Plongements de Graphes dans la Maille Associative

Bertrand Ducourthial
Institut d'Electronique Fondamentale
Université Paris-Sud FRANCE
ducourth@ief.u-psud.fr

25 mai 1998

Résumé

Les réseaux associatifs constituent un modèle de calcul parallèle efficace sur la *Maille Associative d'Orsay*. Nous montrons ici comment s'affranchir de la topologie de cette machine, une grille torique à 2 dimensions avec diagonales.

RenPar'9 Lausanne Suisse, 20-23 mai 1997

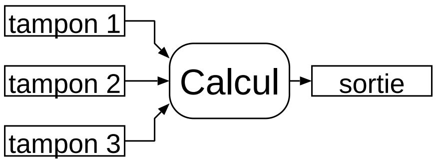
Plan

- modèle d'exécution parallèle simple, général
- utilisation → Les réseaux associatifs
- application → La Maille Associative

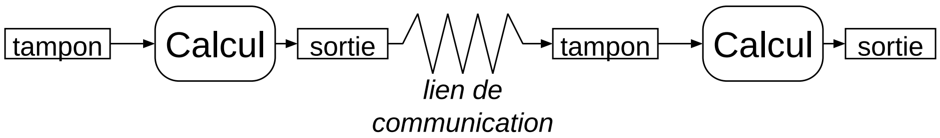
- extension : plongements
- théorème
- améliorations → Hypercube
→ Butterfly
→ Arbres binaires

Modèle d'exécution

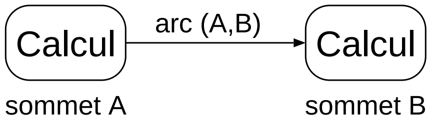
♣ Entité Calculante



♣ Réseau d'entités



– modélisation par un graphe



♣ Hypothèses

– variables parallèles :*pvar*

– identité des entités :*pvar* $\imath \rightarrow$ même calcul partout

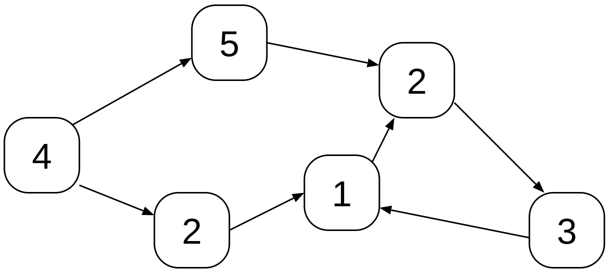
– masque sur les entrées : pvar appelée *mgraphe*

– communications asynchrones

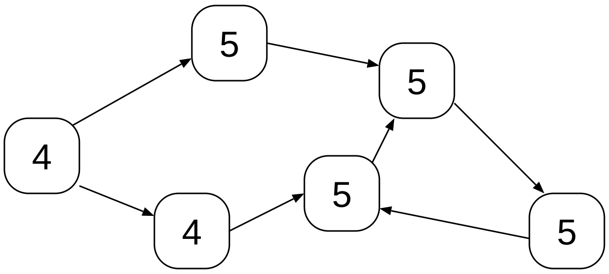
– entité privilégiée (contrôleur)

Utilisation

- graphe de base : réseau avec tous les liens de communication.
- graphe partiel avec le masque m
- notation :
  Calcul-*association*(mgraphe m,pvar p)
- exemple :

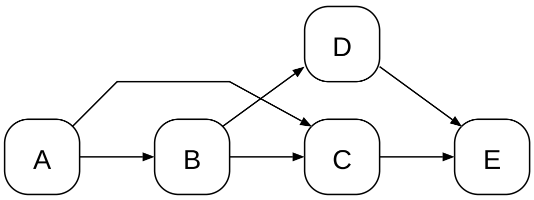


max-*association*(mgraphe m,pvar p)



Utilisation (suite)

- fin d'un calcul :
  calcul convergeant : tampons stables
  - calcul idempotent
  - application convergeante
  - élément absorbant
  - graphe sans circuit
- extension :
  passer d'un calcul sur les antécédants directs à un calcul sur l'*ensemble* des antécédants



  - converge toujours
  - le calcul doit être associatif et commutatif
  - mise en œuvre avec une suite de calculs convergeants utilisant les antécédants directs
- $\leadsto$ les réseaux associatifs

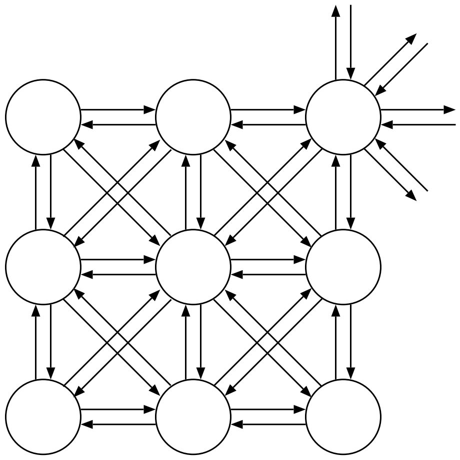
Application

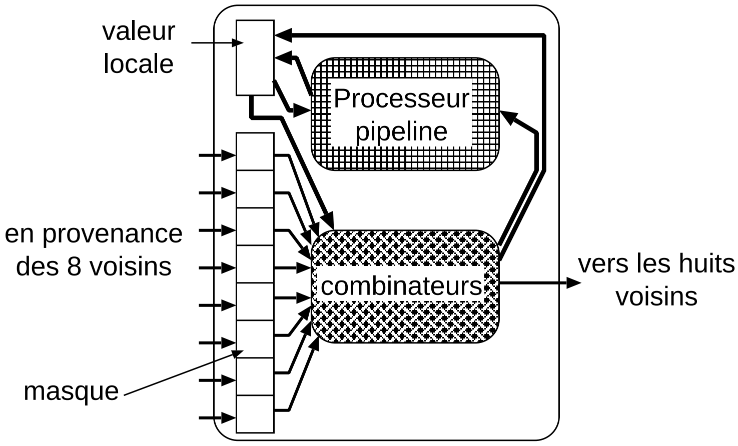
♣ Maille Associative d'Orsay

– multi-processeurs SIMD

– grille torique à 2 dimensions avec les diagonales

– communications bit-série asynchrones





♣ Avantages

– très efficace en traitement d'images

– modèle de haut niveau → algorithmes simples

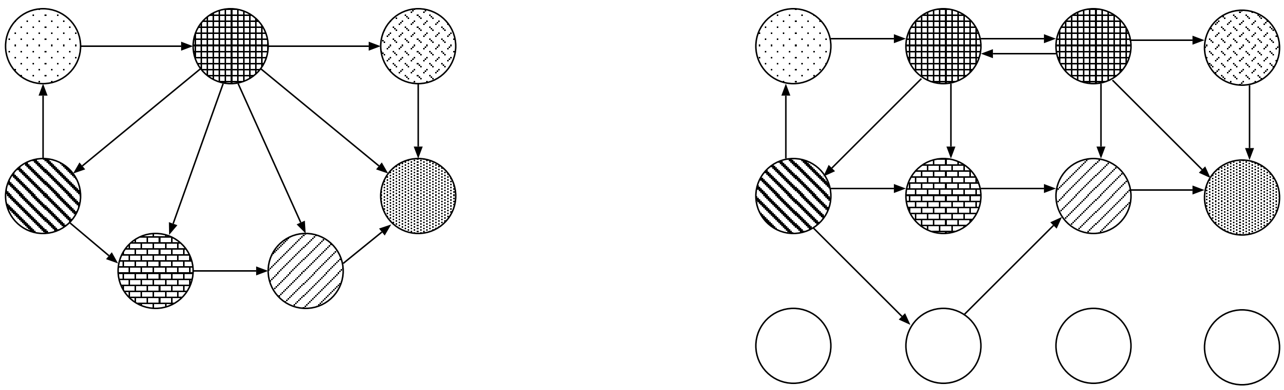
– mise en œuvre performante (asynchronisme)

♣ Extensions

algorithmes parallèles + s'affranchir de la topologie
$\rightsquigarrow$ plongements

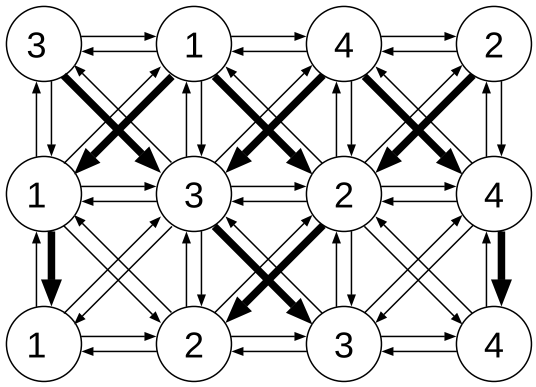
Plongement

- **Hypothèses**
  - degré réduit (8)
  - beaucoup de processeurs
  - associations efficaces si une seule phase
- **Conséquences**
  - un vers plusieurs (*one-to-many*)
  - expansion moins importante
  - arc et sommet congestion 1, charge 1
  - plongement un vers ensemble connexe avec charge, arc-congestion et sommet-congestion 1
- **Exemple**



Routage d'une ligne vers une autre

♣ Routage pair-impair



♣ Bornes

– n valeurs en au plus $n+1$ lignes

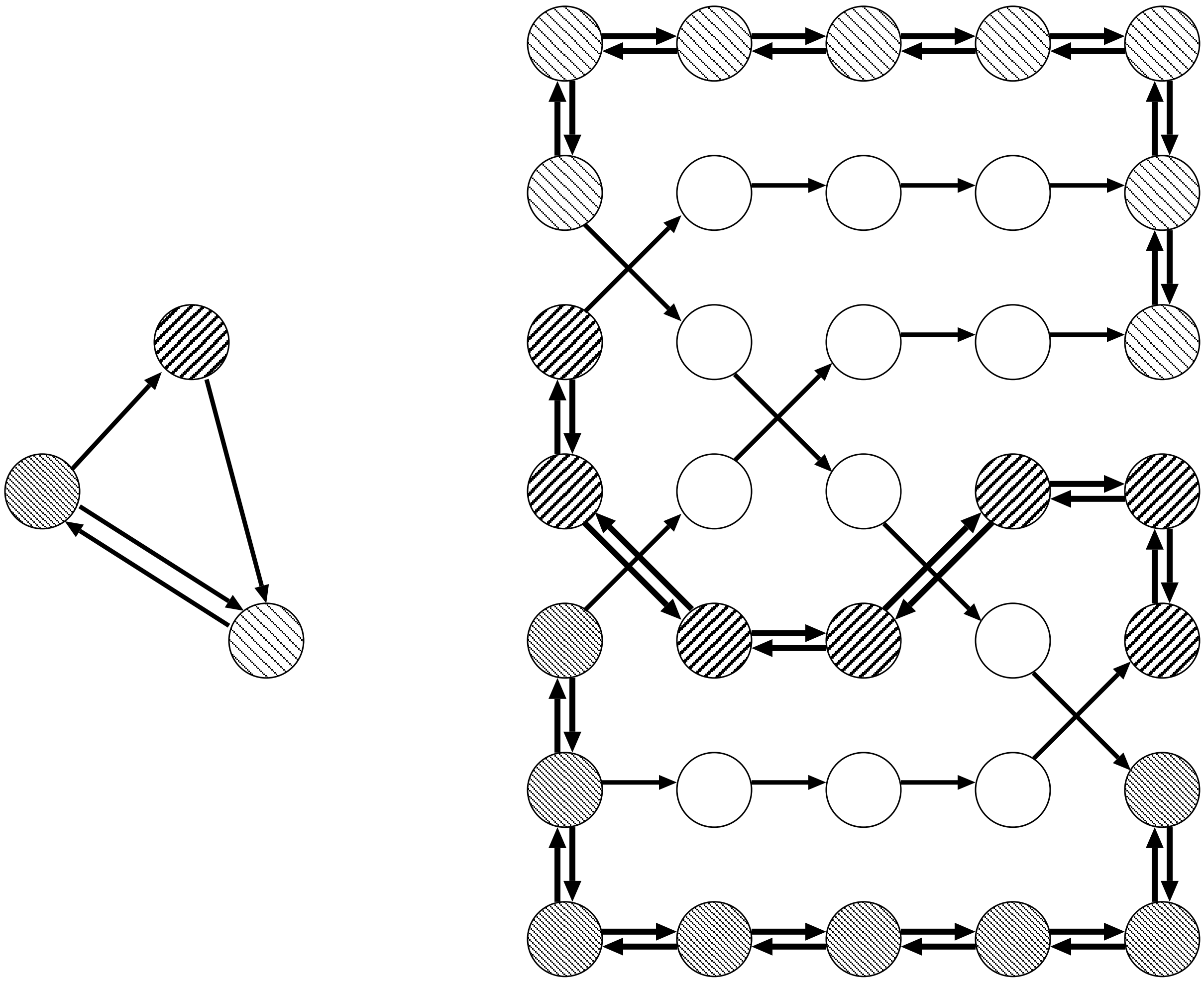
– borne min : minimum des distances $+1$

♣ Permutations alternées

alternance de valeurs voulant aller à gauche et de valeurs voulant aller à droite. $\Rightarrow$ borne min atteinte.

Théoreme d'existence

Il existe un plongement de type un-vers-ensemble-connexe *sans congestion et avec charge 1, pour* tout graphe $G(V, E)$ *dans une maille* $M \times M$ *avec* $M = \sum_{v \in V} (\delta^{-}(v) + 1)$

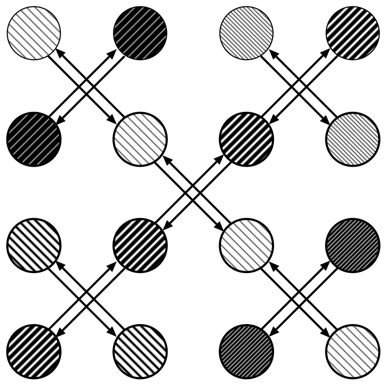


forte expansion $\rightsquigarrow$ améliorations

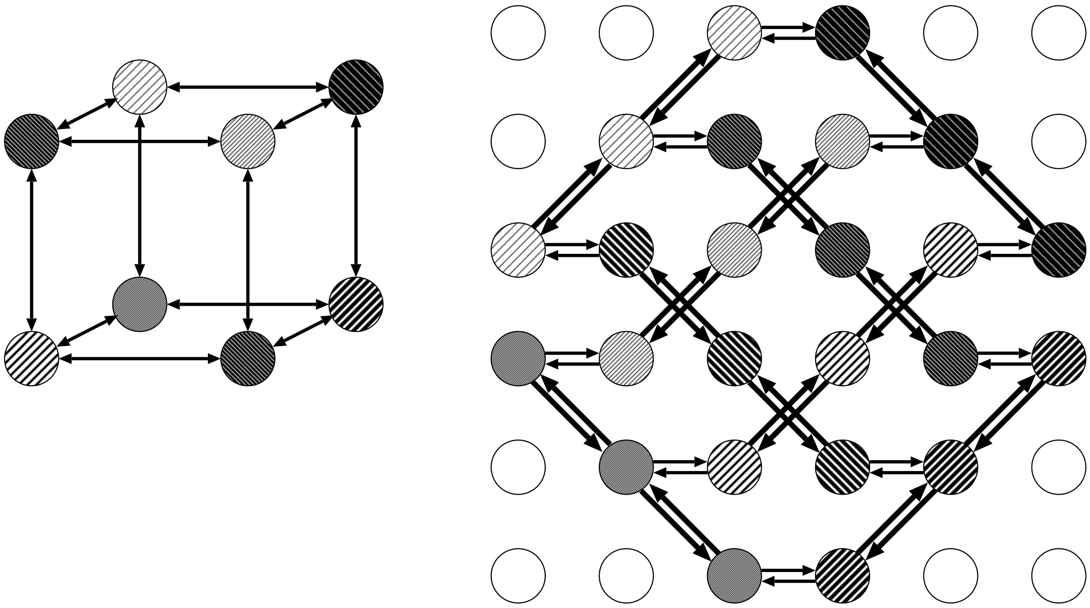
Amélioration : Hypercube

- Technique des faisceaux

graphe biparti (p, q) $\rightarrow$ maille de côté $2max(p, q) - 2$

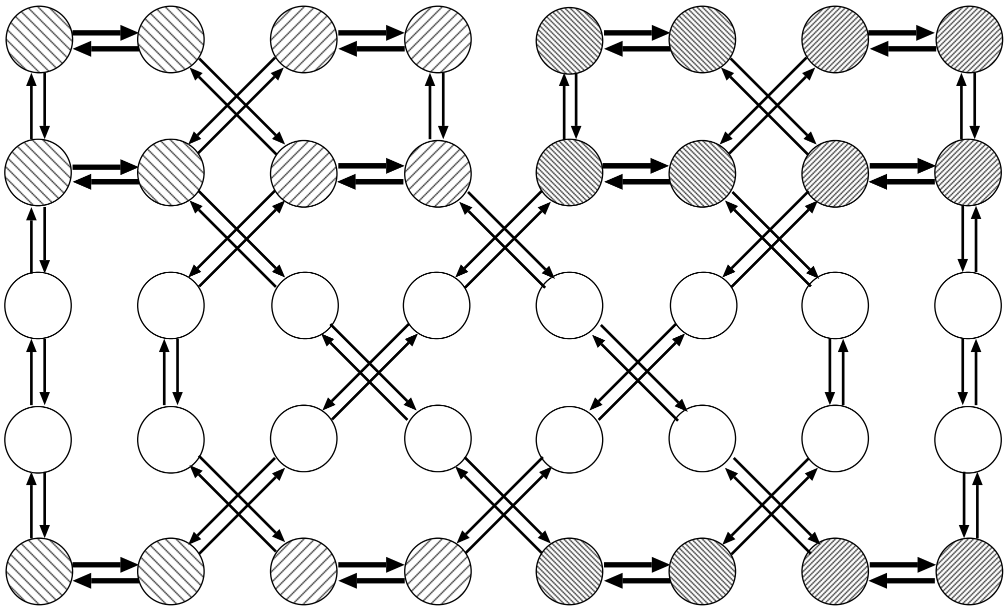


- Application à l'hypercube



Amélioration : Butterfly

- Routage d'une ligne vers une autre
  borne min atteinte si alternance
- Application au butterfly



- Expansion
  $B(n)$ dans un maille $2^{n+1} \times (2^{n+1} - n)$
  expansion de l'ordre de 2^n

Conclusion

- Modèle d'exécution frustre
  $\rightsquigarrow$ réalisation performante : la maille associative
- Utilisation : $\rightsquigarrow$ les réseaux associatifs
  modèle de haut niveau, traitement d'images
- Extensions
  autres algorithmes, autre réseau de base
  $\rightsquigarrow$ plongements dans la maille
- Résultats
  théorème d'existence
  amélioration pour certains graphes (hypercube, butterfly)
- Travaux actuels
  algorithmique, autre plateforme

Contacts

Bertrand Ducourthial

IEF, AXIS
Université Paris-Sud
Centre scientifique d'Orsay
téléphone : 01 69 15 40 81
fax : 01 69 15 40 00

ducourth@ief.u-psud.fr

http ://www.ief.u-psud.fr/~ducourth