



Transition de Phase et Inférence Grammaticale

Nicolas Pernot, Antoine Cornuéjols, Michèle Sebag

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

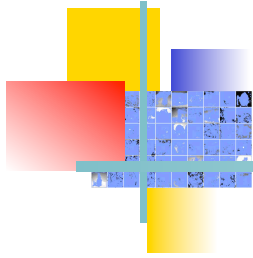
antoine@lri.fr

<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*

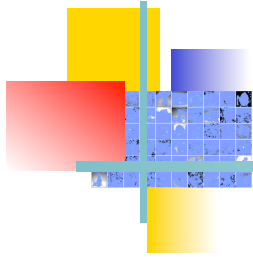
- *Introduit la notion de distribution des exemples et d'approximation (et d_{VC})*
- *Surtout des résultats de non apprenabilité*
- *Nouveaux paradigmes (app. par exemples simples, ...)*

○ Familles d'algorithmes

□ *Par fusion d'états*

□ *Quasi exclusivement de DFA*

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



Transition de phase et induction

Introduction

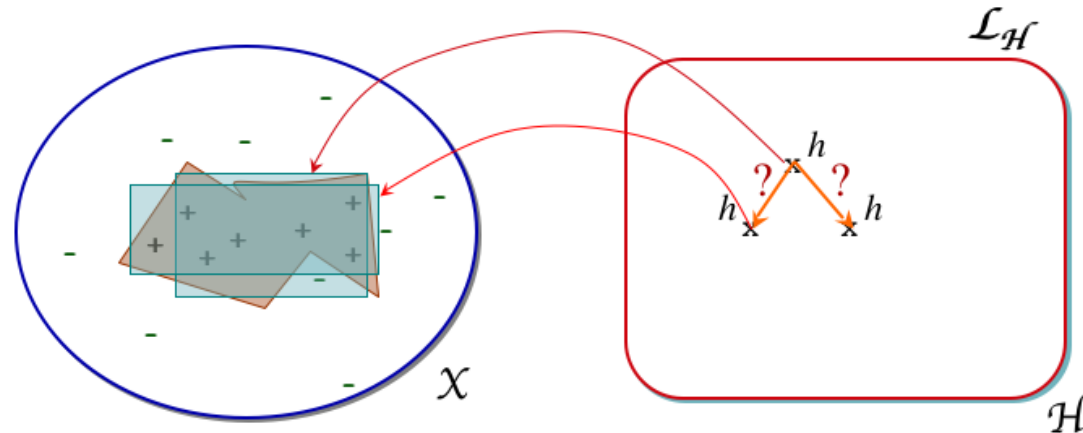
TP & induction

TP & Inférence
Gram.

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

Discussion

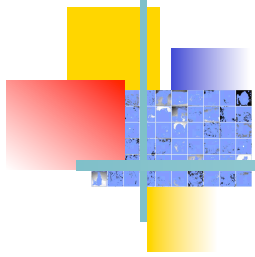
Perspectives



- 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

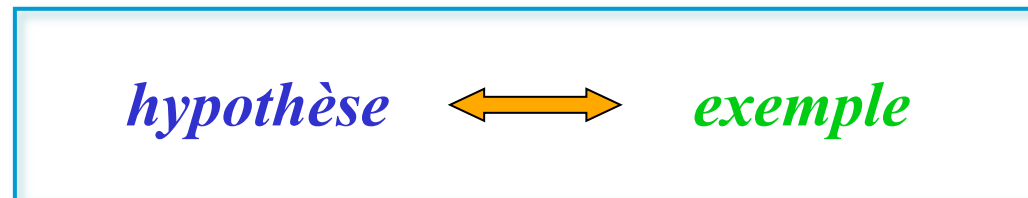
TP & Inférence
Gram.

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

Discussion

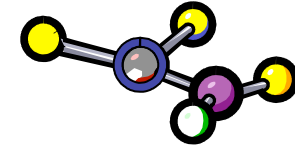
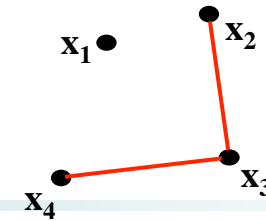
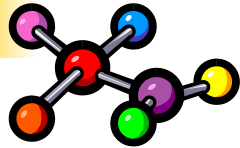
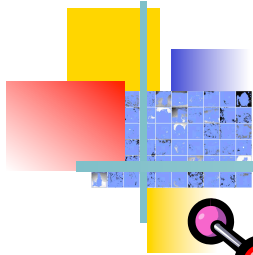
Perspectives

⇒ **Test d'appariement :**



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)
    
```

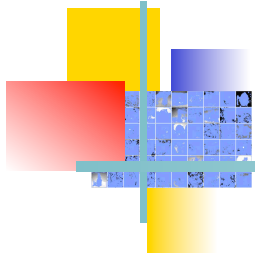
Nonactive (d167)

```

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 chrg(x₁, [-0.2]) \wedge \neg type (x₂, [N]) \wedge
 \neg anm(x₃, [22]) \wedge \neg chrg(x₃, [-0.6, -0.4]) \wedge
 \neg type(x₄, [H, N, O]) \wedge **bond**(x₂, x₃) \wedge **bond**(x₃, x₄) \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

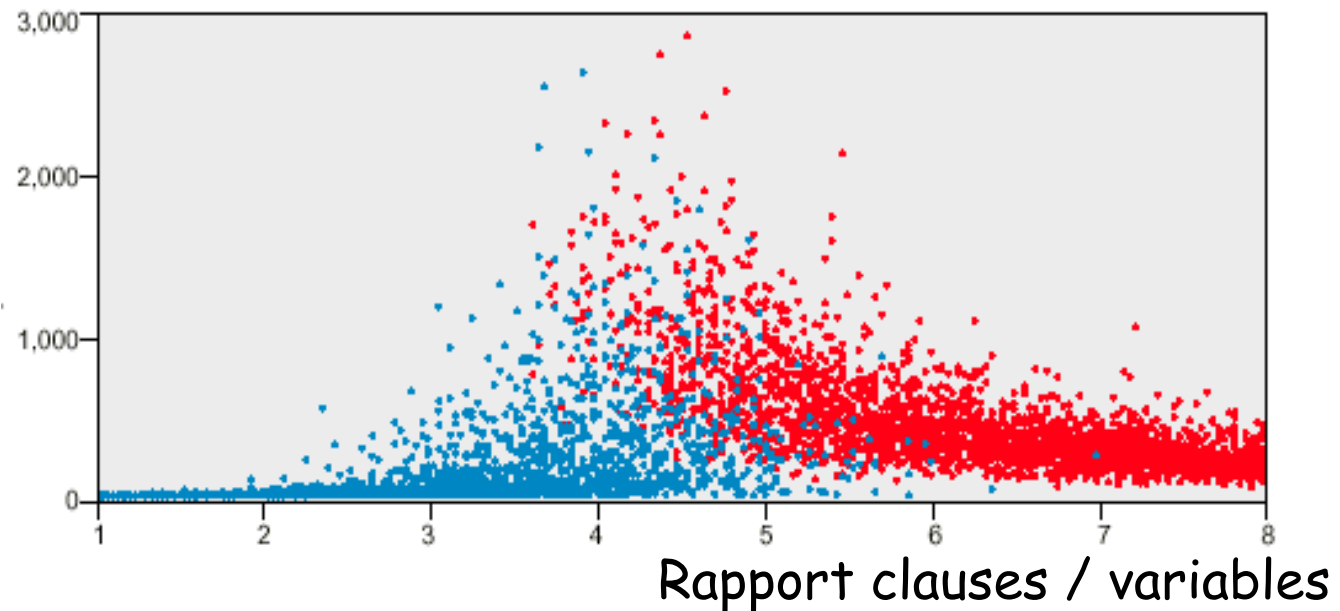
Perspectives

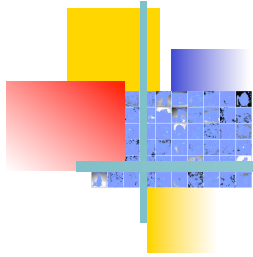
Ex (2-SAT) : $(p \text{ OU } q) \text{ ET } (q \text{ OU } r) \text{ ET } (\neg r \text{ OU } \neg p)$



Quelle est la probabilité de résoudre un tel problème ?

Coût
computationnel





Transition de phase et CSP

Introduction

TP & induction

TP & Inférence

Gram.

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

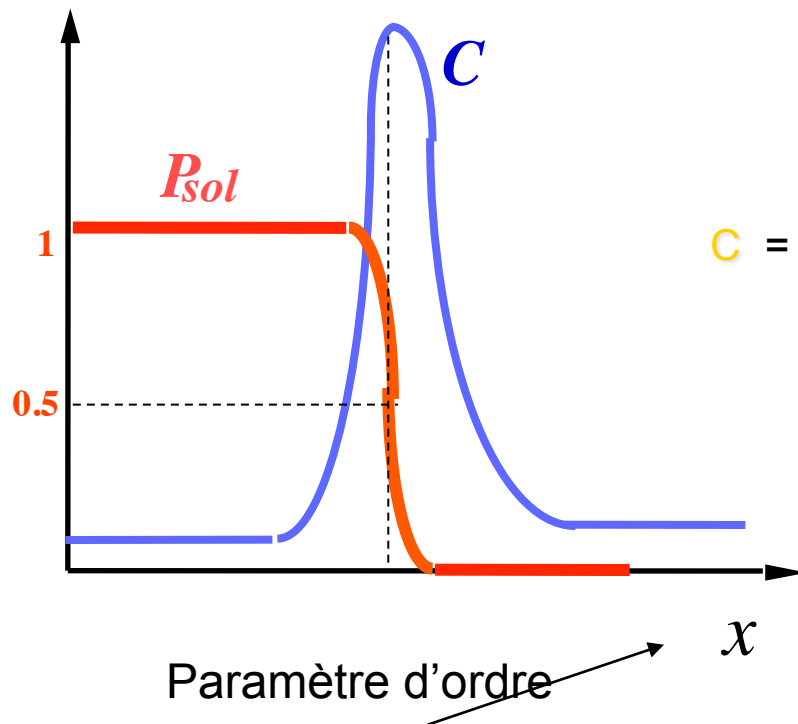
Discussion

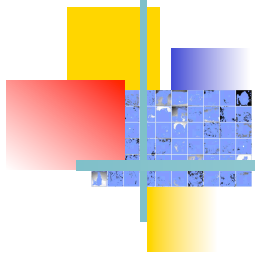
Perspectives

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

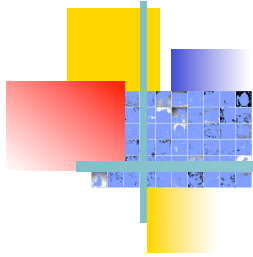
TP & Inférence Gram.

- 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.

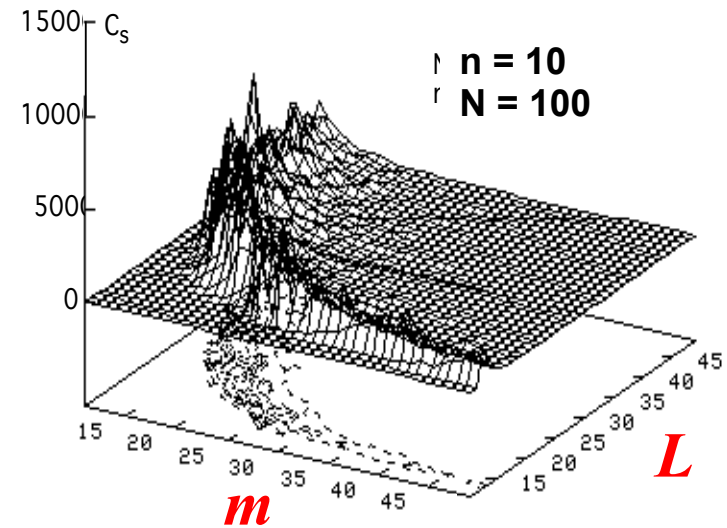
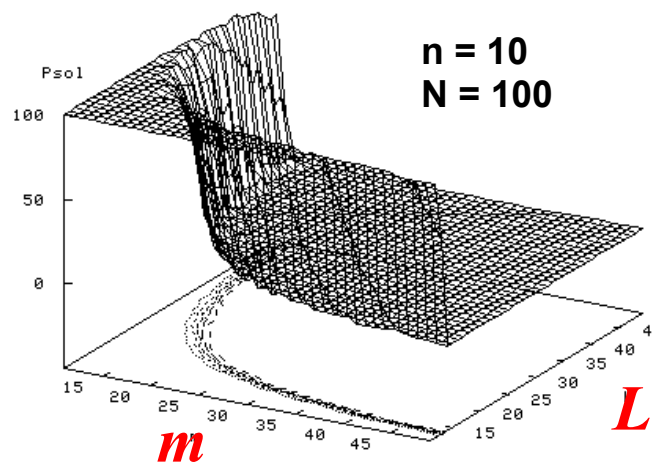
- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

L = Nombre de constantes dans l'univers

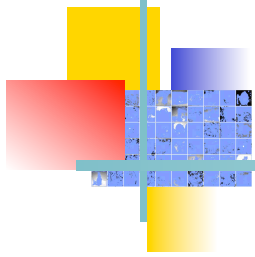
m = Nombre de prédicats (binaires) dans une formule



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

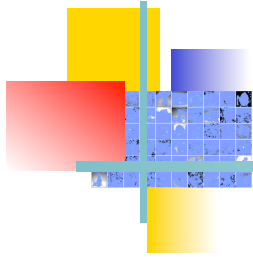
Gram.

- 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

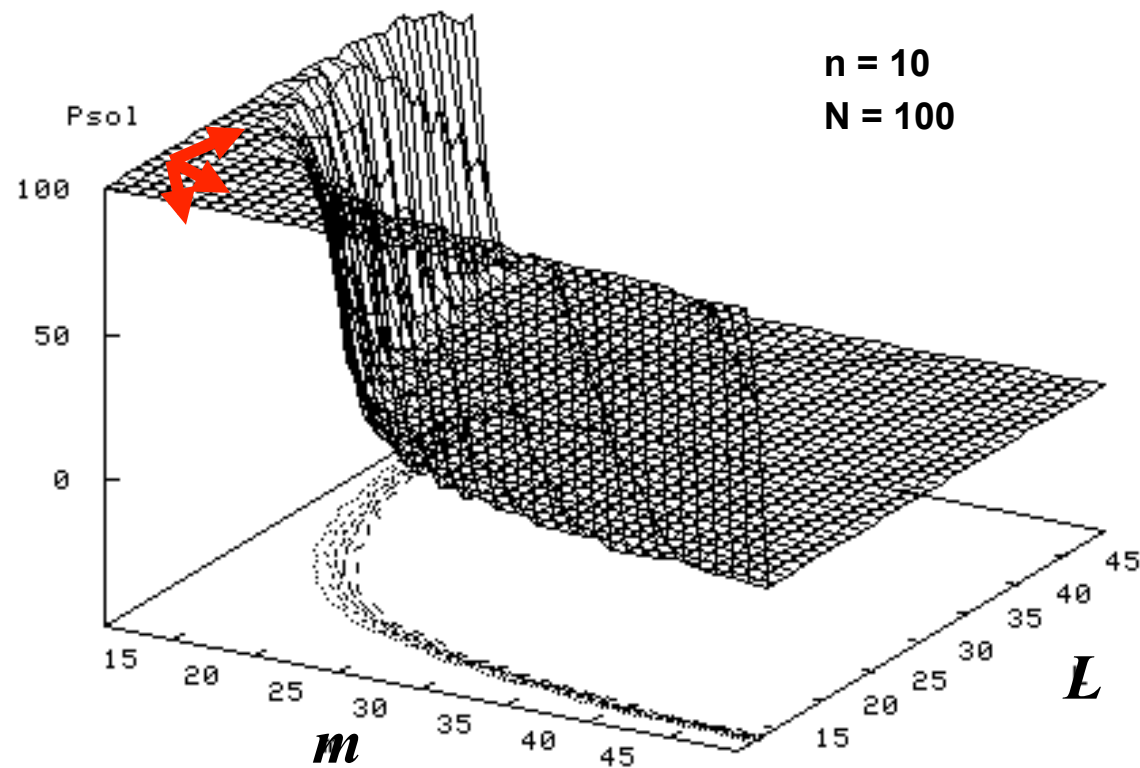
TP & Inférence

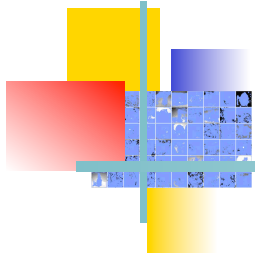
Gram.

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

Discussion

Perspectives





Conséquence 2 : *biais de recherche*

Introduction

TP & induction

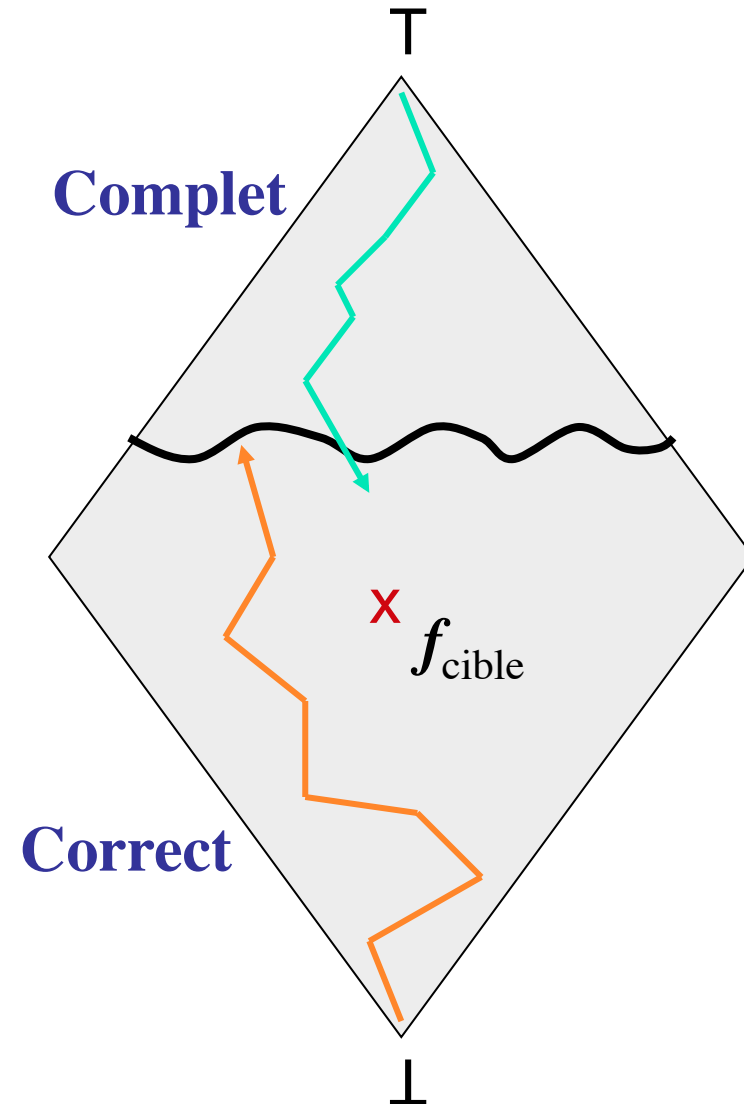
TP & Inférence
Gram.

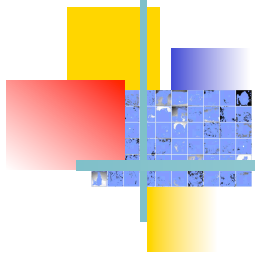
- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

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

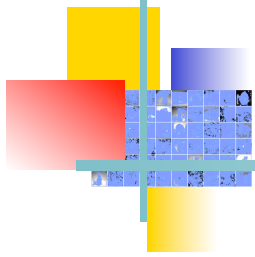
Discussion

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 : 1^{ères} 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 :

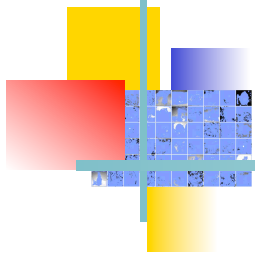
#états $\in [5, 50]$

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

#arcs_sortants $\in [2, 5]$

#lettres_arc $\in [1, 5]$

$m = 1000$



TP et IG : 1^{ères} expériences (résultats)

Introduction

TP & induction

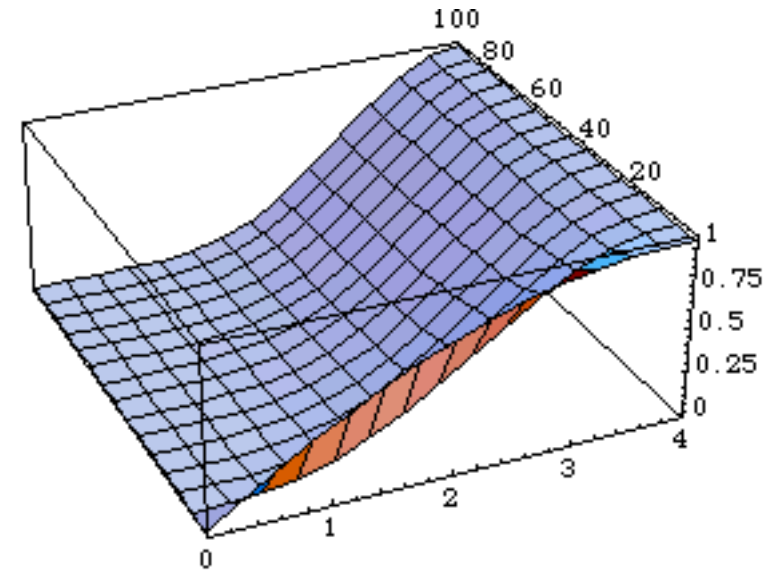
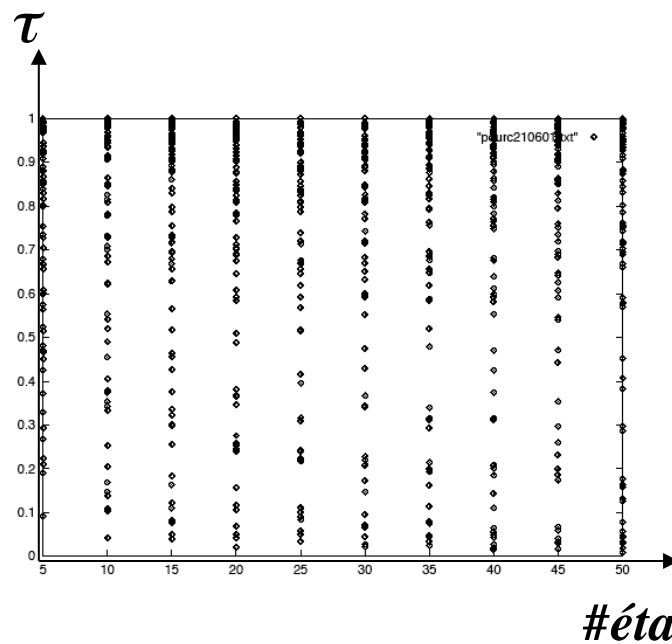
TP & Inférence
Gram.

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

Discussion

Perspectives

- Pour les NFAs (9000 points)

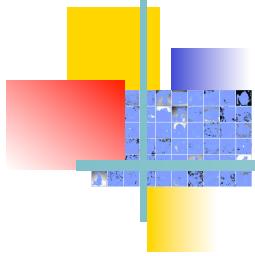


$$|\Sigma| = 4$$

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

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

$$\#\text{états} \in [1, 100]$$



TP et IG : 1^{ères} expériences (résultats)

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

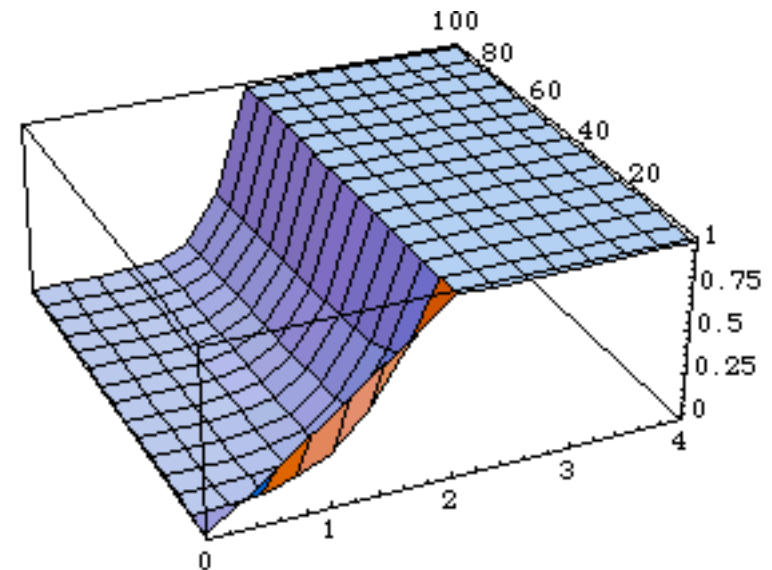
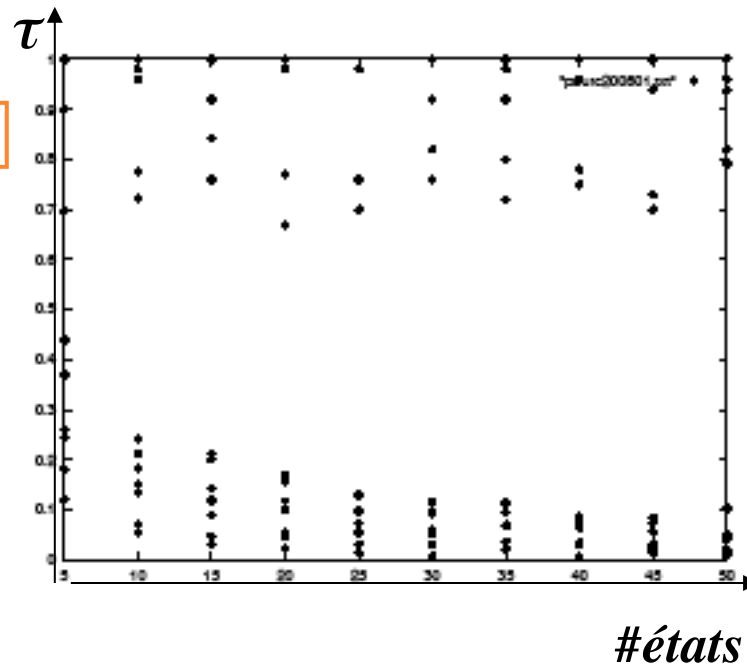
• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

○ Pour les DFAs (9000 points)

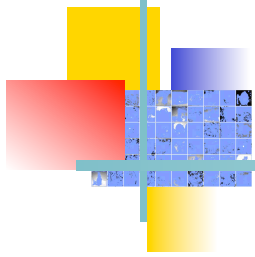


$|\Sigma| = 4$

#arcs_sortants = 2

#lettres_arc $\in [0, 4]$

#états $\in [1, 100]$



Leçons

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

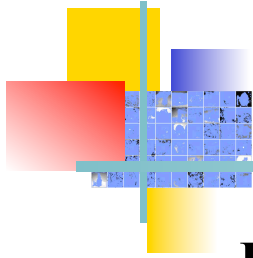
Perspectives

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

Idée :



***Généralisation \Rightarrow Traversée d'espaces
d'hypothèses de profil de τ différents***



Généralisation = traversée de strates

PTA

Introduction

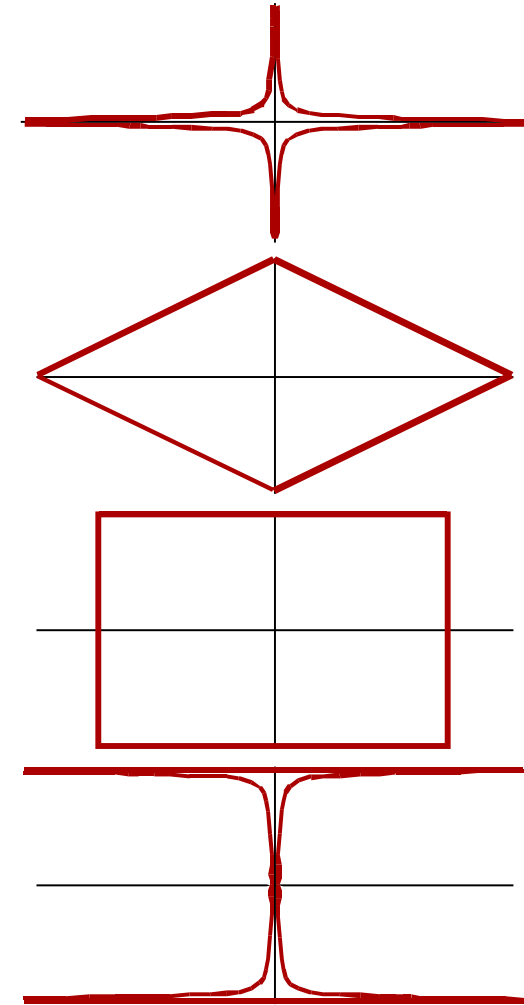
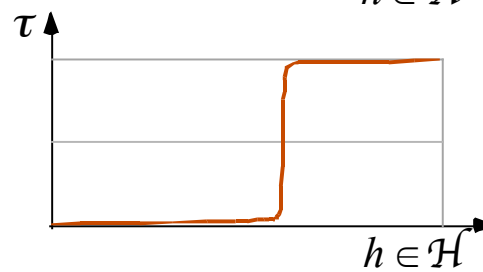
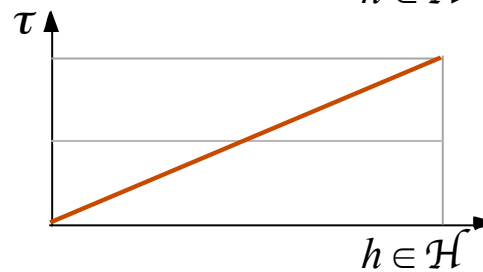
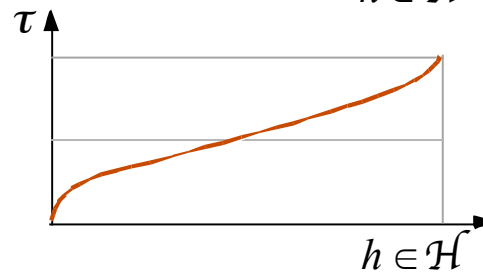
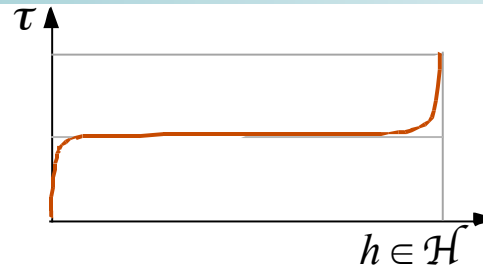
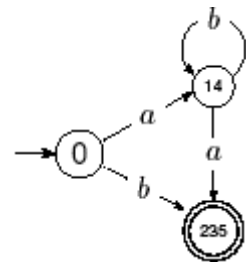
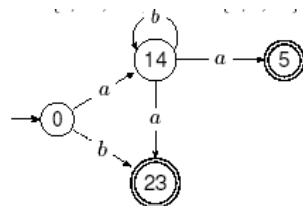
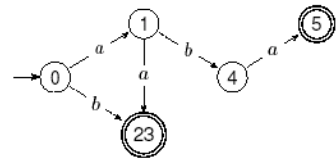
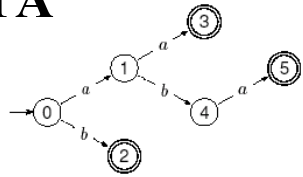
TP & induction

TP & Inférence
Gram.

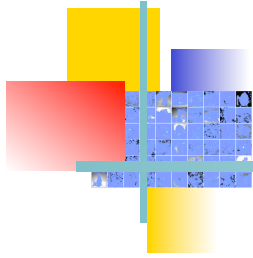
- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

Perspectives



Espaces d'hypothèses



Généralisation = traversée de strates

Espace total des hypothèses

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

• Sur l'EV

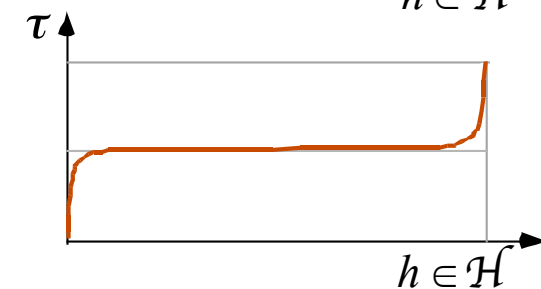
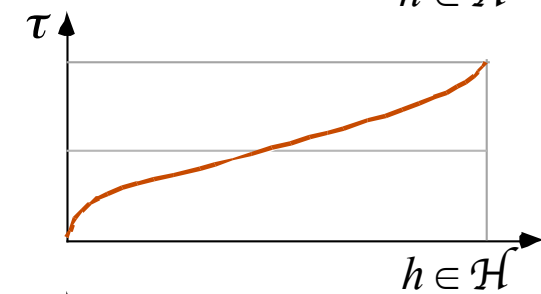
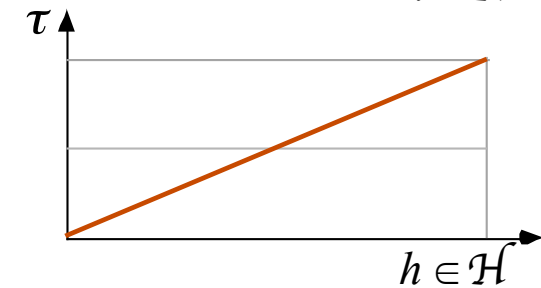
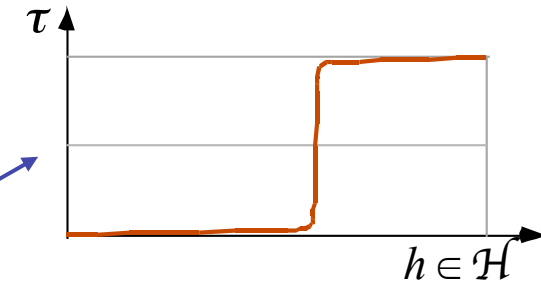
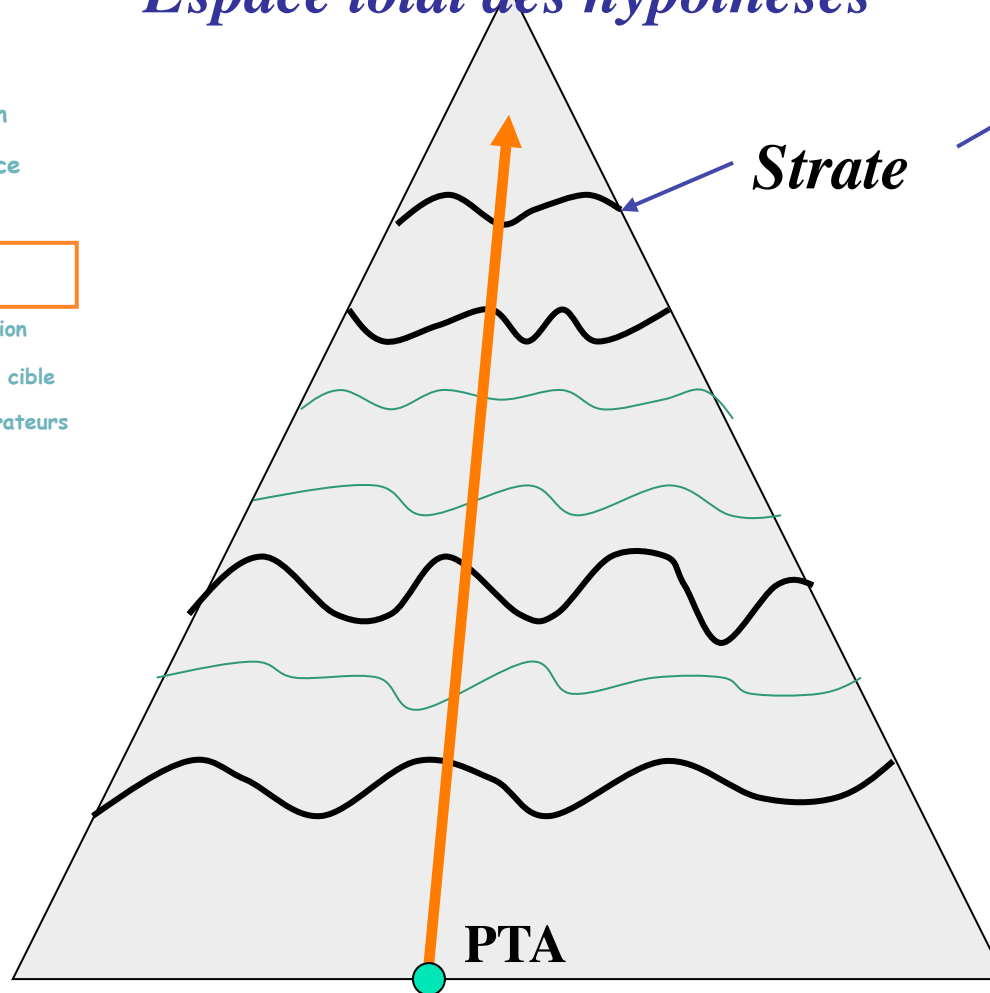
• Cône de
généralisation

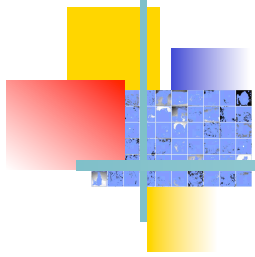
• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives





Nouvelle investigation

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

• et concept cible

• Etude opérateurs

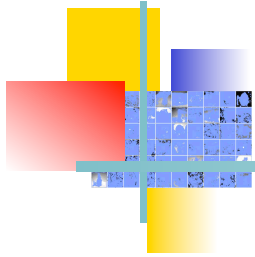
Discussion

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

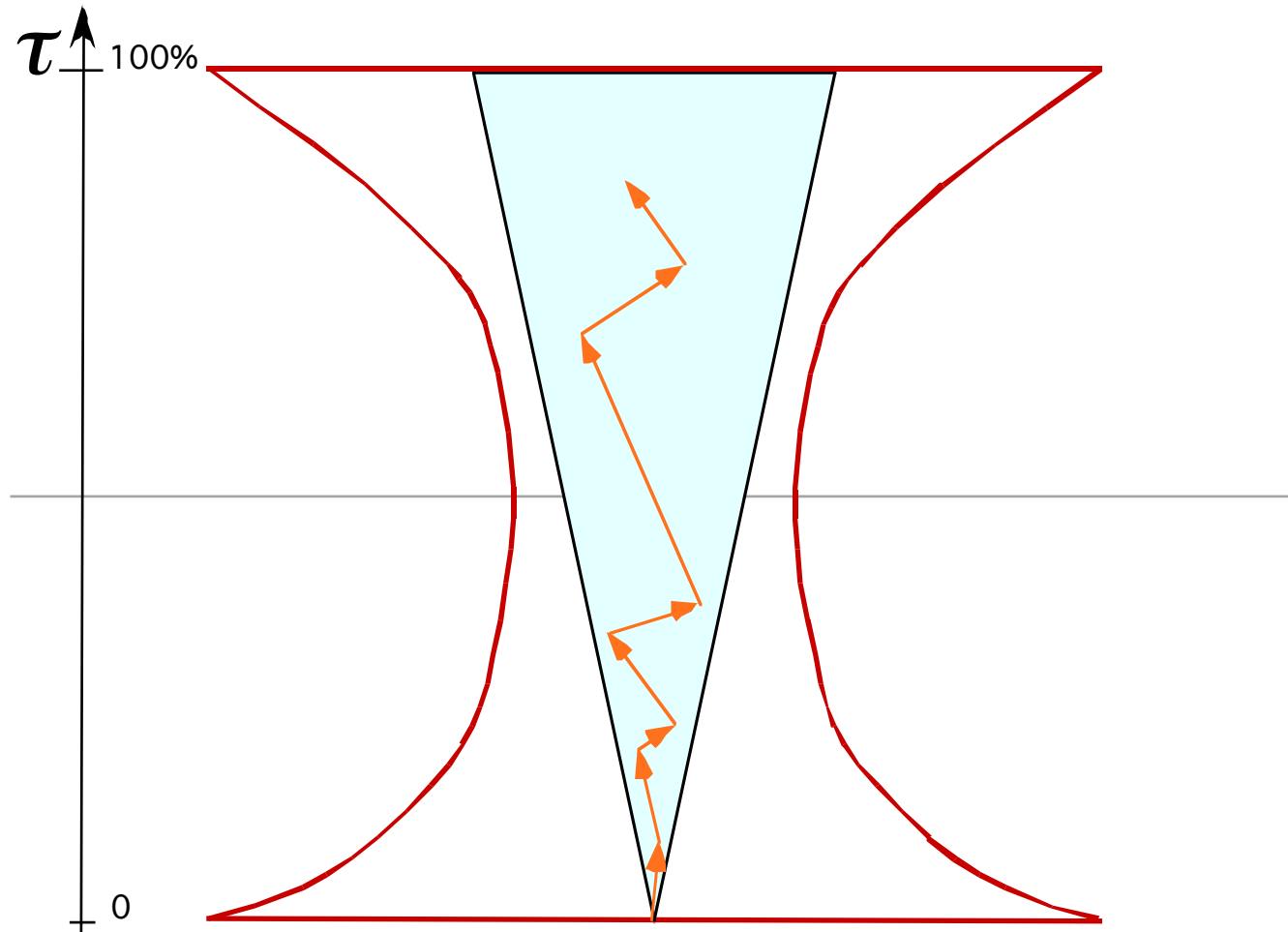
• Cône de
généralisation

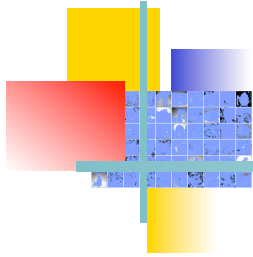
• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives





Espace de recherche pour DFAs [DMV94]

Introduction

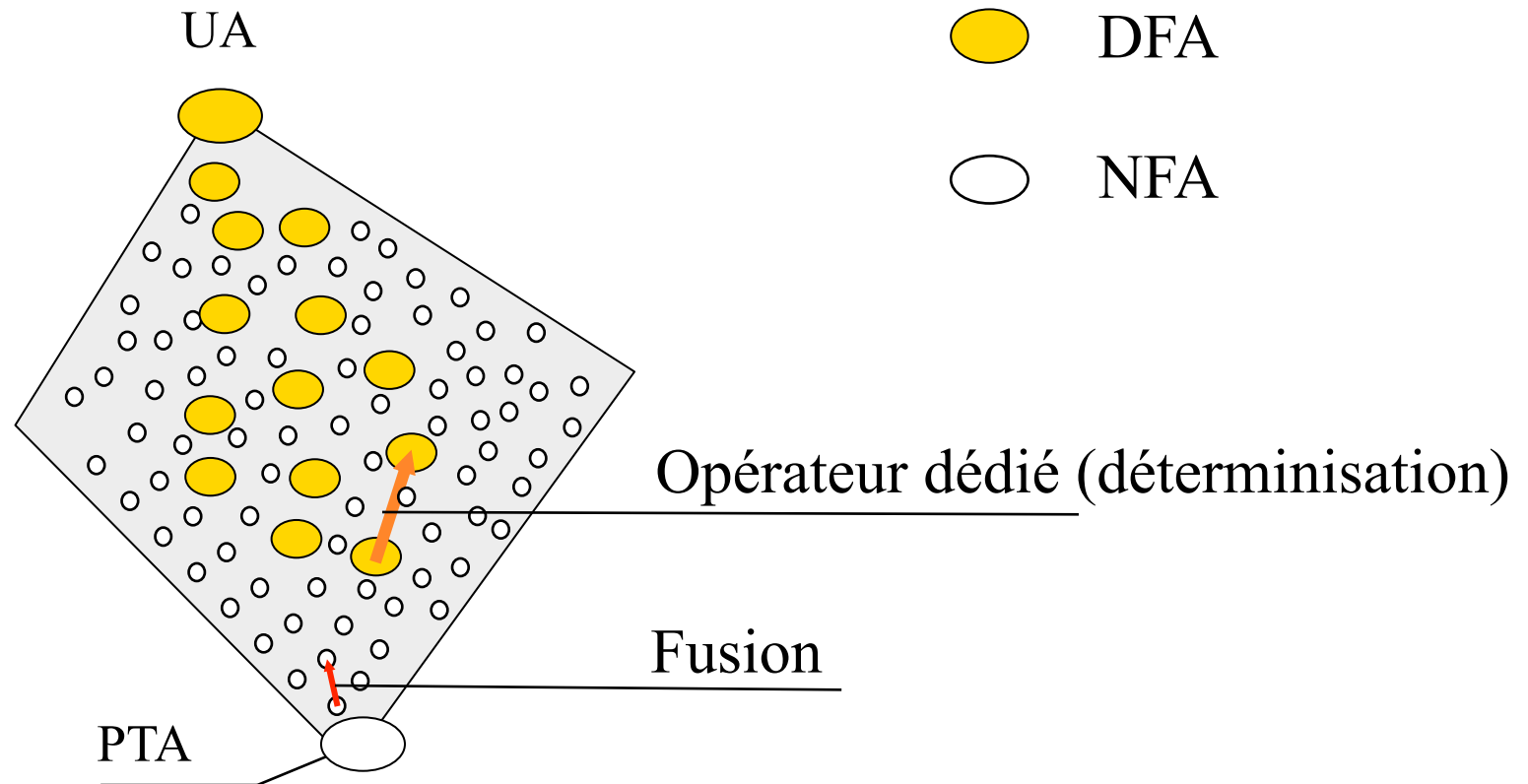
TP & induction

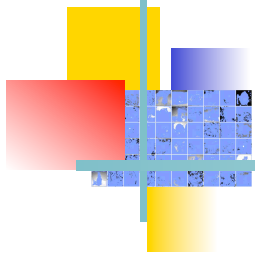
TP & Inférence Gram.

- 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

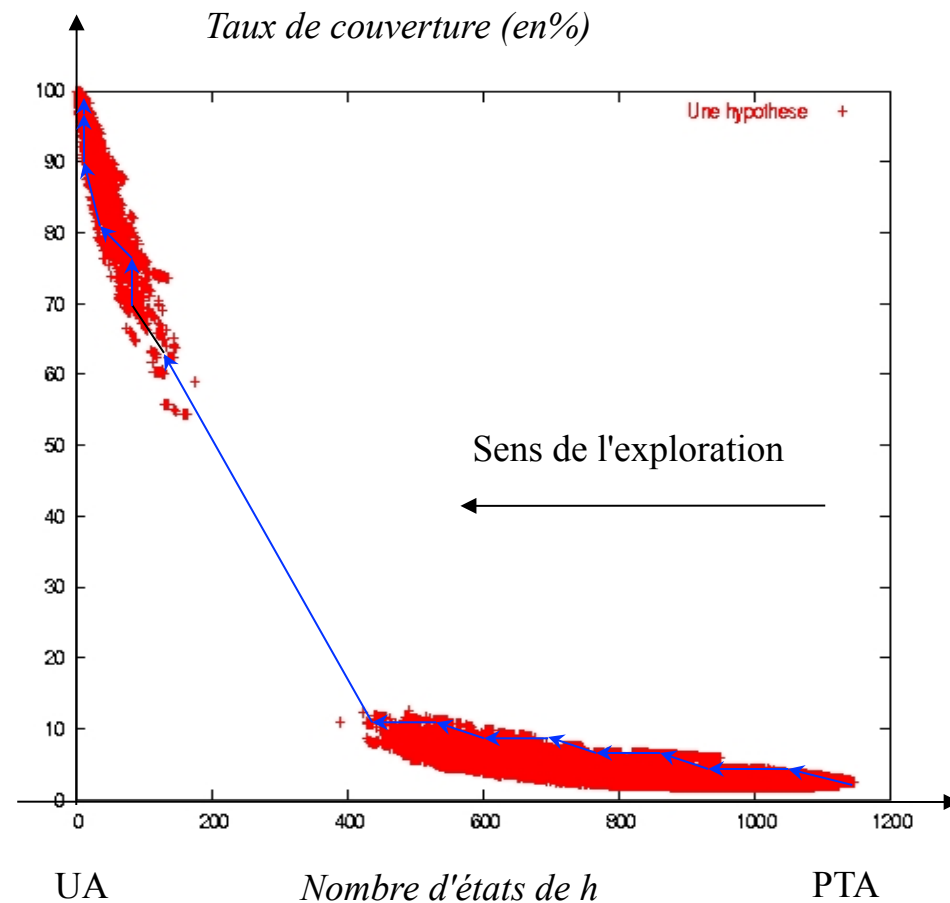
• Cône de
généralisation

• et concept cible

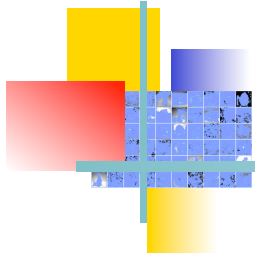
• Etude opérateurs

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

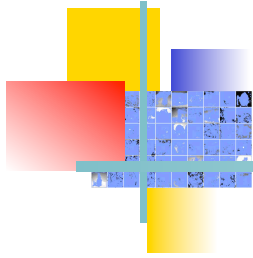
Perspectives

○ 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

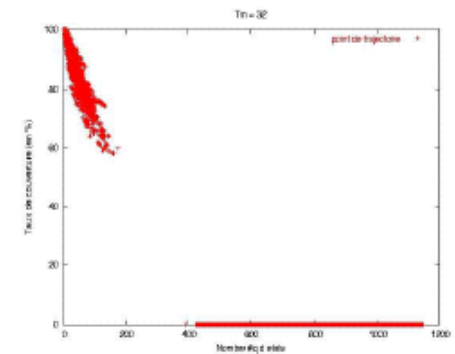
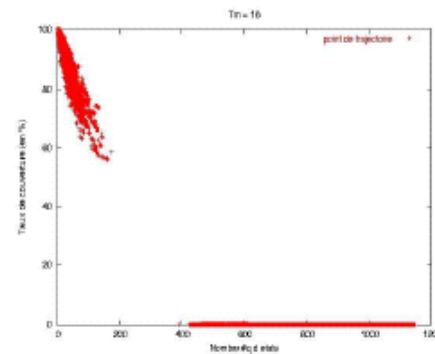
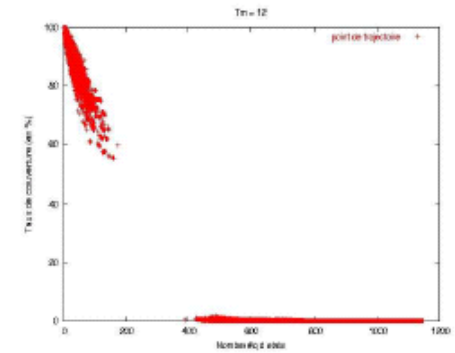
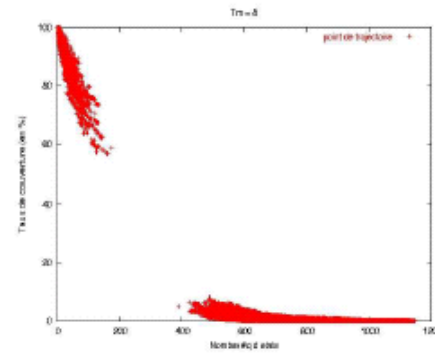
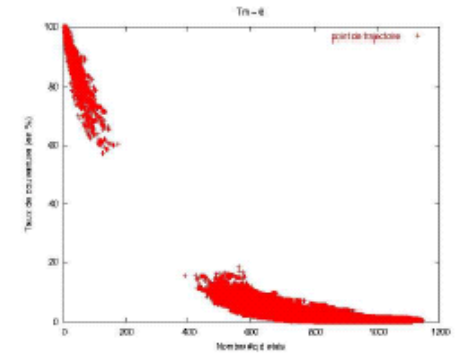
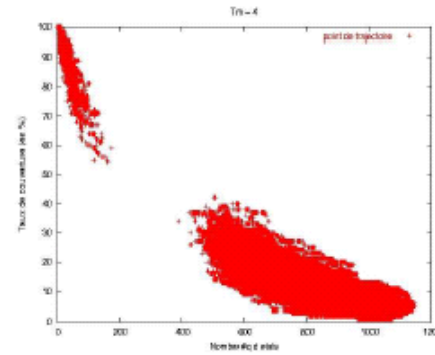
6

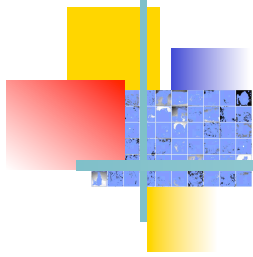
8

12

16

32





Le « trou » en fonction de *taille des mots test*

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

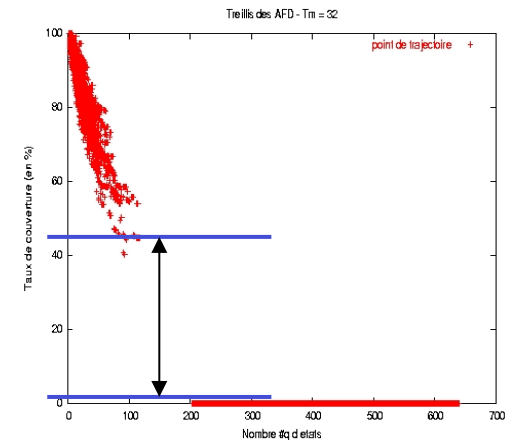
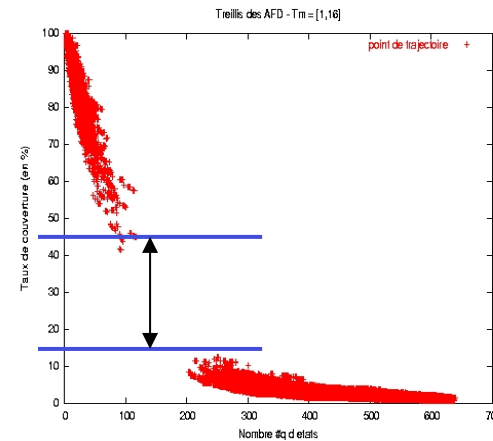
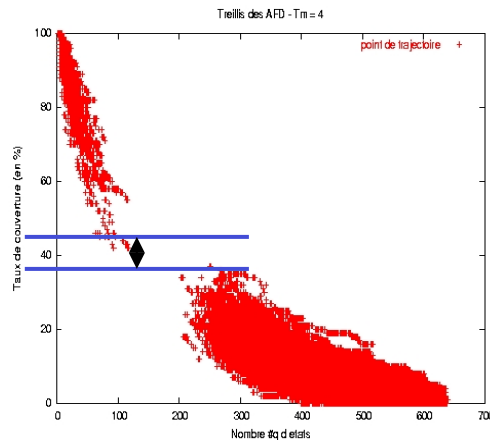
• et concept cible

• Etude opérateurs

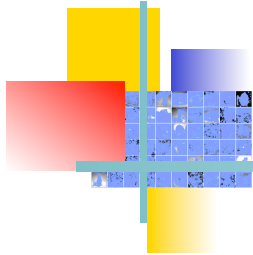
Discussion

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

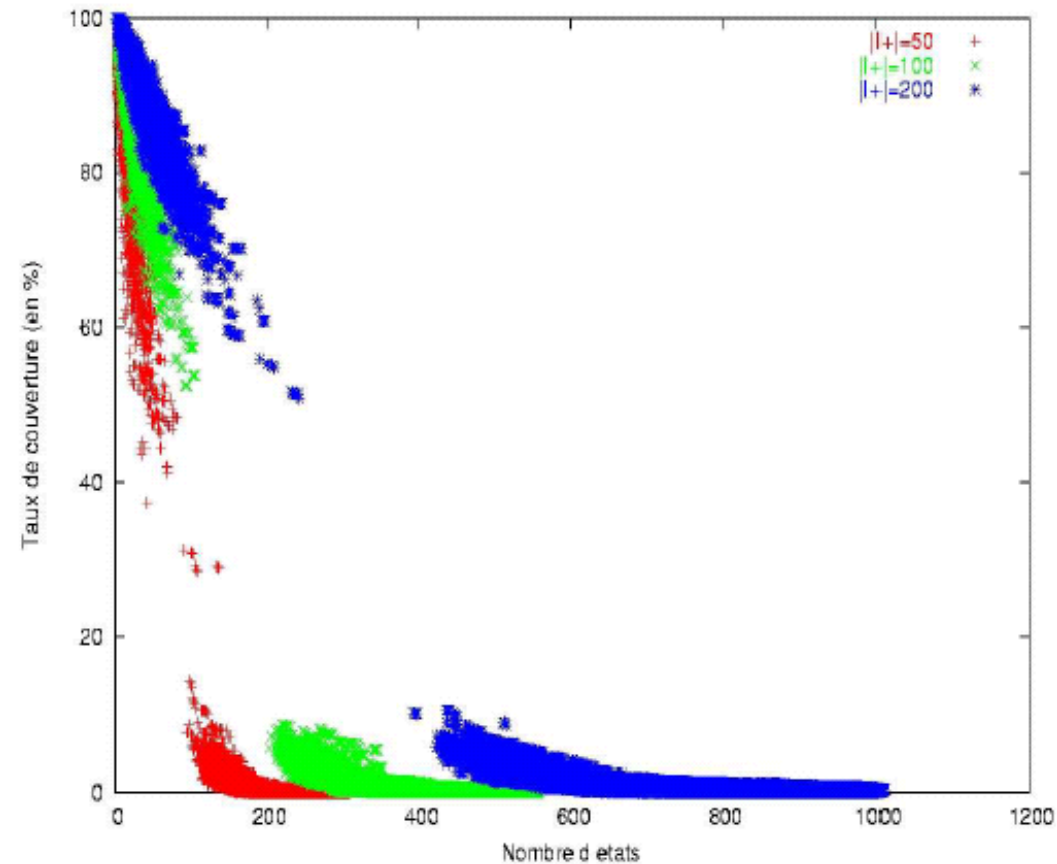
• Cône de
généralisation

• et concept cible

• Etude opérateurs

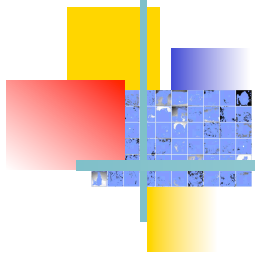
Discussion

Perspectives



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

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



Interprétation(s)

Introduction

TP & induction

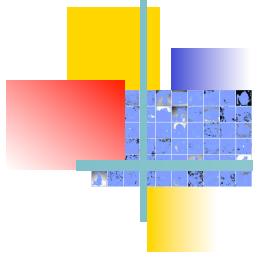
TP & Inférence Gram.

- 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

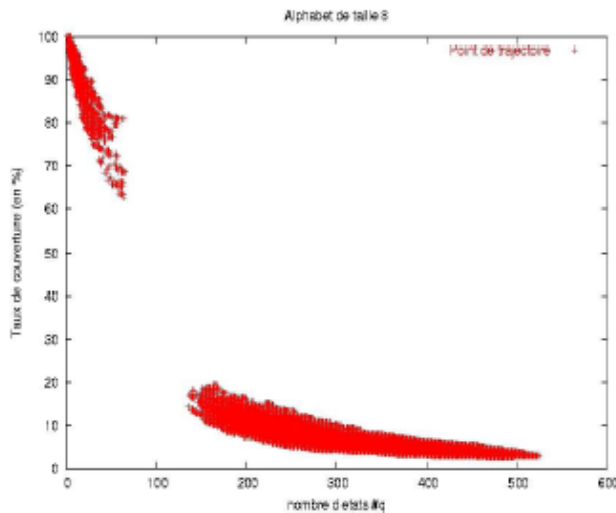
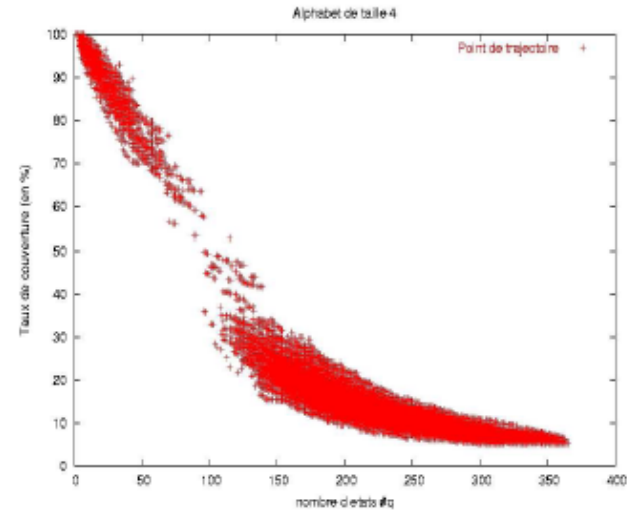
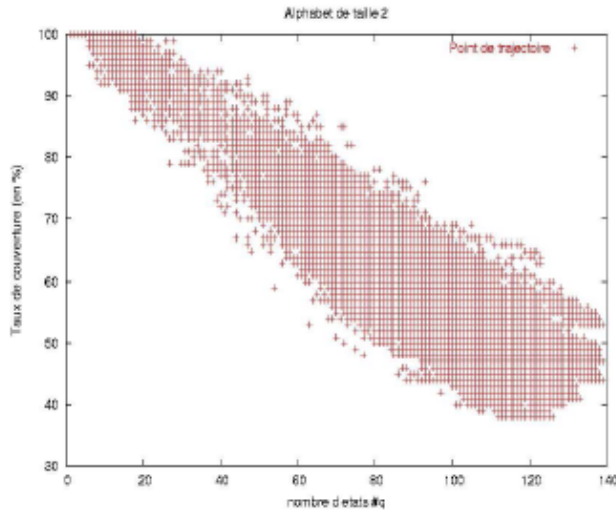
TP & induction

TP & Inférence Gram.

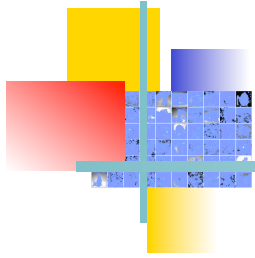
- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

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

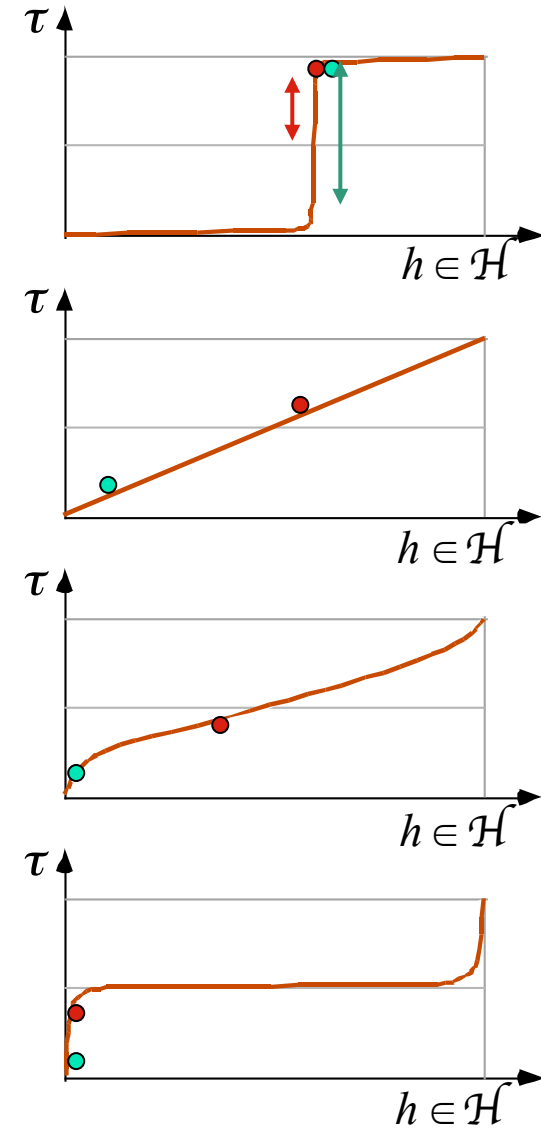
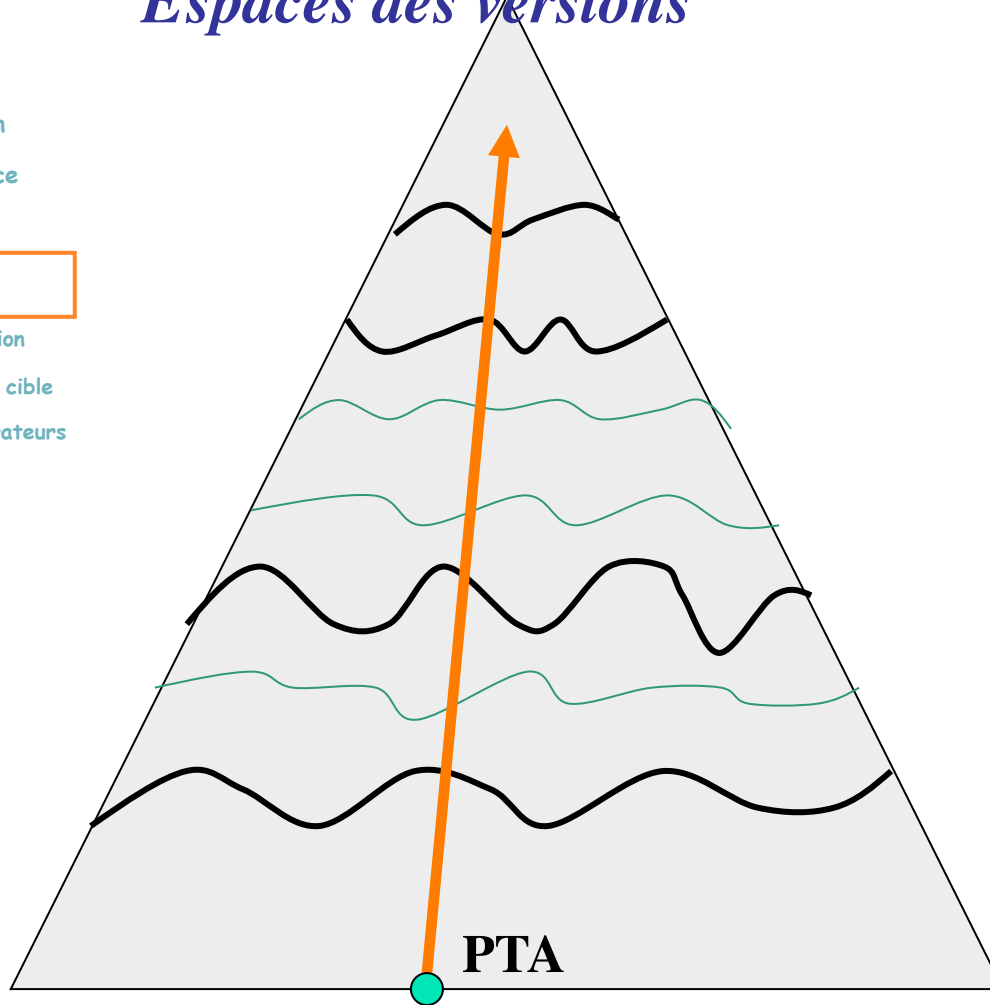
TP & induction

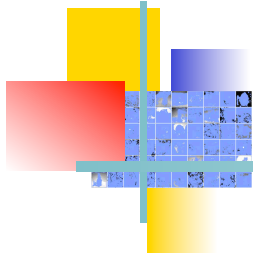
TP & Inférence
Gram.

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

Discussion

Perspectives





Test sur le challenge Abadingo

Introduction

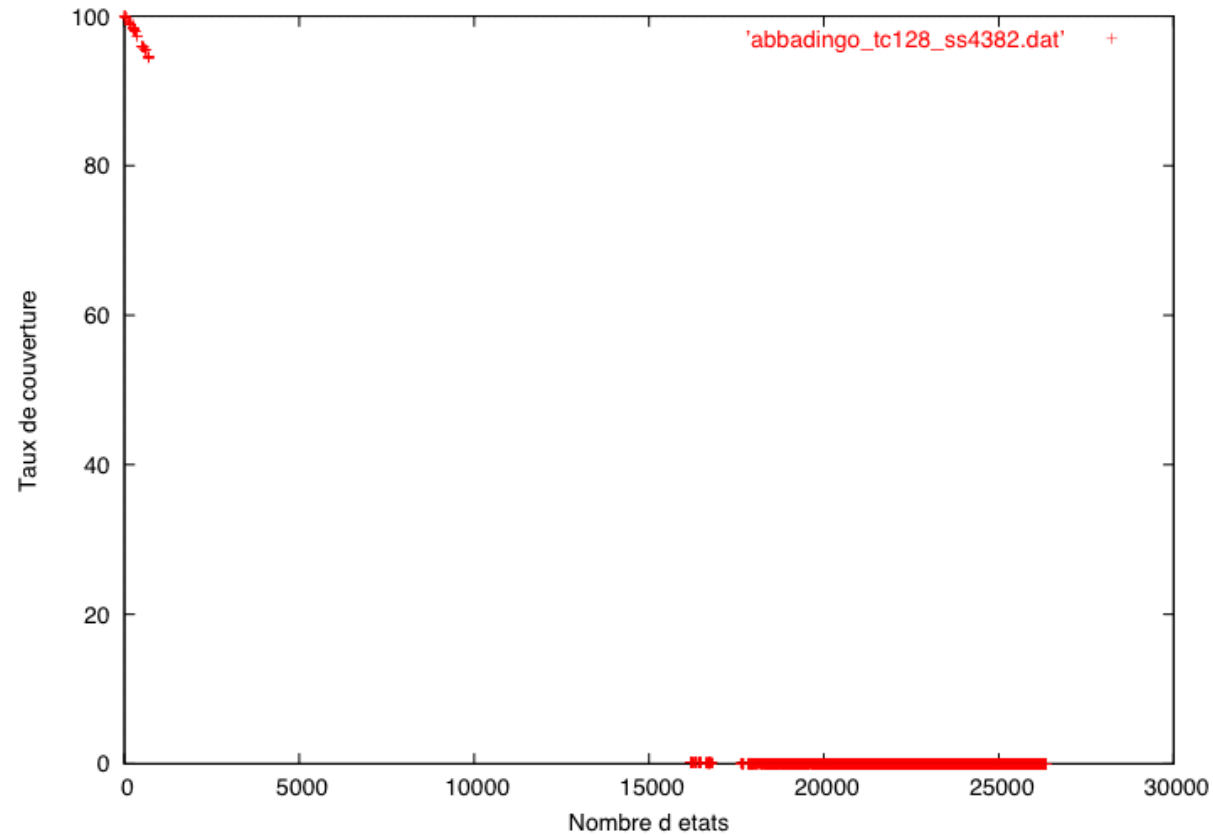
TP & induction

TP & Inférence
Gram.

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

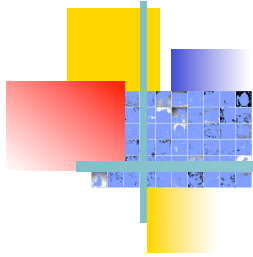
Discussion

Perspectives



$$|\Sigma| = 2$$

DFA cible : 128 états ; 4382 exemples



Test sur le challenge Abadingo

Introduction

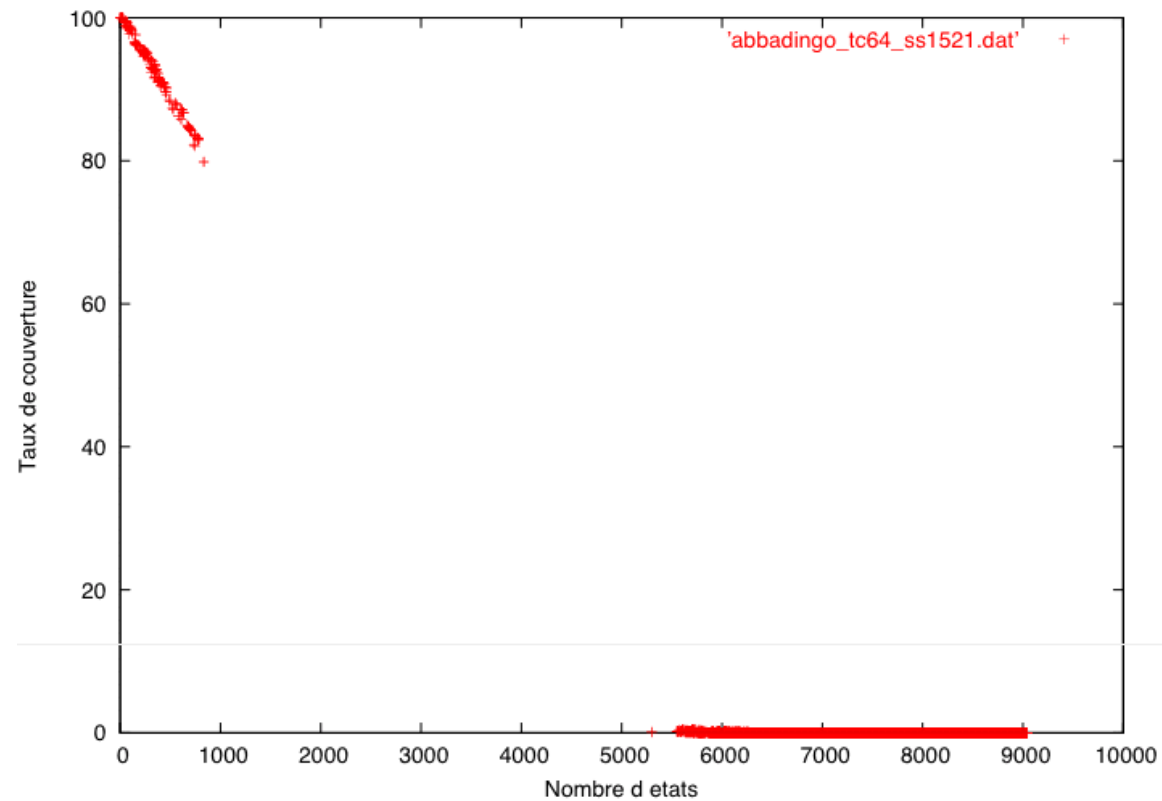
TP & induction

TP & Inférence
Gram.

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

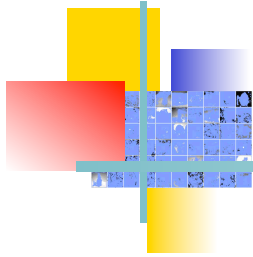
Discussion

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

$$|\Sigma| = 4$$

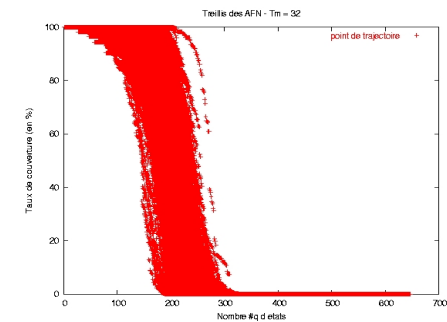
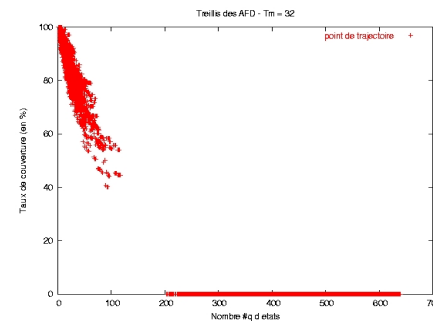
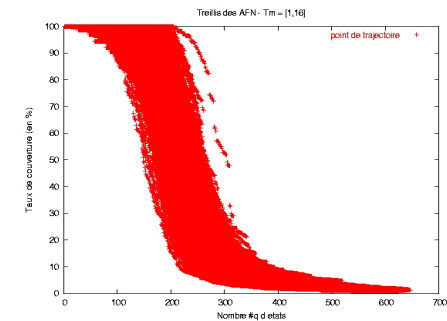
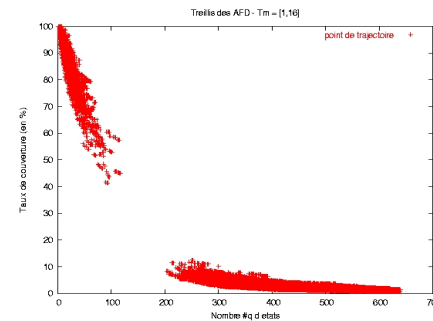
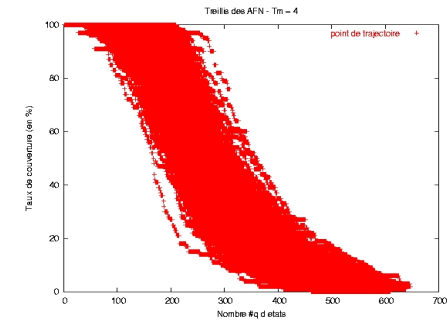
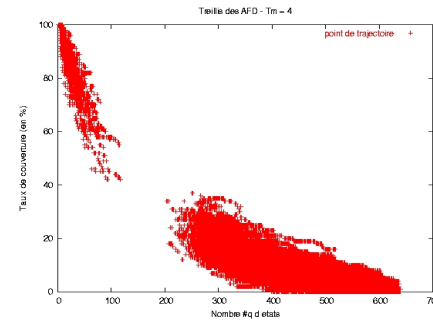
$$T_m \in [1,16]$$

$$|S^+| = 100$$

Test sur 1000

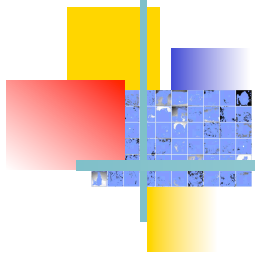
séquences de taille :

4, [1,16] et 32



DFA

NFA



Analyse sur les **NFAs**

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

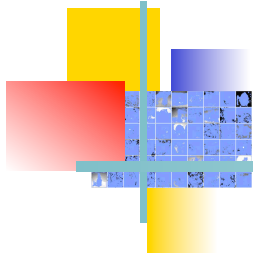
• et concept cible

• 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**

○ Protocole :

- Génération aléatoire de **concepts 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

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

• Sur l' EV

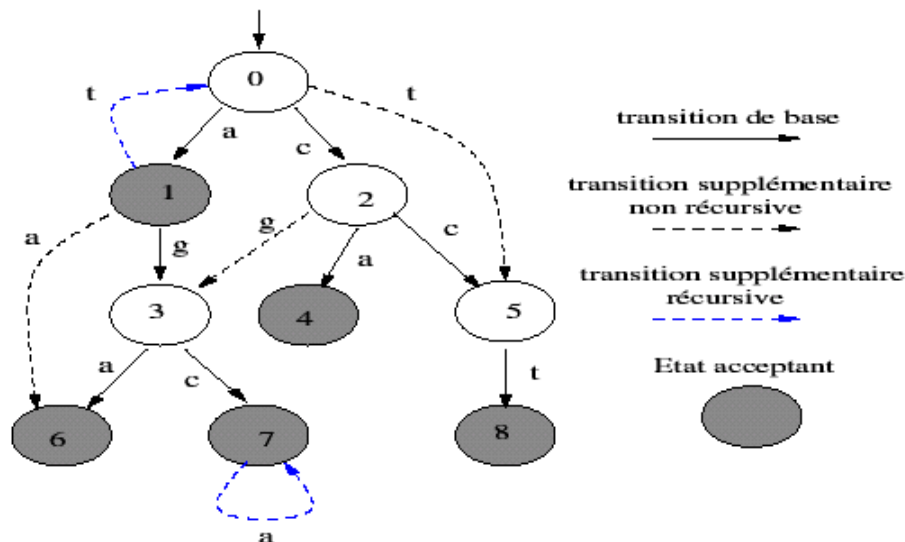
• Cône de
généralisation

• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

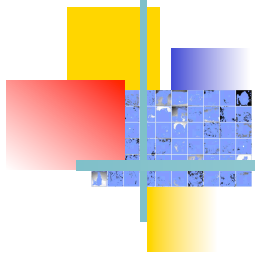


$\Sigma = \{a, t, c, g\}$

$|Q_c| = 9$

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

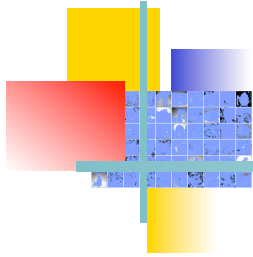
Discussion

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 *RPNl* et de *Red-Blue*



Résultats

Introduction

TP & induction

TP & Inférence
Gram.

• Sur l'EV

• Cône de
généralisation

• et concept cible

• Etude opérateurs

Discussion

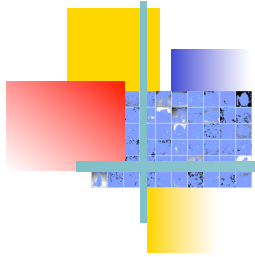
Perspectives

- 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

$$|Q_c| = 100$$

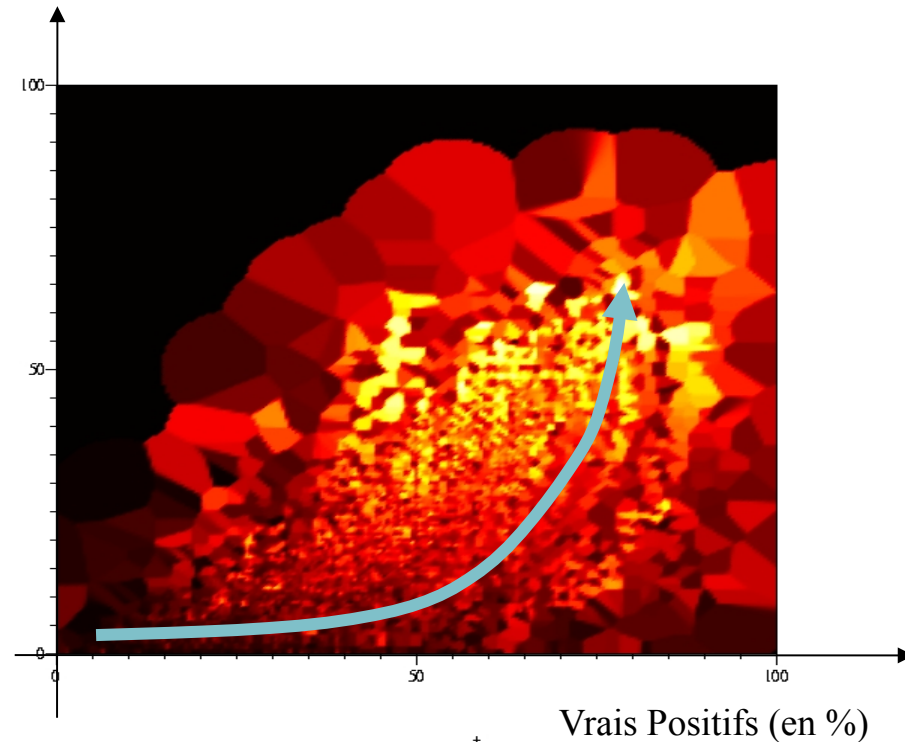
$$Prct = 50\%$$

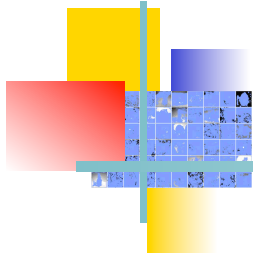
$$densité = 50\%$$

Trajectoire
typique

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

Faux Positifs (en %)





Comparaison RPNI et Red-Blue

Introduction

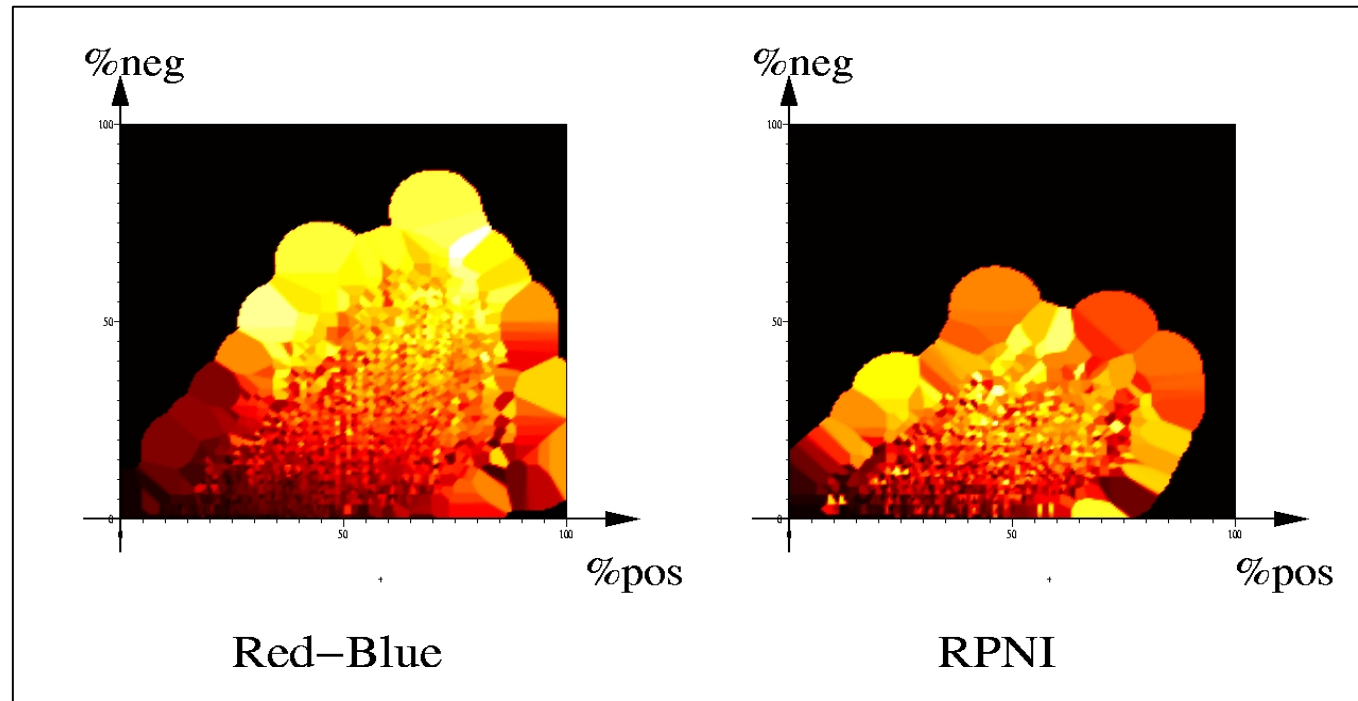
TP & induction

TP & Inférence
Gram.

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

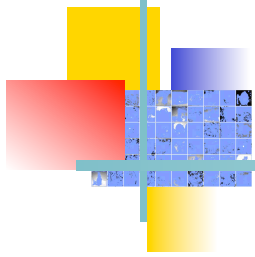
Discussion

Perspectives



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

- ▶ 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.

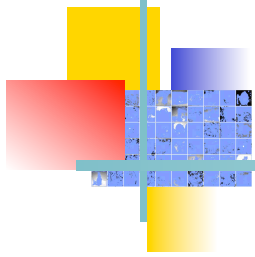
- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

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

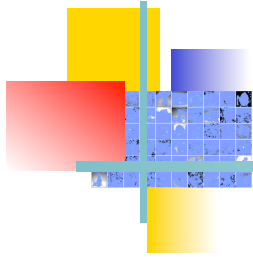
• et concept cible

• 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

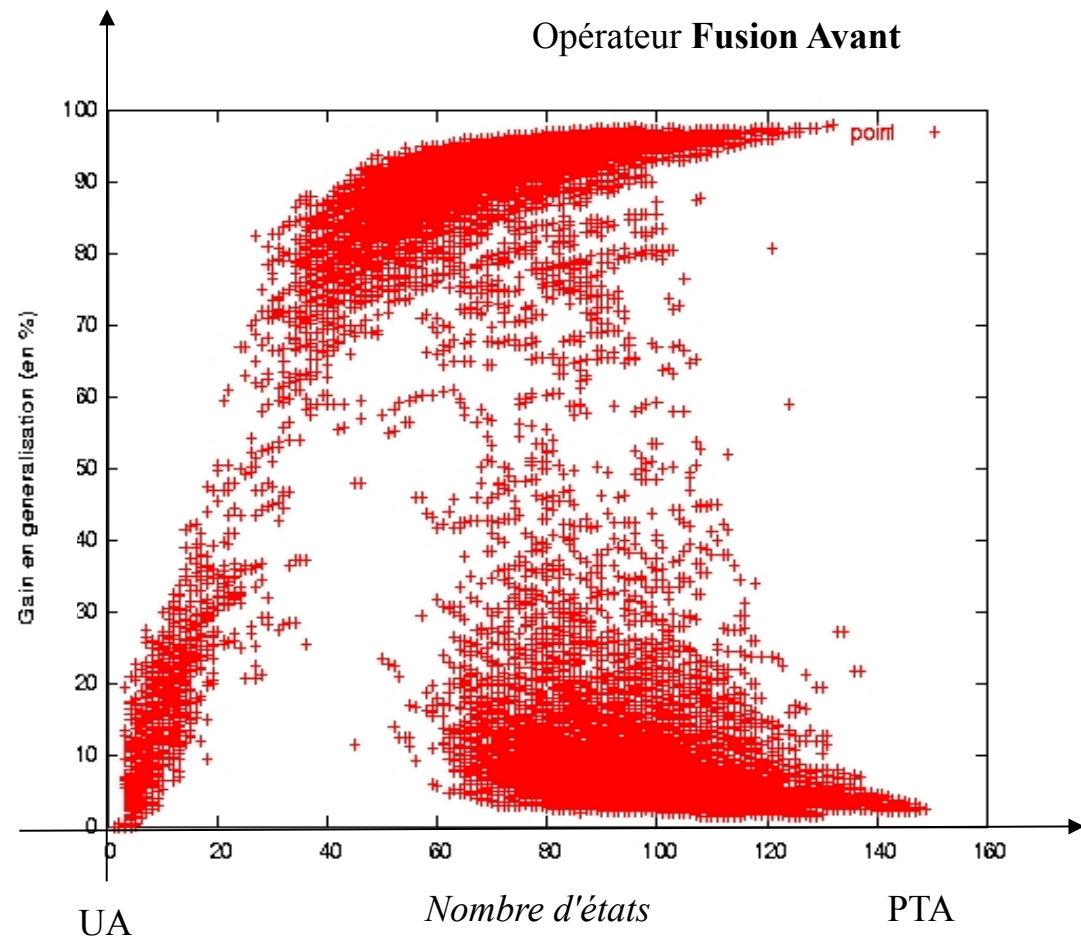
Paramètres :

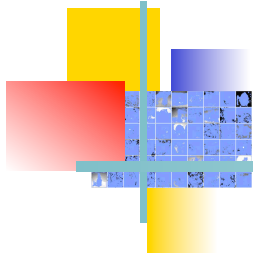
- Un opérateur de fusion
- Un type de treillis

Observée :

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

Gain en généralisation (en %)





Etude d'opérateurs de généralisation

Introduction

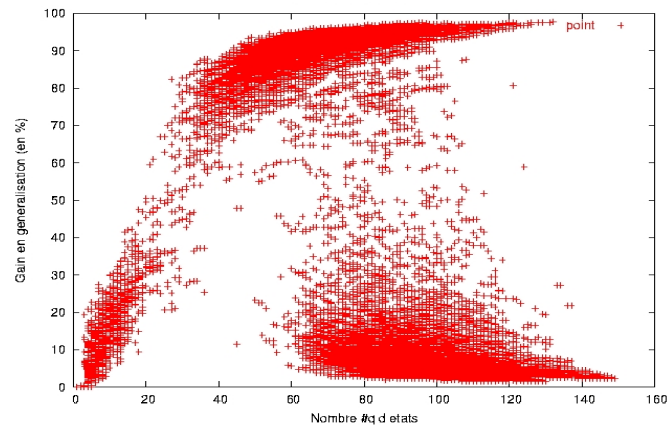
TP & induction

TP & Inférence
Gram.

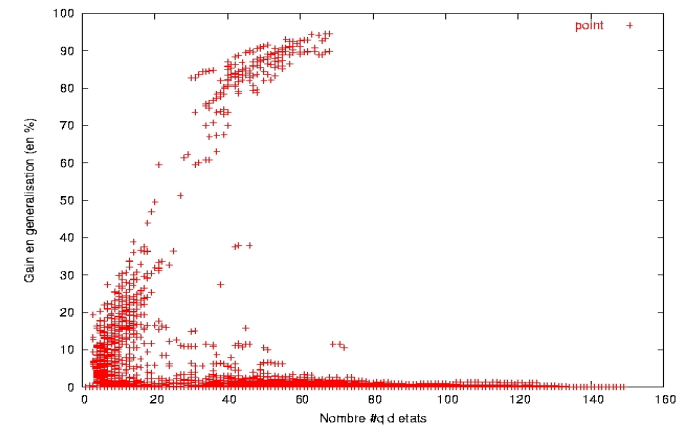
- Sur l'EV
- Cône de généralisation
- et concept cible
- Etude opérateurs

Discussion

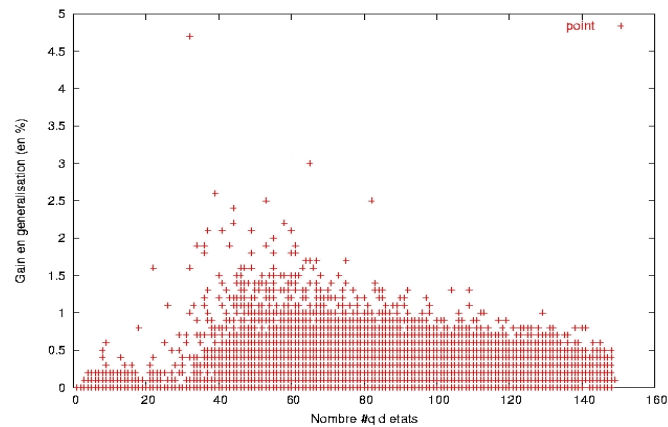
Perspectives



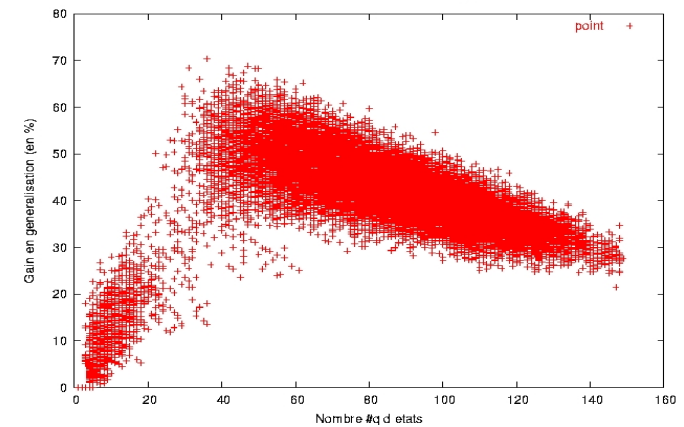
Fusion Random



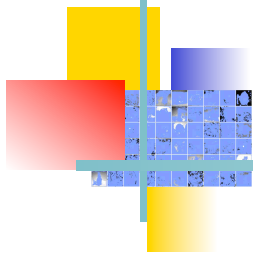
Fusion Premier-Dernier



Ajout d'états acceptants



Ajout de transitions



Tous les opérateurs

Introduction

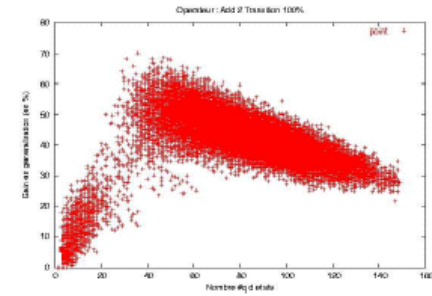
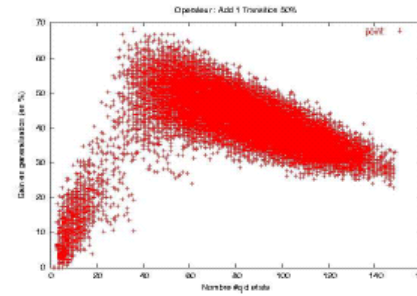
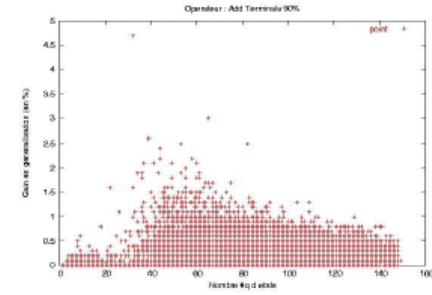
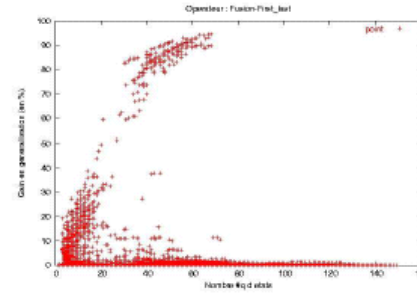
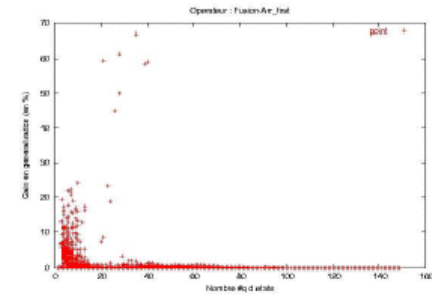
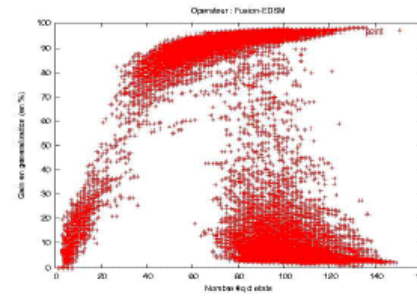
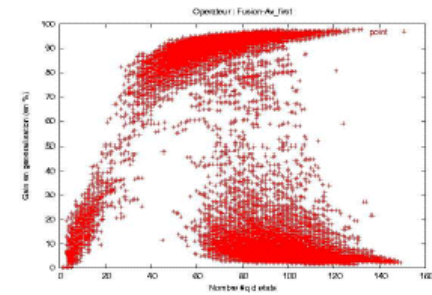
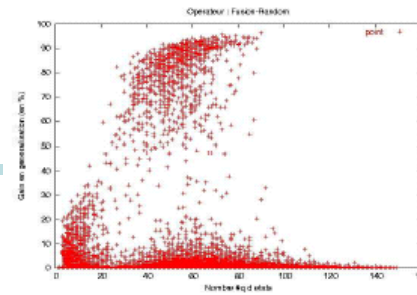
TP & induction

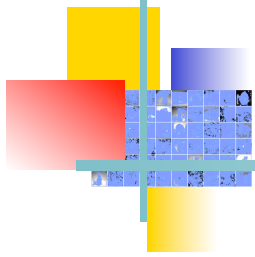
TP & Inférence Gram.

- 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

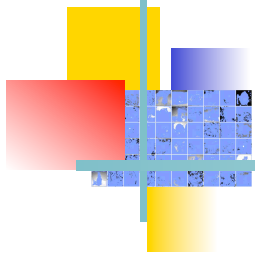
• Etude opérateurs

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

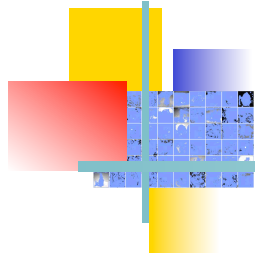
TP & Inférence Gram.

- 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

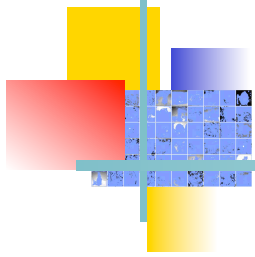
Perspectives



- **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

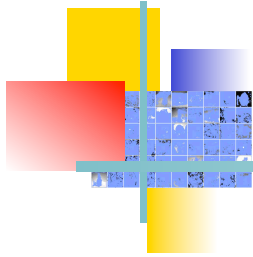
Gram.

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

Discussion

Perspectives

- **Induction comme recherche d'une bonne hypothèse**



Références

Introduction

TP & induction

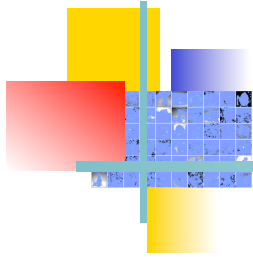
TP & Inférence
Gram.

- 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. Pearlmutter 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

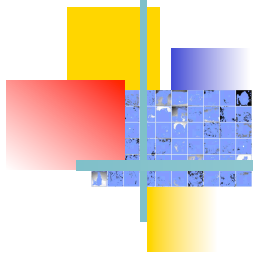
• Etude opérateurs

Discussion

Perspectives

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

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

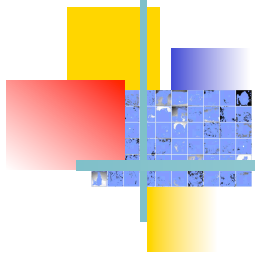
• Etude opérateurs

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) : *Apprentissage 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)