

Impact des modes de comptage dans les méthodes à base de divergences

Wafa Karoui (1,2), Marie-José Huguet (1), Pierre Lopez (1)

(1) LAAS-CNRS, Université de Toulouse

(2) Unité de recherche ROI, Ecole Polytechnique de Tunisie

Plan

- **Motivations**
- **Etat de l'art**
- **Modes de comptage des divergences**
- **Expérimentations**
- **Conclusions et perspectives**

Plan

- **Motivations**
- Etat de l'art
- Modes de comptage des divergences
- Expérimentations
- Conclusions et perspectives

Motivations (1)

- **Résolution des problèmes de satisfaction de contraintes (CSP)**
 - Variables avec domaines discrets
 - Contraintes binaires
 - Recherche d'une solution admissible

- **Méthodes de recherche arborescente**
 - Arrêt à la première solution faisable
 - Exploration complète si problème infaisable

- **Deux grandes familles de méthodes**
 - Méthodes de type « Backtrack »
 - Méthodes basées sur les divergences

Motivations (2)

- **Caractéristiques générales d'une méthode de résolution**
 - **Recherche arborescente**
 - Nœuds ↔ Variables
 - Branches ↔ Instanciations par une valeur
 - **Instanciation progressive des variables** : exploration de l'arborescence
 - Heuristiques d'instanciation
 - Ordre sur les variables
 - Ordre sur les valeurs
 - **Propagation**
 - Restriction de l'espace de recherche
- **Spécificités : gestion des échecs**
 - Echec : infaisabilité d'une instanciation partielle
 - Retours-arrière ou Divergences
- **But**
 - Etude des paramètres spécifiques d'une méthode à divergences

Plan

- Motivations
- **Etat de l'art**
- Modes de comptage des divergences
- Expérimentations
- Conclusions et perspectives

Méthodes de type « Backtrack »

■ Echecs : Retours-arrière

- sur variables déjà instanciées
- Backtrack Chronologique (CB)

■ Variantes :

- MAC : CB + Propagation de type Arc-Consistance
- FC : CB + Propagation de type Forward-Checking

- Retours-arrière intelligents
- Mémorisation/Exploitation des instanciations partielles conduisant à des échecs

Méthodes basées sur les divergences

■ Echecs : Divergences

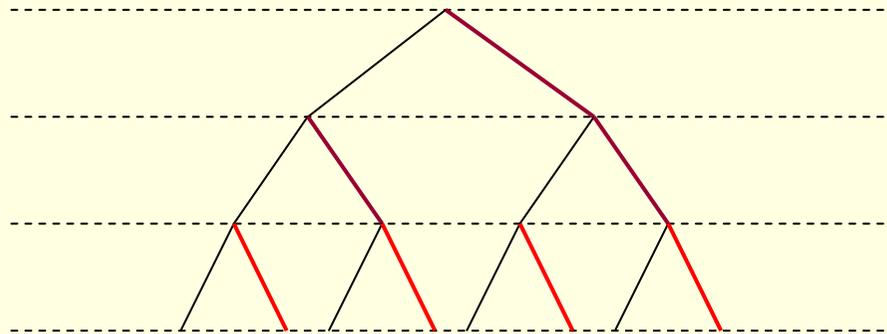
- Nouveau choix de valeur pour les variables
- Problèmes à variables binaires :
 - 1^{er} choix de valeur / heuristique : 0 divergence
 - 2^{ème} choix de valeur / heuristique : 1 divergence
- Pour variables non binaires : plusieurs modes de comptage des divergences :
 - Comptage binaire ou non binaire
- Ordre d'application des divergences
 - De haut vers bas
 - De bas vers haut

■ Variantes :

- LDS (Limited Discrepancy Search), ILDS, DDS, YIELDS,....

Illustration

■ CSP à variables binaire



Nombre divergences	0	1	1	2	1	2	2	3
Ordre d'apparition (LDS)	1	4	3	7	2	6	5	8
Ordre d'apparition (CB)	1	2	3	4	5	6	7	8

Plan

- Motivations
- Etat de l'art
- **Modes de comptage des divergences**
- Expérimentations
- Conclusions et perspectives

Mode de comptage des divergences

- **CSP à variables non binaires**
- **Différents modes de comptage**
 - Binaire
 - 1^{er} choix heuristique = 0 divergence
 - Autres choix = 1 divergence
 - Non-Binaire
 - 1^{er} choix heuristique = 0 divergence
 - 2^{ème} choix heuristique = 1 divergence
 - 3^{ème} choix heuristique = 2 divergence
 - etc
 - Mixte
- **Evaluer l'influence des modes de comptage**

Illustration du comptage binaire

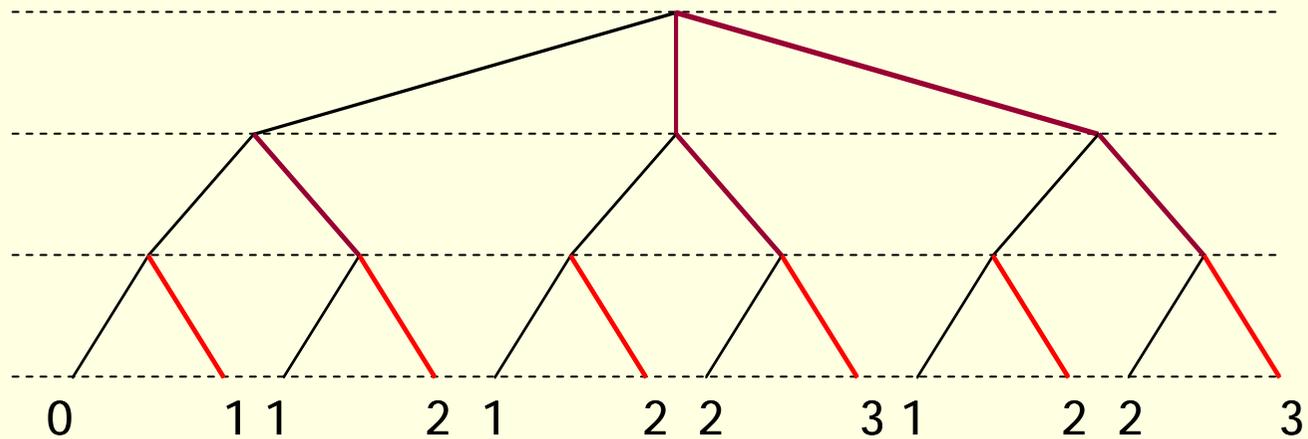


Illustration du comptage non-binaire

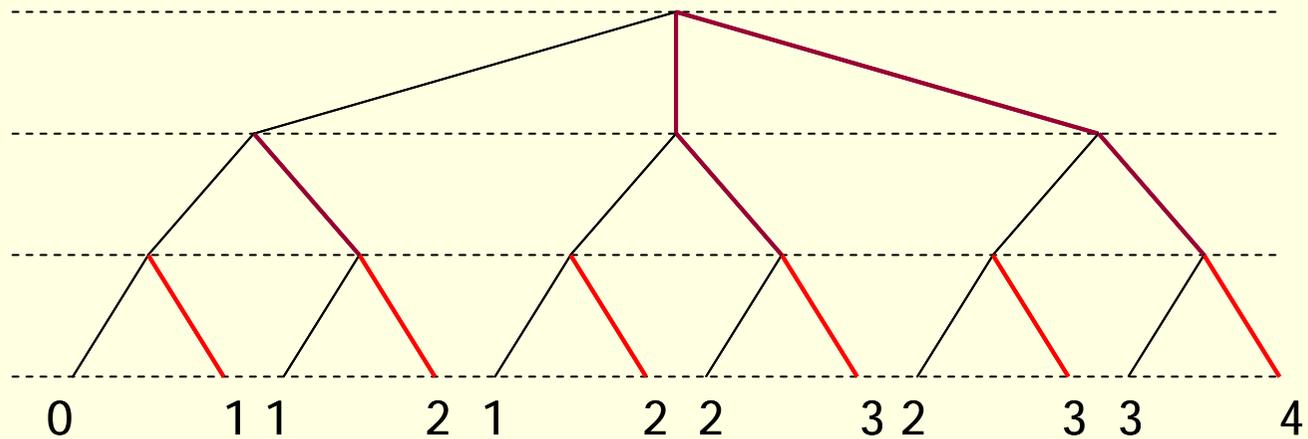
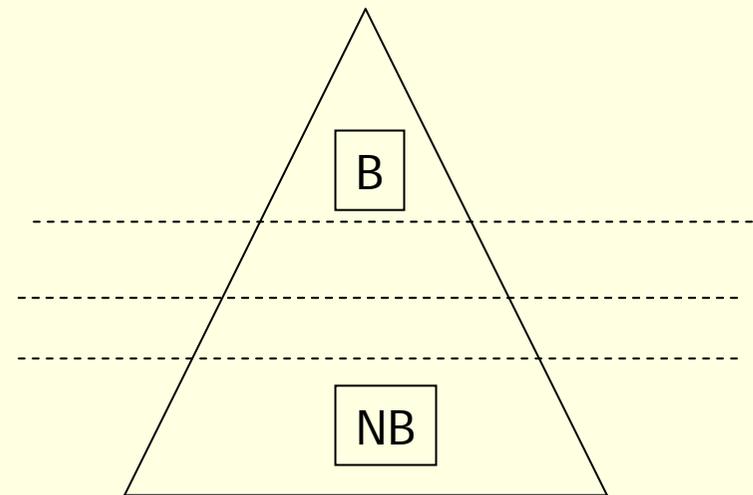
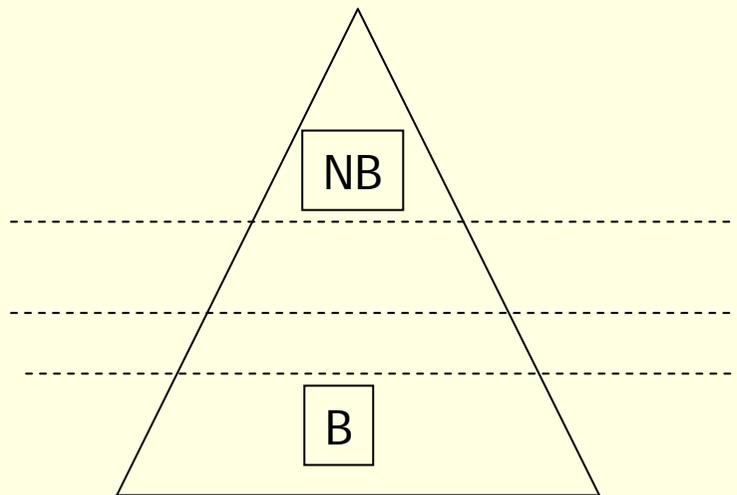


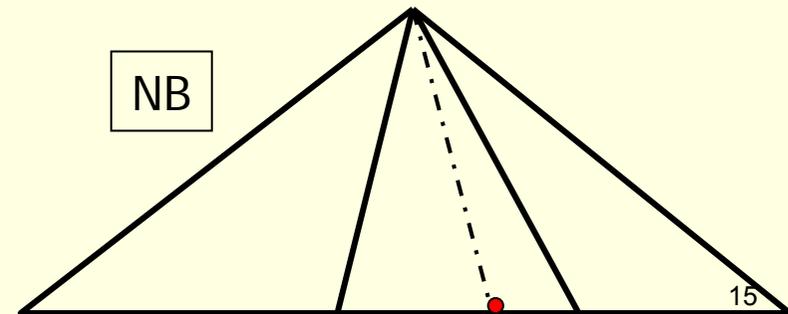
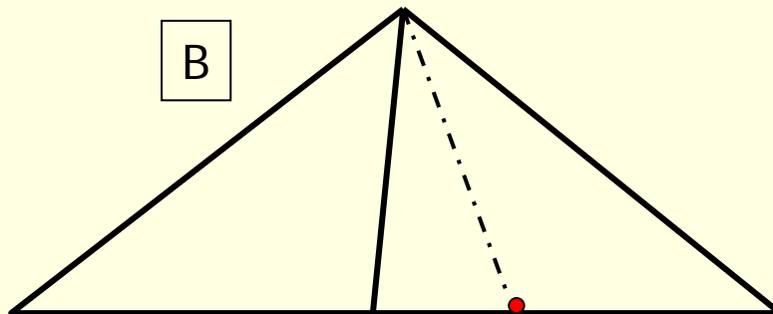
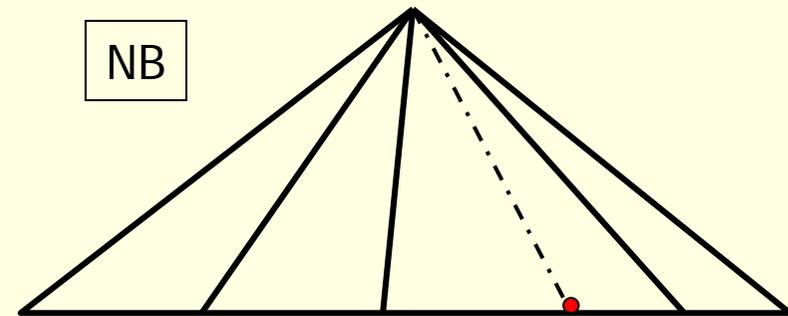
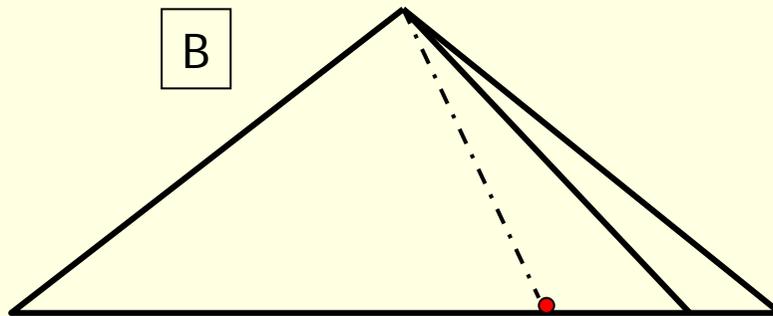
Illustration du comptage mixte

Plusieurs possibilités



Influence du mode de comptage

- Comptage binaire : « forte granularité »
- Comptage non-binaire : « faible granularité »



Plan

- Motivations
- Etat de l'art
- Modes de comptage des divergences
- **Expérimentations**
- Conclusions et perspectives

Problèmes tests

- **Car sequencing**

- CSP Lib
- 70 Instances faisables uniquement

- **CSP aléatoires**

- Générateur littérature modèle B
- Instances faisables et infaisables

Méthodes testées

■ Famille LDS :

- ILDS
- YIELDS
 - LDS
 - Heuristique (sur les variables et les valeurs) pondérée par les échecs
 - limitation du nombre de divergences si infaisabilité
- Application des divergences du bas vers le haut

■ Famille Backtrack :

- CB
- MAC + heuristique pondérée par les échecs (sur les contraintes)

Expérimentations - car sequencing (1)

- **CB**
- **ILDS et YIELDS**
 - Binaire
 - Non Binaire

- **Même propagation**

- **Time-Out : 200 secondes**

- **Comparaison**
 - Pourcentage problèmes résolus
 - Temps CPU
 - Nombre de nœuds développés

Résultats – car sequencing (1)

<u>Time out</u> <u>200s</u>	Comptage Binaire			Comptage Non-Binaire	
	CB	ILDS	YIELDS	ILDS	YIELDS
H. variable	Lexico	Lexico	Lexico pondéré	Lexico	Lexico pondéré
H. Valeur	Max Option				
% Pbs résolus	52,8%	58,5%	84,2%	54,2%	92,9%
CPU (s)	12,54	9,85	10,42	6,81	9,61
Nb nœuds	1 995 906,51	360 439,34	53 945,42	295 319,83	314 350,20

Résultats – car sequencing (1)

- **Méthode YIELDS binaire et non binaire**
 - De loin la plus performante
- **Passage binaire → non binaire**
 - Amélioration pour YIELDS
 - Dégradation pour ILDS
- **Variation du Time-Out (600s)**
 - YIELDS – Non binaire : 95,71% pbs résolus
 - YIELDS – Binaire : 88,5 % pbs résolus

Expérimentations - car sequencing (2)

- **Méthode testée : YIELDS**

- **Comptage mixte**
 - Binaire puis Non-binaire
 - Ou
 - Non-Binaire puis Binaire

 - Profondeur :
 - 1/5
 - 1/3
 - 2/3

- **Time-Out 200 et 600s**

Résultats – car sequencing (2)

YIELDS Comptage mixte : pourcentage de problème résolus

%	NB-B (200)	NB-B (600)	B-NB (200)	B-NB (600)
1/5	68.57	74.28	78.57	82.85
1/3	85.71	88.57	81.43	85.71
2/3	74.29	74.29	87.14	87.14

Résultats – car sequencing (2)

■ Performances comptage mixte

- Dépend de la profondeur de changement de mode de comptage
- Inférieure au comptage non-binaire
- Très proche du comptage binaire

Expérimentations – CSP aléatoires (1)

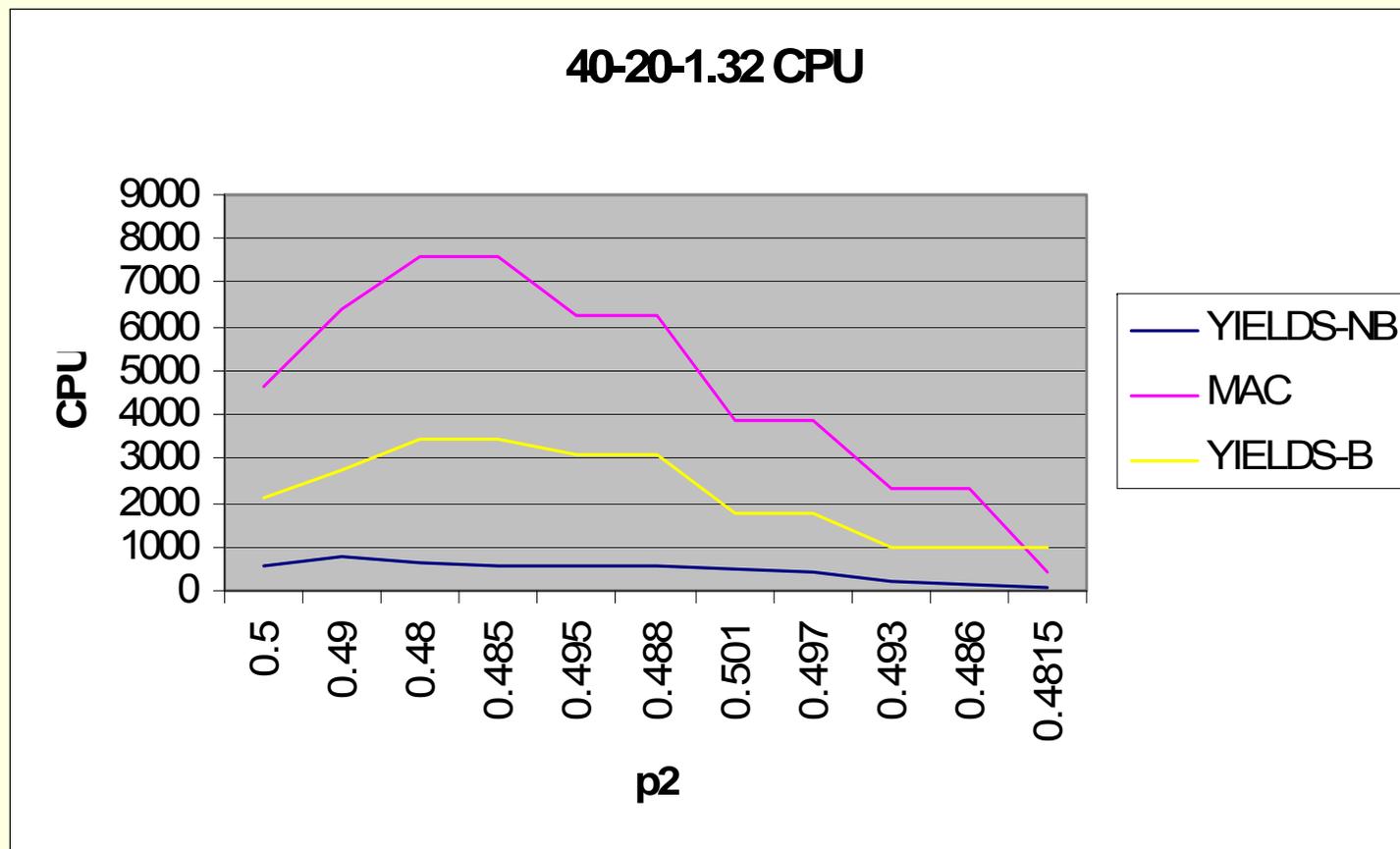
- **Caractéristiques CSP :**
 - 40 variables - Domaines de 20 valeurs
 - Densité (p1) : forte
 - Dureté (p2) : différentes valeurs
 - Pour chaque valeur de p2:
 - 100 instances faisables et infaisables

- **Méthodes**
 - MAC + Heuristique pondérée (MAC-wdeg)
 - YIELDS - Propagation AC
 - Binaire
 - Non-Binaire

- **Comparaison**
 - Temps CPU et Nombre de nœuds

Résultats – CSP aléatoires (1)

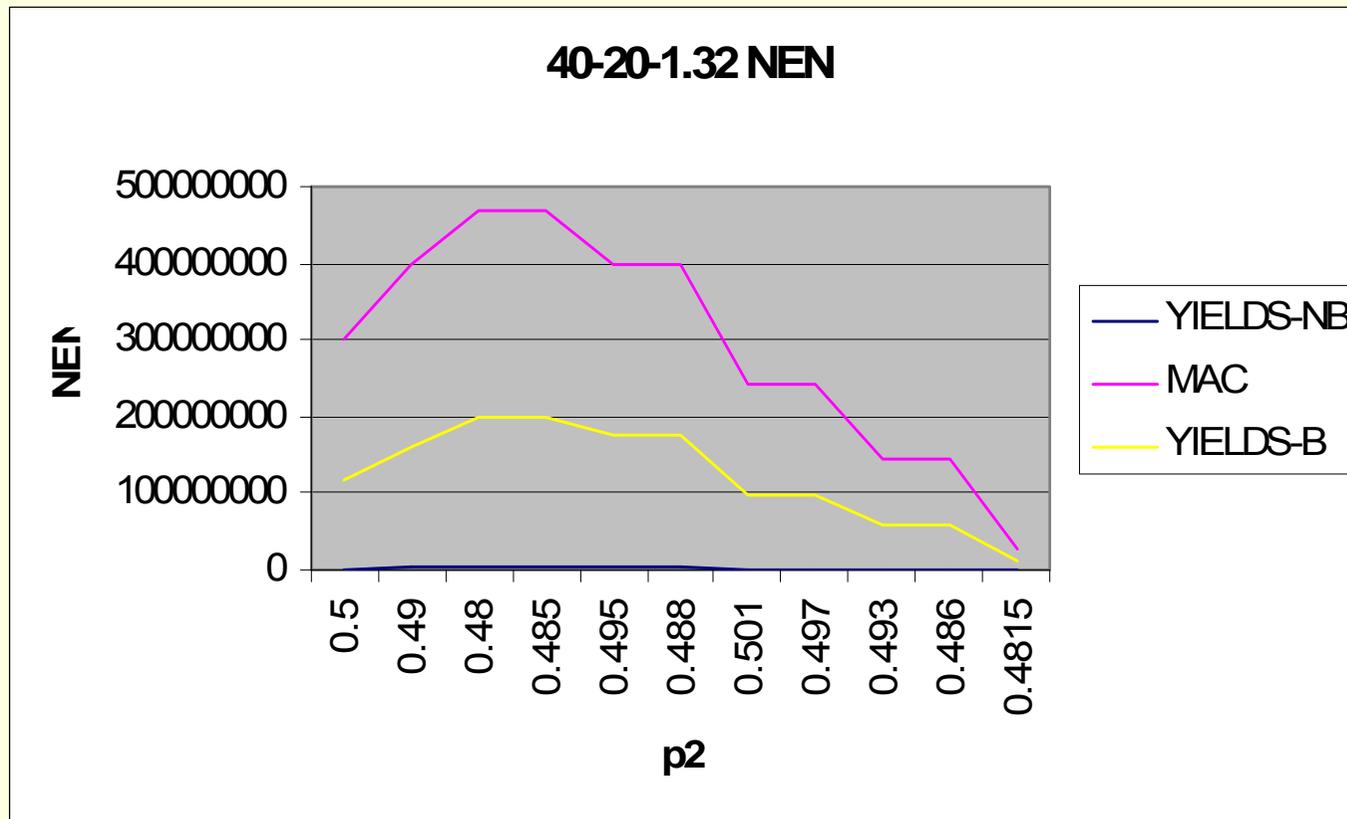
en termes de temps CPU (s)



➔ Performances YIELDS Non-Binaire

Résultats – CSP aléatoires (1)

en termes de nombre de nœuds



➔ Performances YIELDS Non-Binaire

Expérimentations – CSP aléatoires (2)

- **Méthode testée : YIELDS**

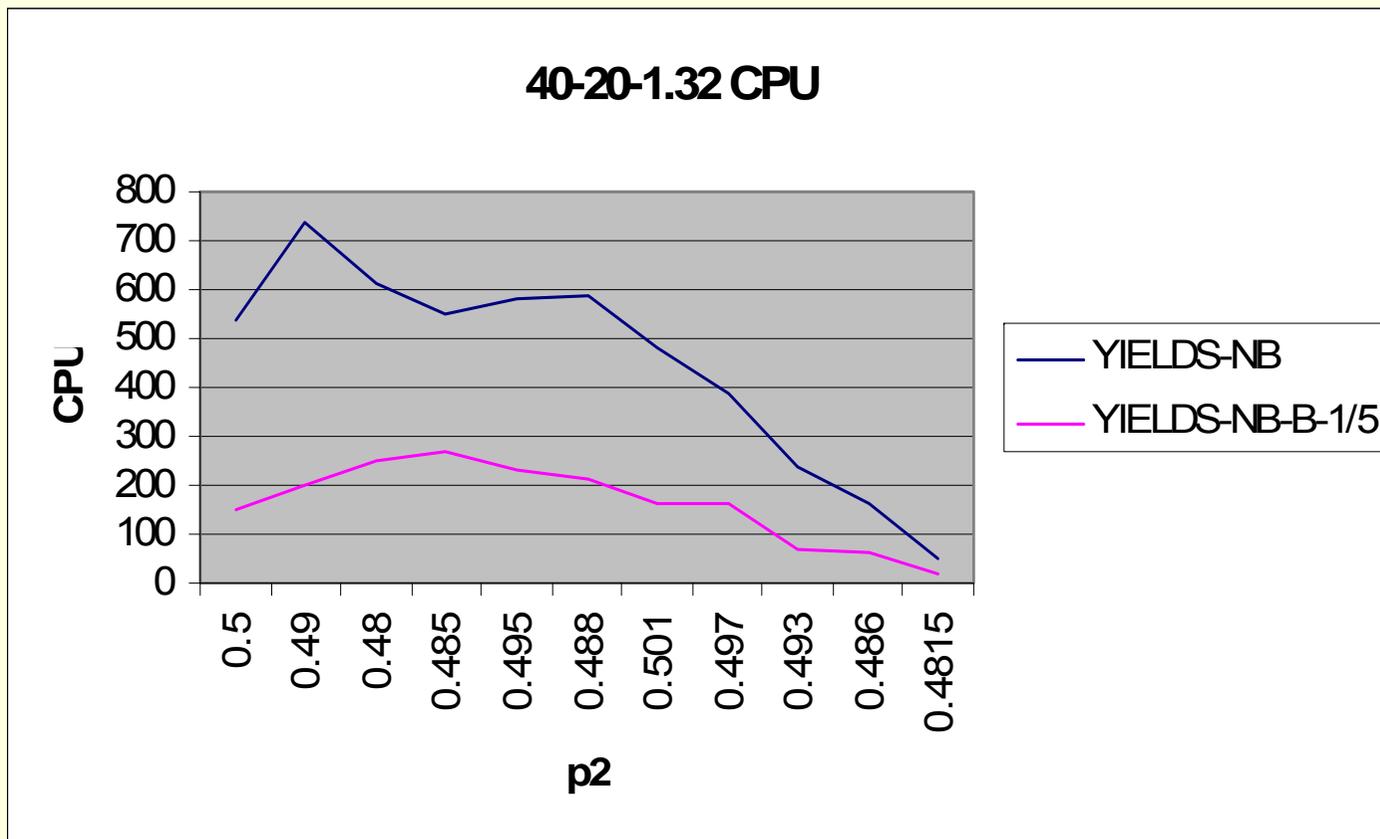
- **Comptage mixte**
 - Binaire puis Non-binaire
 - Ou
 - Non-Binaire puis Binaire

 - Profondeur : 1/5

- **Comparaison avec YIELDS Non-Binaire**
 - Temps CPU et Nombre de nœuds

Résultats – CSP aléatoires (2)

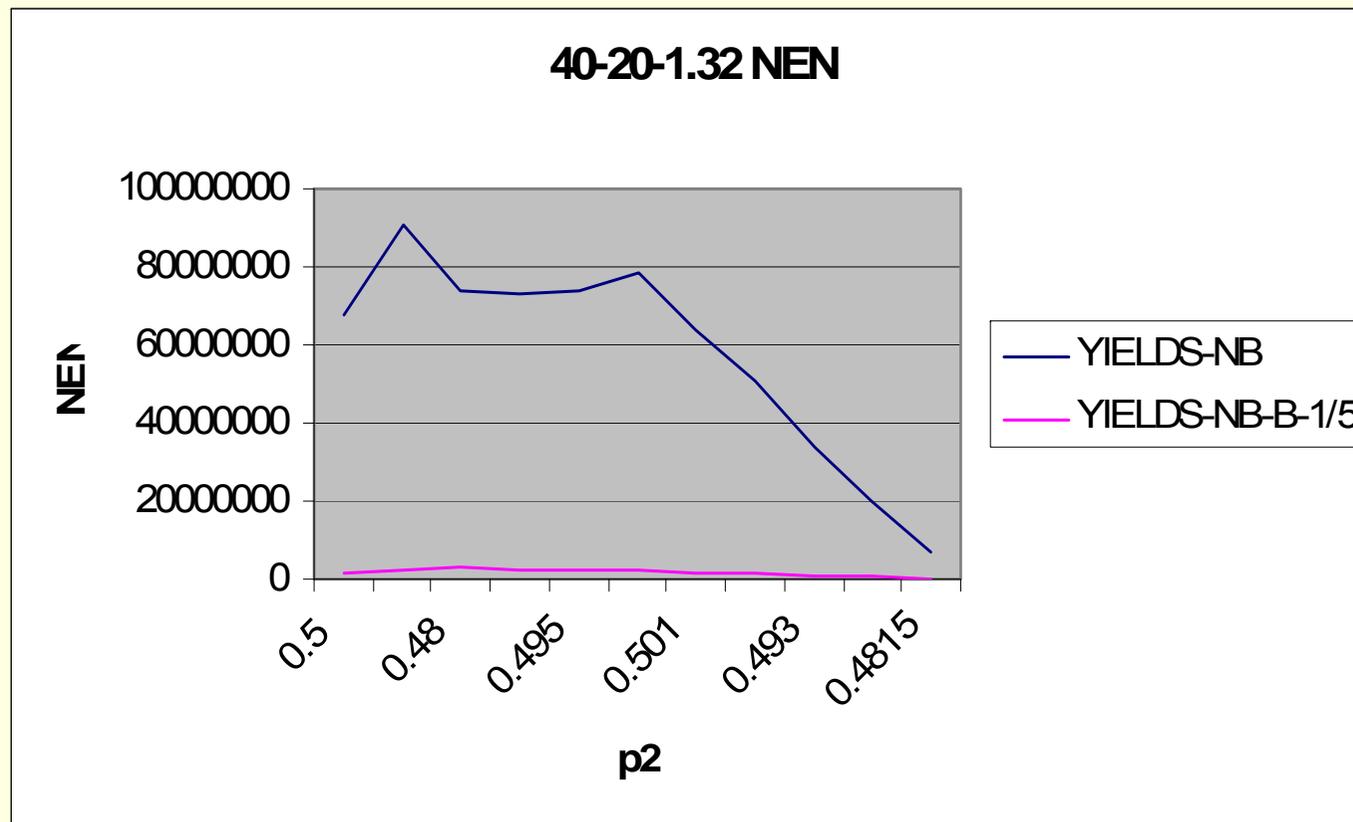
Comparaison YIELDS-NB / YIELDS-(NB-B)-1/5 en termes de temps CPU



➔ Performances YIELDS Non Binaire-Binaire Profondeur 1/5

Résultats – CSP aléatoires (2)

Comparaison YIELDS-NB / YIELDS-(NB-B)-1/5 en termes de nombre de nœuds



→ Performances YIELDS Non Binaire-Binaire Profondeur 1/5

Bilan des expérimentations

- **Résultats en faveur du comptage non-binaire**
 - Problèmes de car sequencing
 - Problèmes aléatoires

- **Le comptage mixte peut se révéler meilleur**
 - Problèmes aléatoires (profondeur 1/5, NB-B)

- **Mode de comptage**
 - Influence fortement les résultats
 - Pas de résultat générique

Plan

- Motivations
- Etat de l'art
- Modes de comptage des divergences
- Expérimentations
- **Conclusions et perspectives**

Conclusion (1)

- **Résolution de CSP**
 - Méthodes à divergences
 - Influence du mode de comptage des divergences

- **Sur les problèmes testés :**
 - Performances des méthodes à divergences, et en particuliers YIELDS
 - Performance du comptage Non-Binaire

Conclusion (2)

■ Sur d'autres problèmes (Gacias 2008)

- Optimisation : Ordonnancement à machines parallèles avec temps de set-up
- Variante de LDS (CDS)
- Performance du comptage Binaire

■ Comptage mixte :

- Pour les CSP aléatoires : comptage Non-Binaire puis Binaire et profondeur 1/5 le plus performant
- Moins performant pour le car-sequencing

Perspectives

- **Comptage mixte :**
 - Poursuivre les expérimentations
 - Comment changer de mode de comptage ?
 - Profondeur fixée
 - Par variables
 - Par zone
 - Etc ...

- **Compléter l'étude expérimentale avec d'autres paramètres d'une méthode à divergences**
 - Heuristiques d'instanciation
 - Propagation
 - Ordre d'application des divergences

Impact des modes de comptage sur les méthodes à base de divergences

Wafa Karoui (1,2), Marie-José Huguet (1), Pierre Lopez (1)

(1) LAAS-CNRS, Université de Toulouse

(2) Unité de recherche ROI ; Ecole Polytechnique de Tunisie