

Combinaison de cas fondée sur un opérateur de fusion de connaissances

Julien Cojan et Jean Lieber
Orpailleur, LORIA (CNRS, INRIA, Nancy Université)

RàPC 2009

Raisonnement à partir de cas

But : Résoudre un problème
à partir d'expérience de problèmes résolus,
les cas sources.

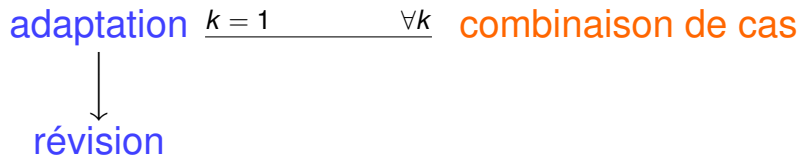
Approches :

- L'adaptation d'1 cas source
- La combinaison de k cas source

Principe

combinaison de cas

Principe



Principe

adaptation $\frac{k = 1}{\forall k}$



révision $\frac{k = 1}{\forall k}$

combinaison de cas



fusion contrainte

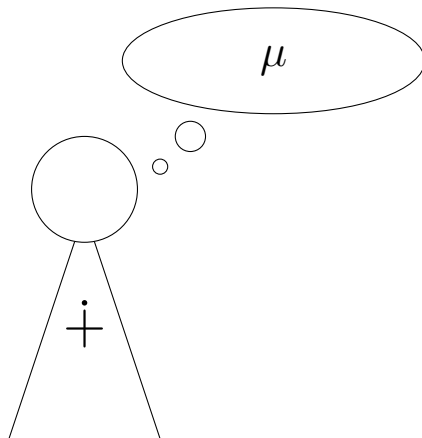
Théorie du changement

révision

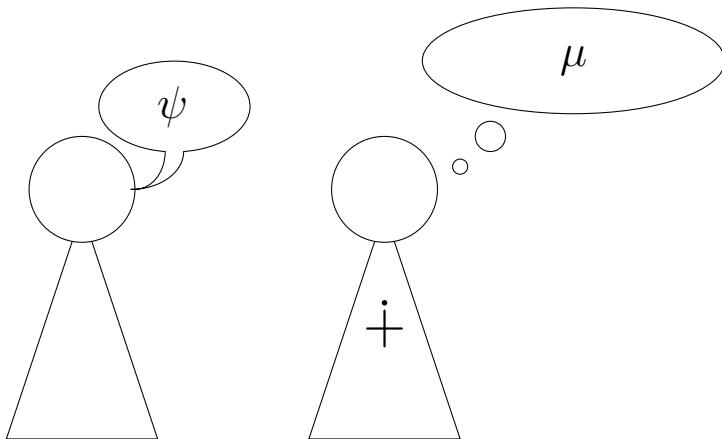
$k = 1$ $\forall k$

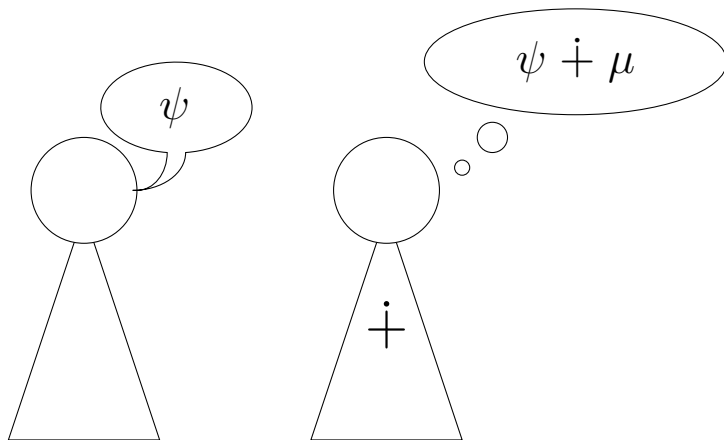
fusion contrainte

Révision - $\dot{+}$



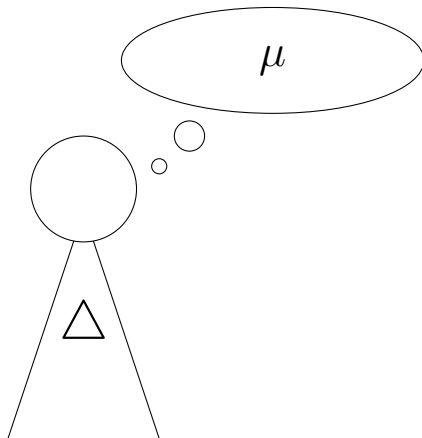
Révision - $\dot{+}$



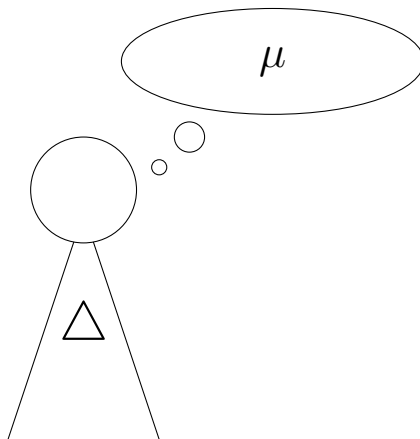
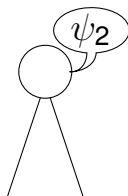
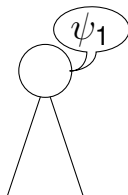
Révision - $\dot{+}$ 

$$\dot{+} : (\psi, \mu) \mapsto \psi \dot{+} \mu \models \mu$$

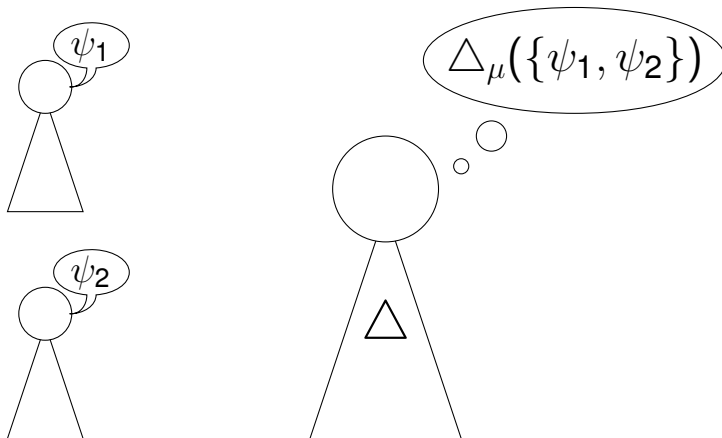
Fusion contrainte - Δ



Fusion contrainte - Δ



Fusion contrainte - Δ



$$\Delta : (\{\psi_1, \dots, \psi_n\}, \mu) \mapsto \Delta_\mu(\{\psi_1, \dots, \psi_n\}) \models \mu$$

Δ -Combinaison de cas

adaptation



révision

adaptation $\frac{k = 1}{\forall k}$



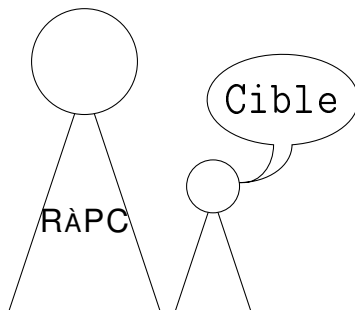
révision $\frac{k = 1}{\forall k}$

combinaison de cas

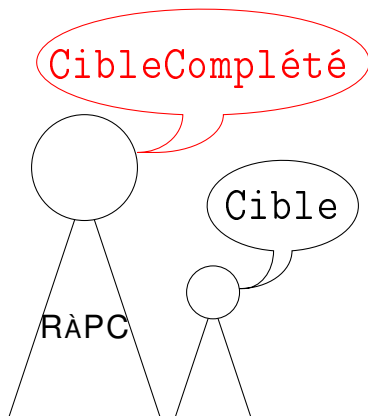


fusion contrainte

+adaptation

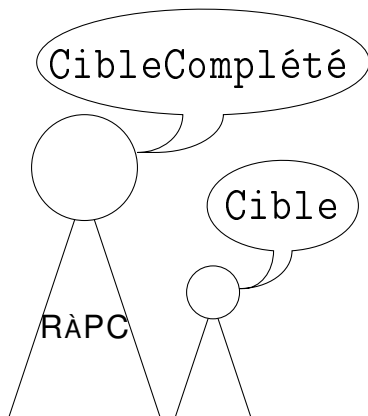


⊕-adaptation



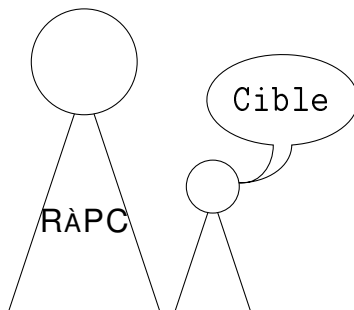
$$\text{CibleComplété} = (\text{Srce}) \oplus (\text{Cible})$$

+adaptation

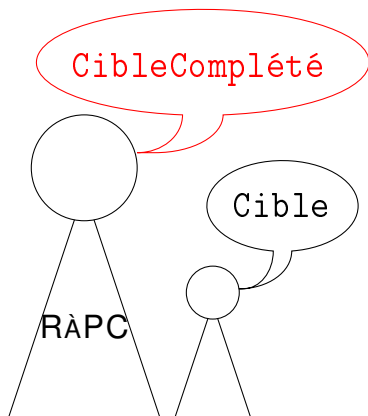


$$\text{CibleComplété} = (\text{CD} \wedge \text{Srce}) \dot{+} (\text{CD} \wedge \text{Cible})$$

Δ -combinaison

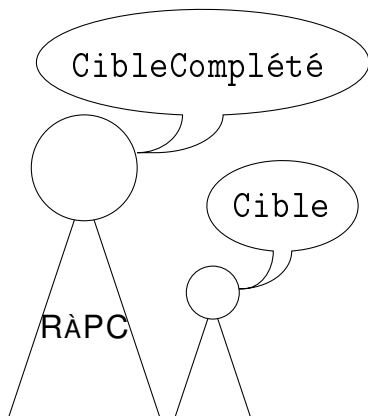


Δ -combinaison



$$CibleCompl\acute{e}t\acute{e} = \Delta_{Cible}(\{Srce_1, Srce_2\})$$

Δ -combinaison



$$\text{CibleComplété} = \Delta_{\text{CD} \wedge \text{Cible}}(\{\text{CD} \wedge \text{Srce}_1, \text{CD} \wedge \text{Srce}_2\})$$

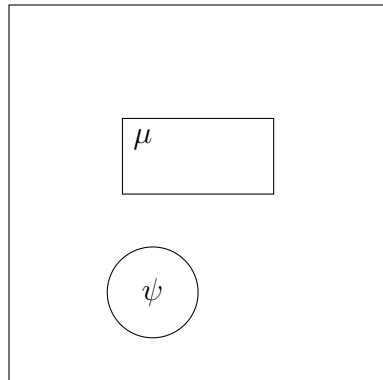
Vers une implantation

Exemple d'opérateurs

Révision de Dalal

d : distance entre interprétations
(Logique Propositionnelle)

$$\psi \dot{+} \mu = \text{Min}_{d(\cdot, \psi)} \mu$$

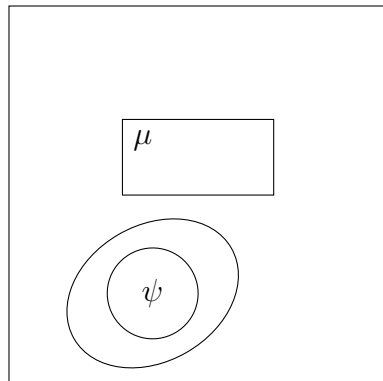


Exemple d'opérateurs

Révision de Dalal

d : distance entre interprétations
(Logique Propositionnelle)

$$\psi \dot{+} \mu = \text{Min}_{d(\cdot, \psi)} \mu$$

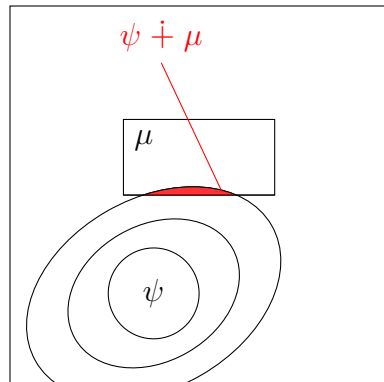


Exemple d'opérateurs

Révision de Dalal

d : distance entre interprétations
(Logique Propositionnelle)

$$\psi \dot{+} \mu = \text{Min}_{d(\cdot, \psi)} \mu$$



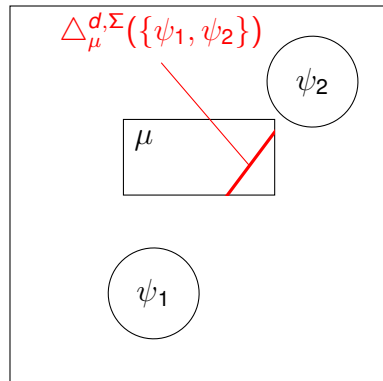
Exemple d'opérateurs

Fusion $\Delta^{d,\Sigma}$

d : distance entre interprétations
(Logique Propositionnelle)

$$\Delta_{\mu}^{d,\Sigma}(\{\psi_1, \dots, \psi_n\}) = \underset{i}{\text{Min}} \mu$$

$$\sum_i d(\cdot, \psi_i)$$



Généralisation du formalisme

Logique propositionnelle : pas de valeurs numériques

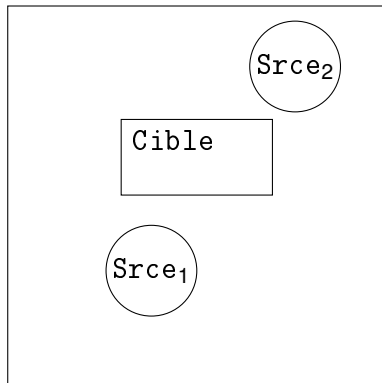
Formalisme ensembliste

- Non pertinence de la syntaxe :
formule \leftrightarrow ensemble de ses modèles
- \mathcal{U} : espace de représentation
ex. : $\mathcal{U} = \{\text{faux}, \text{vrai}\}^n$ (Logique propositionnelle)
 $\mathcal{U} = \mathbb{R}^n$
- d : distance sur \mathcal{U}

$$\Delta_A^{d, \Sigma}(\{B_1, \dots, B_n\}) = \min_A \sum_i d(., B_i)$$

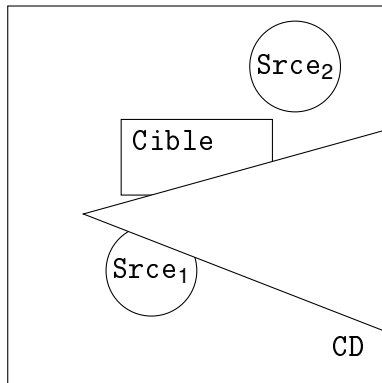
RÀPC dans ce formalisme

- Cas : $C \subseteq \mathcal{U}$



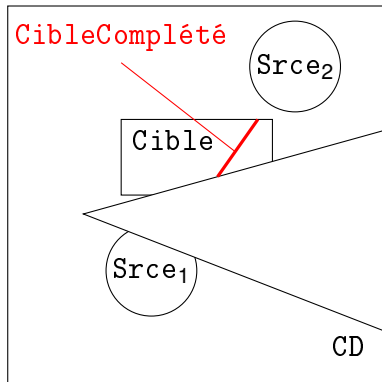
RÀPC dans ce formalisme

- Cas : $C \subseteq \mathcal{U}$
- $CD \subseteq \mathcal{U}$



RÀPC dans ce formalisme

- Cas : $C \subseteq \mathcal{U}$
- $CD \subseteq \mathcal{U}$
- But : préciser *Cible* en *CibleComplété*



Cheminement

Combinaison de cas



Fusion contrainte



Minimisation sous contraintes

$$\Delta_A^{d, \Sigma}(\{B_1, \dots, B_n\}) = \underset{i}{\text{Min}} \sum d(., B_i)$$

Cheminement

Combinaison de cas



Fusion contrainte



Minimisation sous contraintes



Programmation linéaire

Solveurs existants (GLPK,...)

Polynomial si valeurs \mathbb{R}

NP-difficile sinon

Programmation Linéaire

Énoncé

déterminer un minimum de $X \mapsto C \times X$
sous les conditions $A \times X \leq B$

- $X = (x_1, \dots, x_n)$ les variables
 x_i prends des valeurs dans un intervalle de \mathbb{R} ou \mathbb{Z}
- contraintes linéaires:

$$A \times X \leq B : \begin{cases} a_{11}x_1 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ a_{p1}x_1 + \dots + a_{pn}x_n \leq b_p \end{cases}$$

- fonction objectif:

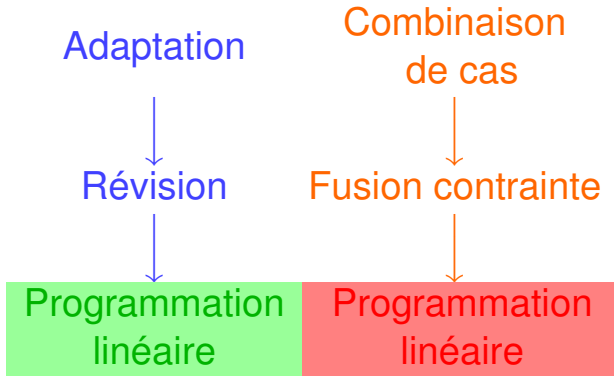
$$\min C \times X = c_1 \times x_1 + \dots + c_n \times x_n$$

Réduction à de la programmation linéaire

Conditions :

- $\mathcal{U} = \mathcal{U}_1 \times \dots \times \mathcal{U}_n$,
avec $\mathcal{U}_i = \mathbb{R}$, $\mathcal{U}_i = \mathbb{Z}$ ou $\mathcal{U}_i = \{\text{faux}, \text{vrai}\}$
- Les cas et CD : simplexes
(conjonction de contraintes linéaires)
- $d(x, y) = \sum_i w_i |y_i - x_i|$

État de l'implantation



Applications

Extension du CCBI [Hüllermeier07]

Taaable 3

CCBI [Hüllermeier07] - Principe

$$\mathcal{U} = \mathcal{U}_{\text{pb}} \times \mathcal{U}_{\text{sol}}$$

Problèmes similaires \rightarrow Solutions similaires

$d_{\text{sol}}(\text{sol}, \text{sol}_i) \leq d_{\text{pb}}(\text{pb}, \text{pb}_i)$: probable

CCBI [Hüllermeier07] - Principe

$$\mathcal{U} = \mathcal{U}_{\text{pb}} \times \mathcal{U}_{\text{sol}}$$

Problèmes similaires \rightarrow Solutions similaires

$d_{\text{sol}}(\text{sol}, \text{sol}_i) \leq h(d_{\text{pb}}(\text{pb}, \text{pb}_i))$: probable

h : profil de similarité

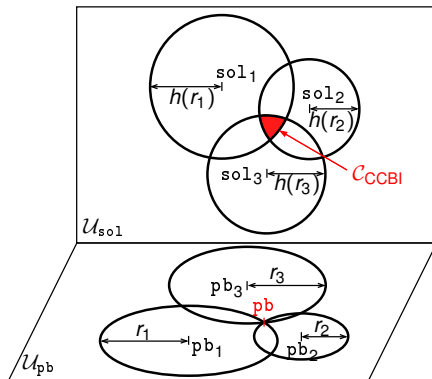
CCBI [Hüllermeier07] - Principe

$$\mathcal{U} = \mathcal{U}_{\text{pb}} \times \mathcal{U}_{\text{sol}}$$

$$\text{Srce}_i = \{(\text{pb}_i, \text{sol}_i)\}$$

$$\text{Cible} = \{\text{pb}\} \times \mathcal{U}_{\text{sol}}$$

$$\mathcal{C}_{\text{CCBI}}$$



Problèmes similaires \rightarrow Solutions similaires

$d_{\text{sol}}(\text{sol}, \text{sol}_i) \leq h(d_{\text{pb}}(\text{pb}, \text{pb}_i))$: probable

h : profil de similarité

Δ -combinaison étends CCBI

$$\begin{array}{c} \text{Srce}_i = \{(\text{pb}_i, \text{sol}_i)\} \\ \text{Cible} = \{\text{pb}\} \times \mathcal{U}_{\text{sol}} \\ \hline \downarrow \Delta^{d,\Sigma} \\ \text{CibleComplété} = \{\text{pb}\} \times \mathcal{C}_{\Delta^{d,\Sigma}} \end{array}$$

Proposition

Il existe une distance d sur \mathcal{U} telle que

$$\text{Si } \mathcal{C}_{\text{CCBI}} \neq \emptyset \quad \text{alors} \quad \mathcal{C}_{\text{CCBI}} = \mathcal{C}_{\Delta^{d,\Sigma}}$$

Ex. 1 : Tarte aux poires

attributs	Cible	Srce	
nombre de pommes	0	4	
nombre de poires	—	0	
masse de saccharose (g)	—	80	
masse de pate (g)	—	200	
masse de fruit (g)	—	480	
masse de sucre (g)	—	136	

$$CD = CD_{\text{fruit}} \cap CD_{\text{sucré}}$$

$$CD_{\text{fruit}} = \{(pomme, poire, _, _, fruit, _) \mid \\ \text{fruit} = 120 \times pomme + 100 \times poire\}$$

$$CD_{\text{sucré}} = \{(pomme, poire, saccharose, _, _, sucre) \mid \\ \text{sucré} = \text{saccharose} + 14 \times pomme + 13 \times poire\}$$

Ex. 1 : Tarte aux poires

attributs	Cible	Srce	CibleComplété
nombre de pommes	0	4	0
nombre de poires	—	0	5
masse de saccharose (g)	—	80	71
masse de pate (g)	—	200	200
masse de fruit (g)	—	480	500
masse de sucre (g)	—	136	136

$$CD = CD_{\text{fruit}} \cap CD_{\text{sucré}}$$

$$CD_{\text{fruit}} = \{(pomme, poire, _, _, fruit, _) \mid \\ \text{fruit} = 120 \times pomme + 100 \times poire\}$$

$$CD_{\text{sucré}} = \{(pomme, poire, saccharose, _, _, sucre) \mid \\ \text{sucré} = \text{saccharose} + 14 \times pomme + 13 \times poire\}$$

Ex. 2 : Mousse au chocolat sans oeufs

attributs	Cible	Srce ₁	Srce ₂	
nombre d'œufs	0	1	0	
masse de chocolat (g)	> 0	35	0	
masse de crème (g)	—	10	0	
masse de sucre (g)	—	65	50	
volume de soja (ml)	—	0	170	
volume de mousse (ml)	> 0	200	225	

$$CD = \{(vMousse, \text{œufs}, _, _, _, soja) \mid vMousse \leq 200 \times \text{œufs} + 1,32 \times soja\}$$

Ex. 2 : Mousse au chocolat sans oeufs

attributs	Cible	Srce ₁	Srce ₂	CibleComplété
nombre d'œufs	0	1	0	0
masse de chocolat (g)	> 0	35	0	$0 < _ \leq 35$
masse de crème (g)	—	10	0	$0 \leq _ \leq 10$
masse de sucre (g)	—	65	50	$50 \leq _ \leq 65$
volume de soja (ml)	—	0	170	*
volume de mousse (ml)	> 0	200	225	$200 \leq _ \leq 225$

* : $0.76 \times \text{volume de mousse} \leq _ \leq 170$

$$CD = \{ (vMousse, \text{œufs}, _, _, _, \text{soja}) \mid vMousse \leq 200 \times \text{œufs} + 1,32 \times \text{soja} \}$$

Conclusion

Bilan

\triangle -Combinaison de cas Étend la $\dot{+}$ -adaptation

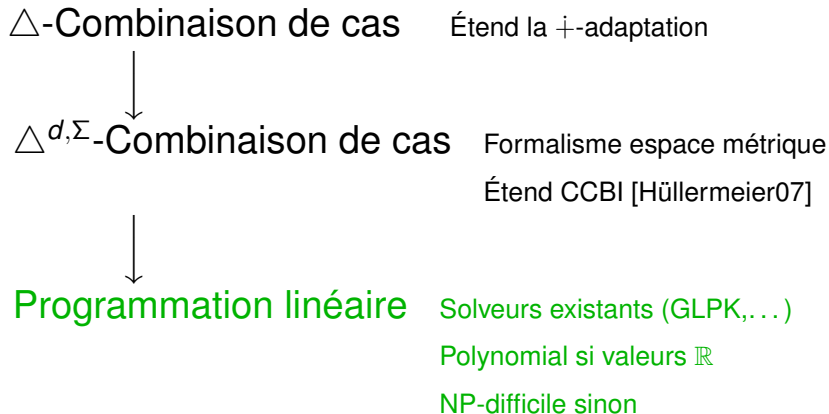
Bilan

Δ -Combinaison de cas Étend la $\dot{+}$ -adaptation



$\Delta^{d,\Sigma}$ -Combinaison de cas Formalisme espace métrique
Étend CCBI [Hüllermeier07]

Bilan



Perspectives

- Finir implantation
- Évaluation dans Taaable 3
- Remémoration en vue de la combinaison

CCBI

Étend l'inférence à partir de cas crédible [Hüllermeier07]
(*Credible Case Based Inference*)

Taaable

- proposition de recettes de cuisine
- cas : ingrédients des recettes
- Taaable 3 : quantités d'ingrédients

Ex. : Mousse au chocolat sans oeufs 2

attributs	Cible	Srce ₁	Srce ₂
volume de mousse (ml)	> 0	200	225
nombre d'œufs	0	1	0
masse de chocolat (g)	> 0	35	0
masse de crème (g)	—	10	0
masse de sucre (g)	—	65	50
volume de soja (ml)	—	0	170

$$CD = \{(vMousse, \text{œufs}, _, _, _, soja) \mid \\ vMousse \leq 200 \times \text{œufs} + 1,32 \times soja\}$$

Ex. : Mousse au chocolat sans oeufs 2

attributs	CibleComplété	Srce ₁	Srce ₂
volume de mousse (ml)	$200 \leq _ \leq 225$	200	225
nombre d'œufs	0	1	0
masse de chocolat (g)	35	35	0
masse de crème (g)	$0 \leq _ \leq 10$	10	0
masse de sucre (g)	$50 \leq _ \leq 65$	65	50
volume de soja (ml)	170	0	170

$$CD = \{(vMousse, \text{œufs}, _, _, _, soja) \mid vMousse \leq 200 \times \text{œufs} + 1,32 \times soja\}$$