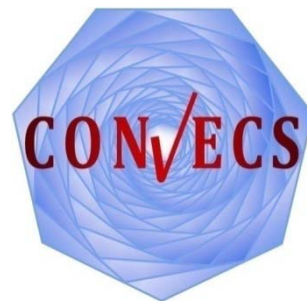

Génération et manipulation d'espaces d'état distribués avec CADP : expériences sur Grid'5000

Hubert Garavel, Radu Mateescu, **Wendelin Serwe**



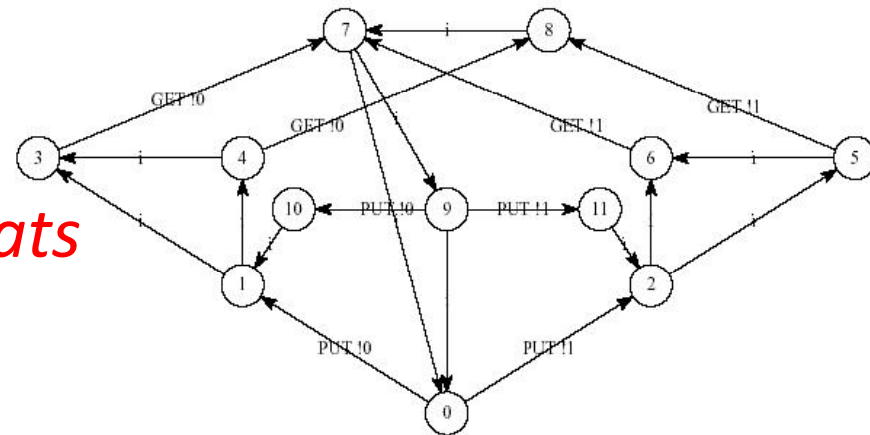
Introduction

Contexte

- Vérification énumérative de systèmes concurrents
- Cadre théorique : calculs de processus, systèmes de transitions étiquetées (STE), bisimulation de branchement

- Limitation principale :

explosion de l'espace d'états



Vérification distribuée

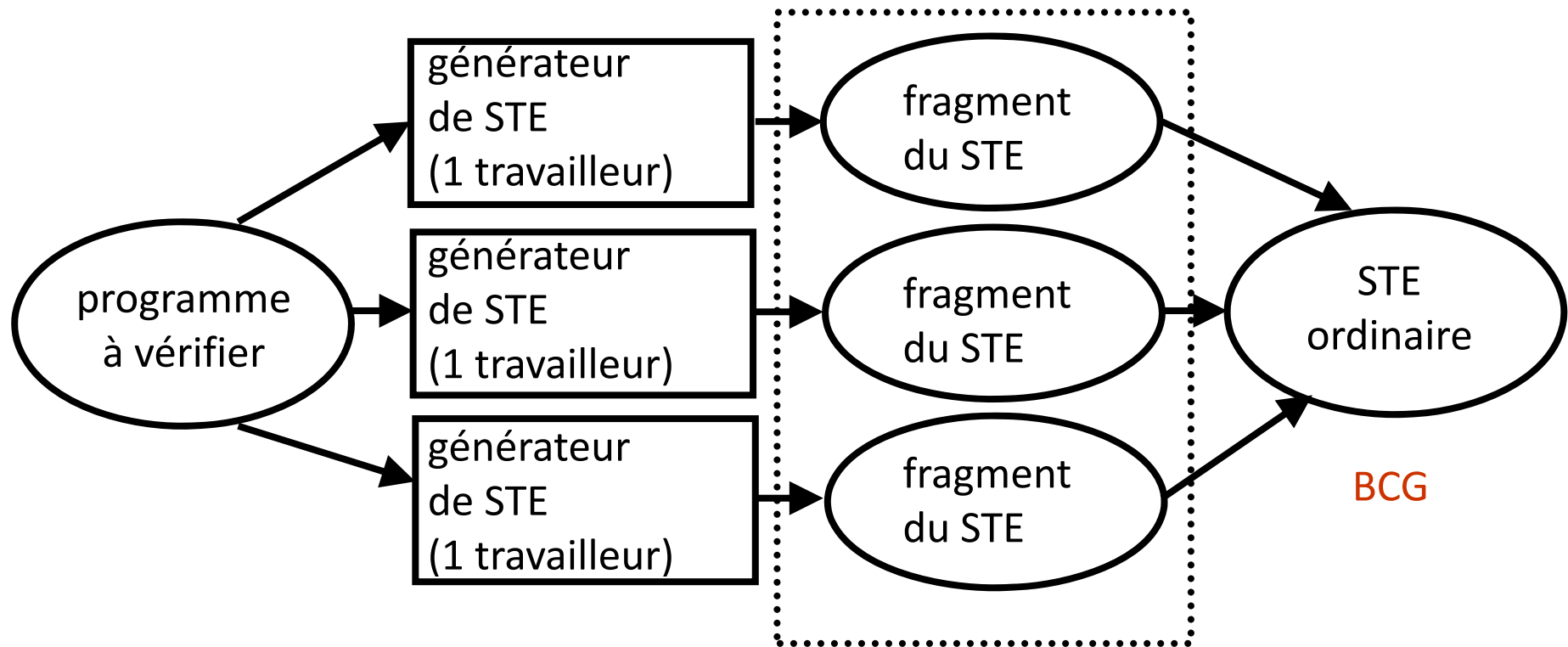
- Utilisation de la mémoire d'une grappe/grille de calcul
- Bénéfice supplémentaire : accélération

CADP (<http://cadp.inria.fr>)



- *Construction and Analysis of Distributed Processes*
- Boîte à outils *modulaire* supportant *plusieurs*
 - **Langages de spécification formelle** :
LOTOS, LNT, FSP, π -calcul
 - **Paradigmes de vérification** :
model checking, equivalence checking, visualisation
 - **Techniques d'analyse** :
accessibilité, à la volée, compositionnelle, distribuée, analyses statiques, génération de code, évaluation de performance
- Développement continu depuis plus de 20 ans
- Plus de 150 études de cas et de 60 outils dérivés

Génération distribuée d'un STE



répartition des états entre travailleurs
selon une fonction de hachage statique

PBG (*Partitioned BCG Graph*)
STE partitionné

DISTRIBUTOR

PBG_MERGE

Bibliothèque de communication

- Application typique : N **travailleurs** et **1 maître**
- GCF (*Grid Configuration File*) :
 - nombre de travailleurs
 - pour chaque travailleur : machine, répertoire de travail, nom de l'utilisateur, ...
- Bibliothèque de communication :
 - dédiée à la vérification dist.
 - basée sur des outils standards
 - *sockets* (TCP)
 - accès à distance (ssh)

```
rsh = ssh -q
rcp = scp -q
connect_timeout = 30
adonis-1.grenoble.grid5000.fr
    directory=/home/wserwe/Demo_41/1
genepi-2.grenoble.grid5000.fr
    directory=/home/wserwe/Demo_41/2
granduc-3.luxembourg.grid5000.fr
    directory=/tmp/3
suno-4.sophia.grid5000.fr
    directory=/home/wserwe/tmp/4
```

Outils pour les STE partitionnés

● Création

- DISTRIBUTOR
- moniteur graphique

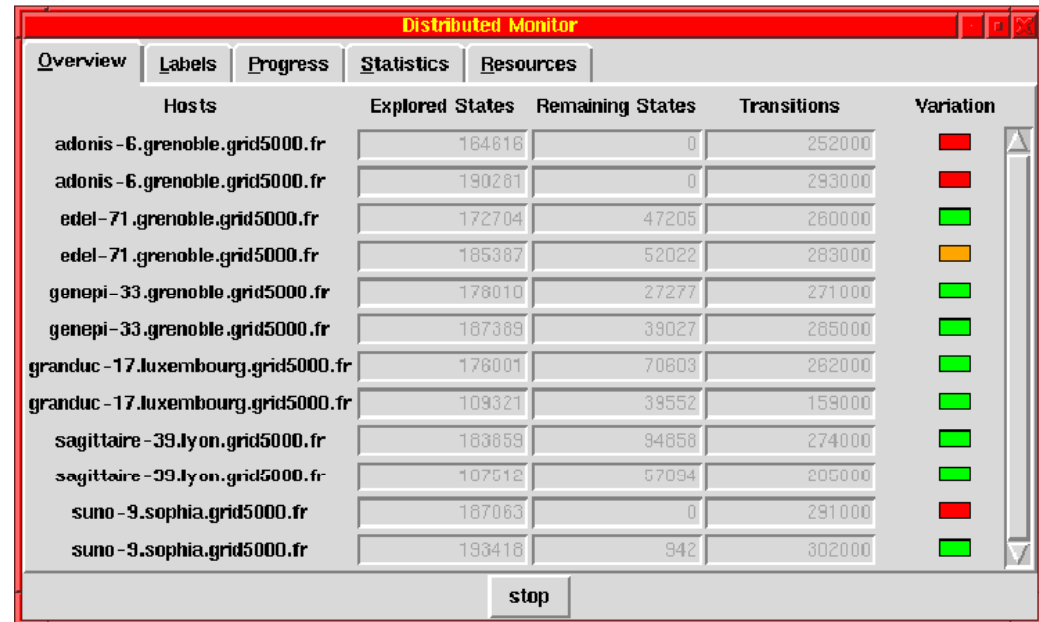
● Inspection et manipulation

- PBG_INFO
- PBG_CP, PBG_MV, PBG_RM

● Construction d'un STE ordinaire : PBG_MERGE

● Vérification à la volée : PBG_OPEN

connexion à *tous* les outils à la volée de CADP

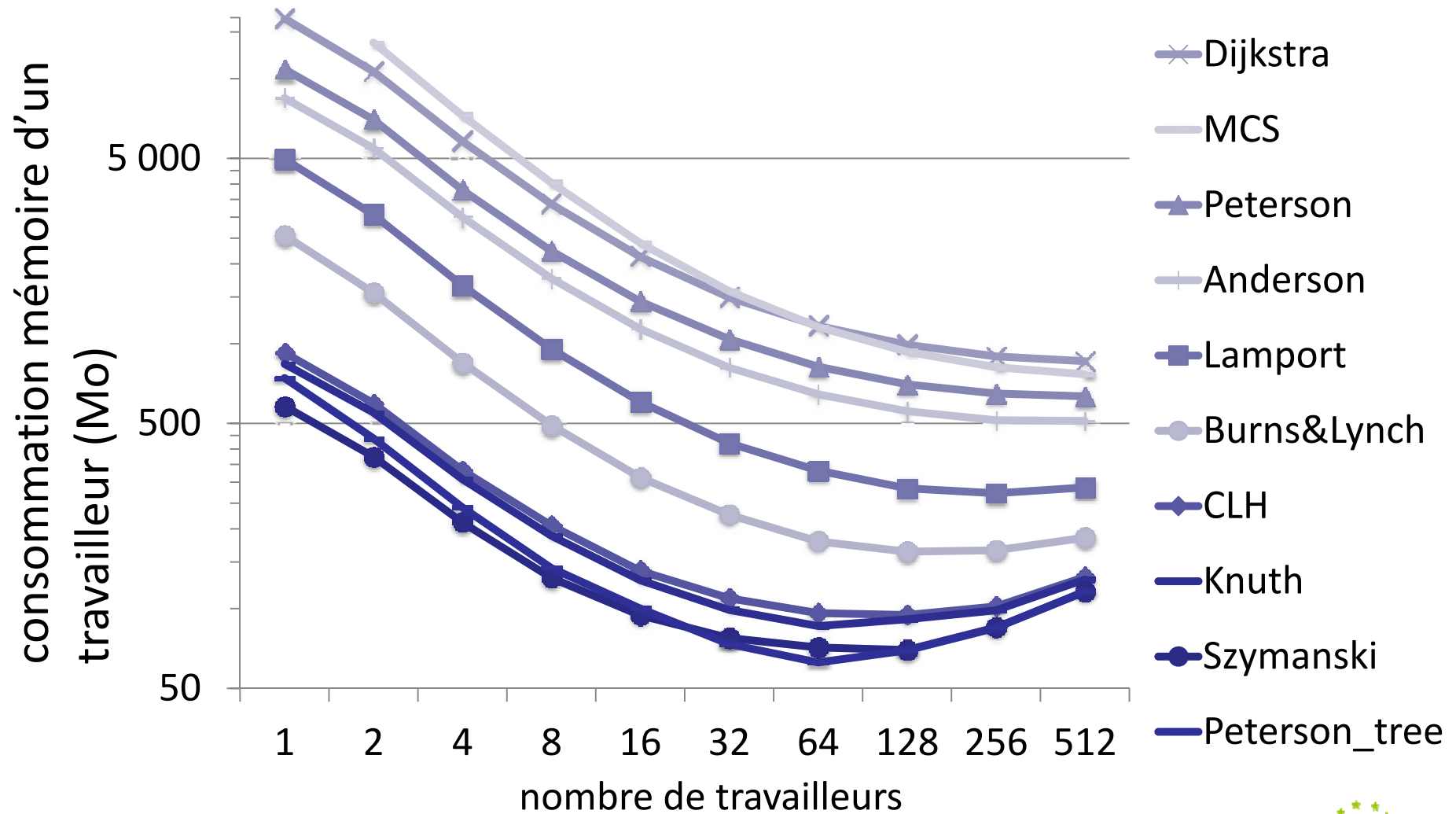


The screenshot shows the 'Distributed Monitor' application window. It has a menu bar with 'Overview', 'Labels', 'Progress', 'Statistics', and 'Resources'. Below the menu bar is a table with the following columns: 'Hosts', 'Explored States', 'Remaining States', 'Transitions', and 'Variation'. The table lists 14 hosts with their respective state counts and transition values. A 'stop' button is located at the bottom right of the table area.

Hosts	Explored States	Remaining States	Transitions	Variation
adonis-6.grenoble.grid5000.fr	164618	0	252000	Red
adonis-6.grenoble.grid5000.fr	190281	0	293000	Red
edel-71.grenoble.grid5000.fr	172704	47205	280000	Green
edel-71.grenoble.grid5000.fr	185387	52022	283000	Yellow
genepi-33.grenoble.grid5000.fr	178010	27277	271000	Green
genepi-33.grenoble.grid5000.fr	187389	39027	285000	Green
granduc-17.luxembourg.grid5000.fr	178001	70803	282000	Green
granduc-17.luxembourg.grid5000.fr	109321	39552	159000	Green
sagittaire-39.lyon.grid5000.fr	183859	94858	274000	Green
sagittaire-39.lyon.grid5000.fr	107512	57094	205000	Green
suno-9.sophia.grid5000.fr	187063	0	291000	Red
suno-9.sophia.grid5000.fr	193418	942	302000	Green

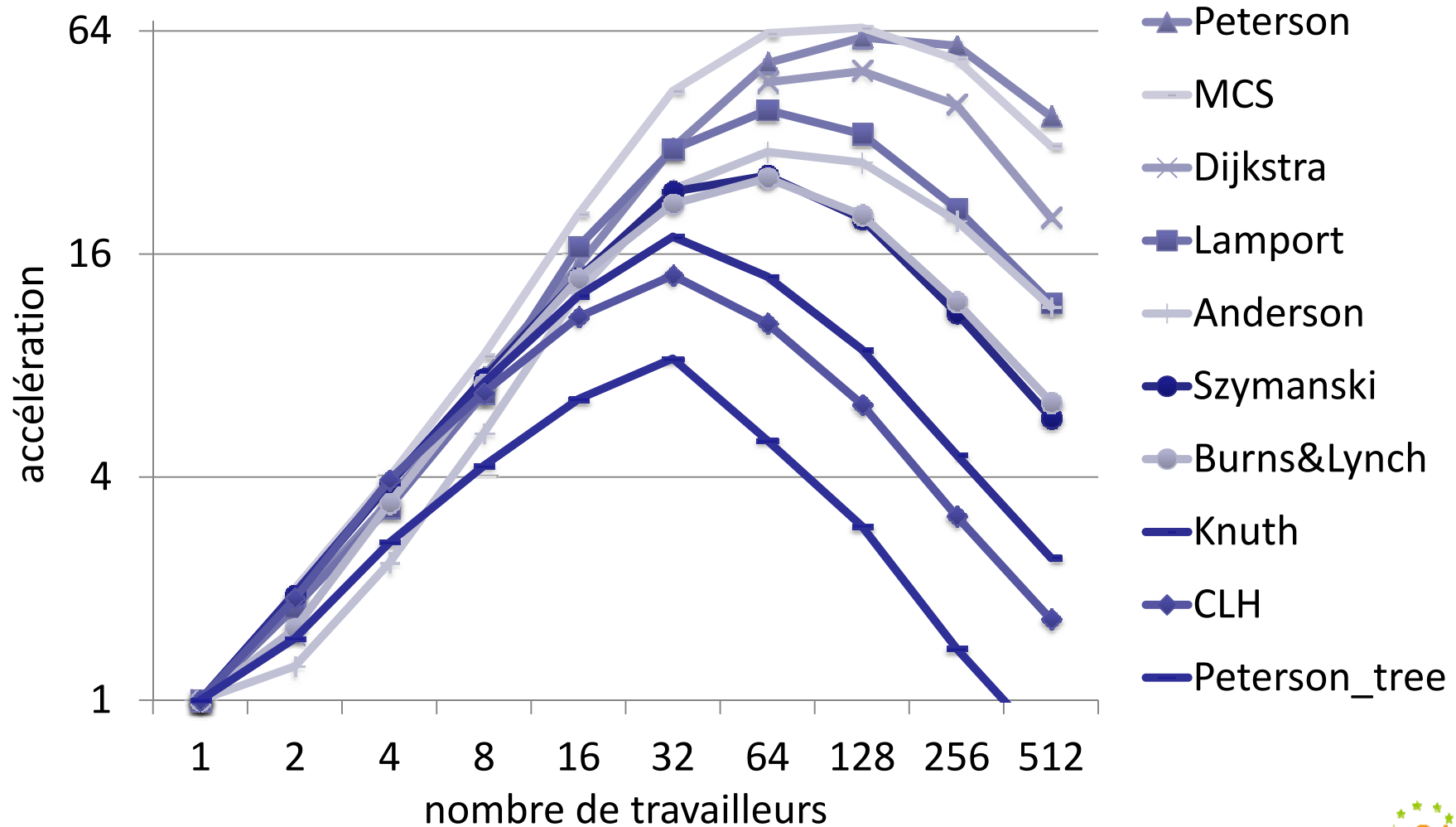
GÉNÉRATION DISTRIBUÉE DE L'ESPACE D'ÉTATS AVEC DISTRIBUTOR

Génération



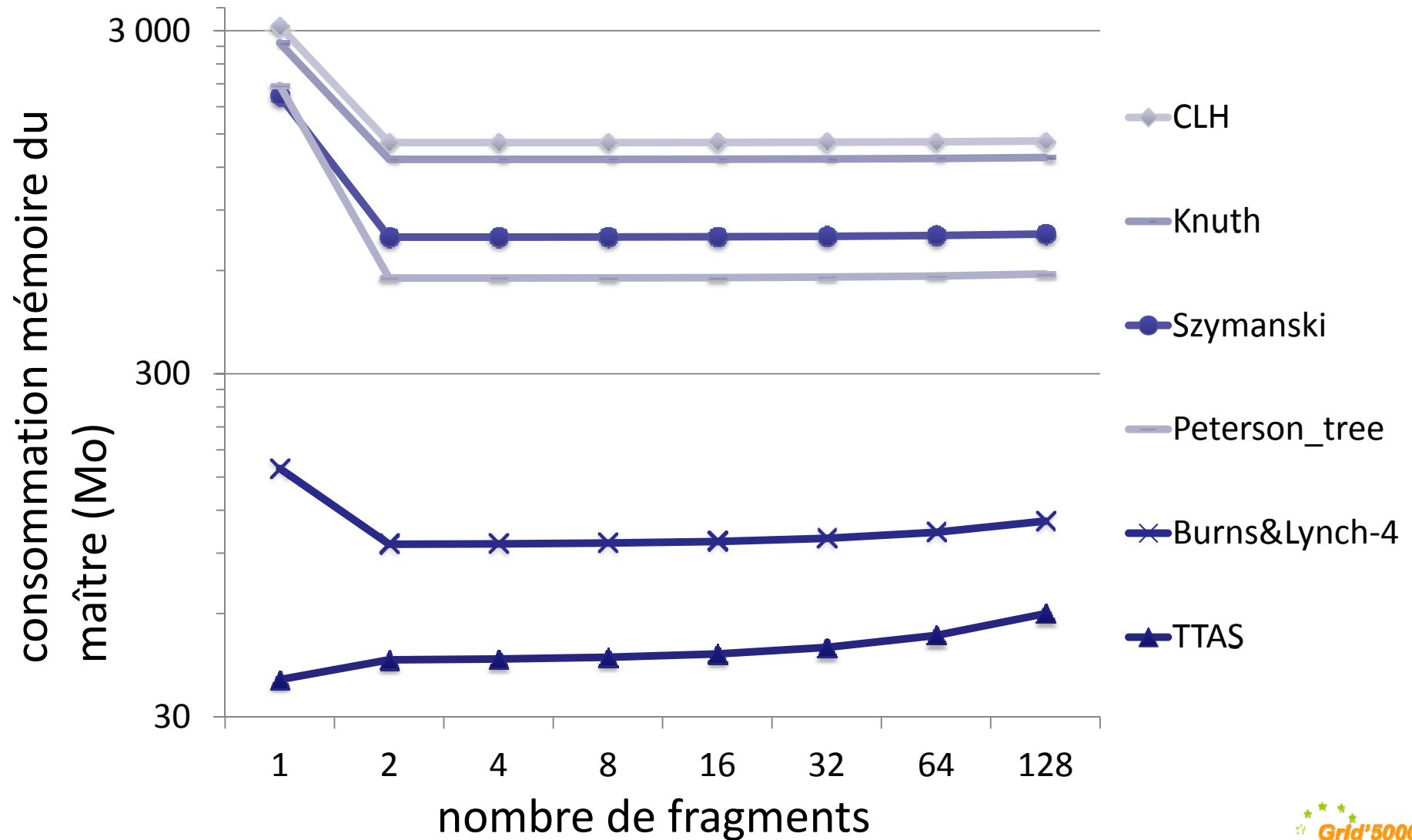
Génération

(3 grappes du site de Grenoble)



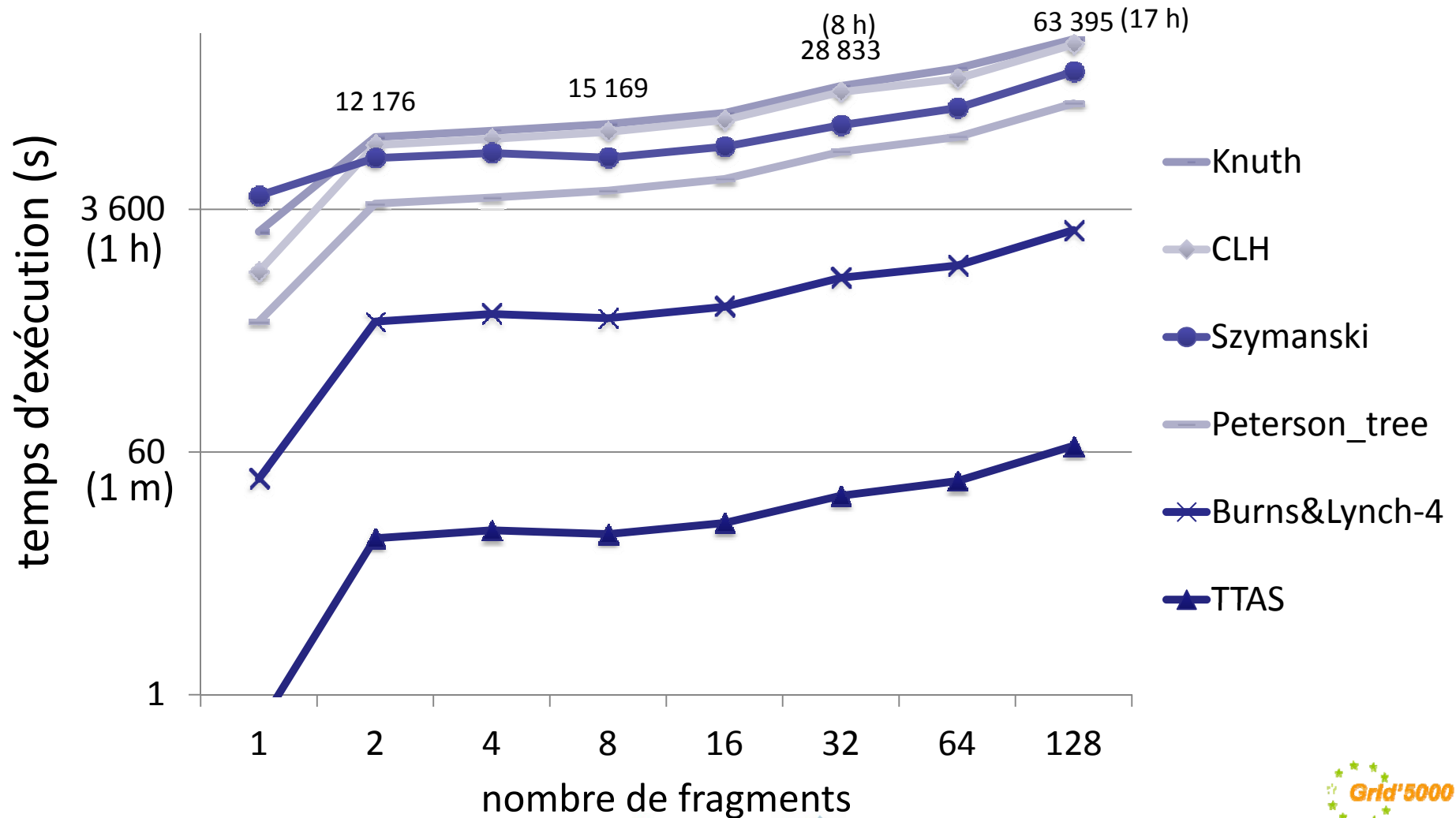
RÉDUCTION PAR TAU-CONFLUENCE AVEC PBG_OPEN/REDUCTOR

Réduction à la volée



Réduction à la volée

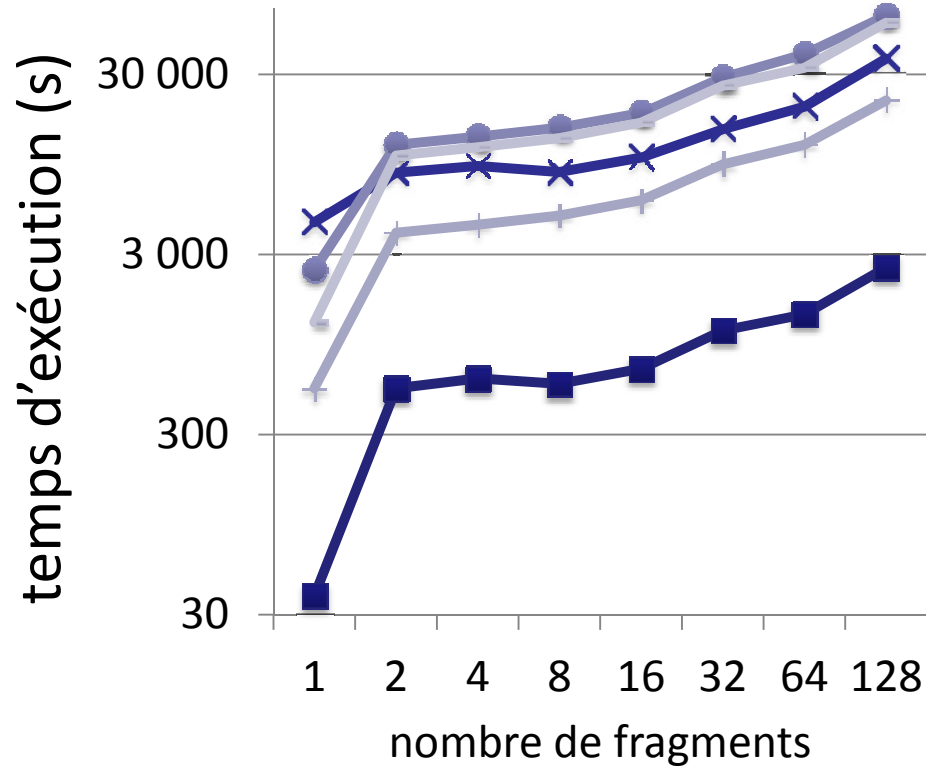
(la grappe au Luxembourg)



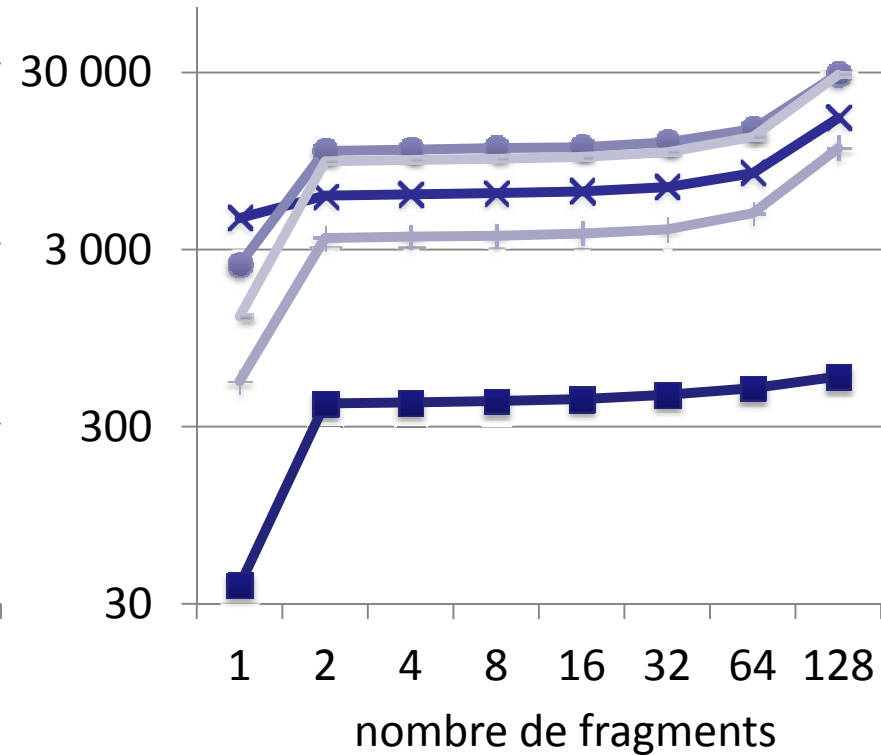
INVERSION DU STOCKAGE DES TRANSITIONS

Réduction par τ -confluence

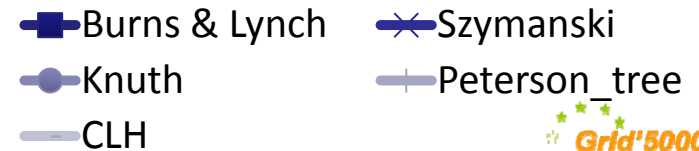
sans inversion



avec inversion



- grappe granduc (Luxembourg)
- consommation mémoire identique



Comparaison d'usages de REDUCTOR

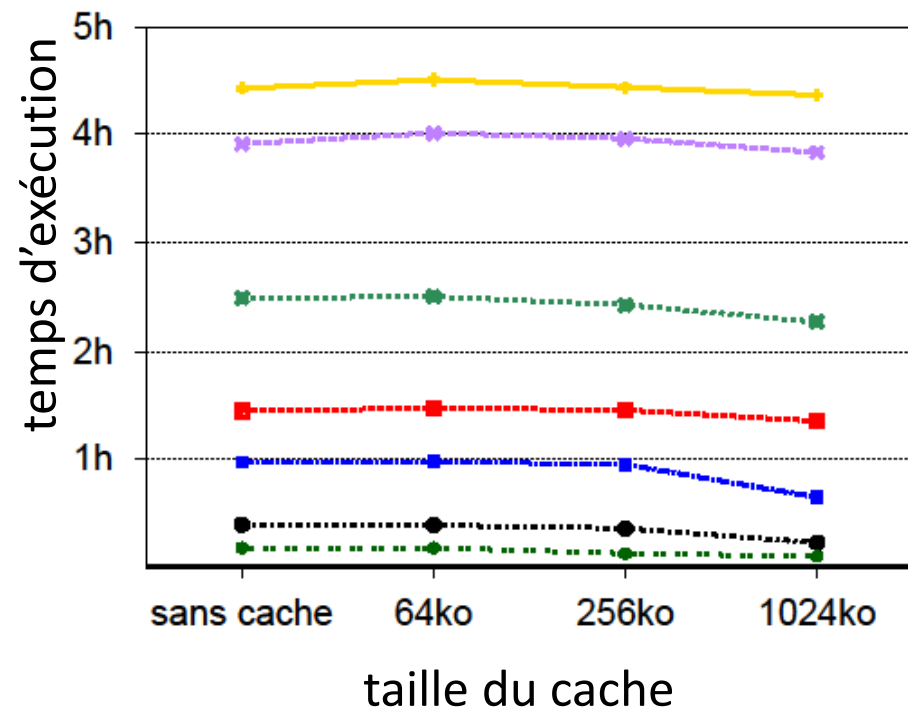
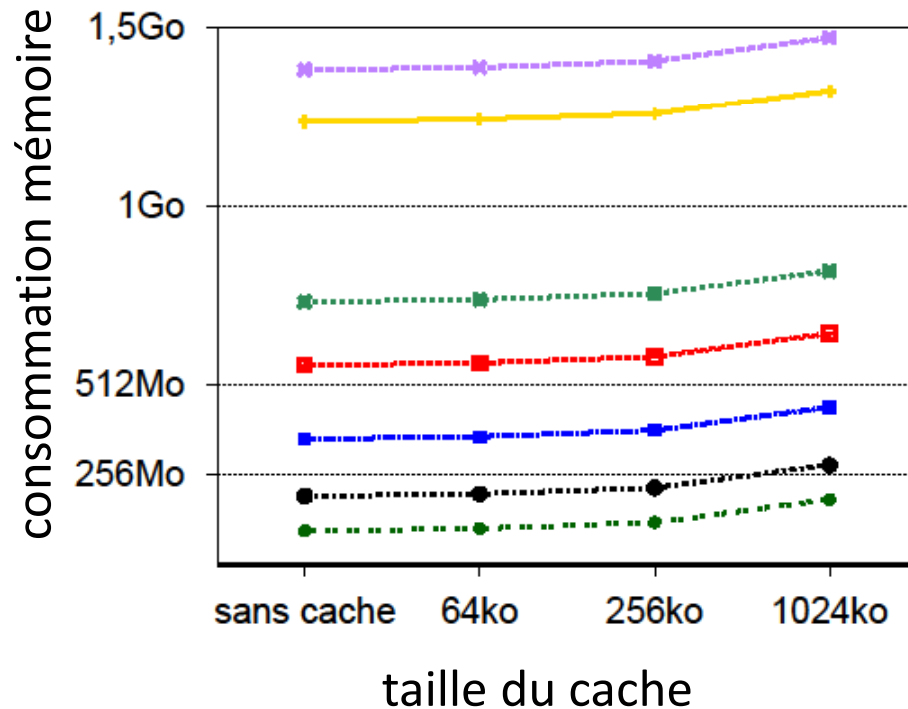
exemple	LNT.OPEN		BCG_OPEN		PBG_OPEN		PBG_INVERT	
	temps	mém.	temps	mém.	temps	mém.	temps	mém.
Burns&Lynch	43	159	24	91	541	96	406	96
Anderson	62	307	51	202	1222	194	921	194
MCS	215	822	157	360	3069	360	2309	360
Peterson_tree	549	2076	365	626	3954	570	3488	570
Szymanski	4530	1940	1290	842	8537	750	6047	750
Knuth	2470	2764	1642	1428	12174	1264	10824	1264
CLH	1267	3087	1060	1585	10615	1415	9444	1415
Lamport	<i>oom</i>	<i>oom</i>	9227	6930	59932	6015	52627	6015

- LNT.OPEN : LNT.OPEN/REDUCTOR
- BCG_OPEN : DISTRIBUTOR, PBG_MERGE, BCG_OPEN/ REDUCTOR
- PBG_OPEN : DISTRIBUTOR, PBG_OPEN/REDUCTOR
- PBG_INVERT : DISTRIBUTOR, PBG_INVERT, PBG_OPEN/REDUCTOR



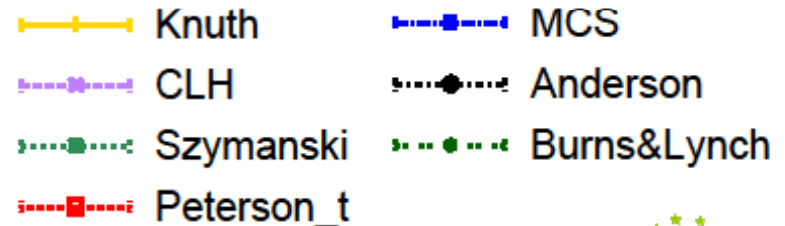
MISE EN CACHE DES TRANSITIONS SUCESSEURS

PBG_OPEN avec cache



conditions expérimentales :

- 4 travailleurs
- grappe du Luxembourg
- écarts-types moins de 3% de la moyenne



Conclusion

● Vérification distribuée

- expériences à grande échelle sur Grid'5000, utilisation de DISTRIBUTOR sur PACAGrid (Eric Madelaine)
- recherche d'erreurs dans des applications distribuées
- très coûteux en mémoire (graphes de la taille du Web)

● Travaux en cours

- amélioration de la bibliothèque de communication (initialisation parallèle)
- adaptation de la fonction de hachage statique (équilibrage de charge sur architectures hétérogènes)
- vérification distribuée de propriétés de logique temporelle