

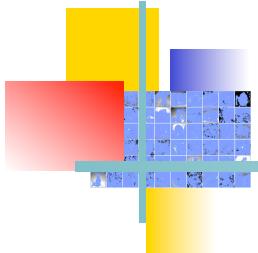
Transition de Phase et Inférence Grammaticale

Nicolas Pernot, Antoine Cornuéjols, Michèle Sebag

Equipe TAO (INRIA/CNRS) - Université de Paris-Sud, Orsay

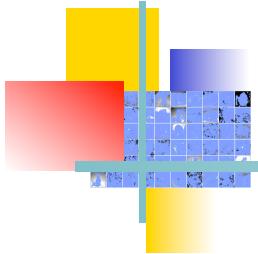
antoine@lri.fr

<http://www.lri.fr/~antoine>



Plan

- 1- *Introduction***
- 2- *Transition de phase et induction***
- 3- *Transition de phase en inférence grammaticale***
 - 3.1- *Sur l'espace des versions***
 - 3.2- *Sur le cône de généralisation***
 - 3.3- *Test par rapport à un concept cible***
 - 3.4- *Etude des opérateurs de généralisation***
- 4- *Discussion***
- 5- *Perspectives***



Introduction

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

○ Apprenabilité en inférence grammaticale

□ Identification à la limite

- *Importance de la séquence d'apprentissage (+ et -, notion d'exemples caractéristiques, ens. d'ex. struct. complet, introduction de la complexité polynomiale)*

□ Apprentissage avec oracle

- *Types de requêtes (appartenance (\Leftrightarrow présentation complète)/ équivalence), notion d'« apprentissage actif »*

□ Apprentissage PAC

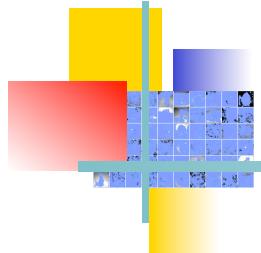
- *Introduit la notion de distribution des exemples et d'approximation (et d_{VC})*
- *Surtout des résultats de non apprenabilité*
- *Nouveaux paradigmes (app. par exemples simples, ...)*

○ Familles d'algorithmes

□ Par fusion d'états

□ Quasi exclusivement de DFA

- *mais change (automates probabilistes, ...)*



Transition de phase et induction

Introduction

TP & induction

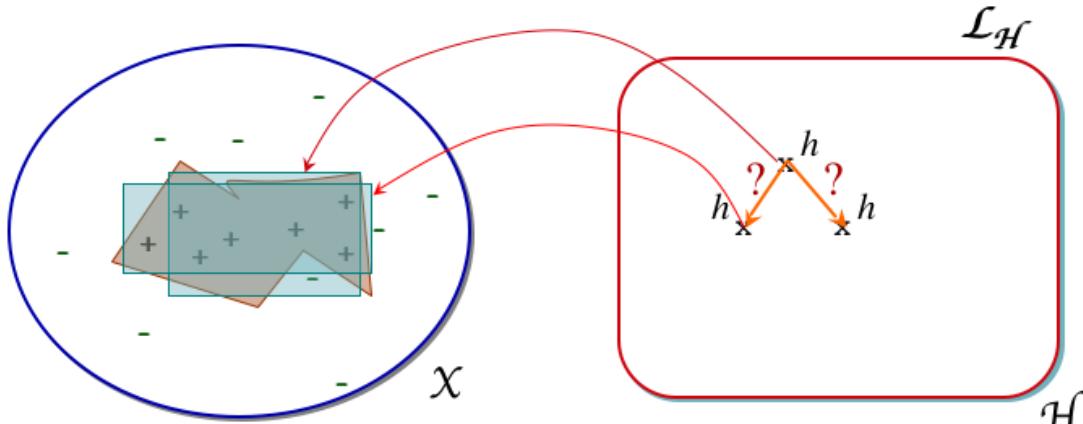
TP & Inférence

Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives



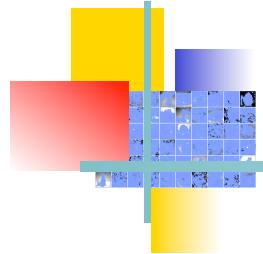
- Induction comme recherche d'une bonne hypothèse

- Critère inductif :

- Minimisation du risque empirique (MRE)
 - Ou ce risque + régularisation (e.g. SRM, ...)



Test de couverture



Test de couverture

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

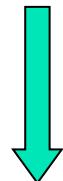
- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

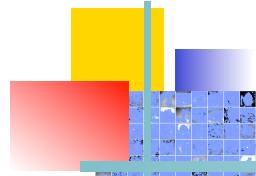
Perspectives

⇒ **Test d' appariement :**

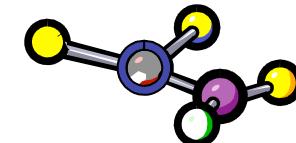
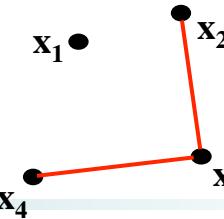
hypothèse \longleftrightarrow *exemple*



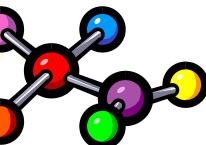
Problème de satisfaction de contraintes



Test de couverture en ILP



Introduction



TP & induction

TP & Inférence

Gram.

- Sur l'EV

- Cône de généralisation

- et concept cible

- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

INDUCE (Dietterich & Michalski, 1983)
SMART+ (Botta & Giordana, 1988, 1993)
FOIL (Quinlan, 1990)
PROGOL (Muggleton, 1994)
STILL (Sebag, 1998)

.....

active(d1)

```

lumo(d1, -1.246)
logp(d1, 4.23)
benzene(d1,
[d1_6,d1_1,d1_2,d1_3,d1_4,d1_5])
atm(d1,d1_1,c,22,-0.117)
atm(d1,d1_2,c,22,-0.117)
atm(d1,d1_3,c,22,-0.117)
atm(d1,d1_4,c,195,-0.087)
atm(d1,d1_5,c,195,0.013)
bond(d1,d1_1,d1_2,7)
bond(d1,d1_2,d1_3,7)
bond(d1,d1_3,d1_4,7)
bond(d1,d1_4,d1_5,7)
bond(d1,d1_5,d1_6,7)

```

Nonactive(d167)

```

lumo(d167, -1.246)
logp(d167, 4.23)
atm(d167,d167_1,n,22,-0.117)
atm(d167,d167_2,c,22,-0.117)
atm(d167,d167_3,n,22,-0.117)
atm(d167,d167_4,c,
195,-0.087)
atm(d167,d167_5,n,195,0.013)
bond(d167,d167_1,d167_2,7)
bond(d167,d167_2,d167_3,7)
.....

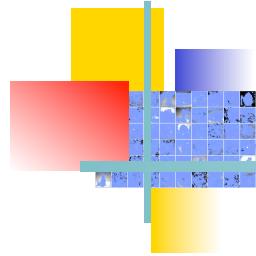
```

Relational Learner

```

active(M) :-  $\neg \text{chrg}(x_1, [-0.2]) \wedge \neg \text{type}(x_2, [N]) \wedge$ 
 $\neg \text{anm}(x_3, [22]) \wedge \neg \text{chrg}(x_3, [-0.6, -0.4]) \wedge$ 
 $\neg \text{type}(x_4, [H, N, O]) \wedge \text{bound}(x_2, x_3) \wedge \text{bound}(x_3, x_4) \wedge$ 
atm(M, x1)  $\wedge$  atm(M, x2)  $\wedge$  atm(M, x3)  $\wedge$  atm(M, x4)

```



Transition de phase et CSP

Problèmes de satisfaction de contraintes

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

• Sur l'EV

• Cône de généralisation

• et concept cible

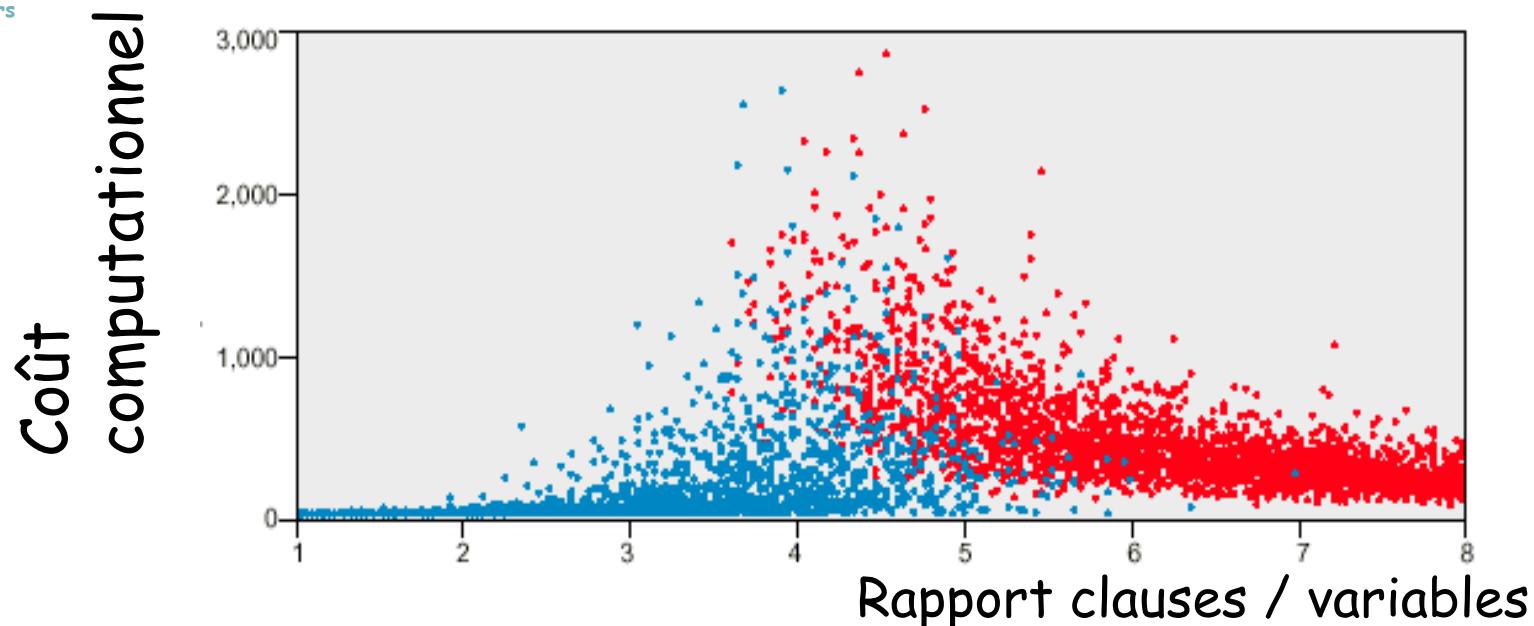
• Etude opérateurs

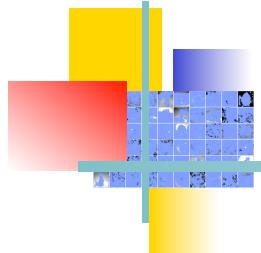
Discussion

Perspectives

Ex (2-SAT) : $(p \text{ OU } q) \text{ ET } (q \text{ OU } r) \text{ ET } (\neg r \text{ OU } \neg p)$

➡ Quelle est la probabilité de résoudre un tel problème ?





Transition de phase et CSP

Introduction

TP & induction

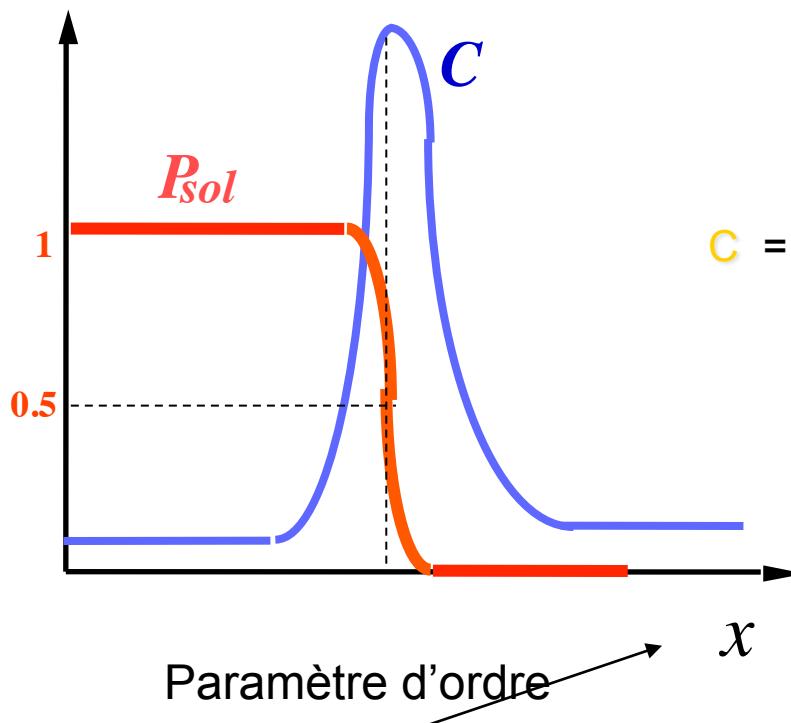
TP & Inférence

Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

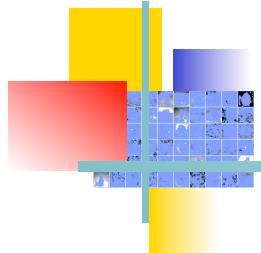
Perspectives



Ensemble de problèmes

P_{sol} = Probabilité qu'un problème engendré aléatoirement est satisfiable

C = Complexité de trouver une solution ou de prouver qu'il n'en existe pas



Etude de cas moyens

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

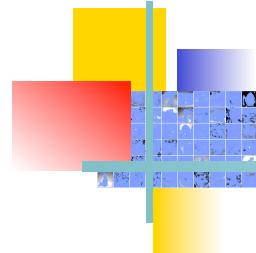
• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

- **Chercher des paramètres d' ordre (e.g. densité de contraintes)**
- **Dans l' espace ainsi décrit**
 - Utiliser une distribution uniforme pour engendrer des problèmes
 - Mesurer des variables d' intérêt



Transition de phase et test de couverture

Quelle est la probabilité qu'une hypothèse couvre un exemple ?

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

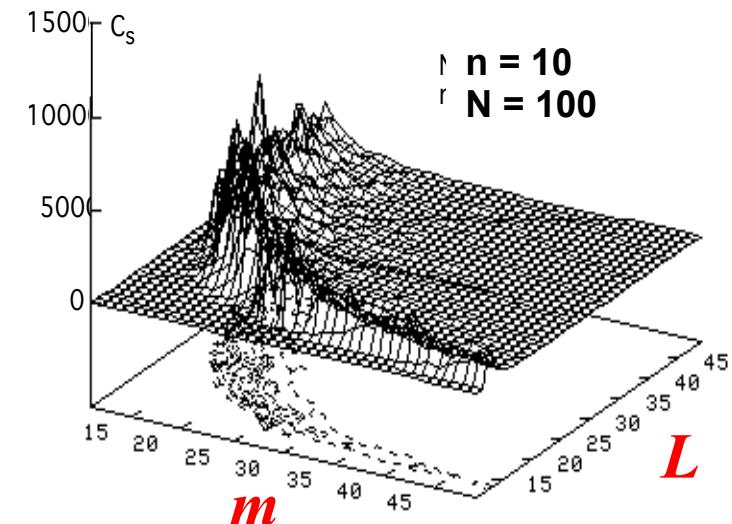
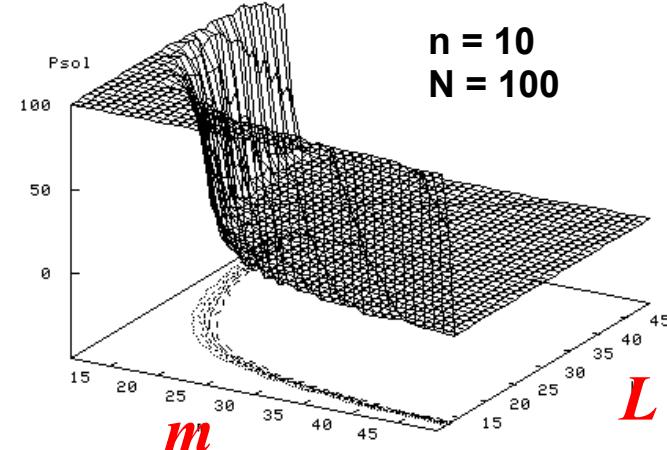
- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

L = Nombre de constantes dans l'univers

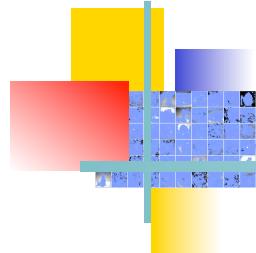
m = Nombre de prédictats (binaires) dans une formule



100 problèmes
pour chaque paire (m, L)

$n = 4, 6, 10, 12, 14$
 $N = 30, 50, 100, 130$

900,000
problèmes



Transition de phase et induction ??

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

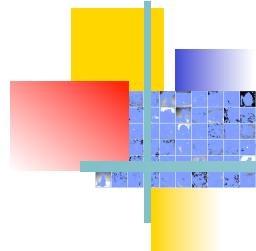
• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

- **Quelles sont les conséquences
de ce phénomène sur
l'induction ?**



Conséquence 1 : *gradient non informé*

Exemple d'un algorithme descendant (*par spécialisation*)

Introduction

TP & induction

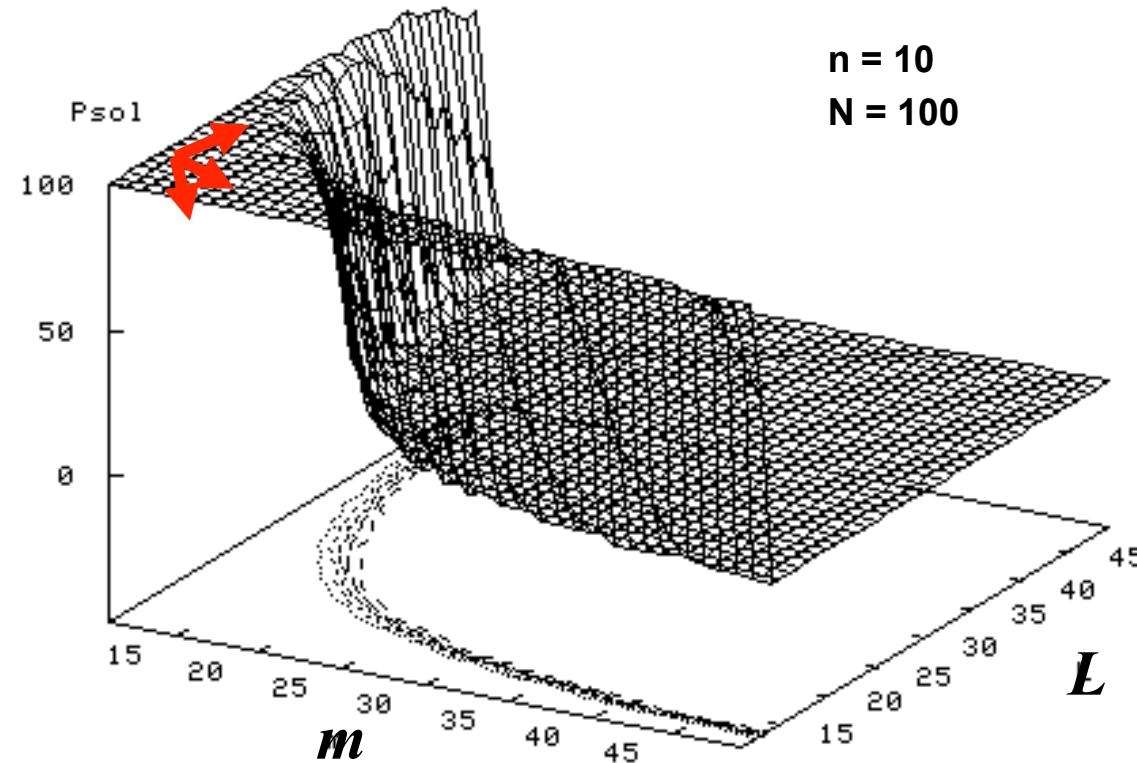
TP & Inférence

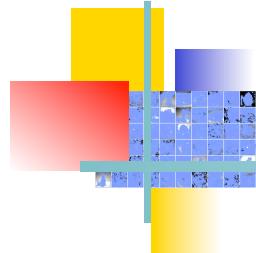
Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives





Conséquence 2 : *biais de recherche*

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

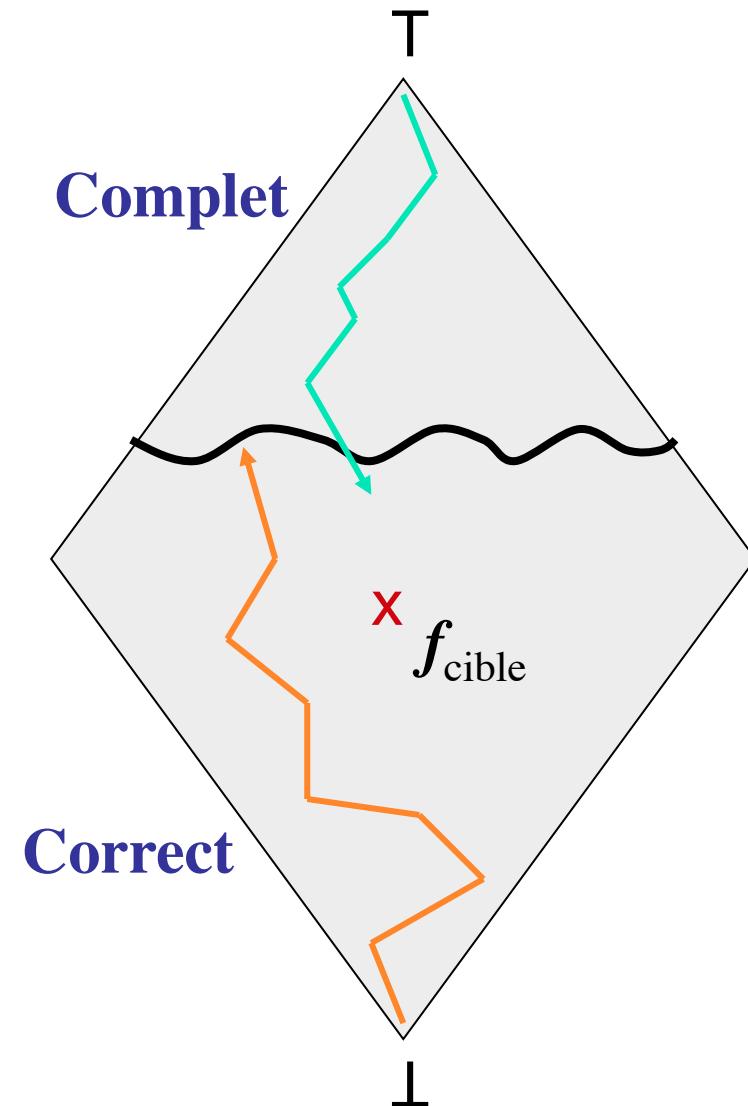
Gram.

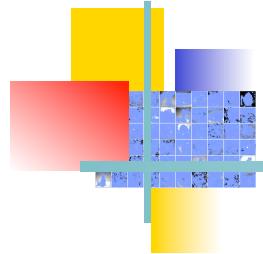
- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

***Tendance irrésistible
à s'arrêter
près de la TP***





Transition de phase en induction

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

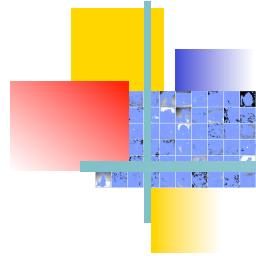
Discussion

Perspectives

- Une propriété du langage de représentation (essentiellement)
- Qu'en est-il d'autres langages ?



Qu'en est-il de l'induction de grammaires ?



TP et IG : 1ères expériences

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

○ Test de couverture

- Avec des DFAs
- Avec des NFAs

Protocole

- Génération aléatoire d'automates
 - #états, $|\Sigma|$, #arcs_sortants
- Génération aléatoire de séquences de test
 - m = taille séquence

➡ **Proportion de séquences couvertes
(i.e. acceptées)**

9000 points :

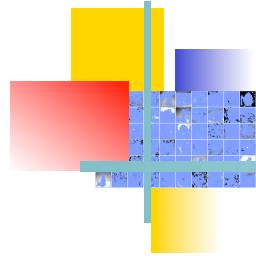
#états $\in [5, 50]$

$|\Sigma| \in [2, 5]$

#arcs_sortants $\in [2, 5]$

#lettres_arc $\in [1, 5]$

$m = 1000$



TP et IG : 1ères expériences (résultats)

Introduction

TP & induction

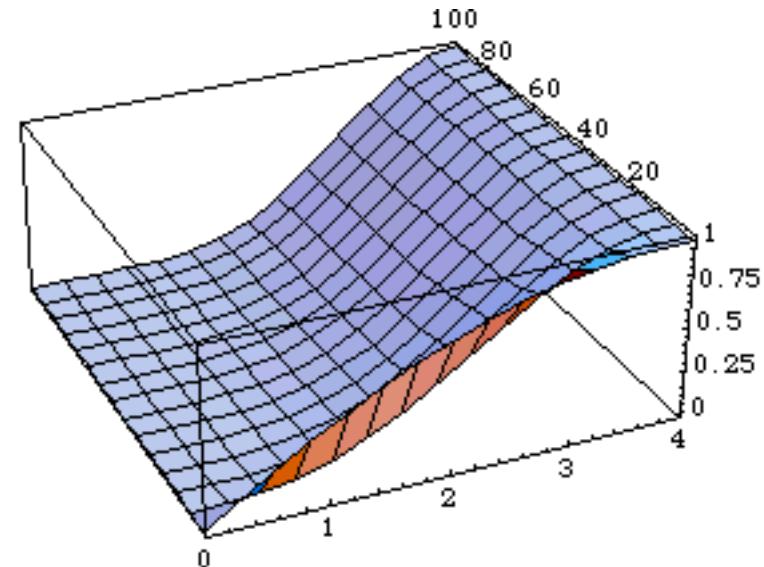
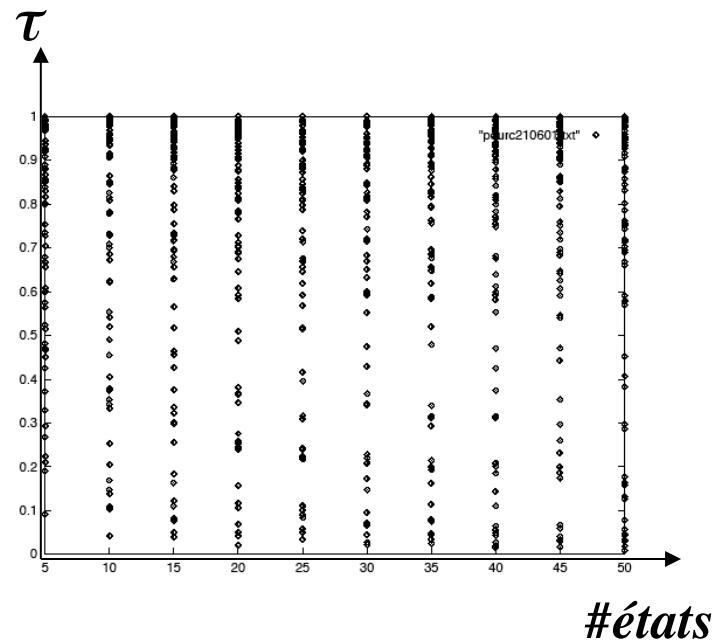
TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

○ Pour les NFAs (9000 points)

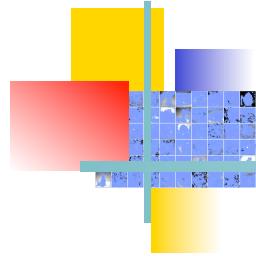


$$|\Sigma| = 4$$

$$\#\text{arcs_sortants} = 2$$

$$\#\text{lettres_arc} \in [0,4]$$

$$\#\text{états} \in [1, 100]$$



TP et IG : 1ères expériences (résultats)

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

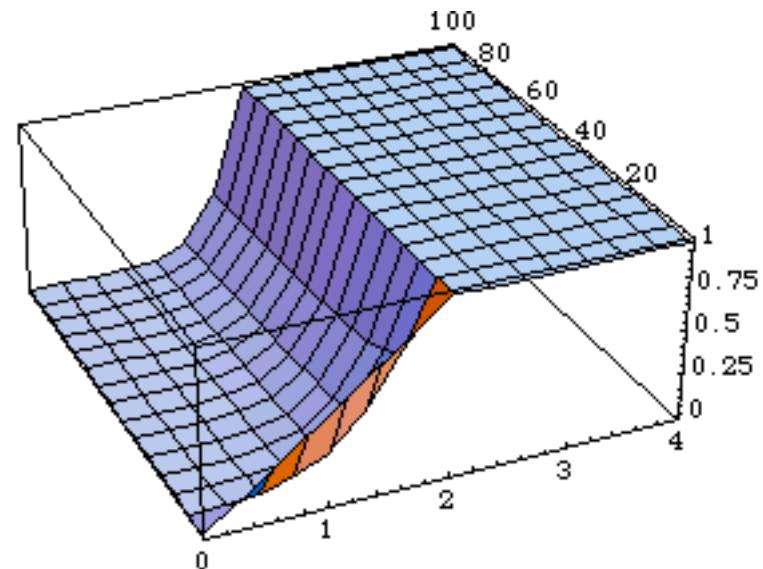
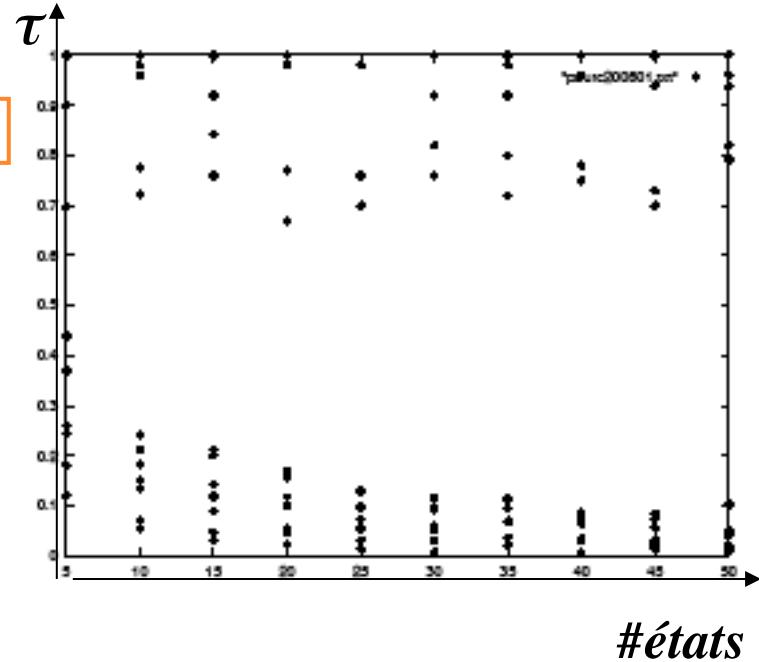
Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

○ Pour les DFAs (9000 points)

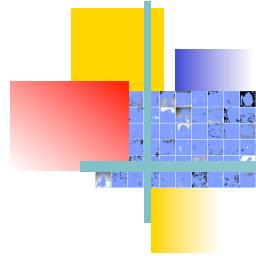


$$|\Sigma| = 4$$

$$\#\text{arcs_sortants} = 2$$

$$\#\text{lettres_arc} \in [0,4]$$

$$\#\text{états} \in [1, 100]$$



Leçons

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

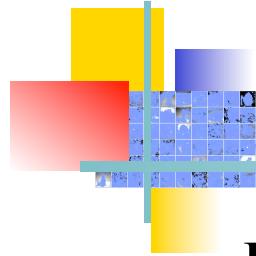
Perspectives

- **Différence entre DFAs et NFAs**
- **Transition très rapide pour les DFAs**
- **Difficulté :**
 - le phénomène dépend de taille des séquences / taille automate

Idée :



*Généralisation => Traversée d'espaces
d'hypothèses de profil de τ différents*



Généralisation = traversée de strates

PTA

Introduction

TP & induction

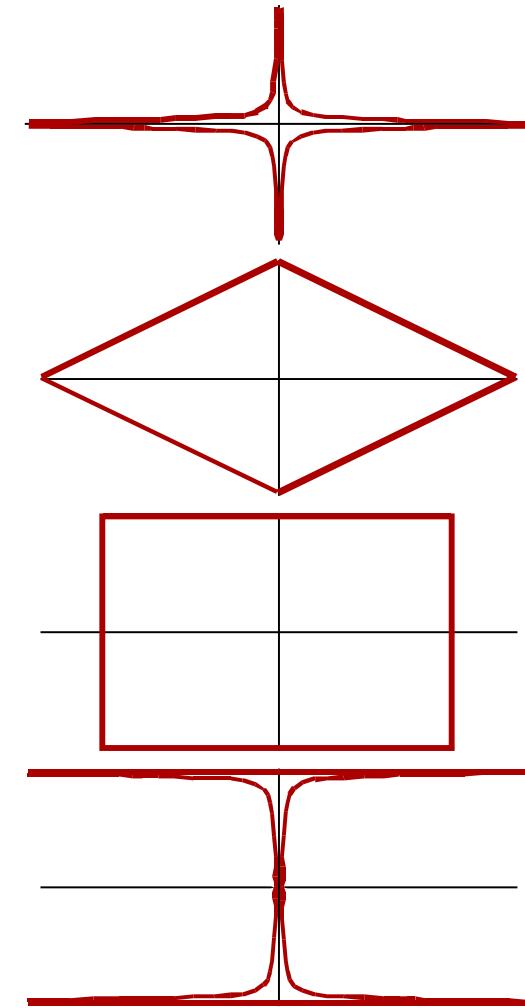
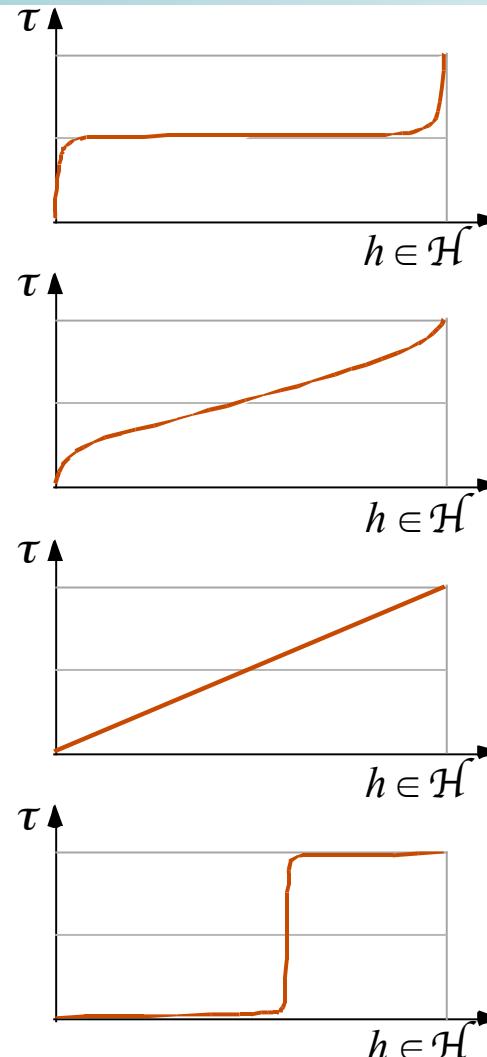
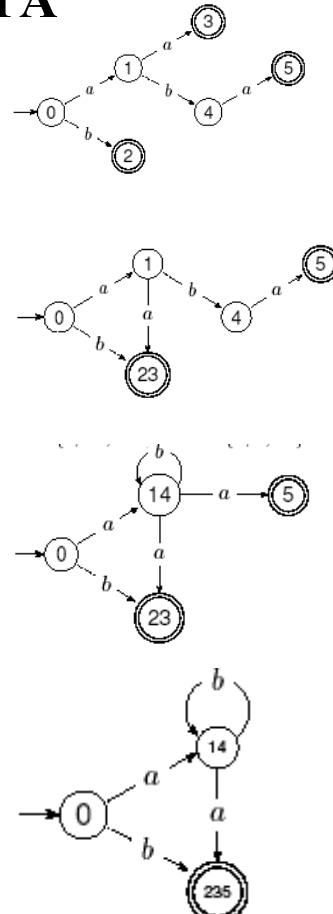
TP & Inférence

Gram.

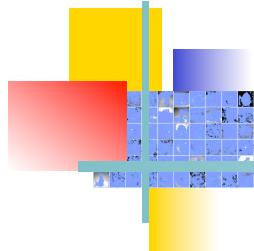
- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives



Espaces d'hypothèses



Généralisation = traversée de strates

Espace total des hypothèses

Introduction

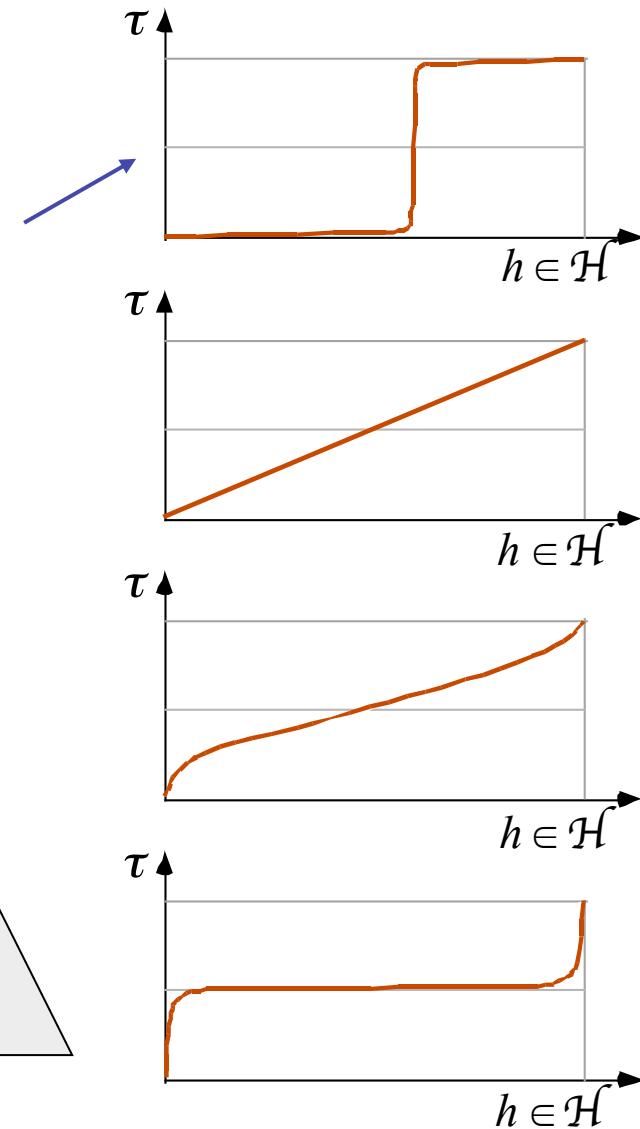
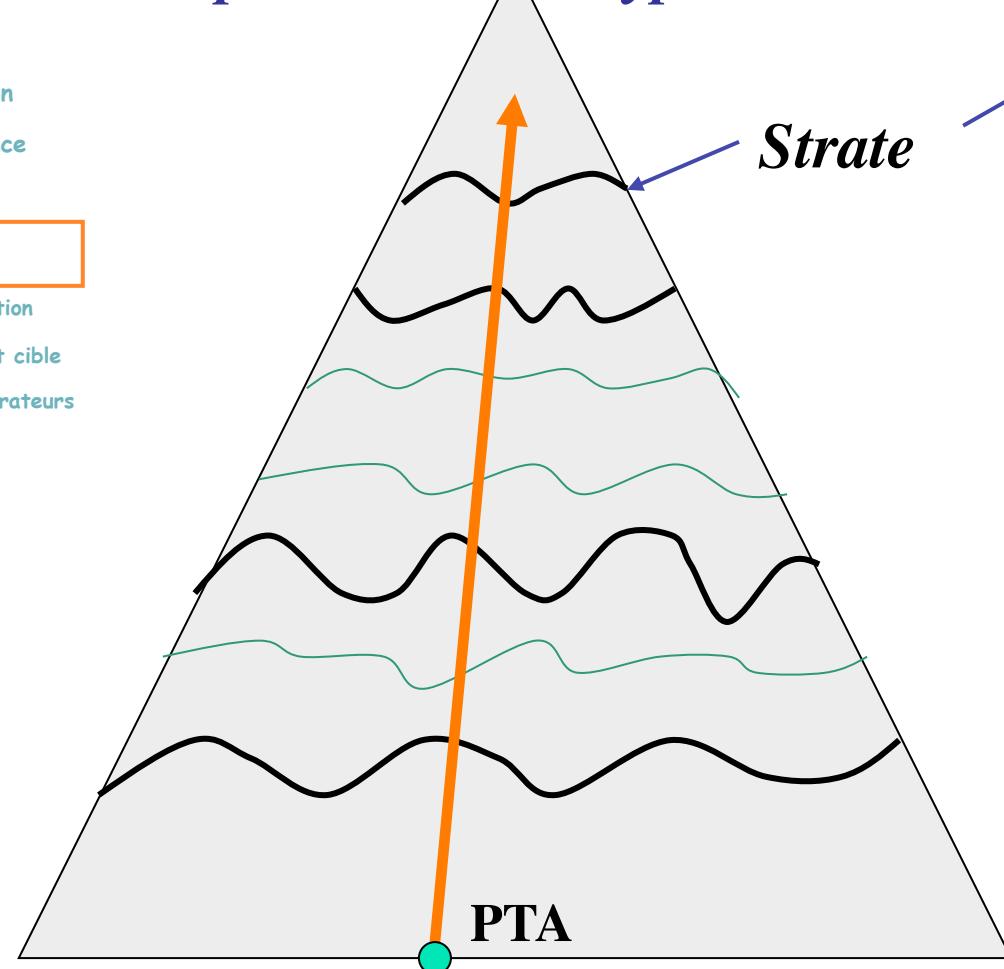
TP & induction

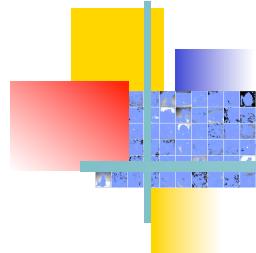
TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives





Nouvelle investigation

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV

- Cône de généralisation

- et concept cible

- Etude opérateurs

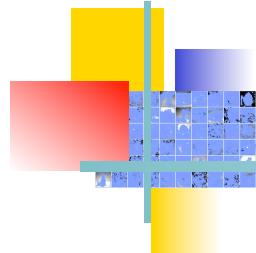
Discussion

Perspectives

- **Quel est le taux de couverture des hypothèses considérées durant le processus de généralisation ?**



Cône de généralisation à partir du PTA



Etude du cône de généralisation

Introduction

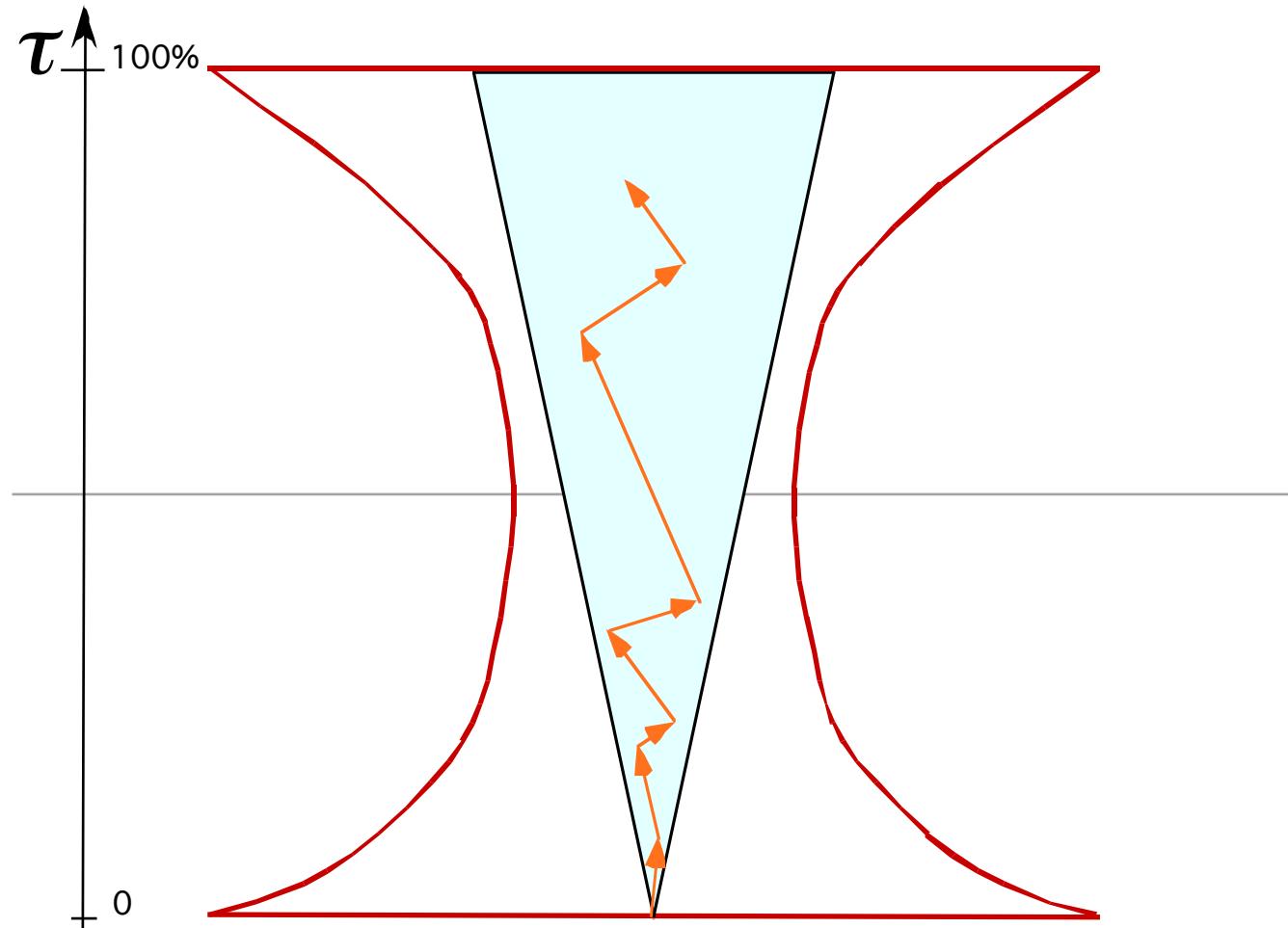
TP & induction

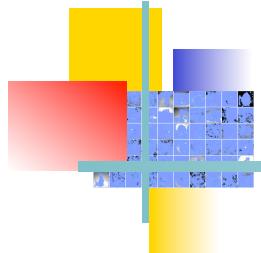
TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives





Espace de recherche pour DFAs [DMV94]

Introduction

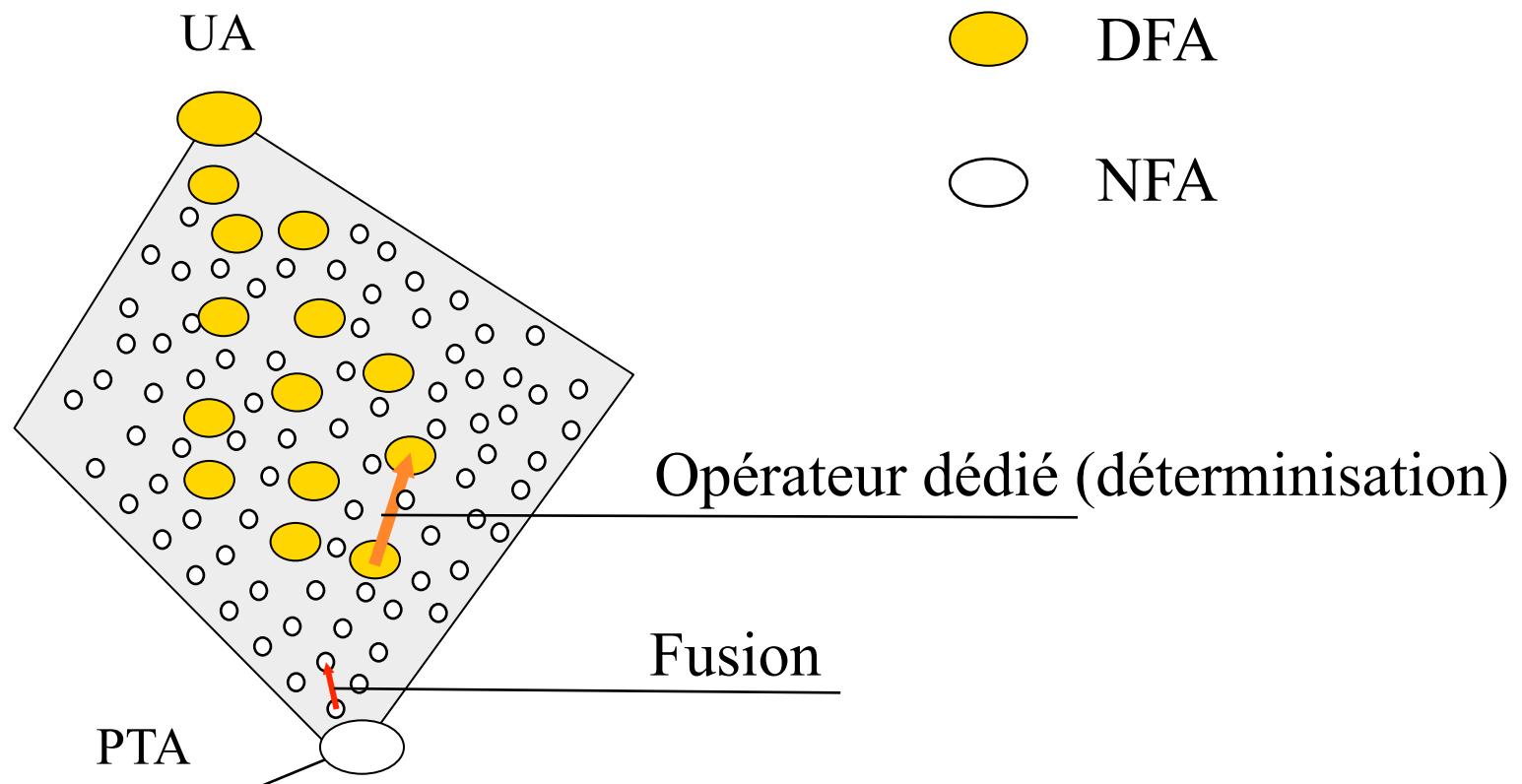
TP & induction

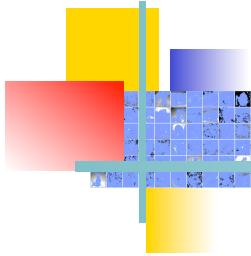
TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives



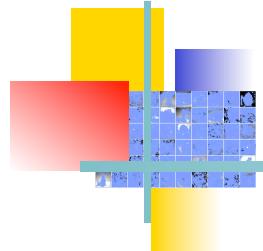


Induction de **DFA** à partir d'un **PTA**

Introduction
TP & induction
TP & Inférence
Gram.
• Sur l'EV
• Cône de généralisation
• et concept cible
• Etude opérateurs
Discussion
Perspectives

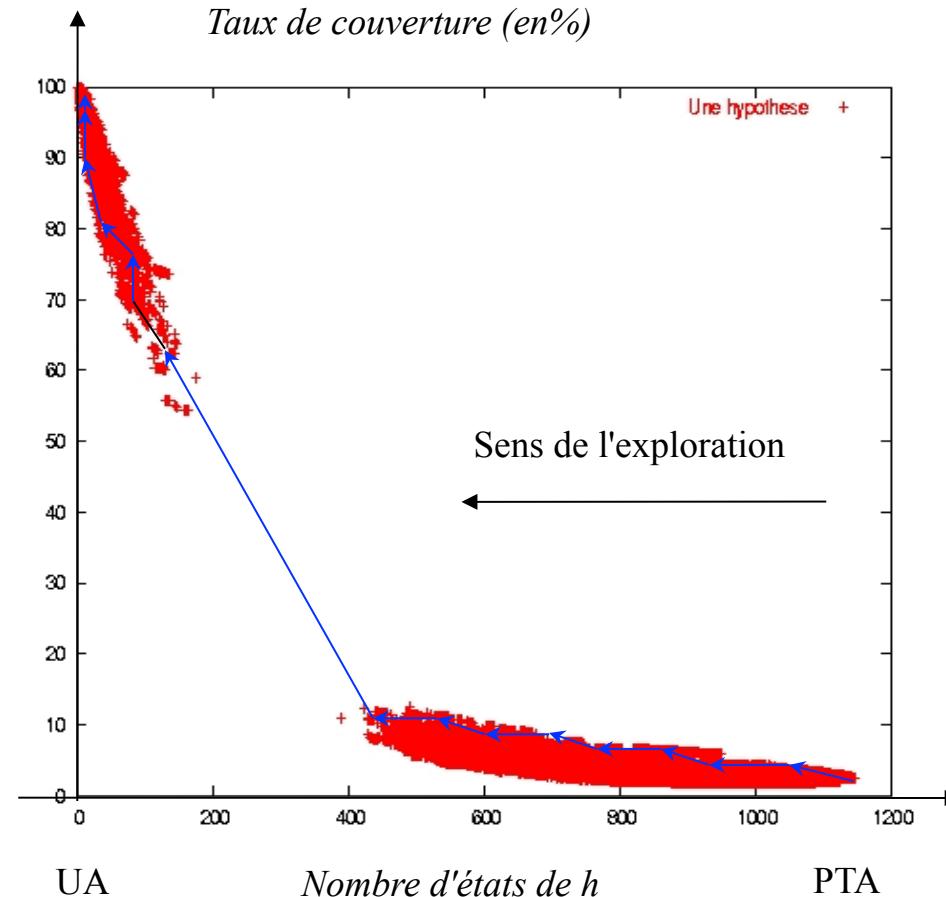
○ Protocole expérimental

- Tirage aléatoire d' un **échantillon d'apprentissage** $|S^+|=200$ séquences de taille $\in [1, T_m]$
- Calcul du **PTA**
- **Opérations** de généralisation : génération d' automates dont on mesure le **taux de couverture**
 - Tirage aléatoire de 1000 séquences de taille $\in [1, T_m]$
- **Variations :**
 - $|\Sigma| = \{2, 4, 8\}$
 - $T_m = \{4, 8, 16, 32\}$
 - Différents types d' opérations de fusions (+ 2 autres)
- **Pour chaque cas :**
 - 50 PTAs et 20 trajectoires engendrées : 1000 trajectoires
 - Environ 270' 000 points engendrés

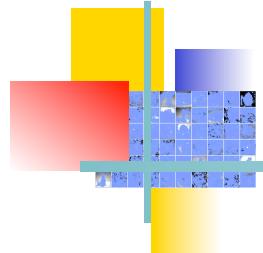


Induction de **DFA** à partir d'un PTA : résultats

- Introduction
- TP & induction
- TP & Inférence
 - Gram.
 - Sur l'EV
 - Cône de généralisation
 - et concept cible
 - Etude opérateurs
- Discussion
- Perspectives



Ici $T_m \in [1,8]$; $|\Sigma| = 8$



Induction de DFA

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

- Sur l'EV

- Cône de généralisation

- et concept cible

- Etude opérateurs

Discussion

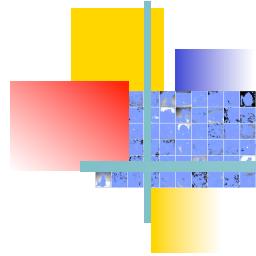
Perspectives

- **Observation :**



Il y a un saut dans les taux de couverture accessibles

- **Sous tout un ensemble de conditions expérimentales**



Le « trou » en fonction de taille des mots test

$$T_m \in [1,8] ; |\Sigma| = 4$$

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV

- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

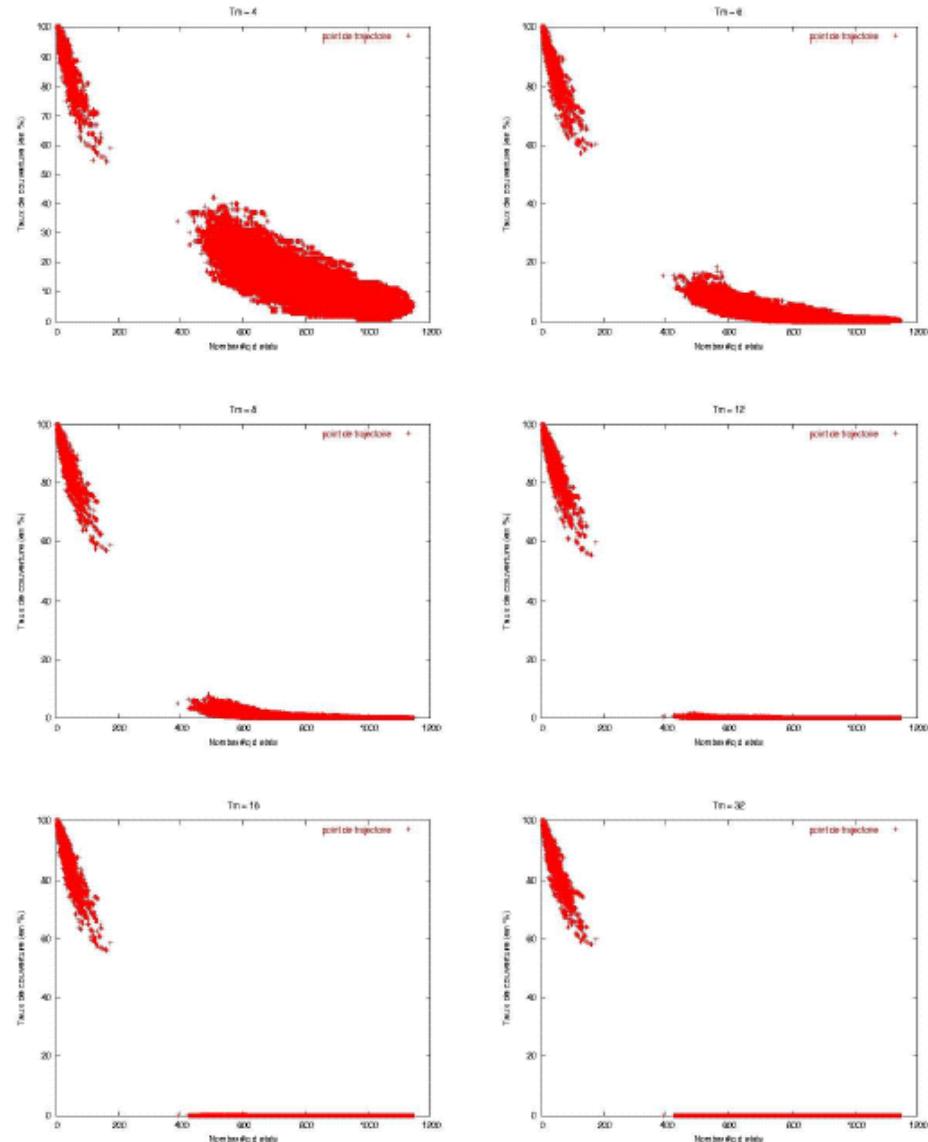
Discussion

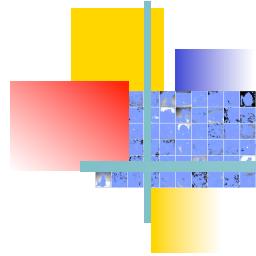
Perspectives

4 6

8 12

16 32





Le « trou » en fonction de taille des mots test

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

- Sur l'EV

- Cône de généralisation

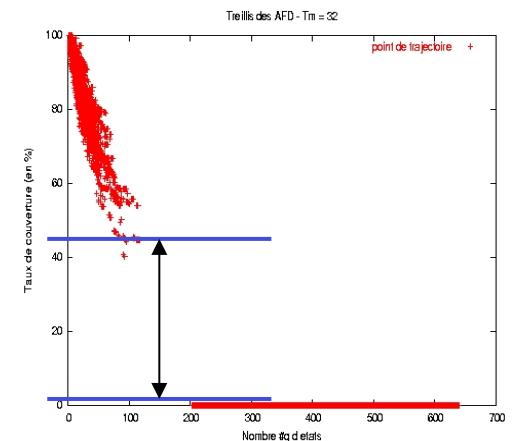
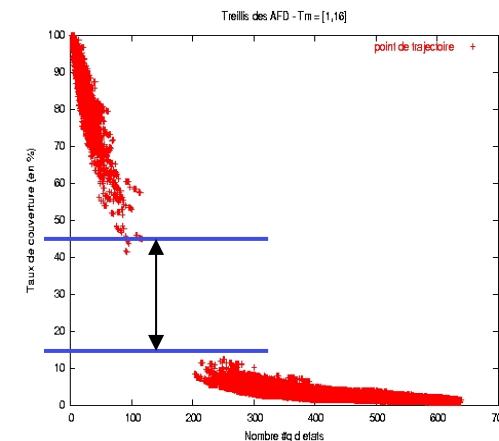
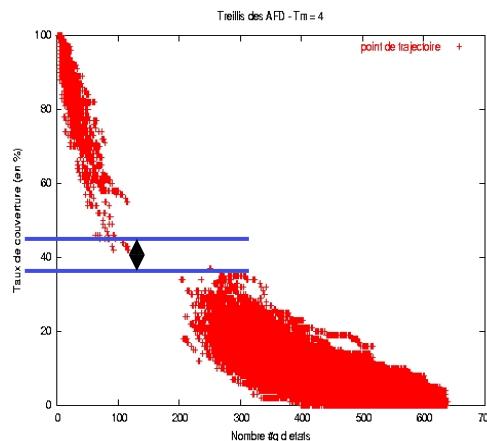
- et concept cible

- Etude opérateurs

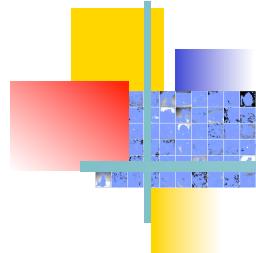
Discussion

Perspectives

Ici $|\Sigma| = 4$, $T_m \in [1,16]$, $|S^+| = 200$



Test sur 1000 séquences de taille : 4, [1,16] et 32



Induction de DFA : variations sur $|S^+|$

Introduction

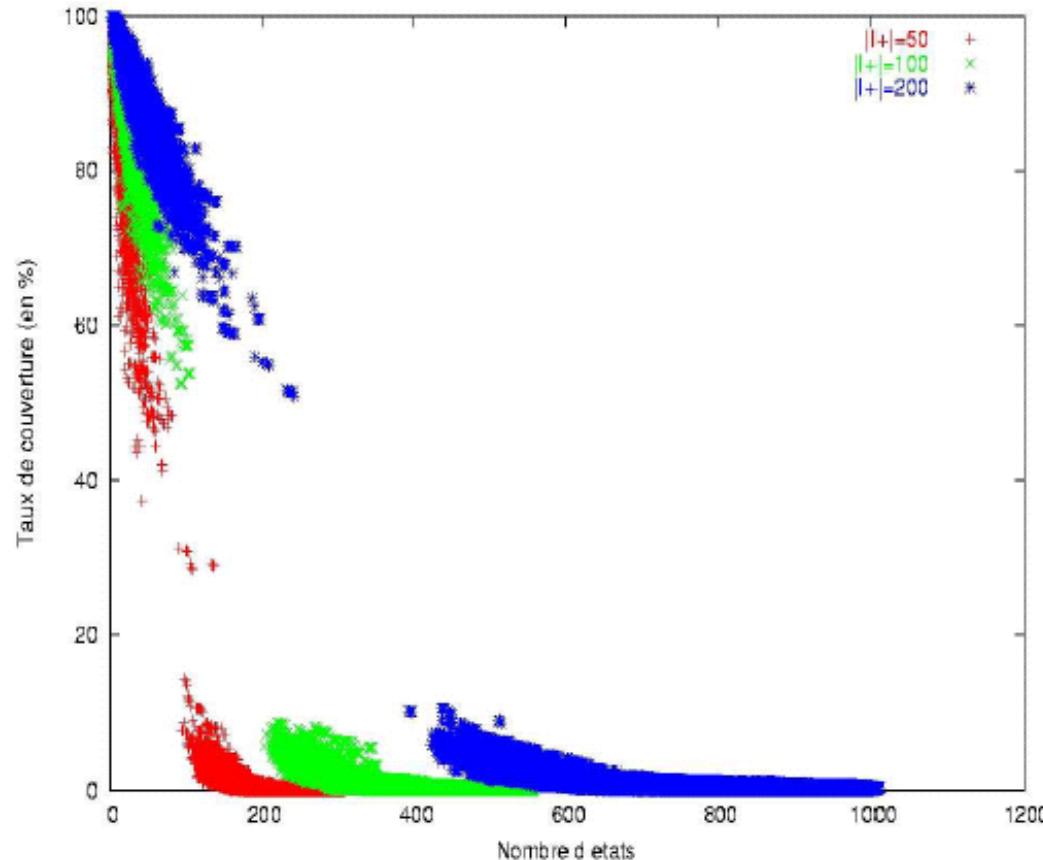
TP & induction

TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV
- *Cône de généralisation*
- et concept cible
- Etude opérateurs

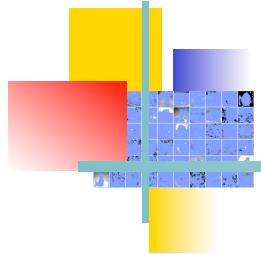
Discussion

Perspectives



Ici $T_m \in [1,8]$; $|\Sigma| = 4$

$|S^+| = 50, 100, 200$



Interprétation(s)

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

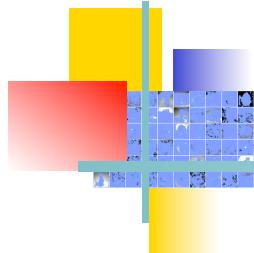
• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

- **Très peu (pas ?) d'AFD dans la zone trou**
 - Compatible avec une transition de phase
- **Les opérateurs de généralisation utilisés n' atteignent pas les AFDs existants dans la zone trou**
 - Nouveaux opérateurs ?
 - Nouveau contrôle de la recherche
- **Autre interprétation**



Variation en fonction de nb_exemples

Introduction

TP & induction

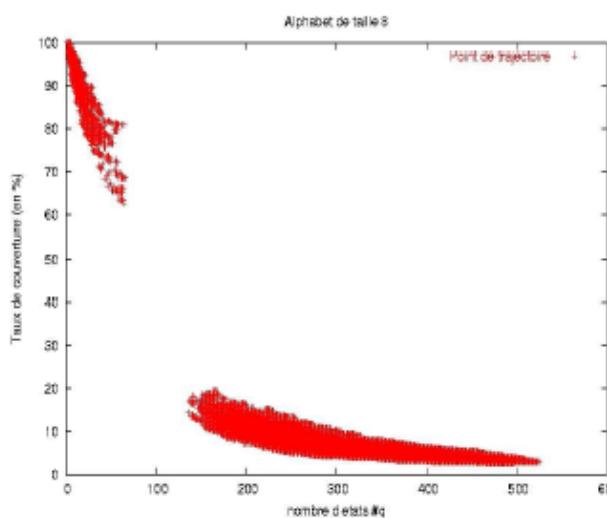
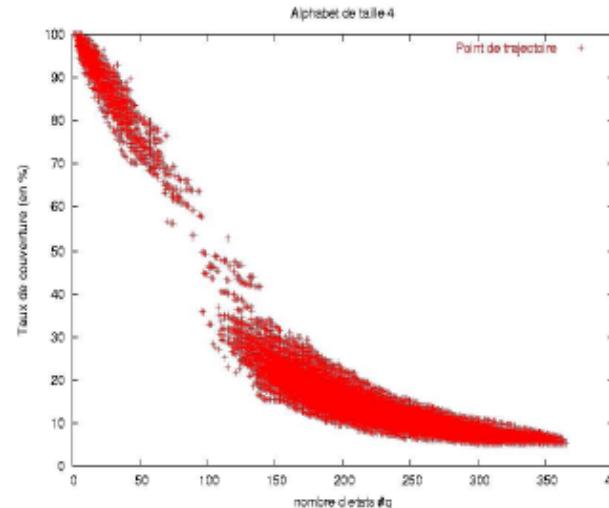
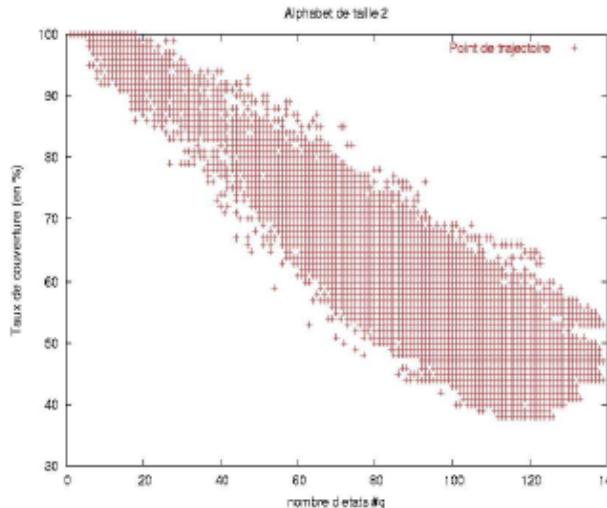
TP & Inférence

Gram.

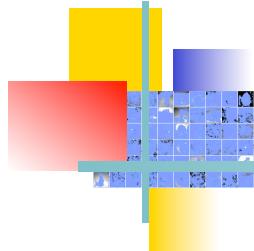
- Sur l'EV
- Cone de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives



- $|\Sigma| = 2 ; |\Sigma| = 4 ; |\Sigma| = 8$
- $\tau(\text{PTA}_2) = 0.392$
- $\tau(\text{PTA}_4) = 0.002$
- $\tau(\text{PTA}_8) = 10^{-5}$



Interprétation

Espaces des versions

Introduction

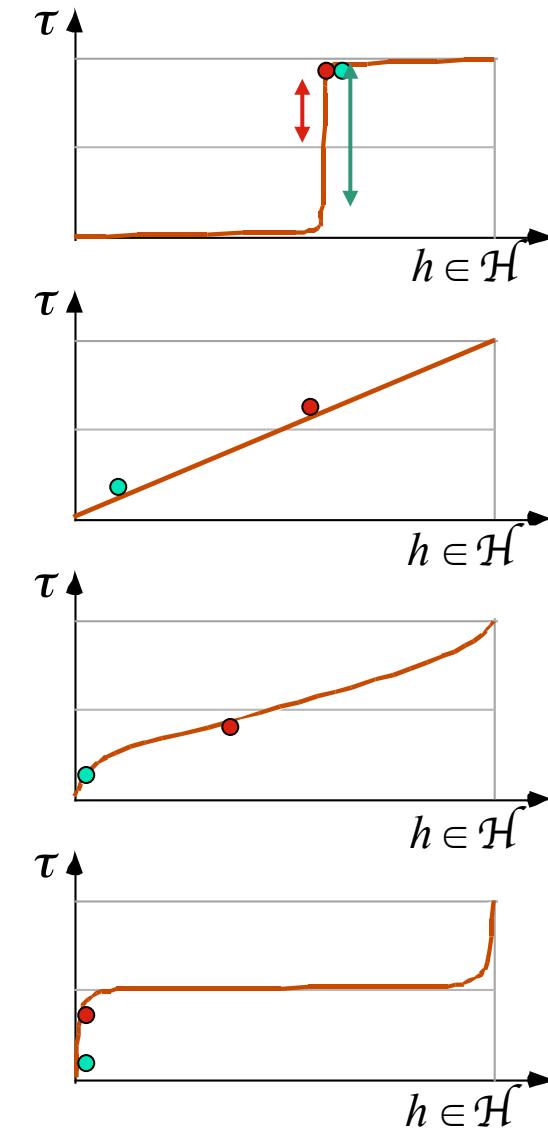
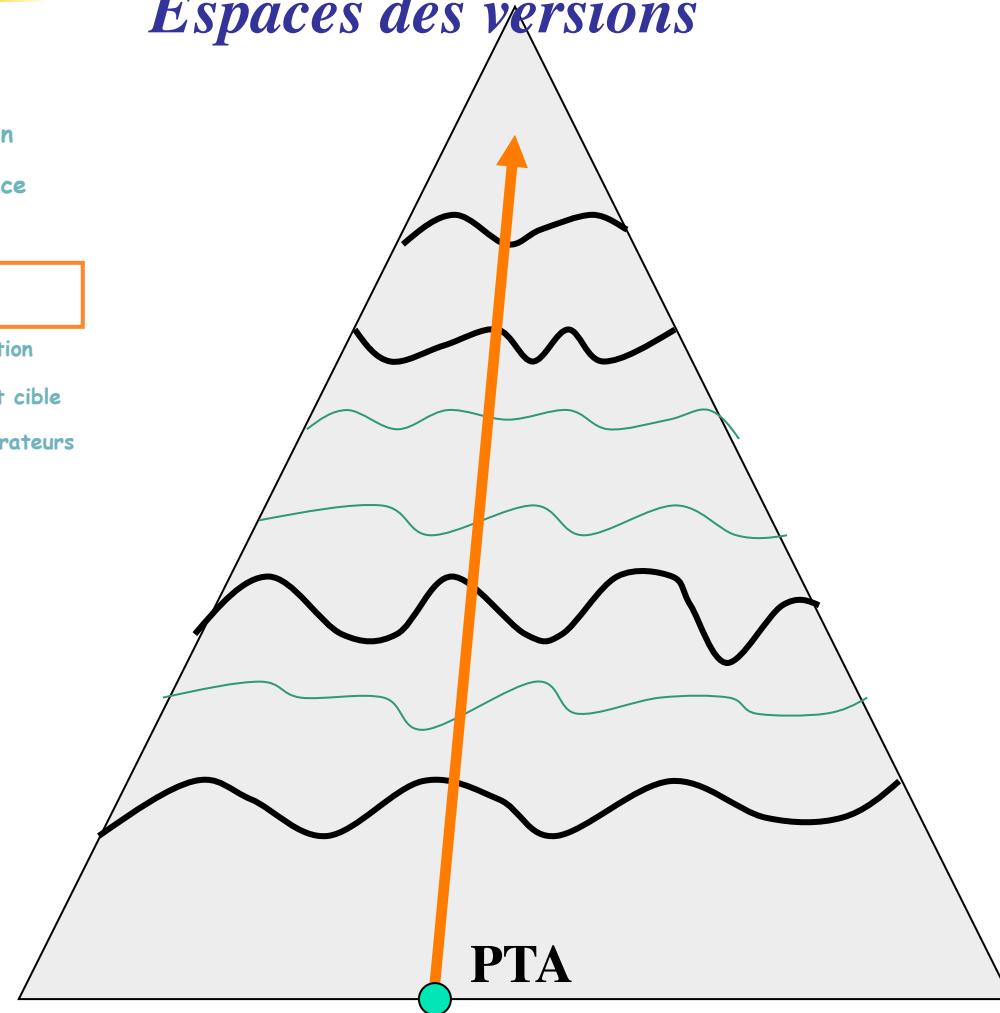
TP & induction

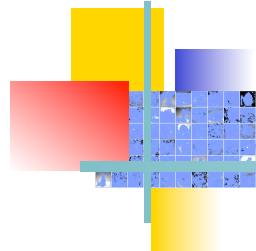
TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives





Test sur le challenge Abadingo

Introduction

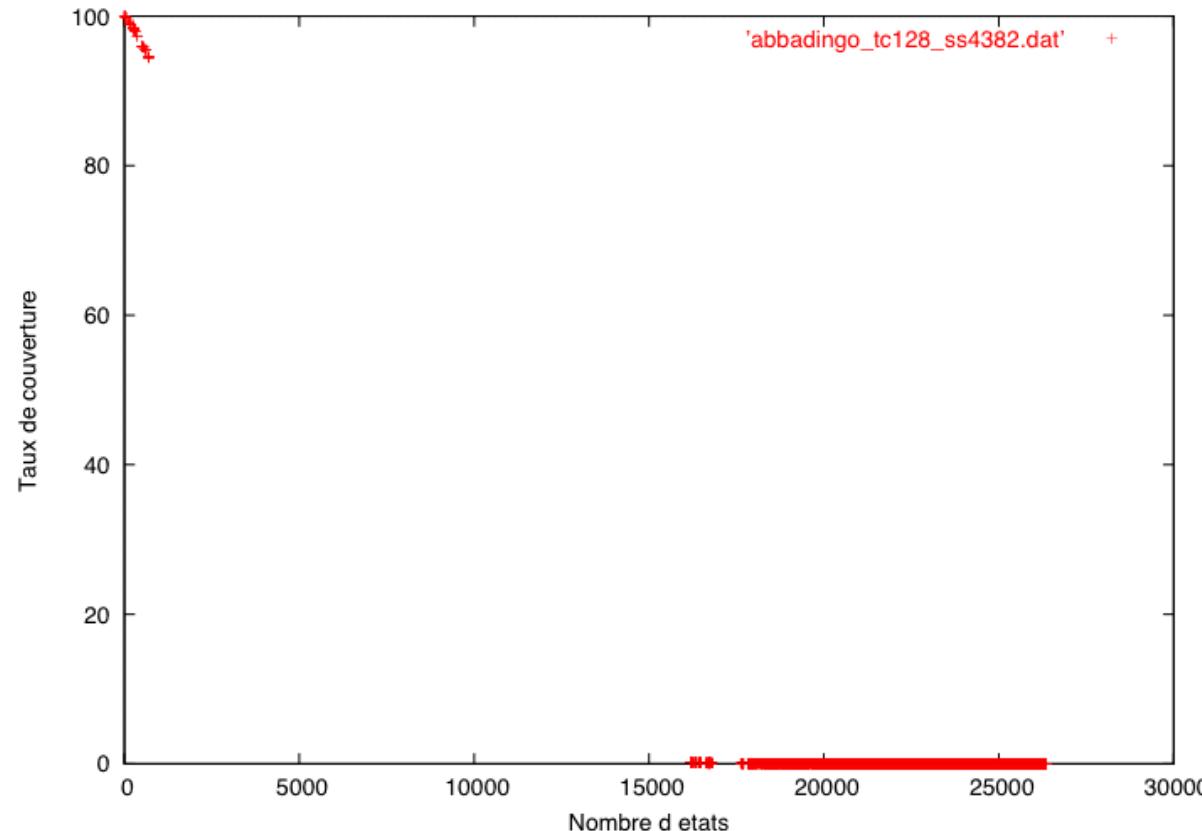
TP & induction

TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

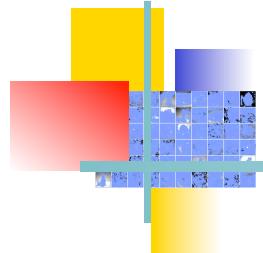
Discussion

Perspectives



$$|\Sigma| = 2$$

DFA cible : 128 états ; 4382 exemples



Test sur le challenge Abadingo

Introduction

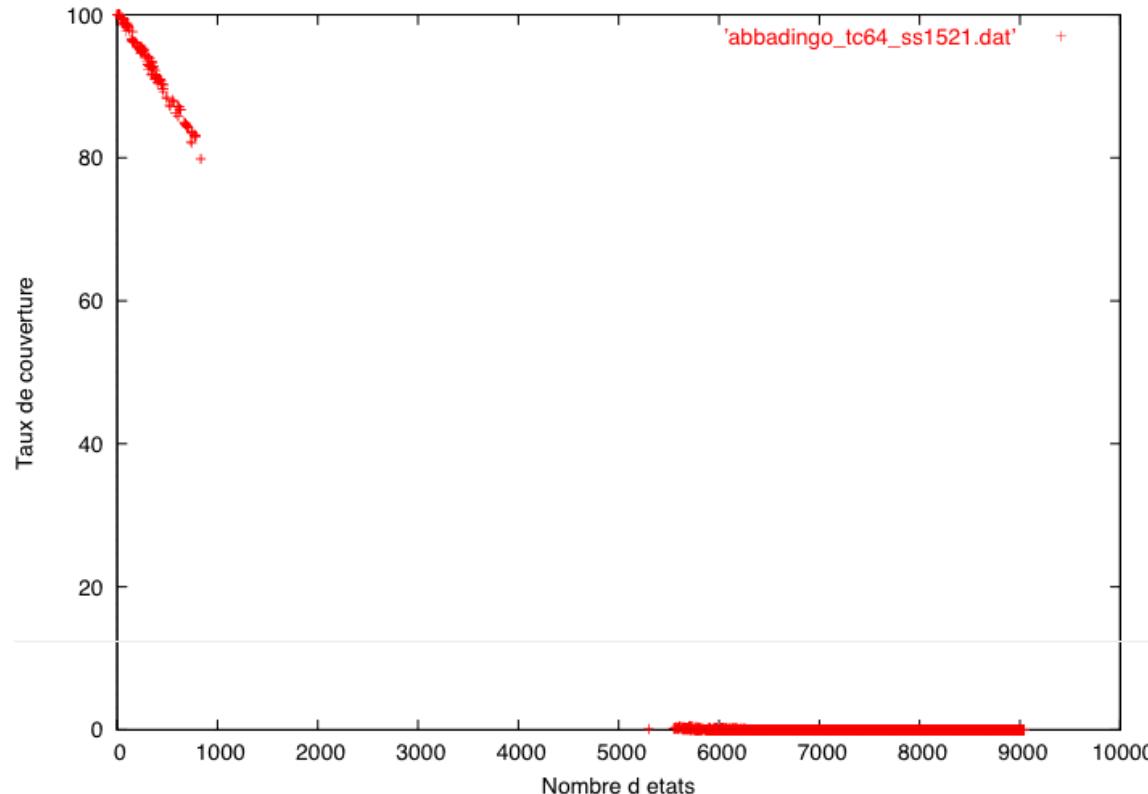
TP & induction

TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

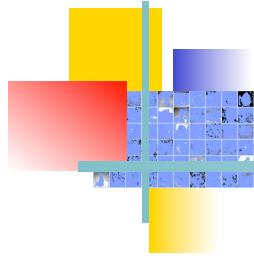
Discussion

Perspectives



$$|\Sigma| = 2$$

DFA cible : 64 états ; 1521 exemples



Induction de NFAs

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV

- Cône de généralisation

- et concept cible

- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

$$|\Sigma| = 4$$

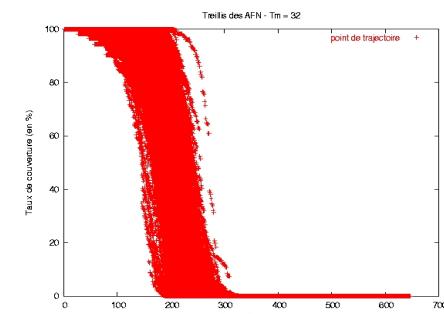
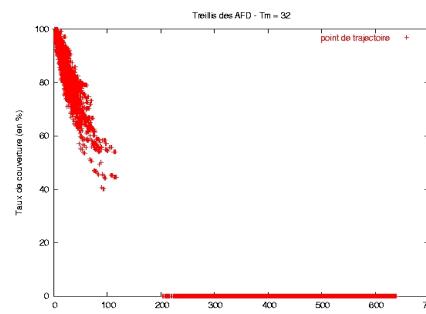
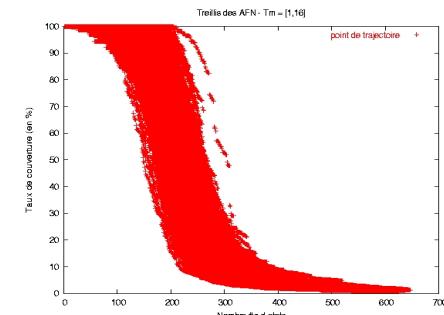
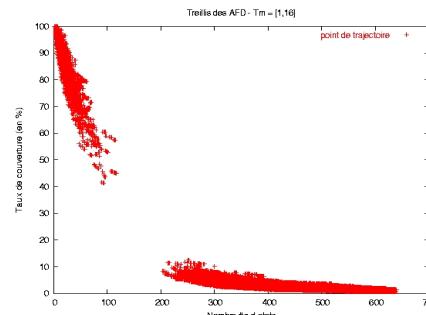
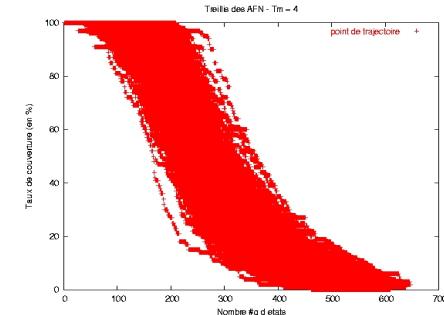
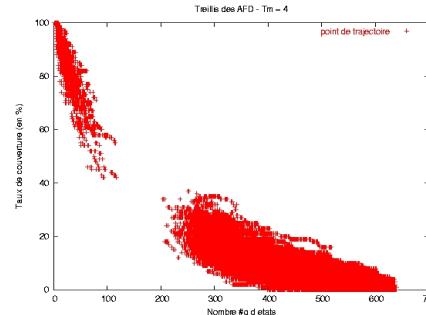
$$T_m \in [1, 16]$$

$$|S^+| = 100$$

Test sur 1000

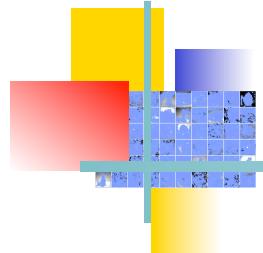
séquences de taille :

4, [1,16] et 32



DFA

NFA



Analyse sur les *NFAs*

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

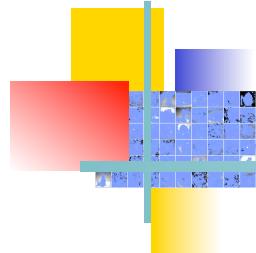
• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

- **Etude à compléter**
 - En examinant chaque trajectoire
- **Transition rapide** entre $\tau = 0$ et $\tau = 1$
- **Pas de « trou » en général**
 - (examiner chaque trajectoire)

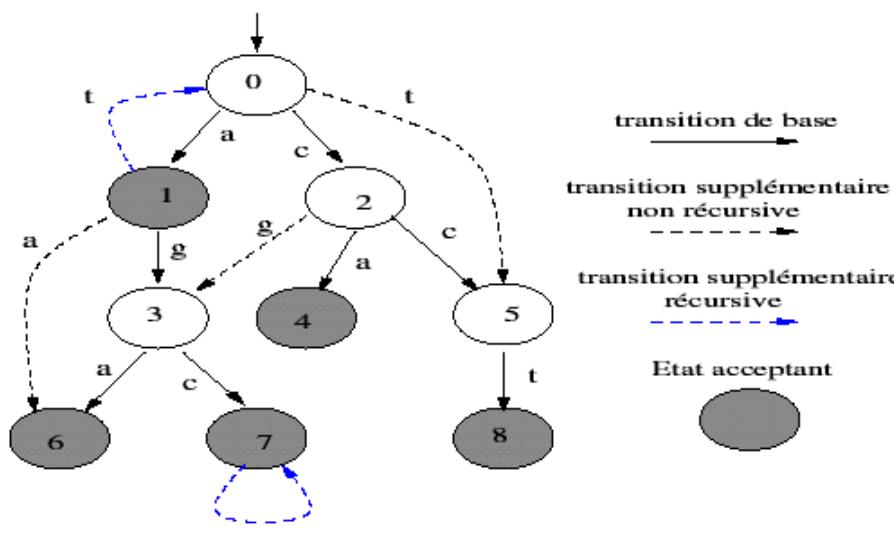


Comportement par rapport à **un concept cible**

Introduction
 TP & induction
 TP & Inférence
 Gram.
 • Sur l'EV
 • Cône de généralisation
 • et concept cible
 • Etude opérateurs
 Discussion
 Perspectives

- Protocole :

- Génération aléatoire de **concept cibles**
 - $|\Sigma|$ (= 4 dans toutes les expériences)
 - Taille de l' AFD cible (nb d' états $|Q_c|$)
 - **Densité** des connexions
 - **Taux de récursivité** de l' automate cible (T_{rec})
 - $Prct$: % de mots struct. complets / AFD cible

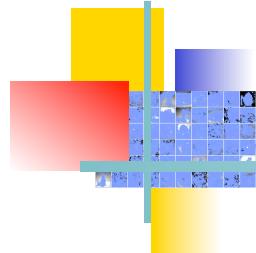


$$\Sigma = \{a, t, c, g\}$$

$$|Q_c| = 9$$

$$densité = 20\%$$

$$T_{rec} = 40\%$$



Comportement par rapport à **un concept cible** (2)

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

• et concept cible

• Etude opérateurs

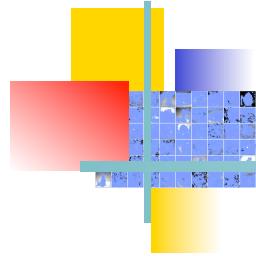
Discussion

Perspectives

- Test sur 1000 séquences
 - De taille $\in [1, 2 \times depth]$ ($depth$: profondeur de l' AFD cible)
- Mesure de :
 - $|Q_f|$: taille de l' automate appris
 - Taux de couverture $ucov_f$
 - Taux de couverture des exemples test + : $pcov_f$
 - Taux de couverture des exemples test - : $ncov_f$



Etude de RPNI et de Red-Blue



Résultats

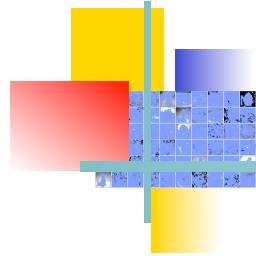
Introduction
TP & induction
TP & Inférence
Gram.
• Sur l'EV
• Cône de généralisation
• et concept cible
• Etude opérateurs
Discussion
Perspectives

- Variation de $Prct = 10\%, 40\%, 70\%$ et 100%
- $|Q_c| = 25$, $Trec = 50\%$, $densité = 50\%$

| Algorithme | $prct$ | $ Q_c $ | $ucov_c$ | $ Q_f $ | $ucov_f$ | $pcov_f$ | $ncov_f$ |
|------------|--------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|
| RB | 10 | 25 | 4.75 | 30.74 | 2.51 | 13.7 | 2.45 |
| RB | 40 | 25 | 4.53 | 10.23 | 44.14 | 63.95 | 42.2 |
| RB | 70 | 25 | 4.23 | 11.14 | 46.12 | 73.7 | 42.1 |
| RB | 100 | 25 | 4.52 | 13.28 | 46.12 | 78.73 | 41.38 |
| RPNI | 10 | 25 | 4.45 | 2.96 | 21.98 | 54.4 | 26.95 |
| RPNI | 40 | 25 | 4.18 | 7.59 | 23.75 | 57.95 | 25.59 |
| RPNI | 70 | 25 | 4.23 | 11.89 | 21.29 | 62.57 | 23.6 |
| RPNI | 100 | 25 | 4.18 | 15.76 | 18.9 | 78.36 | 18.12 |

Surgénéralisation

Pts sur la cbe ROC



Etude des trajectoires de généralisation

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

○ Pour Red-Blue

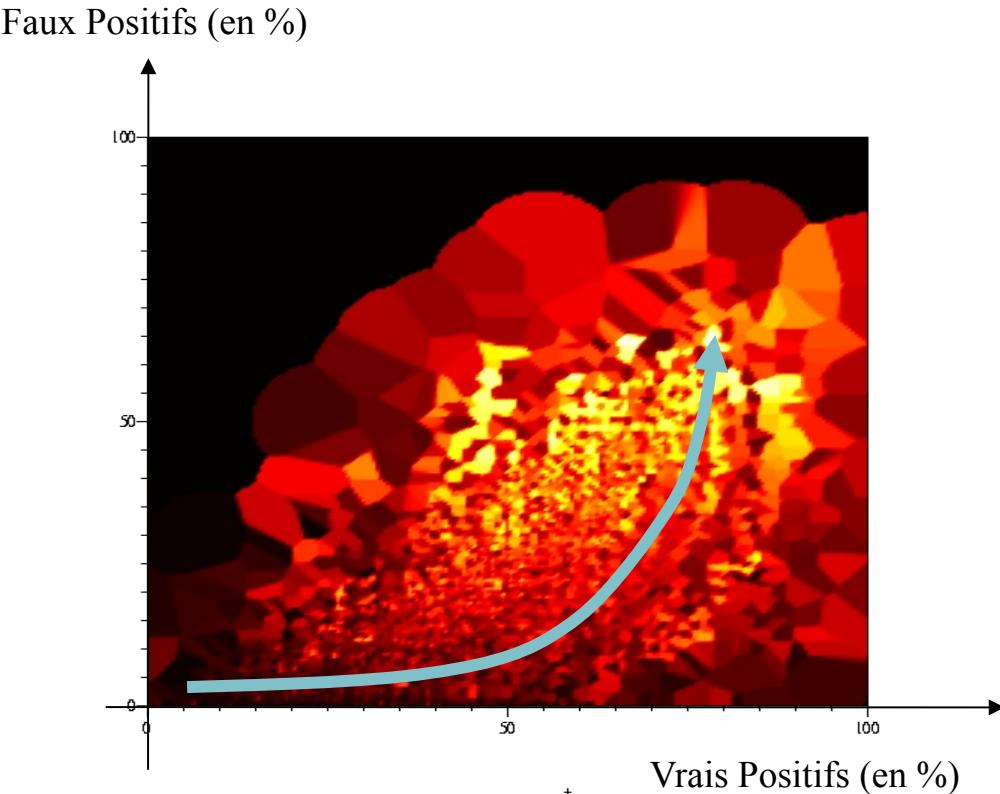
$$|Q_c| = 100$$

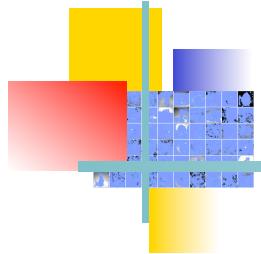
$$Prct = 50\%$$

$$\text{densité} = 50\%$$

Trajectoire
typique

Inverse d'une courbe ROC :
Une généralisation idéale est située tout en bas à droite





Comparaison RPNI et Red-Blue

Introduction

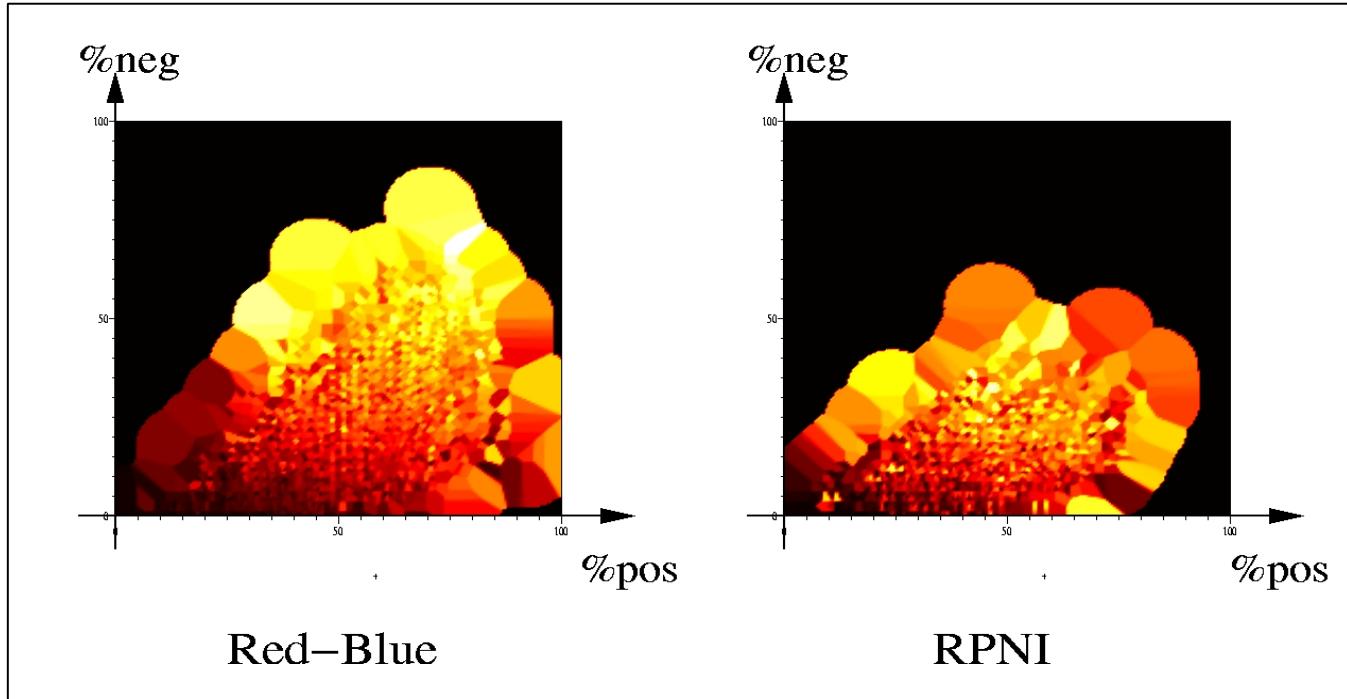
TP & induction

TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

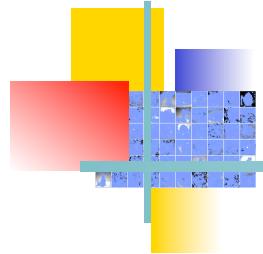
Discussion

Perspectives



$$|Q_c| = 50, \text{Prct} = 50\%, \text{Trec} = 40\%, \text{densité} = 50\%$$

- ▶ RPNI et Red-Blue sur généralisent en général !
- ▶ Résultat sous-optimal
- ▶ Le principe inductif de minimalité est mis en cause



Etude des opérateurs de généralisation

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV

- Cône de
généralisation

- et concept cible

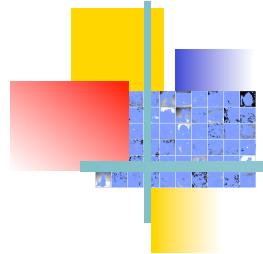
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

- Idées :

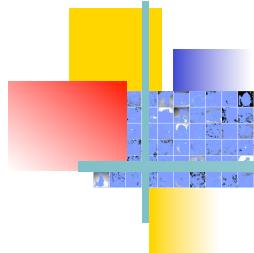
- **Pourquoi ne pas utiliser une estimation du taux de couverture du concept cible ?**
- Etudier les **sauts en couverture** de différents types d'opérateurs de généralisation
- Mettre au point des **méta-heuristiques** permettant de contrôler l'usage de ces opérateurs



Types d'opérateurs de généralisation

Introduction
TP & induction
TP & Inférence
Gram.
• Sur l'EV
• Cône de généralisation
• et concept cible
• Etude opérateurs
Discussion
Perspectives

- **Fusion random**
- **Fusion Av-first** (RPNI)
- **Fusion EDSM**
- **Fusion Arr-first**
- **Fusion First-last** (fusion entre premier et dernier état)
- **Add Terminals $x\%$** (ajout d' états acceptants)
- **Add x Transitions $y\%$** (ajout de x transitions avec prob y)



Etude d'opérateurs de généralisation

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

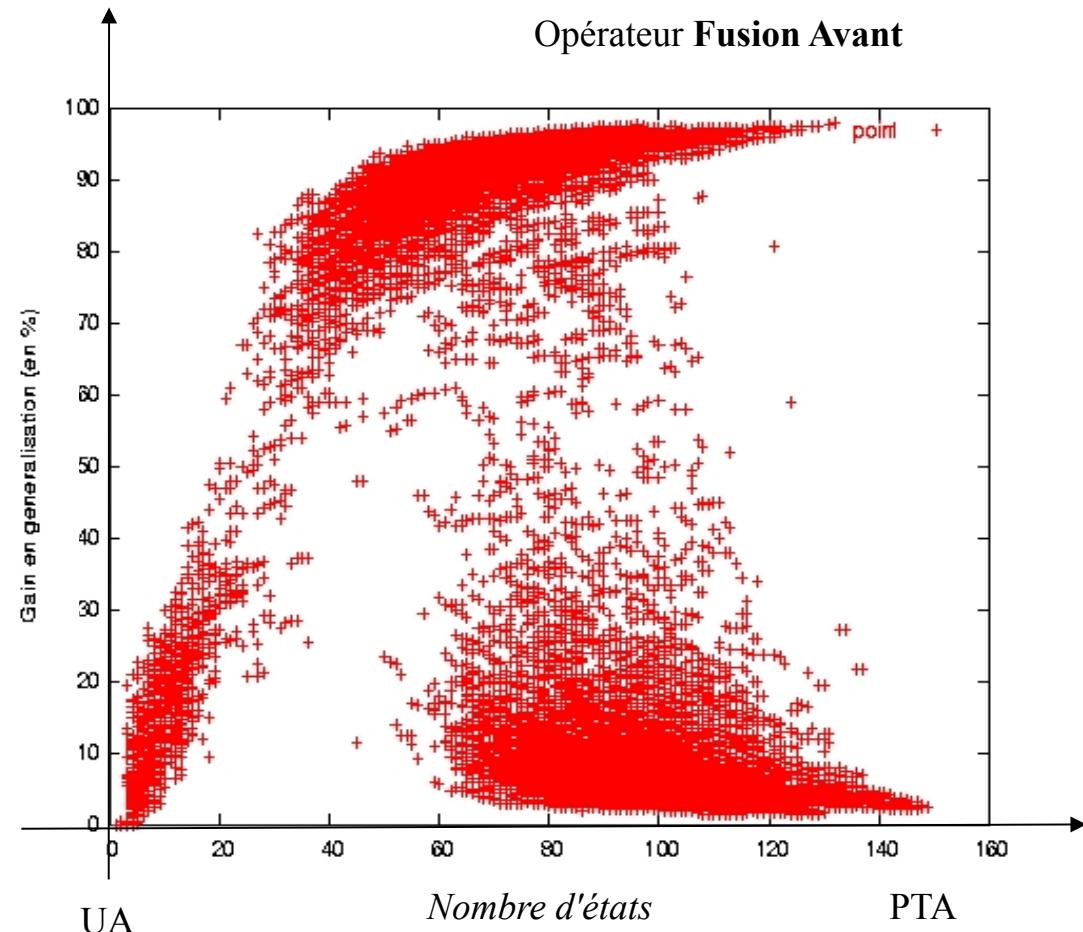
Paramètres :

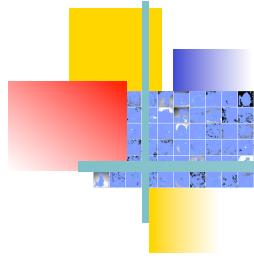
- Un opérateur de fusion
- Un type de treillis

Observée :

- Le **gain en généralisation**
= différentiel des taux de couverture entre h et $\text{Op}(h)$

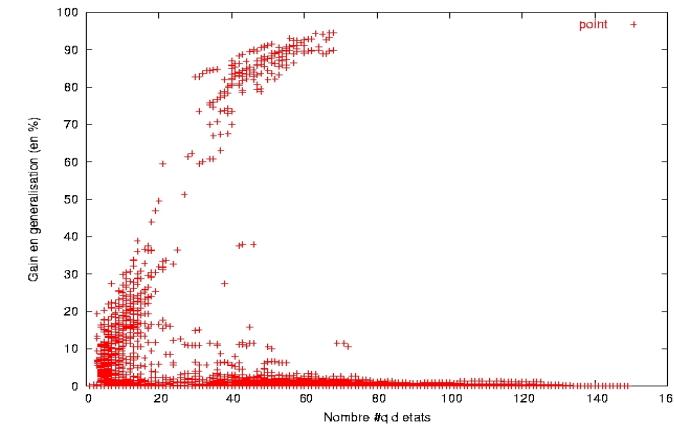
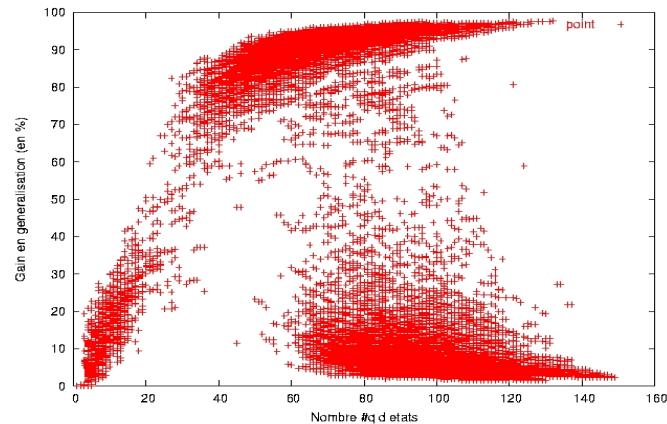
Gain en généralisation (en %)



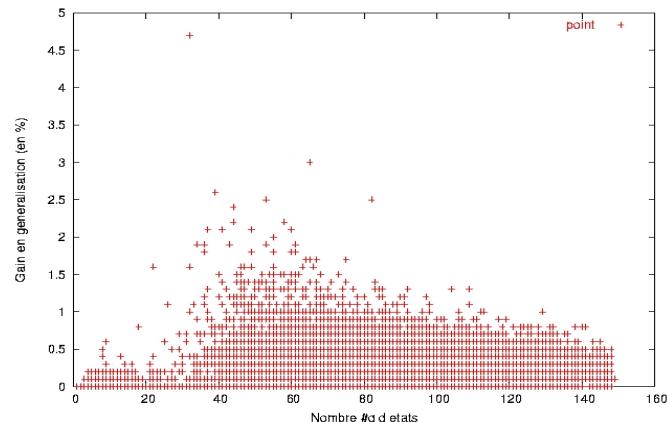


Etude d'opérateurs de généralisation

- Introduction
- TP & induction
- TP & Inférence
 - Gram.
 - Sur l'EV
 - Cône de généralisation
 - et concept cible
 - Etude opérateurs
- Discussion
- Perspectives

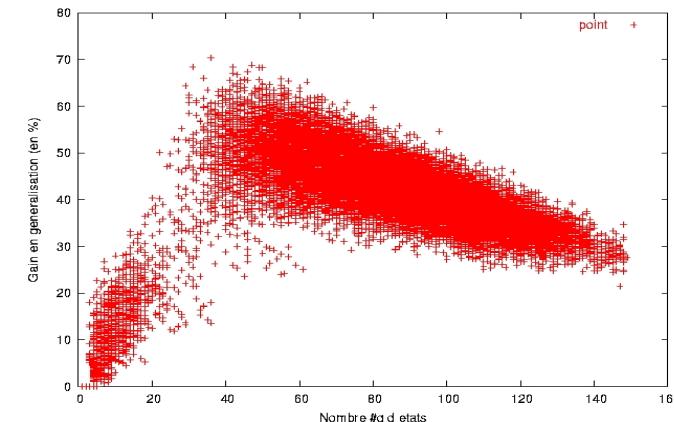


Fusion Random

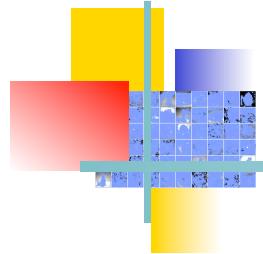


Ajout d'états acceptants

Fusion Premier-Dernier



Ajout de transitions



Tous les opérateurs

Introduction

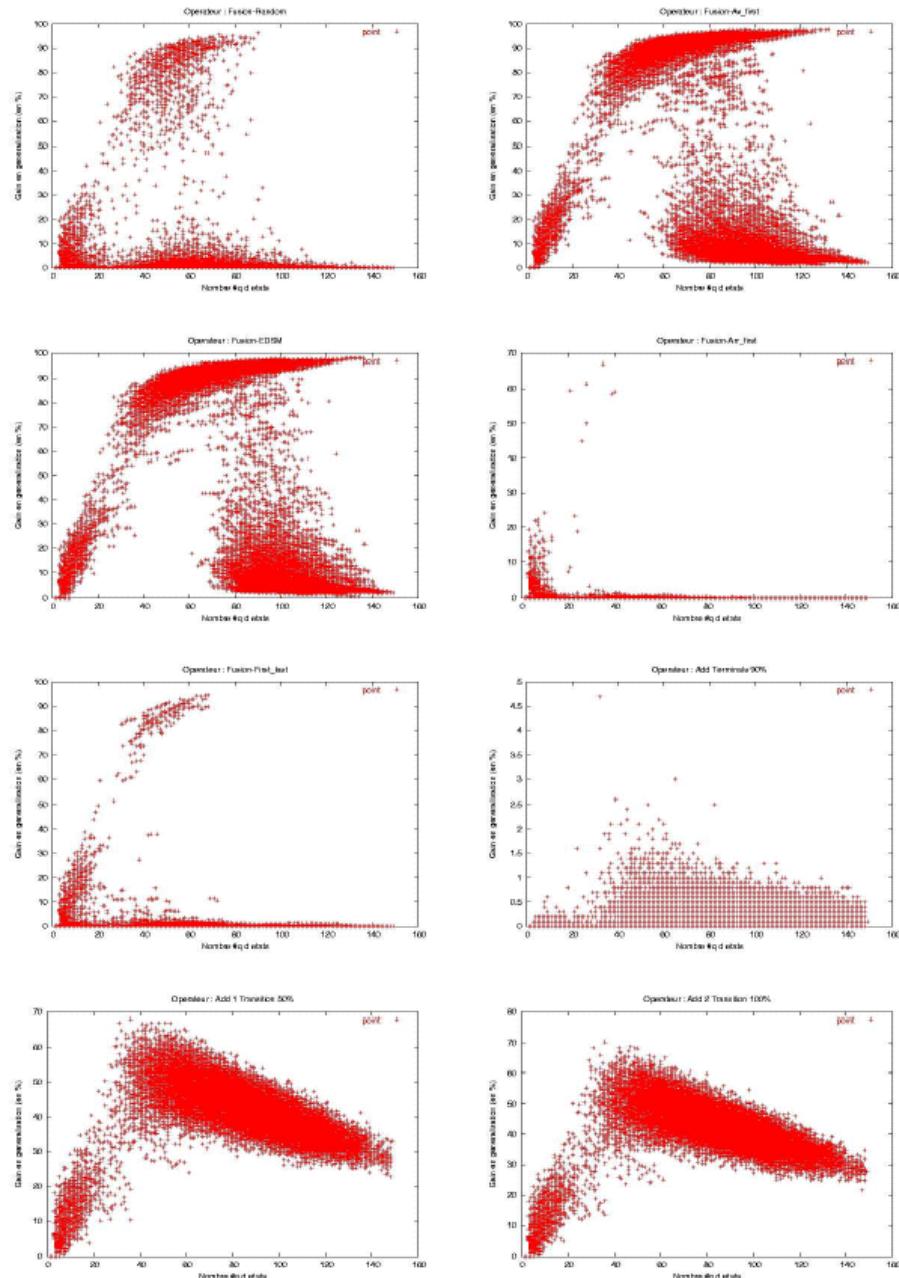
TP & induction

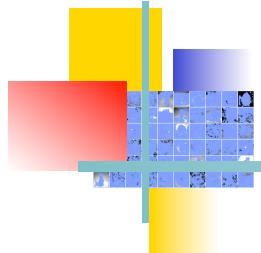
TP & Inférence
Gram.

- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

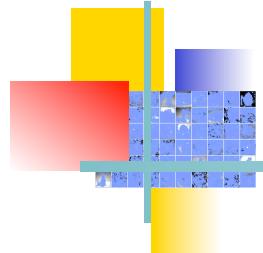




Discussion

Introduction
TP & induction
TP & Inférence Gram.
• Sur l'EV
• Cône de généralisation
• et concept cible
• Etude opérateurs
Discussion
Perspectives

- **Intérêt de l' étude du taux de couverture**
- **Intérêt de l' étude du taux de couverture dans le cône de généralisation**
- **Inférence grammaticale**
 - TP pour les DFAs
 - Trou dans les taux de couverture accessibles par fusion d' états
 - Utiliser l' information du taux de couverture cible
 - Nouvelles heuristiques de contrôle



Limites de l'étude

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

• Sur l'EV

• Cône de généralisation

• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

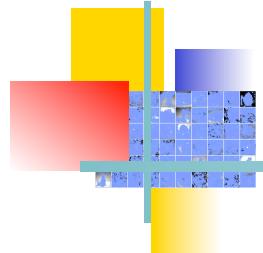
○ Limite des expériences

□ Fondamentales (?)

- Taille des séquences d'apprentissage ≤ 8 !!

□ Non fondamentales

- Mots courts sur-représentés (en apprentissage et en test)



Perspectives

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

• et concept cible
• Etude opérateurs

Discussion

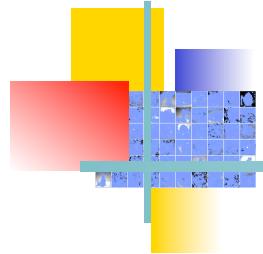
Perspectives



- **Analyser les raisons du saut**
 - Pas d' AFD ?
 - Cascade de fusions-déterminisation forcée ?
 - Traversée de strates de profils différents ?
- **Recherche de nouvelles métaheuristiques de contrôle**
 - En utilisant le τ cible
 - En jouant sur différents opérateurs
- **Analyse théorique**

A écrire ...

... avec vous



Transition de phase en induction (ILP)

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

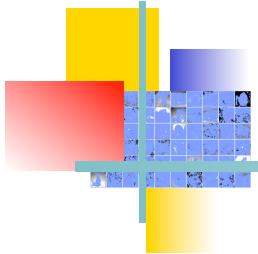
• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

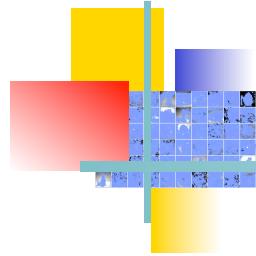
○ Induction comme recherche d'une bonne hypothèse



Références

Introduction
TP & induction
TP & Inférence
Gram.
• Sur l'EV
• Cône de généralisation
• et concept cible
• Etude opérateurs
Discussion
Perspectives

- [GS00] : A. Giordana and L. Saitta. *Phase transitions in relational learning*. Machine Learning, 41(2):17-251, (2000).
- [LPP98] : Kevin J. Lang, Barak A. Pearlmuter and Rodney A. Price. *Results of the Abbadingo One DFA Learning Competition and a New Evidence-Driven State Merging Algorithm* (1998).
- [Pro96] : P. Prosser. *An empirical study of the phase transition in binary constraint satisfaction problems*. Artificial Intelligence 81::81-109, (1996).



Résultats

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

• et concept cible

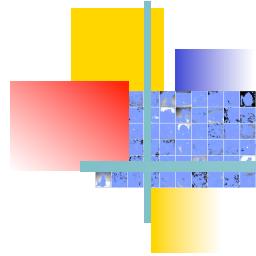
• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

- Variation de $Prct = 10\%, 40\%, 70\%$ et 100%
- $|Q_c| = \mathbf{50}$, $Trec = 50\%$, $densité = 50\%$

| Algorithme | $trec$ | $ Q_c $ | $ucov_c$ | $ Q_f $ | $ucov_f$ | $pcov_f$ | $ncov_f$ |
|------------|--------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|
| RB | 10 | 50 | 3.67 | 13.54 | 47.99 | 66.35 | 45.36 |
| RB | 40 | 50 | 3.88 | 12.98 | 45.25 | 66.08 | 41.79 |
| RB | 70 | 50 | 4.69 | 15.05 | 41.01 | 61.70 | 37.23 |
| RB | 100 | 50 | 3.73 | 14.07 | 31.73 | 59.61 | 28.56 |
| RPNI | 10 | 50 | 3.46 | 13.72 | 22.93 | 58.41 | 24.44 |
| RPNI | 40 | 50 | 3.96 | 13.9 | 23.27 | 52.78 | 24.86 |
| RPNI | 70 | 50 | 4.0 | 14.42 | 23.32 | 47.17 | 25.97 |
| RPNI | 100 | 50 | 3.19 | 20.80 | 23.32 | 48.56 | 22.81 |



Résultats

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

• et concept cible

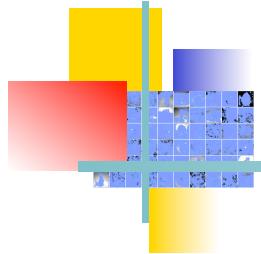
• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

- Variation de $|Q_c| = 15, 25, 50$ et 100 états
- $Prct = 40\%$, $Trec = 50\%$, $densité = 50\%$

| Algorithme | $ Q_c $ | $ucov_c$ | $ Q_f $ | $ucov_f$ | $pcov_f$ | $ncov_f$ |
|------------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|
| RB | 15 | 5.97 | 10.38 | 33.81 | 60.93 | 34.69 |
| RB | 25 | 4.88 | 12.77 | 40.35 | 62.68 | 37.87 |
| RB | 50 | 4.2 | 14.23 | 45.38 | 66.14 | 42.23 |
| RB | 100 | 3.39 | 13.13 | 30.35 | 42.81 | 28.69 |
| RPNI | 15 | 5.95 | 5.14 | 22.9 | 57.51 | 26.99 |
| RPNI | 25 | 4.7 | 7.56 | 23.07 | 56.38 | 25.98 |
| RPNI | 50 | 3.87 | 14.08 | 23.45 | 51.89 | 24.42 |
| RPNI | 100 | 3.12 | 26.41 | 23.151 | 50.12 | 24.40 |



Sources documentaires

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

• Sur l'EV

• Cône de généralisation

• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

○ Ouvrages / articles

- Cornuéjols & Miclet (02) : *Apprentisage artificiel. Concepts et algorithmes*. Eyrolles, 2002.
- Cristianini & Shawe-Taylor (00) : *Support Vector Machines and other kernel-based learning methods*. Cambridge University Press, 2000.
- Herbrich (02) : *Learning kernel classifiers*. MIT Press, 2002.
- Schölkopf, Burges & Smola (eds) (98) : *Advances in Kernel Methods : Support Vector Learning*. MIT Press, 1998.
- Schölkopf & Smola (02) : *Learning with kernels*. MIT Press, 2002.
- Smola, Bartlett, Schölkopf & Schuurmans (00) : *Advances in large margin classifiers*. MIT Press, 2000.
- Vapnik (95) : *The nature of statistical learning*. Springer-Verlag, 1995.

○ Sites web

- <http://www.kernel-machines.org/> **(point d'entrée)**
- <http://www.support-vector.net> **(point d'entrée)**