

# Parallel Discrepancy-based Search: une stratégie de recherche efficace pour superordinateurs massivement parallèles

## Objectif

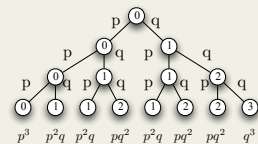
Modifier la stratégie de recherche Limited Discrepancy Search (LDS) afin d'utiliser un très grand nombre de processeurs durant son exécution tout en ayant les propriétés suivantes:

- **Préservation de la stratégie de recherche:** nous souhaitons que les solutions potentiels de l'espace de recherche soient visitées dans le même ordre que l'algorithme centralisé
- **Équilibre de la charge de travail:** nous voulons que la quantité de travail assignée à chaque processeur soit uniformément répartie.
- **Robustesse:** il doit être possible d'identifier les parties de l'espace de recherche qui doivent être réassignées à un autre processeur en cas de panne.
- **Minimisation des communications:** la communication devrait être limitée à la diffusion d'une solution.

Les propriétés de PLDS en font un algorithme qui peut être déployé sur des superordinateurs massivement parallèles comprenant plusieurs milliers de processeurs, tel que Colosse de l'Université Laval.

## Limited Discrepancy Search (LDS)

L'espace de recherche d'un problème peut être représenté par un arbre où chaque nœud correspond à une affectation partielle des variables. La racine est une affectation vide et les feuilles sont des assignations complètes (aussi appelées solutions).



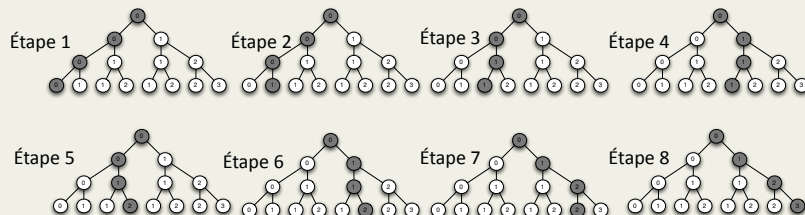
Un arbre binaire indiquant le nombre de déviations de chaque nœud et la probabilité associée à chaque feuille.

La stratégie de recherche LDS, définie par Harvey et Ginsberg puis améliorée par Korf, suit une heuristique de choix de valeur. Une heuristique de choix de valeur est une fonction qui ordonne les enfants d'un nœud du plus probable de mener à une solution au moins probable. Lorsque représenté graphiquement, l'enfant de gauche est le plus probable de mener à une solution.

Une heuristique donne une probabilité  $p$  qu'une solution soit dans le sous-arbre gauche et une probabilité  $q$  qu'une solution soit dans le sous-arbre droit.

Une déviation est une déviation du premier choix de l'heuristique. Nous disons que le premier choix de l'heuristique n'a aucune déviation, le deuxième choix a une déviation, et ainsi de suite.

La qualité attendue d'une feuille décroît à mesure que le nombre de déviations augmente. Pour cette raison, LDS visite les feuilles avec le moins de déviations en premier.



## Parallel Discrepancy-based Search (PDS)

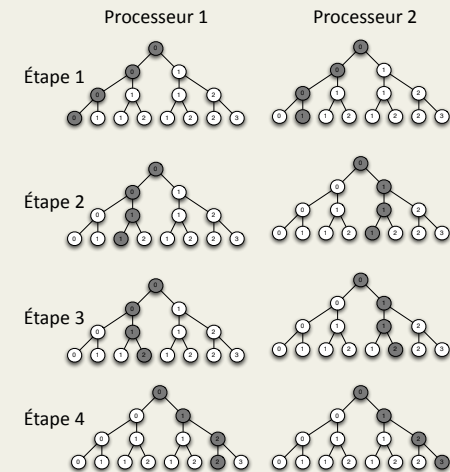
Chaque feuille de l'arbre de recherche est assignée à un seul processeur.

Chaque processeur a un identifiant unique et connaît le nombre total de processeurs. Cela permet de remplacer un processeur précis en cas de bari (robustesse).

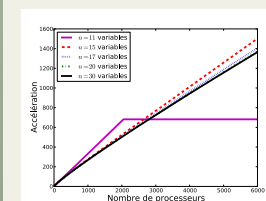
Durant la recherche, chaque processeur peut tester s'il existe une feuille lui étant assignée sous lui. Le processeur peut ainsi choisir d'aller plus profondément dans l'arbre ou de revenir sur ses pas pour continuer la recherche ailleurs.

Cette implémentation permet un **équilibre naturel de la charge de travail**: il existe une borne théorique sur les changements de la charge de travail entre les processeurs lorsqu'une partie de l'arbre est retiré.

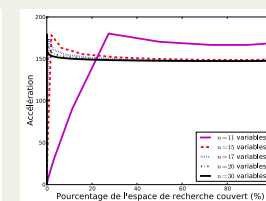
De plus, **aucune communication** n'existe entre les processeurs durant la recherche.



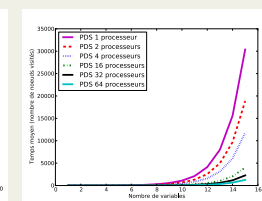
## Analyse



Accélération en fonction du nombre de processeurs utilisés.



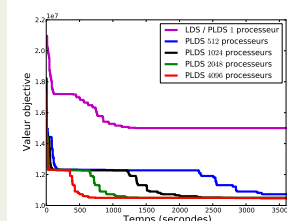
Accélération en fonction de l'espace de recherche couvert.



Temps moyen pour obtenir une solution en fonction du nombre de variables.

## Application à l'industrie du bois

Nous avons appliqué cet algorithme à des problèmes industriels de rabotage du bois grâce à des jeux de données provenant de compagnies forestières québécoises. Une excellente heuristique est connue pour ce problème. Notre approche nous a permis d'obtenir des solutions **plus rapidement et de meilleures qualités** que les meilleures connues jusqu'à maintenant.



Thierry Moisan, M.Sc.,  
PhD Candidate, Université Laval  
Directeur: Claude-Guy Quimper, professeur, Université Laval  
Co-directeur: Jonathan Gaudreault, professeur, Université Laval

Téléchargez l'article complet:



FORAC  
FOREST TO CUSTOMER

UNIVERSITÉ  
LAVAL

NSERC  
CRSNG