

*Résolution du problème d'équilibrage des
diplômes grâce à l'hybridation d'algorithmes
génétiques et de propagation de contraintes*

JFPC 2005, Lens

Tony Lambert Carlos Castro Éric Monfroy
María Cristina Riff Frédéric Saubion

LERIA, Université d'Angers, France
LINA, Université de Nantes, France
et Universidad Santa María, Valparaíso, Chile

9 juin 2005

PLAN	HYBRIDATION	PROPAGATION DE CONTRAINTES	ALGORITHMES GÉNÉTIQUES	MODÈLE HYBRIDE	RÉSULTATS	CONCLUSION
○	○	○○	○○	○○○	○	○
○		○○○	○○○	○○	○○○	○
		○○		○○		
		○○○		○○○		

Plan

- Hybridation ;
- Propagation de Contraintes ;
- Algorithmes Génétiques ;
- Modèle Hybride ;
- BACP ;
- Résultats ;
- Conclusion.

Hybridation pour les CSP

- Méthodes complètes (propagation + découpage) :
 - exploration complète de l'espace de recherche ;
 - détectent si le problème n'a pas de solution ;
 - généralement lentes pour des problèmes combinatoires difficiles ;
 - optimum global.

Hybridation pour les CSP

- Méthodes complètes (propagation + découpage) :
 - exploration complète de l'espace de recherche ;
 - détectent si le problème n'a pas de solution ;
 - généralement lentes pour des problèmes combinatoires difficiles ;
 - optimum global.
- Méthodes incomplètes (algorithmes génétiques) :
 - se concentrent sur des parties "prometteuses" de l'espace de recherche ;
 - ne donnent pas de réponse face aux problèmes insatisfiables ;
 - aucune garantie d'optimum global ;
 - "rapides" pour trouver de "bonnes" solutions.

PLAN	HYBRIDATION	PROPAGATION DE CONTRAINTES	ALGORITHMES GÉNÉTIQUES	MODÈLE HYBRIDE	RÉSULTATS	CONCLUSION
	○ ●	○○ ○○○ ○○ ○○○	○○ ○○○	○○○ ○○ ○○ ○○○	○ ○○○	○ ○

Hybridation : obtenir le meilleur des deux méthodes

- Généralement :
 - systèmes Ad-hoc ;
 - approches maître-esclave ;
 - coopération gros-grains.

PLAN	HYBRIDATION	PROPAGATION DE CONTRAINTES	ALGORITHMES GÉNÉTIQUES	MODÈLE HYBRIDE	RÉSULTATS	CONCLUSION
	○ ●	○○ ○○○ ○○ ○○○	○○ ○○○	○○○ ○○ ○○ ○○○	○ ○○○	○ ○

Hybridation : obtenir le meilleur des deux méthodes

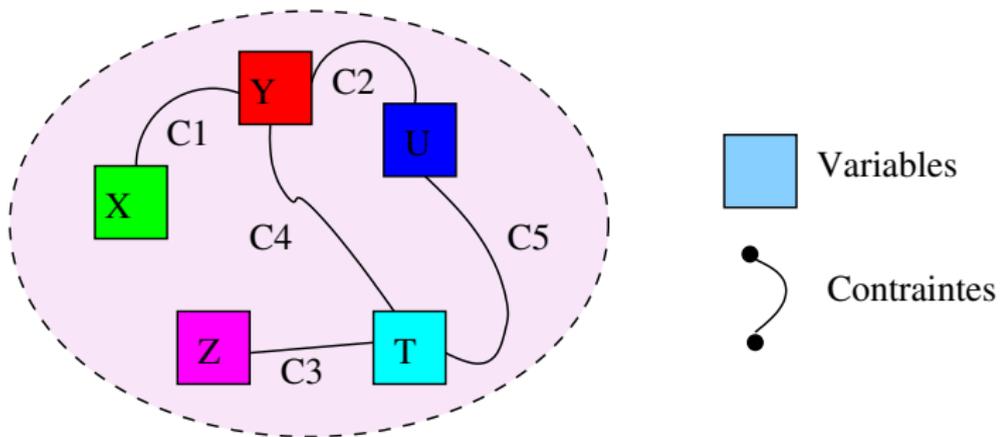
- Généralement :
 - systèmes Ad-hoc ;
 - approches maître-esclave ;
 - coopération gros-grains.
- Idée :
 - contrôle fin ;
 - plus de stratégies.

PLAN	HYBRIDATION	PROPAGATION DE CONTRAINTES	ALGORITHMES GÉNÉTIQUES	MODÈLE HYBRIDE	RÉSULTATS	CONCLUSION
	○ ●	○○ ○○○ ○○ ○○○	○○ ○○○	○○○ ○○ ○○ ○○○	○ ○○○	○ ○

Hybridation : obtenir le meilleur des deux méthodes

- Généralement :
 - systèmes Ad-hoc ;
 - approches maître-esclave ;
 - coopération gros-grains.
- Idée :
 - contrôle fin ;
 - plus de stratégies.
- Technique :
 - Décomposer les solveurs en fonctions de bases ;
 - Adapter les itérations chaotiques pour la résolution hybride.

CSP (Constraint Satisfaction Problem)



Modélisation des problèmes en CSP (X, D, C)

Variables (X)

Ensemble des domaines des variables(D)

$$D_x = \{a; b; c; \dots\}$$

$$D_y = \{a; b; c; \dots\}$$

$$D_z = \{a; b; c; \dots\}$$

...

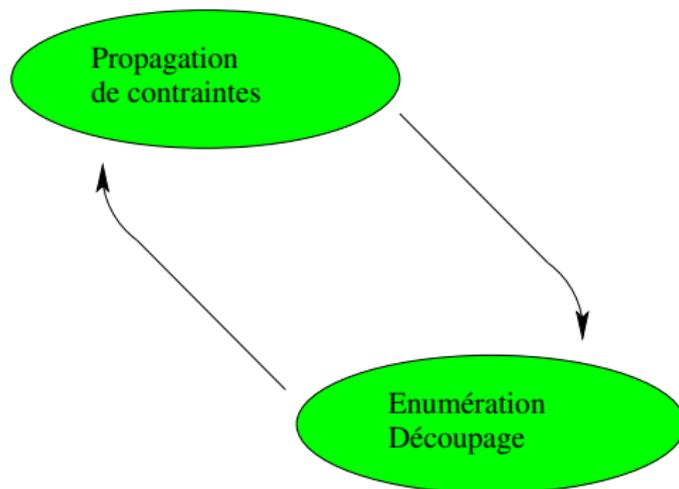
Ensemble des contraintes (C)

$$C_1 : X \leq Y * 3$$

$$C_2 : Z \neq X - Y$$

...

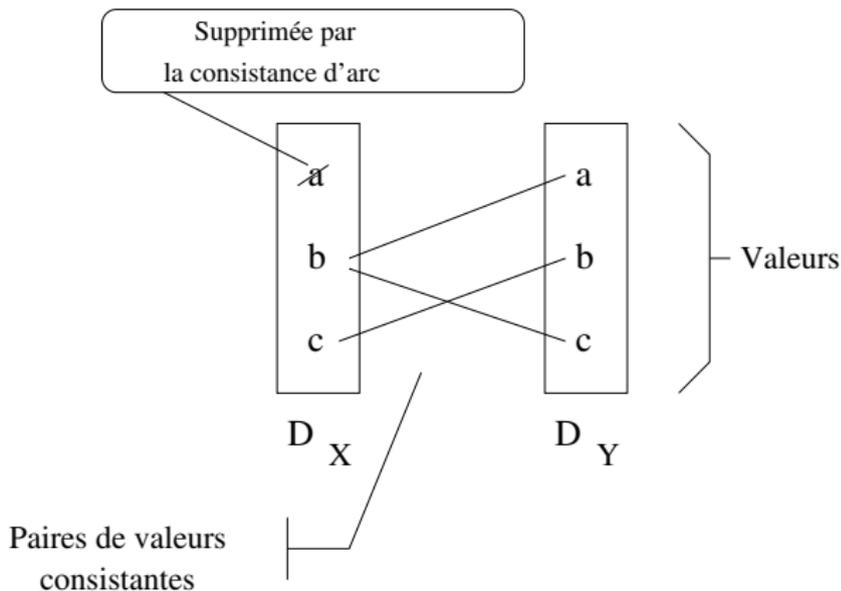
Résoudre les CSP avec une méthode complète



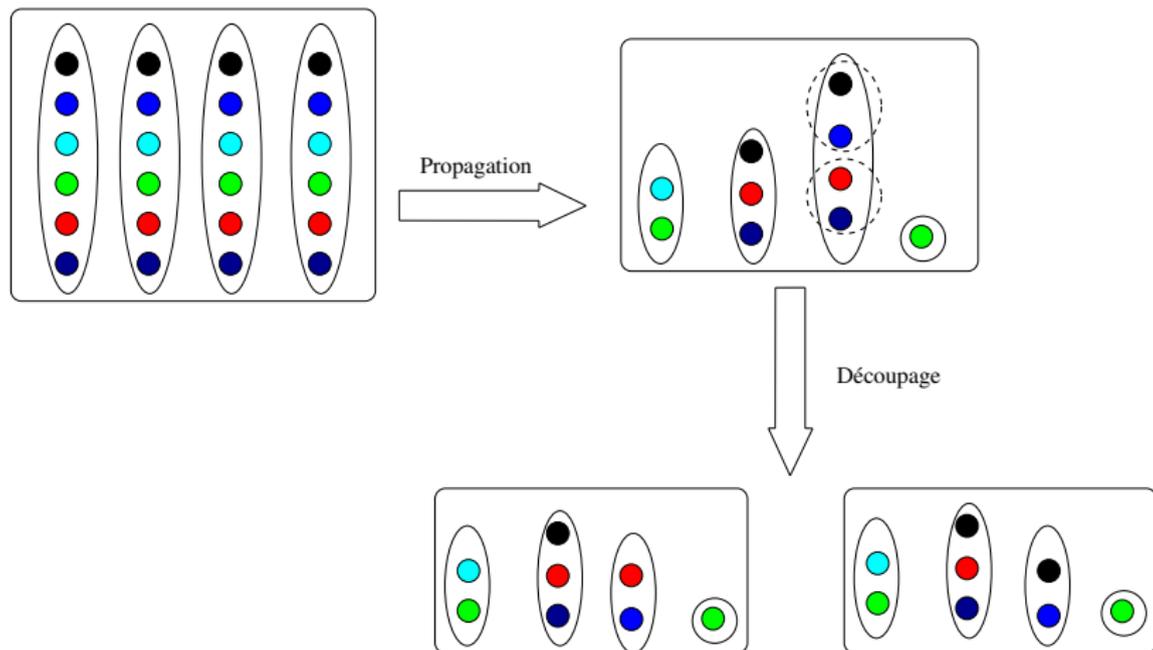


Propagation de contraintes

Consistance d'arcs : $C(X, Y)$

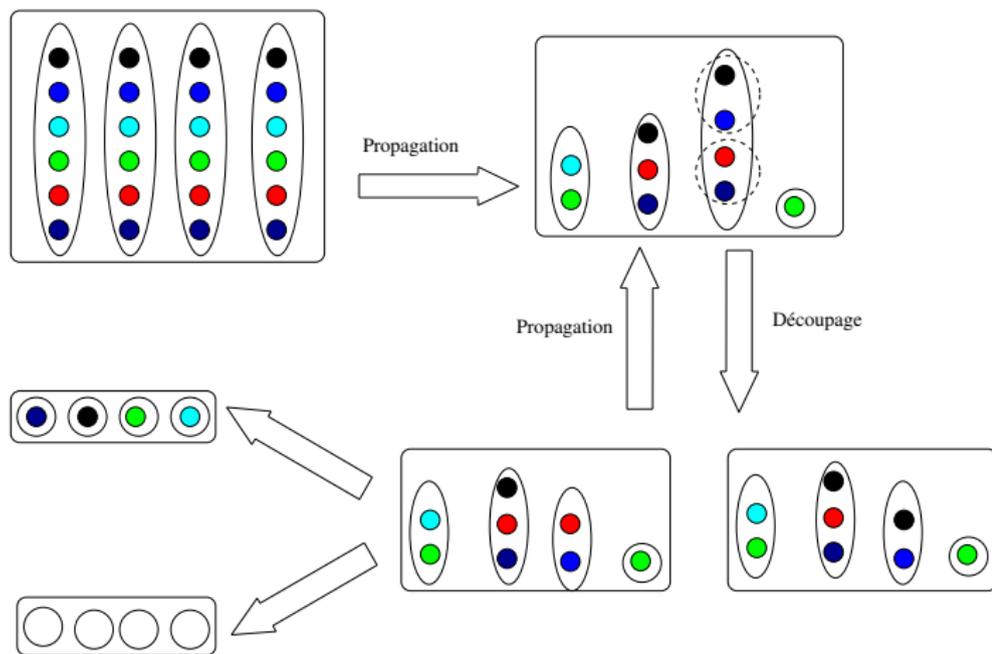


Propagation de contraintes et découpage de domaines

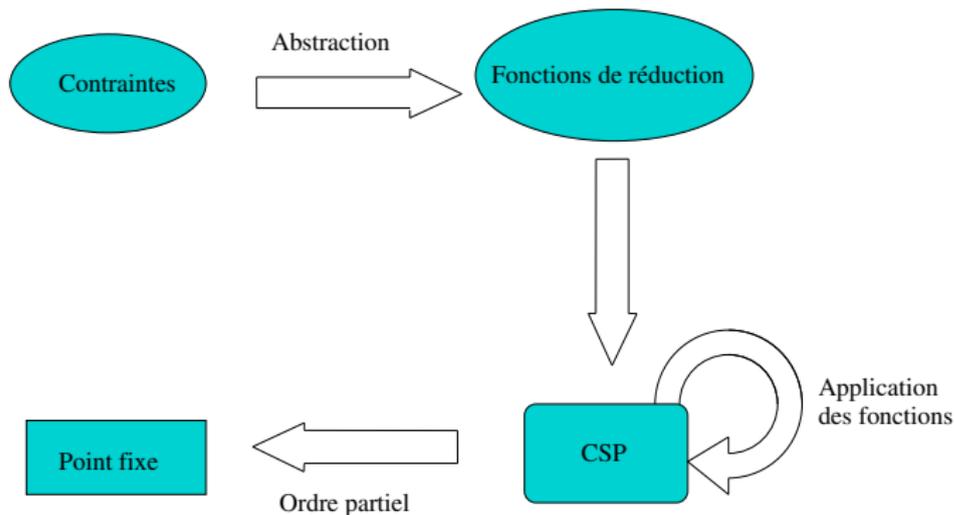




Propagation de contraintes et découpage de domaines



Modèle abstrait, K.R. Apt [CP99]



Un algorithme générique

$F = \{ \text{ensemble des fonction de découpage et de propagation} \}$

$X = \text{CSP initial}$

$G = F$

Tant que $G \neq \emptyset$

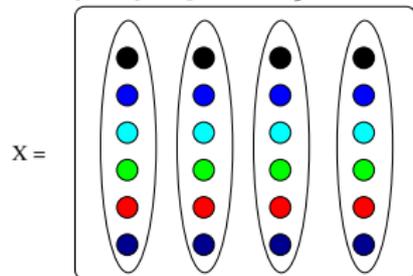
 choose $g \in G$

$G = G - \{g\}$

$G = G \cup \text{actualise}(G, g, X)$

$X = g(X)$

fin tant que



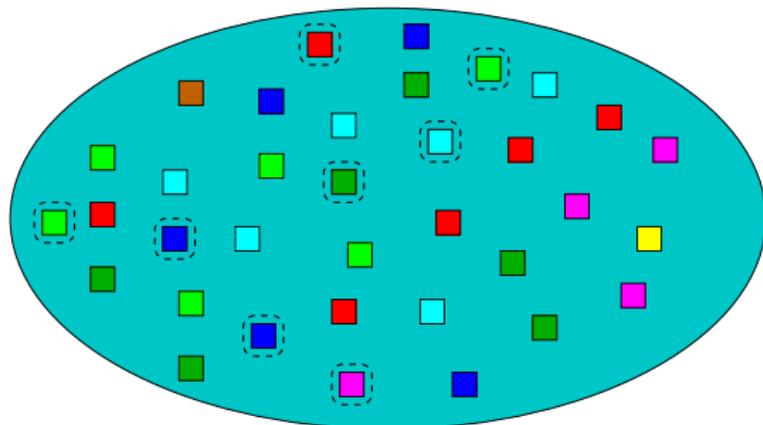
Notre but : Modèle hybride

- Intégration des algorithmes génétiques ;
- Utiliser un modèle théorique existant pour la résolution de CSP ;
- Définir le processus de résolution.



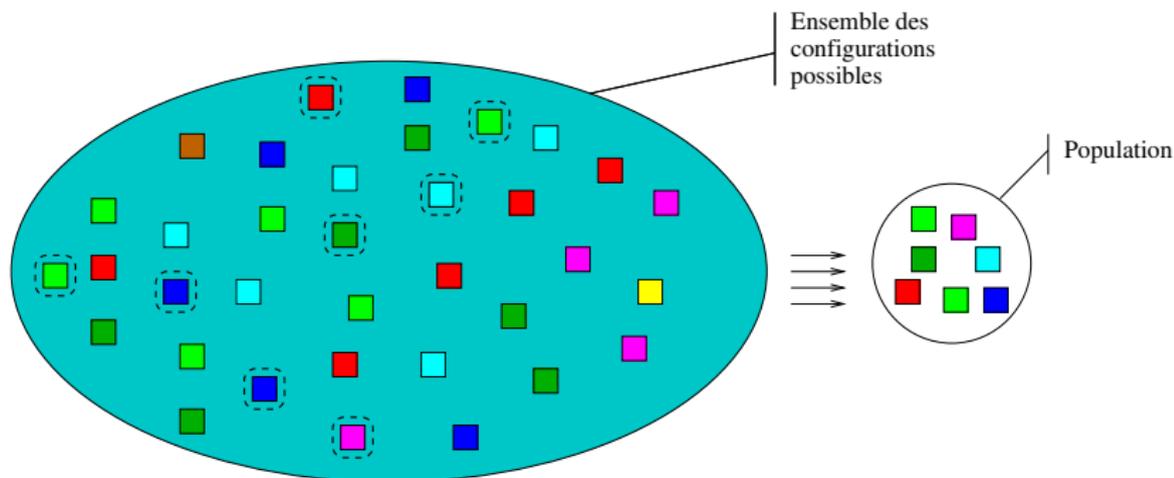
Algorithmes génétiques

- **Espace de recherche** : ensemble des configurations possibles ;
- Outils : population, croisements, mutation et fonction d'évaluation.



Algorithmes génétiques

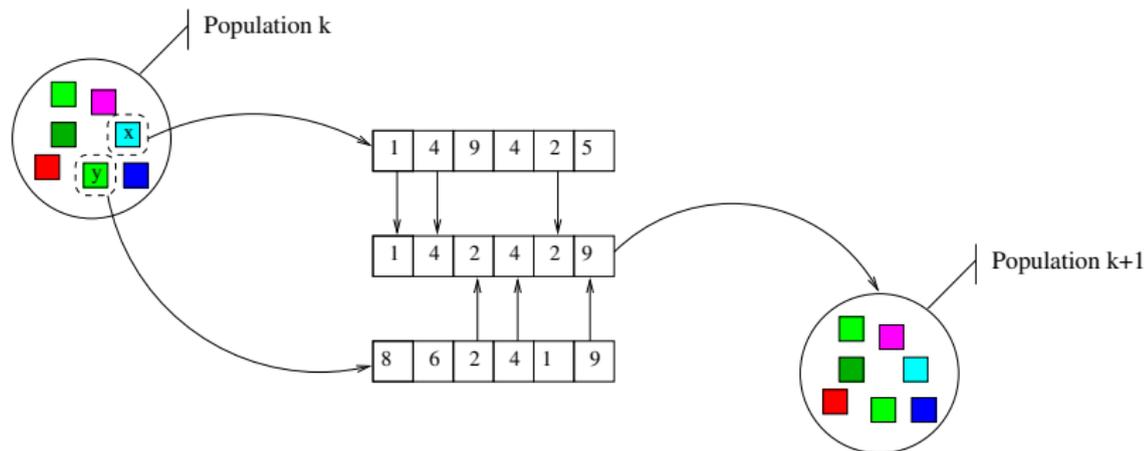
- Espace de recherche : ensemble des configurations possibles ;
- Outils : **population**, croisements, mutation et fonction d'évaluation.





Algorithmes génétiques

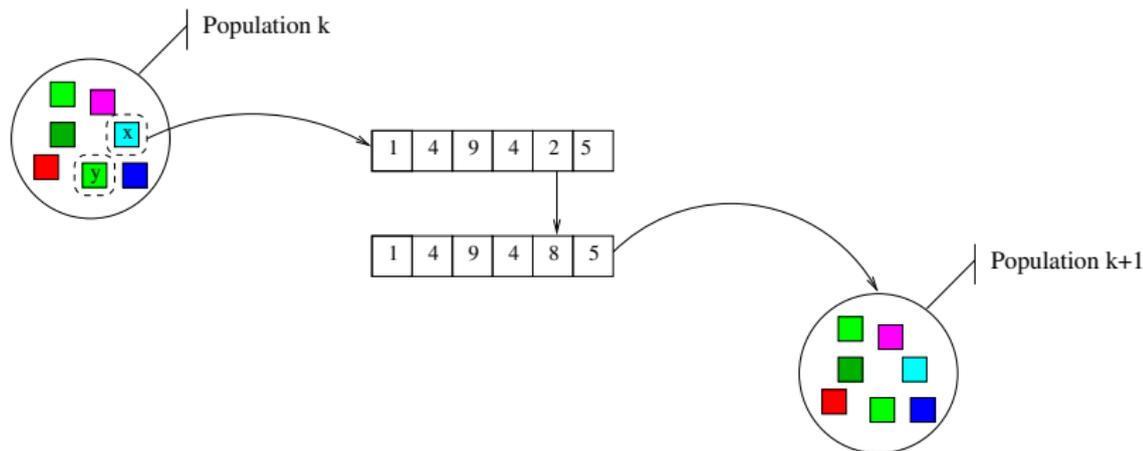
- Espace de recherche : ensemble des configurations possibles ;
- Outils : population, **croisements**, mutation et fonction d'évaluation.





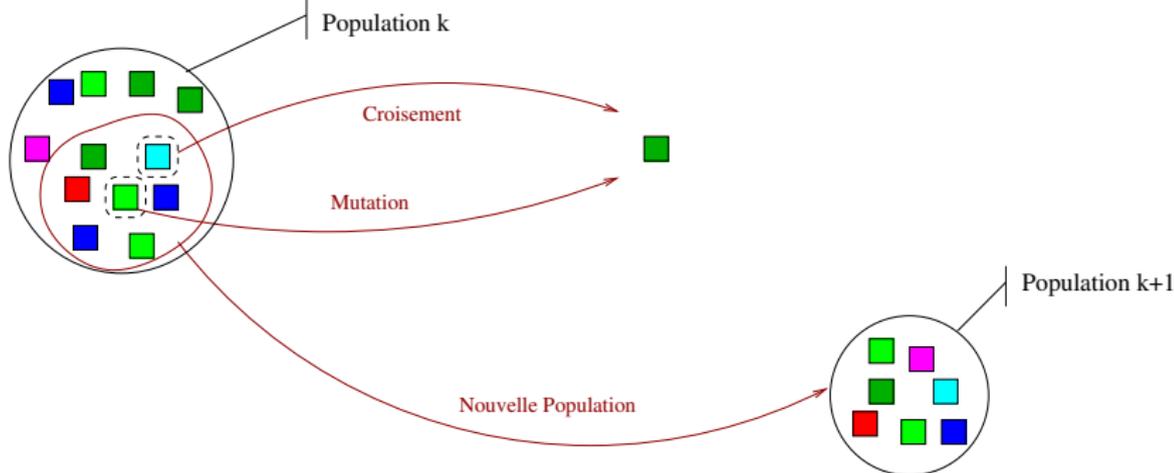
Algorithmes génétiques

- Espace de recherche : ensemble des configurations possibles ;
- Outils : population, croisements, **mutation** et fonction d'évaluation.



Algorithmes génétiques

- Espace de recherche : ensemble des configurations possibles ;
- Outils : population, croisements, mutation et **fonction d'évaluation**.



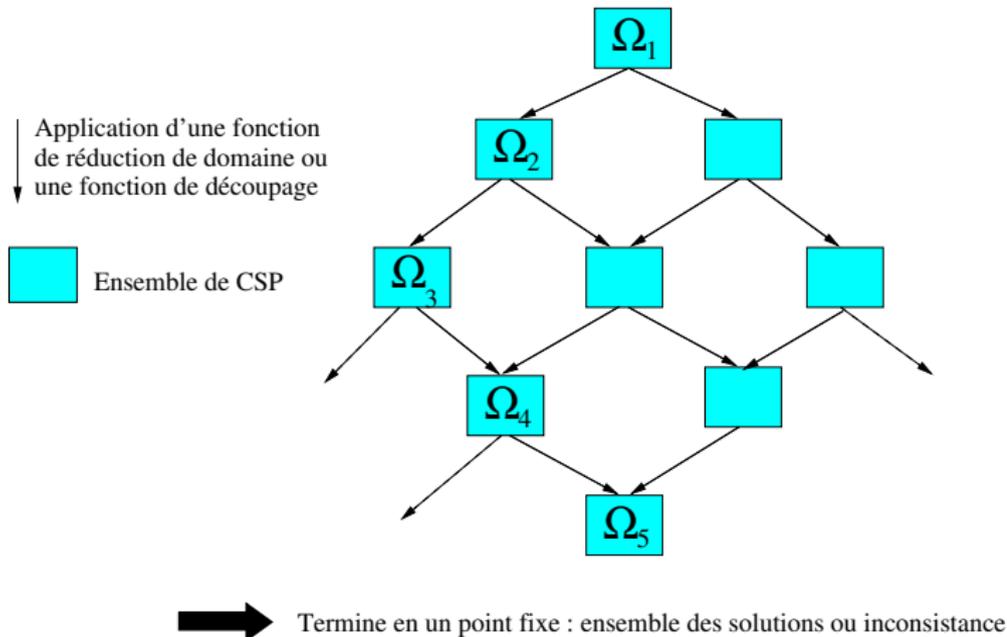
PLAN	HYBRIDATION	PROPAGATION DE CONTRAINTES	ALGORITHMES GÉNÉTIQUES	MODÈLE HYBRIDE	RÉSULTATS	CONCLUSION
	○	○○	○○	○○○	○	○
	○	○○○	○○○	○○	○○○	○
		○○		○○		
		○○○		○○○		

Intégrer les méthodes de résolution de CSP dans un modèle hybride

- Étendre le modèle théorique de Apt pour la résolution de CSP ;
- Calcul de point fixe dans un ordre partiel.

Modèle théorique pour la résolution de csp

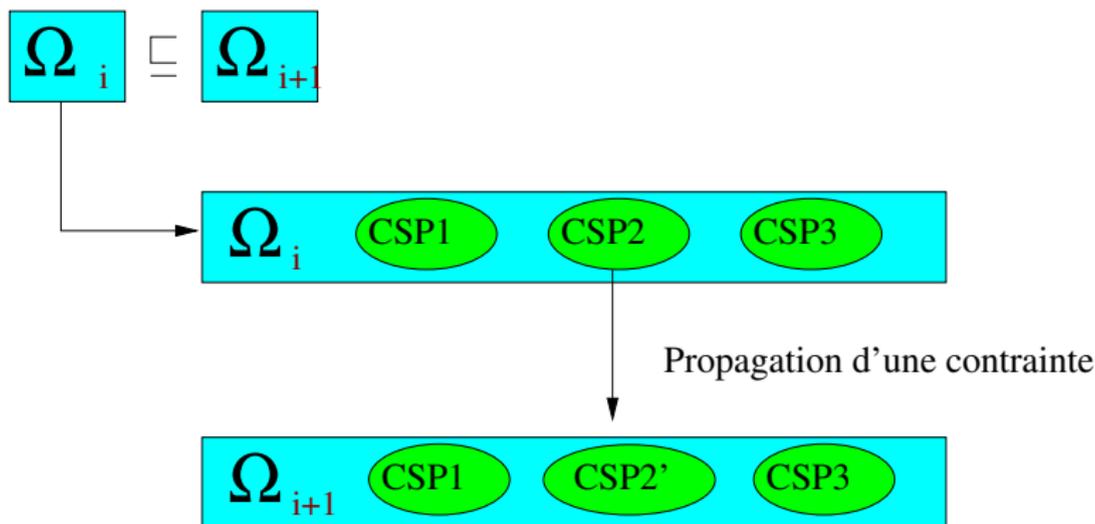
Ordre partiel :





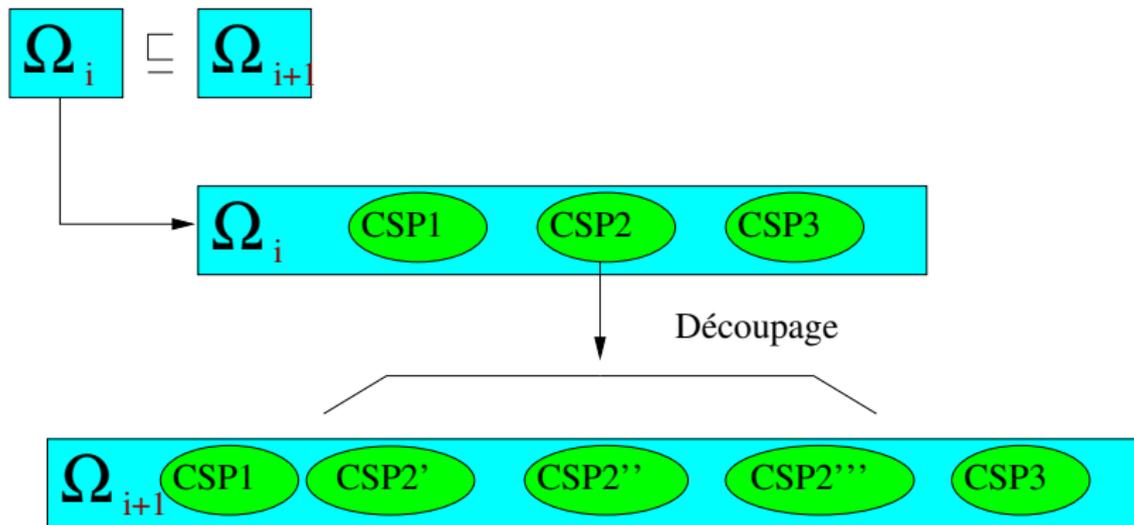
Modèle théorique pour la résolution de csp

Réduction : par propagation de contraintes



Modèle théorique pour la résolution de csp

Réduction : par découpage



Ordre pour AG

Caractéristiques d'un chemin AG

- Notion de Solution ;
- Longueur maximale.

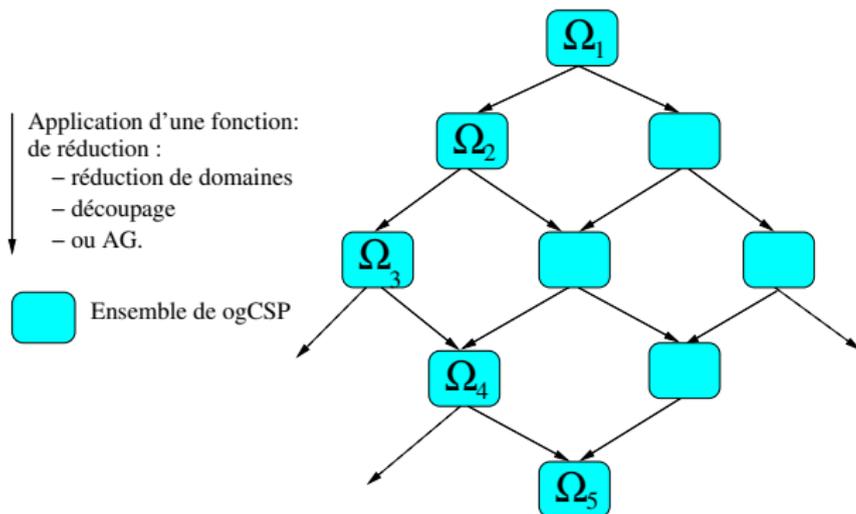
D'un point de vue opérationnel (calculatoire) : chemin = générations

Intégration des générations pour les AG dans les CSP

- Une génération :
 - Dépend d'un CSP ;
 - Correspond à un état de la recherche génétique.
- Un ogCSP contiens :
 - Un ensemble de domaines ;
 - Un ensemble de contraintes ;
 - Une (liste de) population(s) pour AG.

Modèle d'hybridation

Ordre sur les ogCSP



➡ Une solution optimale avant la fin du processus grâce à GA

➡ Termine en un point fixe : ensemble des solutions ou inconsistance

Modèle d'Hybridation

Ordre sur les ogCSP

$\Psi \sqsubseteq \Psi'$ avec : $\Psi = \langle C; D; p \rangle$
 $\Psi' = \langle C; D'; p' \rangle$
 si : $D \subseteq D'$
 ou si : $D' = D$ and $p \sqsubseteq p'$

Algorithmes

Algorithme générique identique

$X = \text{ogCSP initial}$

$G = F$

Tant que $G \neq \emptyset$

 choisir $g \in G$

$G = G - \{g\}$

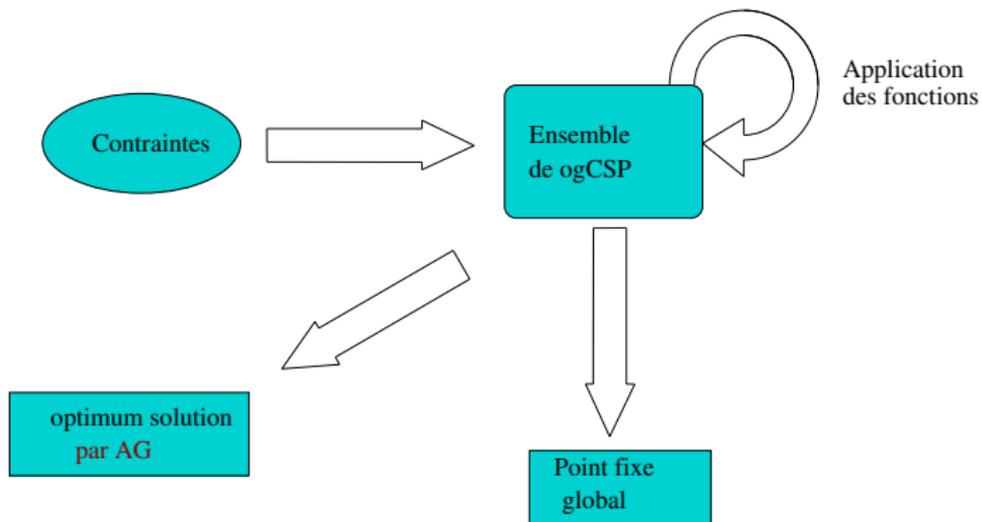
$G = G \cup \text{actualise}(G, g, X)$

$X = g(X)$

Fin tant que

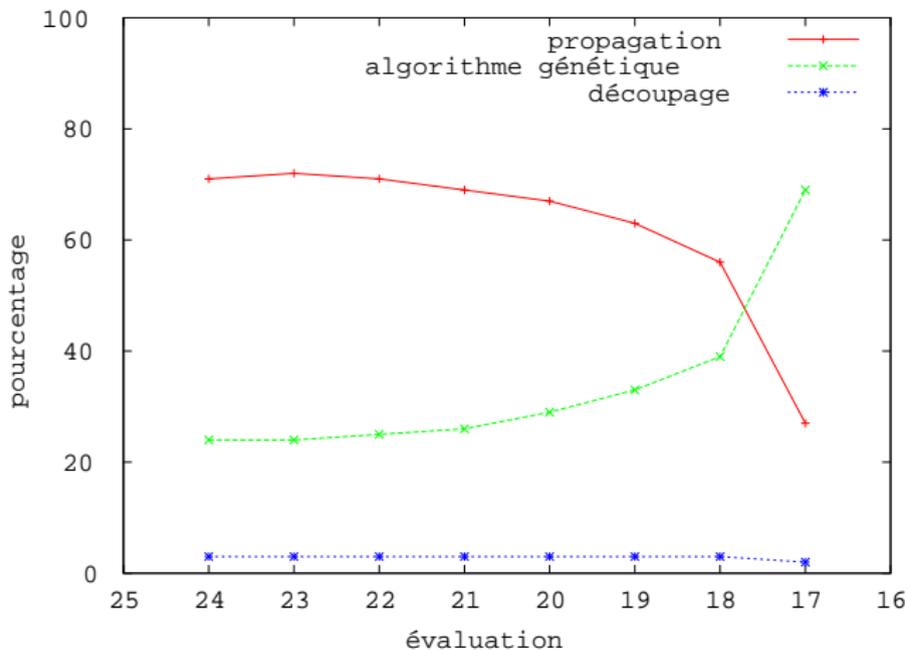


Processus général



Algorithm

- Dans le cadre des itérations chaotiques ;
- Domaines finis (ensemble des ogCSP ;
- Fonctions monotones (Mouvements AG, réduction de domaines, découpages) ;
- Fonctions décroissantes
→ terminaison et calcul de point fixe ;
- En pratique : arrêt avant point fixe de CP par l'obtention d'un optimum par AG.

○
○○○
○○○
○○
○○○○○
○○○○○○
○○
○○
○○○○
●○○○
○*BACP 8*

○
○

○○
○○○
○○
○○○

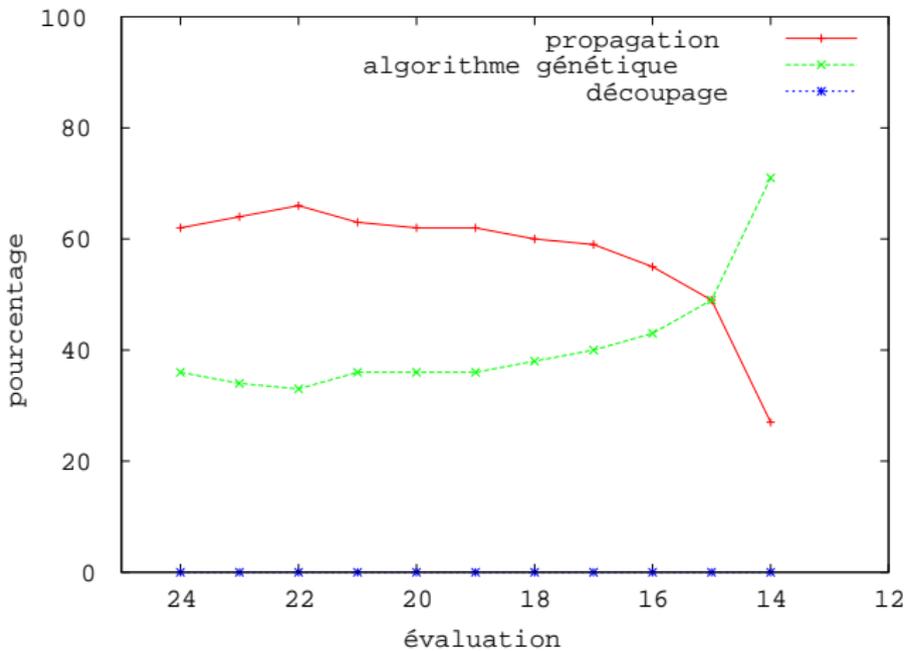
○○
○○○

○○○
○○○
○○
○○○

○
●●○

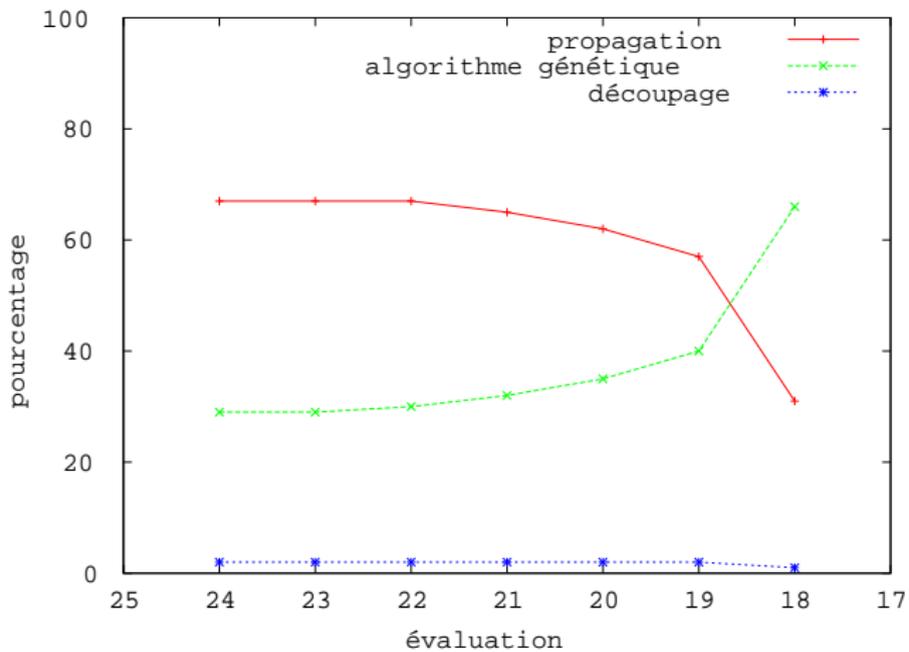
○
○

BACP 10





BACP 12



Conclusion

- Un modèle générique d'hybridation d'une méthode complète (CP) et d'une incomplète (AG) ;
- Implémentation en module indépendant mais agissant sur une même structure ;
- Complémentarité des méthodes ;
- La conception de stratégies.

Perspectives

- Apprentissage stratégique ;
- Fournir un ensemble d'outils, permettant de définir avec précision des systèmes performants ;
- Élaborer des stratégies en utilisant la composition d'opérateurs ;
- Une implémentation générique.