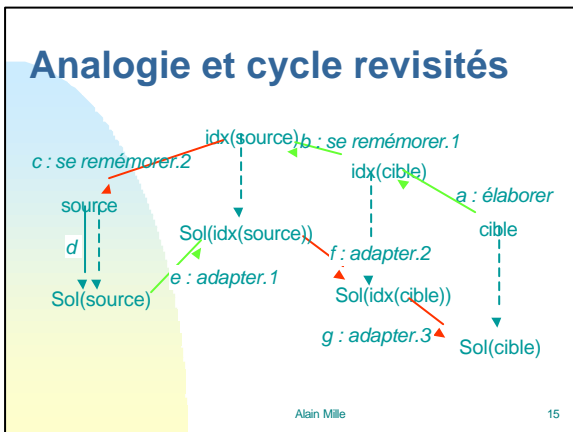
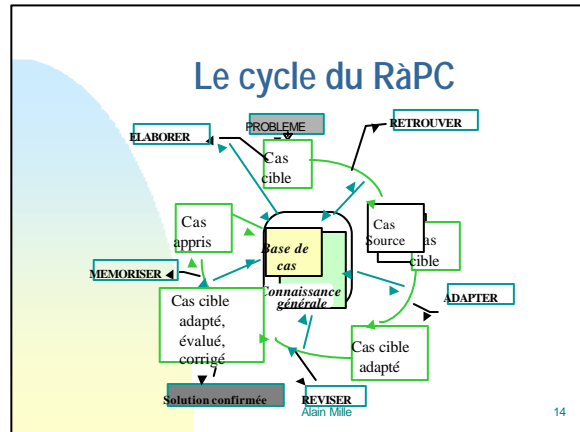
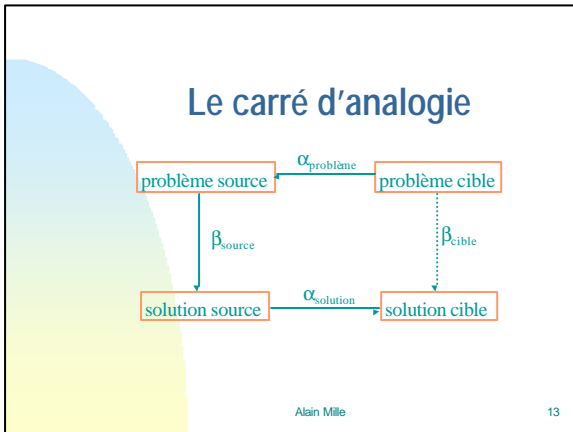
11

Principes du RàPC

- Le carré d'analogie
- Le cycle du RàPC
- L'analogie et le cycle revisités...

Alain Mille

12



- ### Élaborer
- Rappel : on cherche une **solution(!)** similaire à partir de l'énoncé d'un **problème...**
 - Compléter et/ou filtrer la description du problème en se fondant sur les connaissances disponibles sur l'**adaptabilité**
 - Commencer à résoudre le problème
⇒ orienter la recherche d'une **solution adaptable**
- Alain Mille 17

- ### Élaborer : résumé
- Affectation des descripteurs au nouveau cas.
 - Construire des descripteurs possédant une sémantique liée au problème.
 - Anticiper au maximum l'adaptabilité des cas qui seront remémorés.
- Alain Mille 18

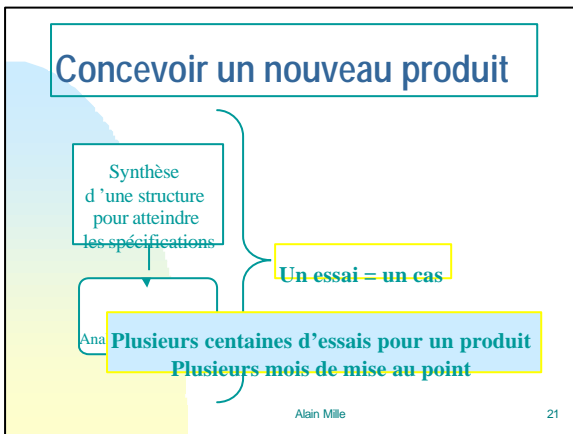
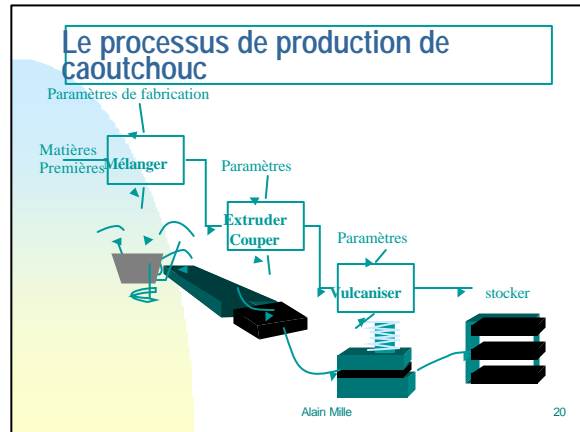
Exemple : Élaborer dans ACCELERE

Assistance à la conception de caoutchouc

Trois types de tâches à assister :

- **Synthèse** : trouver une structure permettant de satisfaire des spécifications
- **Analyse** : trouver le comportement résultant d'une structure particulière
- **Évaluation** : vérifier que le comportement est conforme à ce qui est attendu

Alain Mille 19



Aide à l'élaboration..

2

Élaboration d'indices

État désiré:
 Force Choc E=50J INTEREP selon EN 1621-1 = [Très bas, Bas]
 Dureté Shore 00 intérieur = [Moyen, Élevé, Très élevé]

État le plus proche atteint avec: = Très bas

Structure:
 NBR/PVC,Pcc= 100

Force Cho **Similarité: 91%** = Très bas

Force Cho **Similarité: 66%**

Alain Mille 23

Exploitation pour la recherche..

4

Retrouver

- Similarité = degré d'appariement entre deux cas :
 - ◆ Recherche des correspondances entre descripteurs.
 - ◆ Calcul du degré d'appariement des descripteurs.
 - ◆ Pondération éventuelle des descripteurs dans le cas.

Alain Mille 25

Mesures de similarités

- Prendre en compte la structure de cas (Mignot)
- Mesures de comparaisons (Rifqi)
 - ◆ Mesure de similitudes
 - ◆ Mesures de dissimilarité
- Prendre en compte des historiques & des séquences (Mille, Jaczynski, Rougegrez)

Alain Mille 26

Aspects de la similarité

- K-plus proches voisins.
- Agrégation.
- Recherche selon point de vue.
- Prise en compte de la dynamique d'une séquence.
- Approches inductives.

Alain Mille 27

Représentation objet et Similarités

Alain Mille 28

Calcul de similarités-1

- ◆ Similarité intra-classes
 - + propriétés communes entre deux objets.
 - + similarité sur la classe commune la plus spécifique.
 - + $Sim_{intra} = F(sim_{A_1}(q, A_1, c, A_1), \dots, sim_{A_n}(q, A_n, c, A_n))$

Alain Mille 29

Calcul de similarités-2

OBJETS CONCRETS

- $Sim(q, c) = Sim_{intra}(q, c) \cdot Sim_{inter}(class(q), class(c))$
- Similarité inter-classes
 - ◆ $Sim_{inter}(K, K_1) \leq Sim_{inter}(K, K_2)$ IF $\langle K, K_1 \rangle > \langle K, K_2 \rangle$
 - ◆ Associer une similarité S_j à chaque nœud
 - + X, Y dans L_{K_j} , $Sim_{inter}(X, Y) = S_j$
 - ◆ $Sim_{inter}(K_1, K_2) =$
 - + 1 si $K_1 = K_2$
 - + $S_{\langle K_1, K_2 \rangle}$ sinon

Alain Mille 30

Calcul de similarités-3

- **Objet abstrait et requêtes**
 - ◆ $Sim_{inter}(Q,C) = \max \{Sim_{inter}(Q,C') \mid C' \text{ dans } Lc\}$
 - + 1 si $Q < C$
 - + $S_{<Q,C>}$ sinon
- **Objets abstraits**
 - ◆ $Sim_{inter}(Q,C) = \max \{Sim_{inter}(Q,C') \mid Q' \text{ dans } Lq, C' \text{ dans } Lc\}$
 - + 1 si $Q < C$ ou $C < Q$
 - + $S_{<Q,C>}$ sinon

Alain Mille 31

Adapter : la problématique

- il s'agit de réutiliser la solution d'un cas proche,
- en supposant qu'il est possible d'adapter ce cas,
- et plus facile de l'adapter que d'essayer de le résoudre directement..

Alain Mille 32

Exemple : la configuration d'un ordinateur multimédia*

- L'utilisateur spécifie les applications qu'il souhaite exploiter (traitement de texte, musique, programmation, jeux).
- Chaque logiciel est noté selon l'importance accordée par l'utilisateur.
- L'objectif est d'élaborer la configuration idéale supportant les logiciels demandés en fonction de leur importance.
- La solution est représentée selon une structure « objet » d'un PC et de ses composants.

* exemple tiré de [BerWil98]

Alain Mille 33

Adapter : deux approches

- **Adaptation générative** : on a toutes les connaissances pour résoudre le problème à partir de zéro.
- **Adaptation transformationnelle** : on n'a pas toutes les connaissances pour résoudre le problème à partir de zéro.

Alain Mille 34

Adaptation générative

- Le cas retrouvé retrace le « raisonnement » ayant mené à la solution.
- On substitue les éléments de contexte du raisonnement retrouvé par les éléments différents du contexte du cas nouveau.
- On « rejoue » le raisonnement dans ce nouveau contexte

Alain Mille 35

Exemple / configuration

Nouveau cas

Jeux = 0;
Musique = 10;
TdT = 5;
Prog = 5;
(Puissance = 10)

Cas retrouvé

Jeux = 10;
Musique = 0;
TdT = 5;
Prog = 5;
(Puissance = 10)

trace du raisonnement...

- 1) Sélectionner carte-mère (>ASUS)
- 2) Sélectionner CPU (>pentium 200)
- 3) Sélectionner carte graphique (>Matrox)
- 4) Sélectionner le « joystick » (>JK485)
- 5) Sélectionner le CD-ROM (>Sony 10x)

Alain Mille 36

Exemple / configuration

Nouveau cas	Cas retrouvé
- Jeux = 0;	- Jeux = 10;
- Musique = 10;	- Musique = 0;
- TdT = 5;	- TdT = 5;
- Prog = 5;	- Prog = 5;
(Puissance = 10)	(Puissance = 10)

trace du raisonnement...

- 1) Sélectionner carte-mère (>ASUS)
- 2) Sélectionner CPU (>pentium 200)
- 3) Sélectionner carte graphique (>Matrox)
- 4) Sélectionner le « joystick » (>JK485)
- 5) Sélectionner le CD-ROM (>Sony 10x)

Alain Mille 37

Exemple / configuration

Nouveau cas	Cas retrouvé
- Jeux = 0;	- Jeux = 10;
- Musique = 10;	- Musique = 0;
- TdT = 5;	- TdT = 5;
- Prog = 5;	- Prog = 5;
(Puissance = 10)	(Puissance = 10)

trace du raisonnement...

- 1) Sélectionner carte-mère (>ASUS)
- 2) Sélectionner CPU (>pentium 200)
- 3) Sélectionner carte graphique (>Matrox)
- 4) Sélectionner le « joystick » (>JK485)
- 5) Sélectionner le CD-ROM (>Sony 10x)

Alain Mille 38

Exemple / configuration

Nouveau cas	Cas retrouvé
- Jeux = 0;	- Jeux = 10;
- Musique = 10;	- Musique = 0;
- TdT = 5;	- TdT = 5;
- Prog = 5;	- Prog = 5;
(Puissance = 10)	(Puissance = 10)

trace du raisonnement...

- 1) Sélectionner carte-mère (>ASUS)
- 2) Sélectionner CPU (>pentium 200)
- 3) Sélectionner le CD-ROM (>Sony 10x)
- 4) Sélectionner l'adaptateur graphique (>ES3)
- 5) Sélectionner la carte son (>midi634)

Alain Mille 39

Adaptation générative

- trace de raisonnement = plan de résolution + justifications (+ alternatives + tentatives ayant échoué...)
- moteur de résolution complet = système de résolution de contraintes, planificateur, recherche dans un espace d'états, etc.

Alain Mille 40

Résolution de contraintes

- Cadre [HF196]
- Notion de réduction de « dimensionnalité » fondée sur l'interchangeabilité et la résolution de contraintes.
- Représentation explicite des degrés de liberté pour l'adaptation :
 - ◆ 1) les contraintes liées aux anciens éléments de contexte ayant changé sont relâchées,
 - ◆ 2) on ajoute les contraintes liées aux nouveaux éléments de contexte.
 - ◆ 3) on résout le jeu réduit de contraintes.

[HF196] : Kefeng Hua, Boi Faltings, and Ian Smith.
Cadre: case-based geometric design. Artificial Intelligence in Engineering, pages 171--183, 1996

Alain Mille 41

Planificateur

- On cherche un plan qui satisfasse aux mieux les buts à atteindre à partir de l'état initial (état final proche).
- Ce plan est généralisé (le moins possible) pour donner un état intermédiaire susceptible de conduire à l'état final recherché.
- A partir de cet état intermédiaire, on tente de terminer la planification.
- En cas d'échec, on remonte dans l'arbre des états pour généraliser un peu plus le plan...

Alain Mille 42

Adaptation transformationnelle

- Des éléments de la solution du cas retrouvé sont :
 - modifiés,
 - supprimés,
 - ajoutés, selon
- des écarts de contexte observés entre cas source et cas cible, et grâce à
- un ensemble de règles d'adaptation.

Alain Mille 43

Exemple / configuration

Nouveau cas Jeux = 0; Musique = 10; TdT = 5; Prog = 5; (Puissance = 10)	Cas retrouvé Jeux = 10; Musique = 0; TdT = 5; Prog = 5; (Puissance = 10)
---	--

Solution
 Carte ASUS-3
 Processeur pentium 250
 Carte graphique Matrox G2
 Joystick JK600
 CD-Rom Sony 14X

Alain Mille 44

Règles d'adaptation

- Si (source.jeu > 7) et (cible.jeu < 3) alors solution.supprimer(Joystick)
- Si (source.musique < 3) et (cible.musique > 7) alors solution.ajouter(carte_son_haut_de_gamme)
- Si (source.puissance < 3) et (cible.puissance > 7) alors solution.modifier(processeur.vitesse,delta_puissance,+)

Alain Mille 45

Exemple / configuration

Nouveau cas Jeux = 0; Musique = 10; TdT = 5; Prog = 5; (Puissance = 10)	Cas retrouvé Jeux = 10; Musique = 0; TdT = 5; Prog = 5; (Puissance = 10)
---	--

Solution
 Carte ASUS-3
 Processeur pentium 250

Solution
 Carte ASUS-3
 Processeur pentium 250
 Carte graphique Matrox G2
 Joystick JK600
 CD-Rom Sony 14X

Alain Mille 46

Exemple / configuration

Nouveau cas - Jeux = 0; - Musique = 10; - TdT = 5; - Prog = 5; (Puissance = 10)	Cas retrouvé - Jeux = 10; - Musique = 0; - TdT = 5; - Prog = 5; (Puissance = 10)
---	--

Solution
 Carte ASUS-3
 Processeur pentium 250
 Carte graphique S3

Solution
 Carte ASUS-3
 Processeur pentium 250
 Carte graphique Matrox G2
 Joystick JK600
 CD-Rom Sony 14X

Alain Mille 47

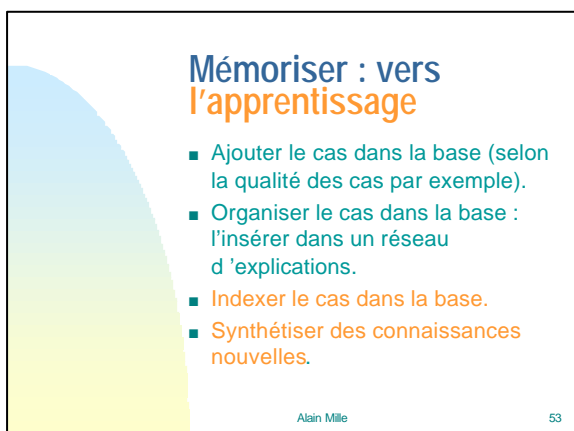
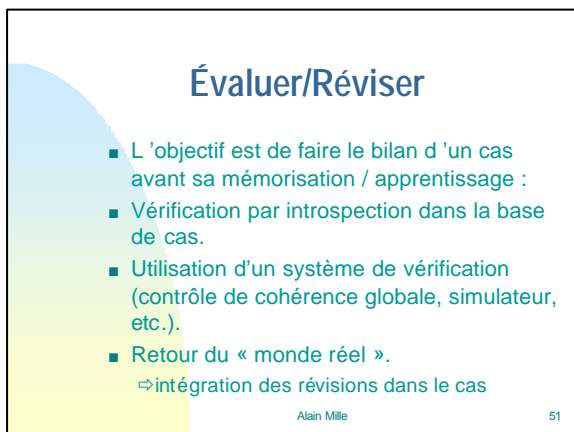
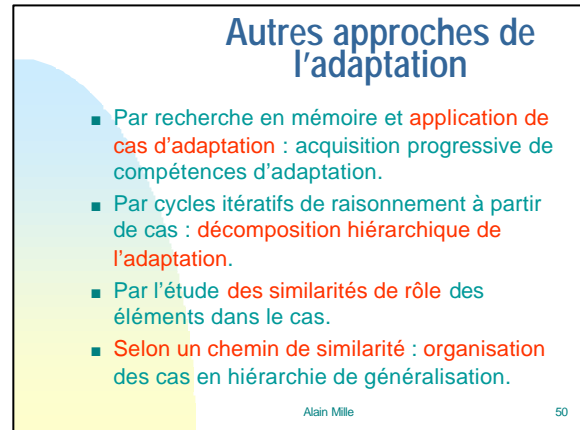
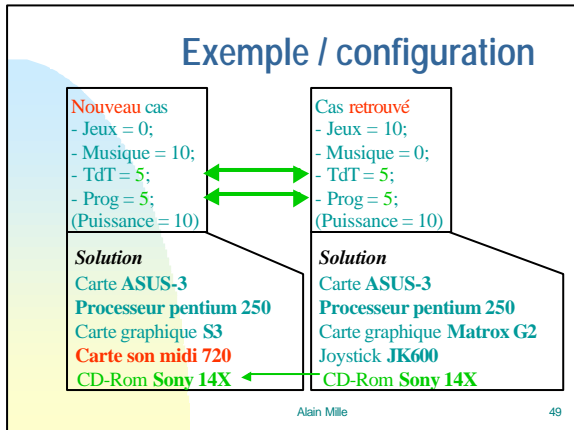
Exemple / configuration

Nouveau cas - Jeux = 0; - Musique = 10; - TdT = 5; - Prog = 5; (Puissance = 10)	Cas retrouvé - Jeux = 10; - Musique = 0; - TdT = 5; - Prog = 5; (Puissance = 10)
---	--

Solution
 Carte ASUS-3
 Processeur pentium 250
 Carte graphique S3
 Carte son midi 720

Solution
 Carte ASUS-3
 Processeur pentium 250
 Carte graphique Matrox G2
 Joystick JK600
 CD-Rom Sony 14X

Alain Mille 48



Qualité de cas-2

- **Utilité**
 - ◆ Par rapport à la performance.
 - ◆ Se débarrasser des connaissances inutiles.
- **Compétence**
 - ◆ Couverture d'un cas.
 - ◆ Accessibilité d'un problème.

Alain Mille 55

Modéliser la compétence-1 (Smyth)

- **Cas essentiels** : dont l'effacement réduit directement la compétence du système.
- **Cas auxiliaires** : la couverture qu'il fournit est subsumée par la couverture de l'un de ses **cas accessibles**.
- **Cas ponts** : leurs régions de couverture feront la liaison entre des régions qui sont couvertes indépendamment par d'autres cas.
- **Cas de support** : cas ponts en groupe.

Alain Mille 56

Modéliser la compétence-2

Compétence

- ☆ Auxiliaire,
- ◇ Support,
- Pont,
- ☀ Essentiel.

Alain Mille 57

Organisation des cas

- **Mémoire plate**
 - ◆ Indexation superficielle
 - ◆ Partitionnement de la mémoire
 - ◆ Extraction parallèle
- **Mémoire hiérarchique**
 - ◆ Réseaux à traits partagés
 - ◆ Réseaux de discrimination

Alain Mille 58

Réseaux de discrimination

Mémoire dynamique de Schank

Alain Mille 59

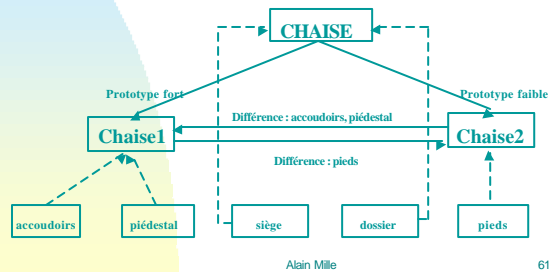
Apprendre des connaissances-1

Exemple : Protos (cas + indexation)

Alain Mille 60

Apprendre des connaissances-2

Exemple : Protos (cas + indexation)



Alain Mille

61

Maintenance de la base de cas (Leake98)

- Stratégies
 - ◆ Collecte des données
 - + périodique, conditionnel, Ad Hoc.
 - ◆ Intégration des données
 - + On-line, Off-line.
- Activation de la maintenance
 - + espace, temps, résultat de résolution.
- Étendue de la maintenance
 - + Large, étroite.

Alain Mille

62

Approches connexes au RàPC Exemples, Instances & Cas

- Raisonnement fondé sur la mémoire
 - ◆ Pas de théorie sur le domaine
 - ◆ Aucune tâche d'induction ou d'abstraction
- Apprentissage à partir d'instances
 - ◆ Instance = attribut-valeur
 - ◆ IBL (Aha), C4.5, ID5R(Quinlan)
- Exemples typiques (exemplar)
 - ◆ Protos
- RàPC conversationnel (Aha)

Alain Mille

63

Intégration avec d'autres approches

- Exemple : Règles + cas
 - ◆ Mode d'intégration
 - + Coopératif
 - + Intégration des règles dans le RàPC
 - ◆ Creek (Aamodt), Cabata (Lenz)
- Mode coopératif
 - ◆ A qui donner la main ?
 - + Degrés de confiance
 - + Selon type de cas

Alain Mille

64

Exemples d'outils et application

- [L'outil CBR-Works](#)
- [L'outil Remind](#)
- [L'outil CBR-tools](#)
- [Application Prolabo](#)
- [Application Interep](#)
- [Application Radix](#)
- [Application Broadway](#)

Alain Mille

65

Outil CBR*Tools

- Action AID, INRIA Sophia-Antipolis
- M. Jaczynski & B. Trousse
- Constat : Manque d'ouverture des outils existants (modification, ajout de composants difficile ou impossible)
- Nouveau type d'outil en RàPC : Plate-Forme a objets (*en Java*)
- Architecture - Points d'ouverture
- Modèles a objets - Explication en termes de patrons de conception
- Contact: trousse@sophia.inria.fr

Alain Mille

66

Utilisation de CBR*Tools

1/ manipulation des classes java via éditeur
2/ atelier de manipulation directe des modèles UML

Alain Mille 67

PROLABO / Programmation de minéralisateur micro-ondes

- Un programme de minéralisation est une sorte de recette (plan)
- Plusieurs cas sources et/ou un cas prototype sont utilisés pour créer un cas source à réutiliser
- L'adaptation est guidée par les différences structurelles relevées avec le cas cible
- Trois niveaux d'adaptation :
 - ◆ Le niveau plan.
 - ◆ Le niveau étape.
 - ◆ Le niveau valeur.

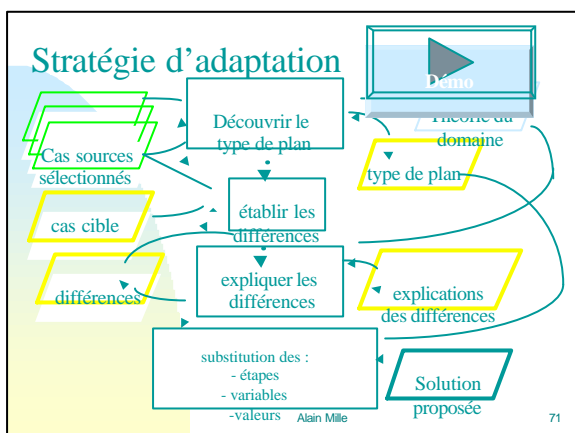
Alain Mille 68

	Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 4	Etape 5	Etape 6	Etape 7
Réactif	H2SO4	HNO3	<Aucun>		HClO4		HCl
Vitesse	7				5		6
Volume					2		5
Puissance				15	20	30	30
Temps (min)			5	6	14	18	5
Mise à sec	non			non	non	oui	non
Qte Sel(g)							

Alain Mille 69

	Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 4	Etape 5	Etape 6	Etape 7
Réactif	HNO3		H2SO4	HClO4		HCl	
Vitesse	8	7			5		6
Volume (ml)	20		3	4			5
Puissance (W)	15	25					
Temps (min)	10	10					
Mise à sec		non	non	non	oui	non	

Alain Mille 70



RADIX

- Modélisation de l'utilisation d'un explorateur et des tâches de navigation et de recherche d'information
- Application à la recherche d'information en internet et intranet, en réutilisant l'expérience personnelle
- Partenaire industriel : Data Storage Systems by Chemdata

Alain Mille 72

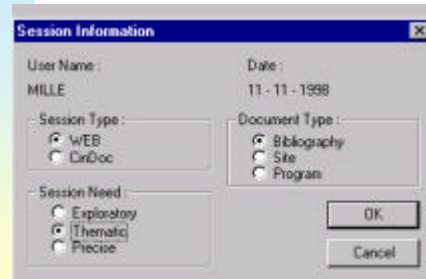
Radix : les modèles

- **Modèle d'utilisation** : tout événement « faisant sens » dans le cadre de l'application (explorateur) (lien distant, lien local, retour, avance, signet, etc.)
- **Modèle tâche** : une interprétation des actions :
- **Session unitaire (SU)** : du début à la fin d'un épisode de recherche d'information
- **Tentative unitaire (TU)** : une recherche cohérente autour d'un sous-but particulier
- **Recherche Unitaire (RU)** : un triplet état-transition-état passant d'une « page » à une autre « page » de la recherche.
- **Vocabulaire utile (VU)** : les termes « gagnants » pour décrire une page « utile » (portée RU, TU ou SU)

Alain Mille

73

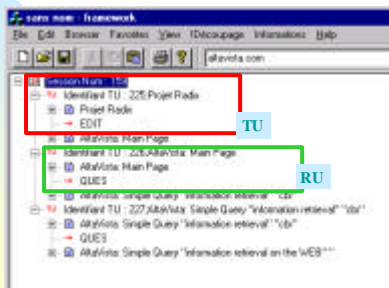
Illustration des modèles de Radix La session unitaire



Alain Mille

74

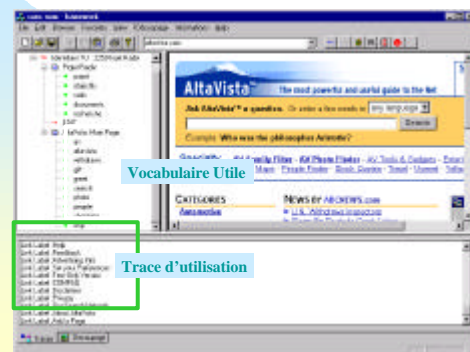
Illustration des modèles de Radix TU et RU



Alain Mille

75

Radix : connecter le modèle d'utilisation et le modèle de tâche



76

Editeur de requête

Description de l'essai				
Attribut	Relation	Valeur	Poids	Lambda (%)
Produit				
Date				
Concepteur	Egal	Jean-Philippe	1	

Recherche

Structure Résultats

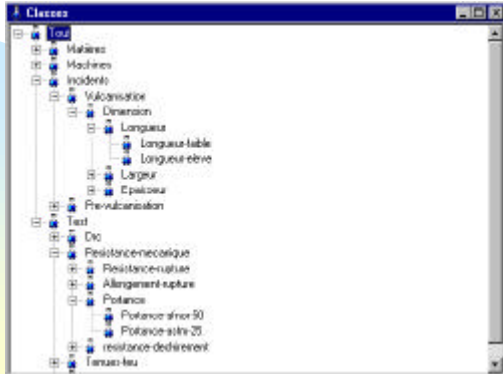
Formule :					
Classe	Attribut	Relation	Valeur	Poids	Lambda (%)
EPDM	Quantité	Supérieur	50	1	50
NBR	Quantité	Supérieur	50	1	50

Procédés

Classe	Attribut	Relation	Valeur	Poids	Lambda (%)

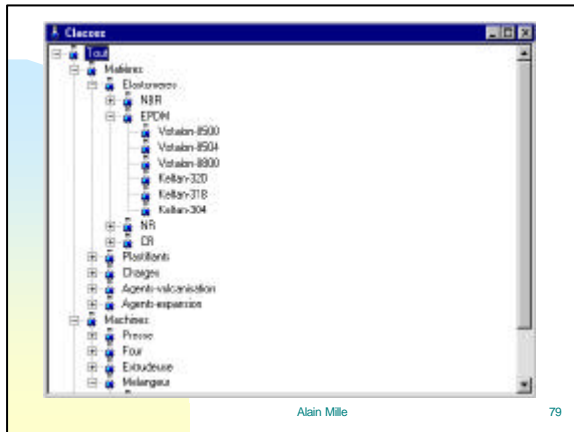
Alain Mille

77



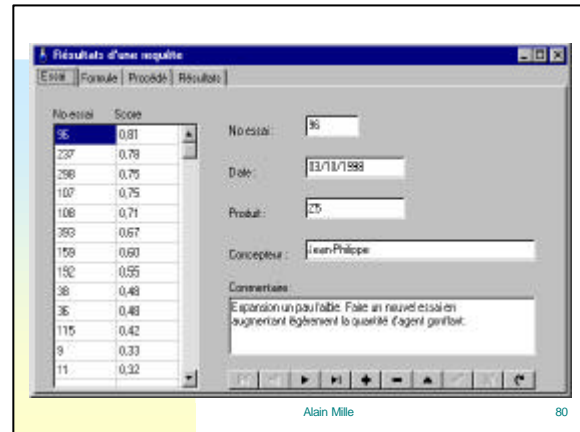
Alain Mille

78



Alain Mille

79



Alain Mille

80