

Dynamic Resource Allocation in Clouds: Smart Placement with Live Migration

Makhlouf Hadji
Ingénieur de Recherche
makhlouf.hadji@irt-systemx.fr

Avec : Djamal Zeglache (TSP)
djamal.zeglache@telecom-sudparis.eu



Projet porté par

Campus Paris Saclay
FONDATION DE COOPERATION SCIENTIFIQUE

Labellisation principale

SYSTEMATIC
PARIS REGION SYSTEMS & ICT CLUSTER

Labellisations secondaires

advancity
Ville & Mobilité Durables

AS*Tech*
Paris Region

mov'eo
PARIS REGION

Soutien de collectivités territoriales

île de France

Essonne
LE CONSEIL GÉNÉRAL

CAPS

STRATÉGIE

CONSEIL D'ADMINISTRATION

10 membres : 6 industriels, 3 académiques, 1 pôle

Pascal Cléré

Président

Alstom Transport

**CLUB DES INDUSTRIELS
PARTENAIRES**

**CONSEIL SCIENTIFIQUE
& TECHNIQUE**

MANAGEMENT

DIRECTION OPERATIONNELLE

Eric Perrin-Pelletier

Directeur Général

OPÉRATIONS

**Programme
Systèmes
de Systèmes**

**Programme
Technologies
et Outils**

**Programme
Formation**

**Programme
Relations PME**

**Projets
R&D**

**Projets
R&D**

**Comité d'Orientation
Programme (COP)**

**Comité d'Orientation
Programme (COP)**

**Comité d'Orientation
Formation (COF)**

1 Excellence

- Talents
- Résultats
- Echanges

2 Souplesse

- Fonctionnement
- Partenariat
- Projets

3 Rigueur

- Propriété Intellectuelle
- Confidentialité
- Exécution



SYSTEMES DE SYSTEMES



GESTION D'ÉNERGIE



TRANSPORT
MULTIMODAL

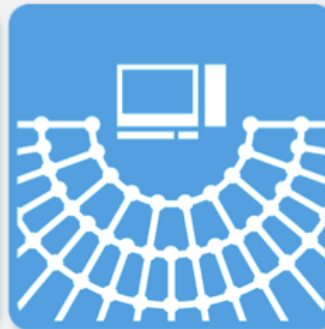


SECURITÉ
ET MULTIMÉDIA

TECHNOLOGIE ET OUTILS D'INGENIERIE NUMERIQUE



SYSTEMES EMBARQUÉS



HIGH PERFORMANCE
COMPUTING (HPC)



CLOUD COMPUTING
ET RÉSEAUX



OUTILS DE CONCEPTION
ET DE SIMULATION

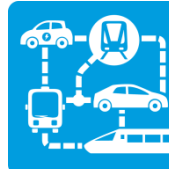
Projets opérationnels depuis le lancement

9

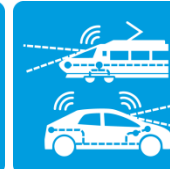
Projets Opérationnels

15,5

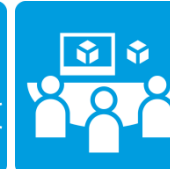
M€ Financement Industriel



Transport Multimodal



Systèmes embarqués



Outils de conception et de simulation



Cloud computing et Réseaux



Sécurité et Multimédia



110

ETP/an sur 3 ans

42

Partenaires Industriels

12

Partenaires Académiques



29
Thèses

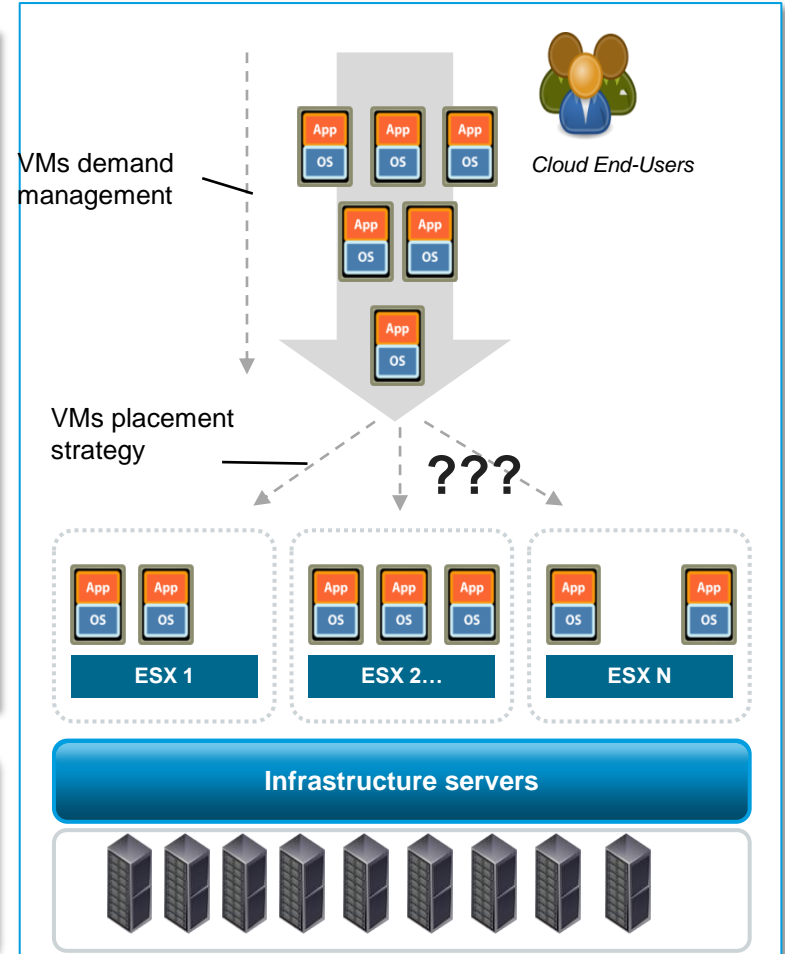
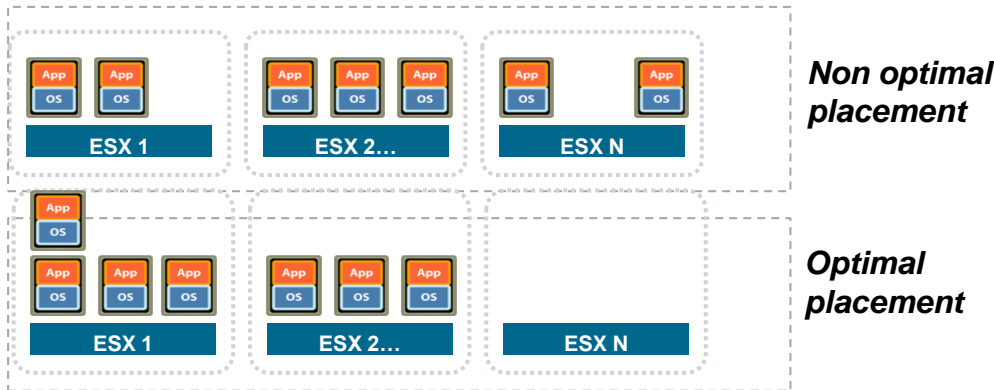
IFSTAR
UNIVERSITÉ PARIS SUD
UNIVERSITÉ DE VERSAILLES SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES
supméca
LNE
ESTACA ÉCOLE D'INGÉNIEURS Groupe ISBB
ENSTA ParisTech
ceea
MINES TELECOM
Supélec
CENTRALE PARIS
INSTITUT Mines-Télécom

I- Smart Placement in Clouds



VM Placement problem

Problem: Based on allocating and hosting N VMs on a physical infrastructure of X **Serveurs**, what is the best manner to optimally place workloads to minimize different infrastructure costs ?



Benefits

- ❑ Resources optimization,
- ❑ Minimization of infrastructure costs,
- ❑ Energy consumption optimization.



Challenges of the problem:

- ❑ Exponential number of cases to enumerate.



Define the best strategy to place VMs workloads leading to optimally reduce infrastructure costs.

◆ French Providers Point of View

ENTRETIEN

Patrick Debus-Pesquet, "Supporter un million d'entreprises en route vers le Cloud 2015/2016"

Christophe Bardy 

[section_title title=1 - Numergy : Une infrastructure cloud
La version initiale de l'article indiquait de façon inexacte les différentes offres de Numergy, au lieu de dire que les informations ont été corrigées dans cette version

LeMagIT a pu s'entretenir avec Patrick Debus-Pesquet, le directeur technique de Numergy, la filiale cloud de SFR, Bull et Caisse des dépôts et Consignations. Arrivé chez l'opérateur de cloud français le 10 décembre dernier. Patrick Debus-Pesquet a un long historique dans l'informatique. Ce diplômé de l'IEP de Lyon a commencé sa carrière chez Shell en tant qu'analyste SNA, avant de travailler pour Aérospatiale, Renault et SITB (aujourd'hui Atos



Le Cloud et vous

Qui sommes nous ?

Cloudwatt box

Stockage et sauvegarde

Instances et Serveurs

Questions et réponses

[Accueil](#) > [Le Cloud et vous](#) > 4 millions d'entreprises en route vers le Cloud

4 millions d'entreprises en route vers le Cloud

[Partager](#)

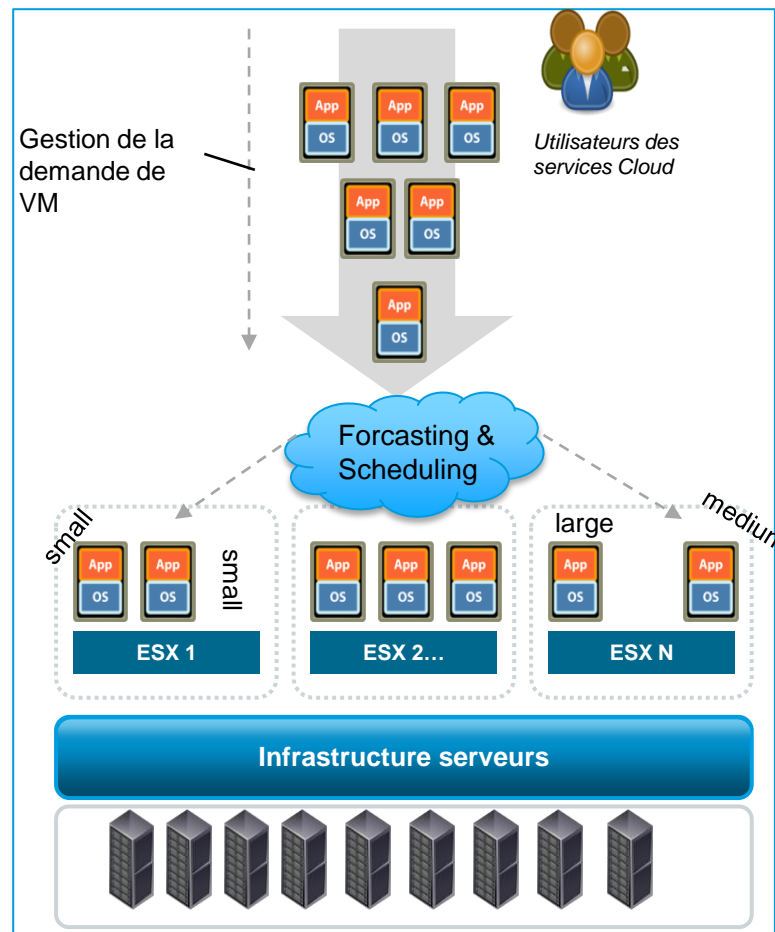
Le Cloud Computing est la possibilité pour toute entreprise d'utiliser des ressources informatiques externes quand elle le souhaite, sans avoir à investir dans du matériel et en payant uniquement ce qui a été consommé pour le stockage des données ou le fonctionnement d'applications.

Due to fluctuations in users' demands, we use Auto-Regressive (AR(k)) process, to handle with future demands:

$$d_t = \sum_{i=1}^k \varphi_i d_{t-i} + \varepsilon_t$$

Problem Complexity :

NP-Hard Problem: One can construct easily a polynomial reduction from the NP-Hard notary problem of the Bin-Packing.



Formulation as ILP:

The corresponding mathematical model is an Integer Linear Programming: difficulties to characterize the convex hull of the considered problem and the optimal solution.

$$\min Z = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{|I|} \gamma_{ij} y_{ij} - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{|I|} P_j x_{ij}$$

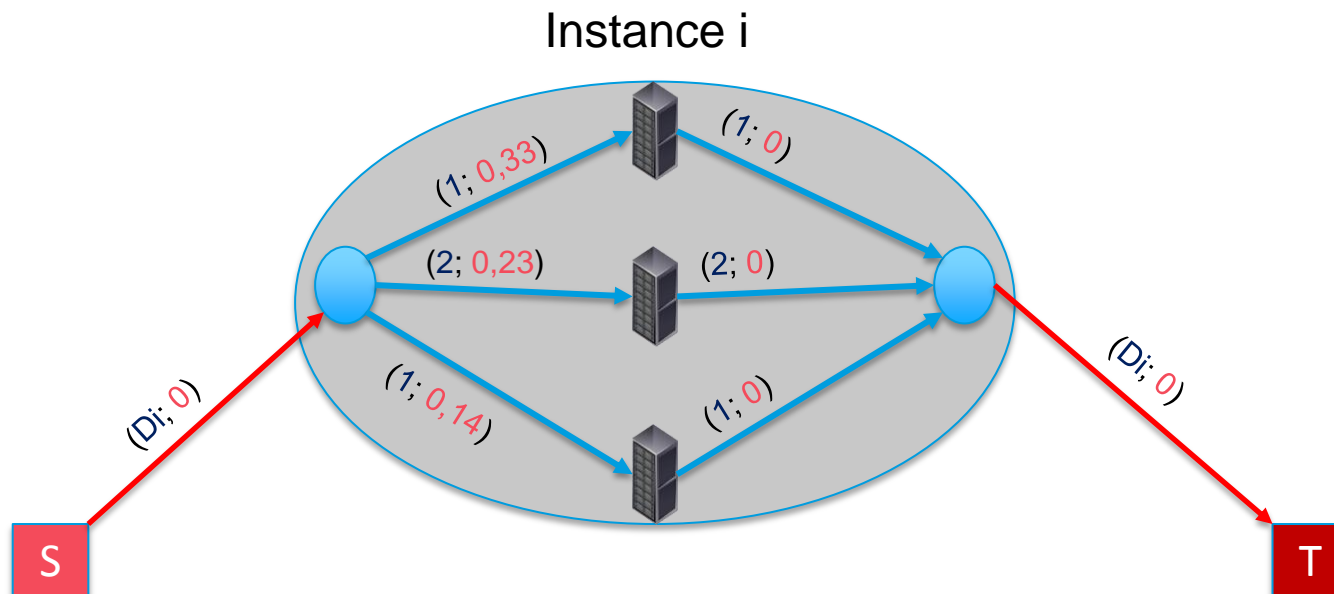
Subject To:

$$x_{ij} \leq C_{ij} y_{ij}, \forall j \in I, i = \overline{1, N}$$

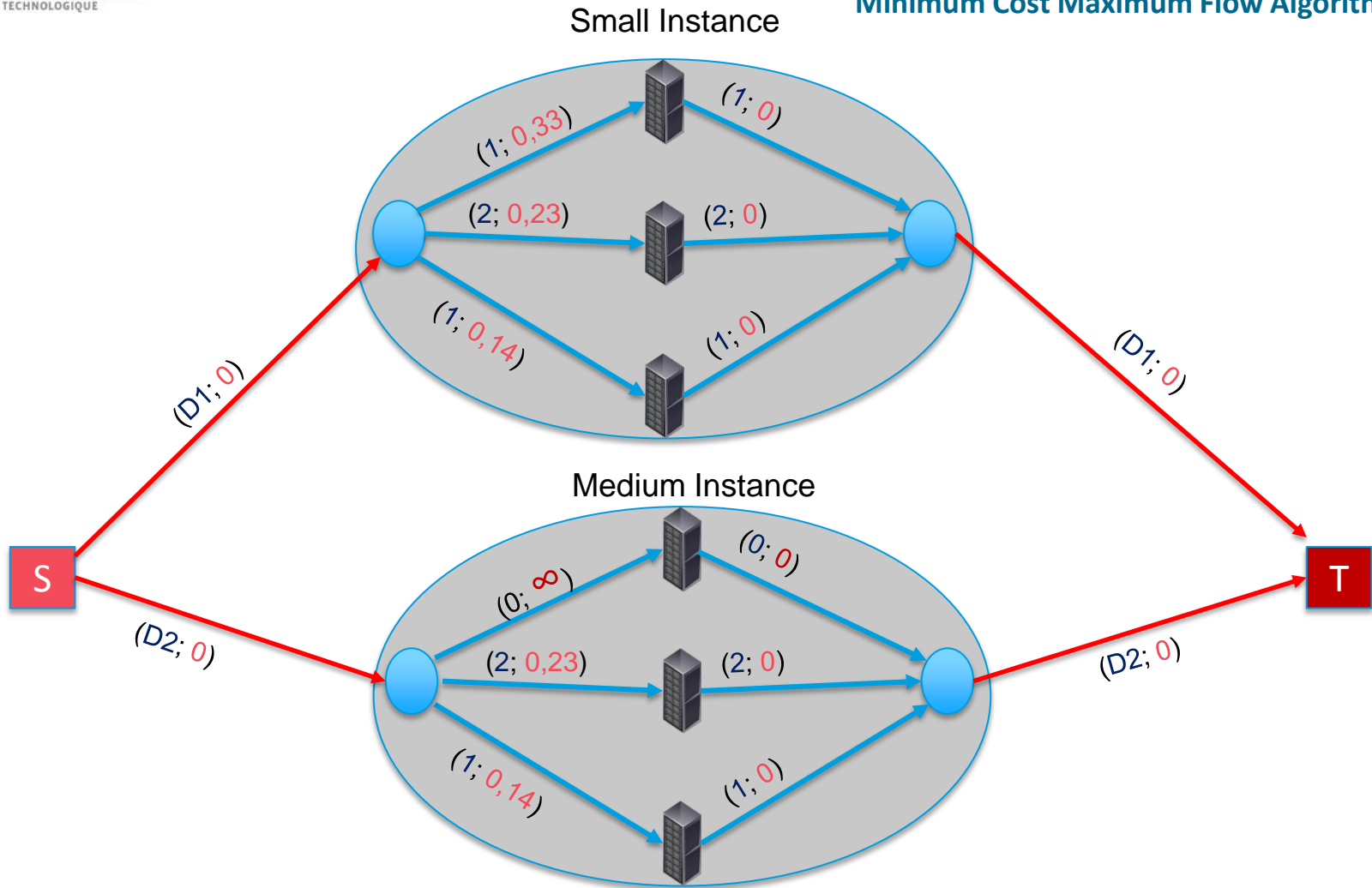
$$\sum_{i=1}^N x_{ij} = d_j, \forall j \in I$$

$$x_{ij} \in N, \forall i, j$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if VM}_j \text{ is hosted in server } i \\ 0 & \text{else.} \end{cases}$$

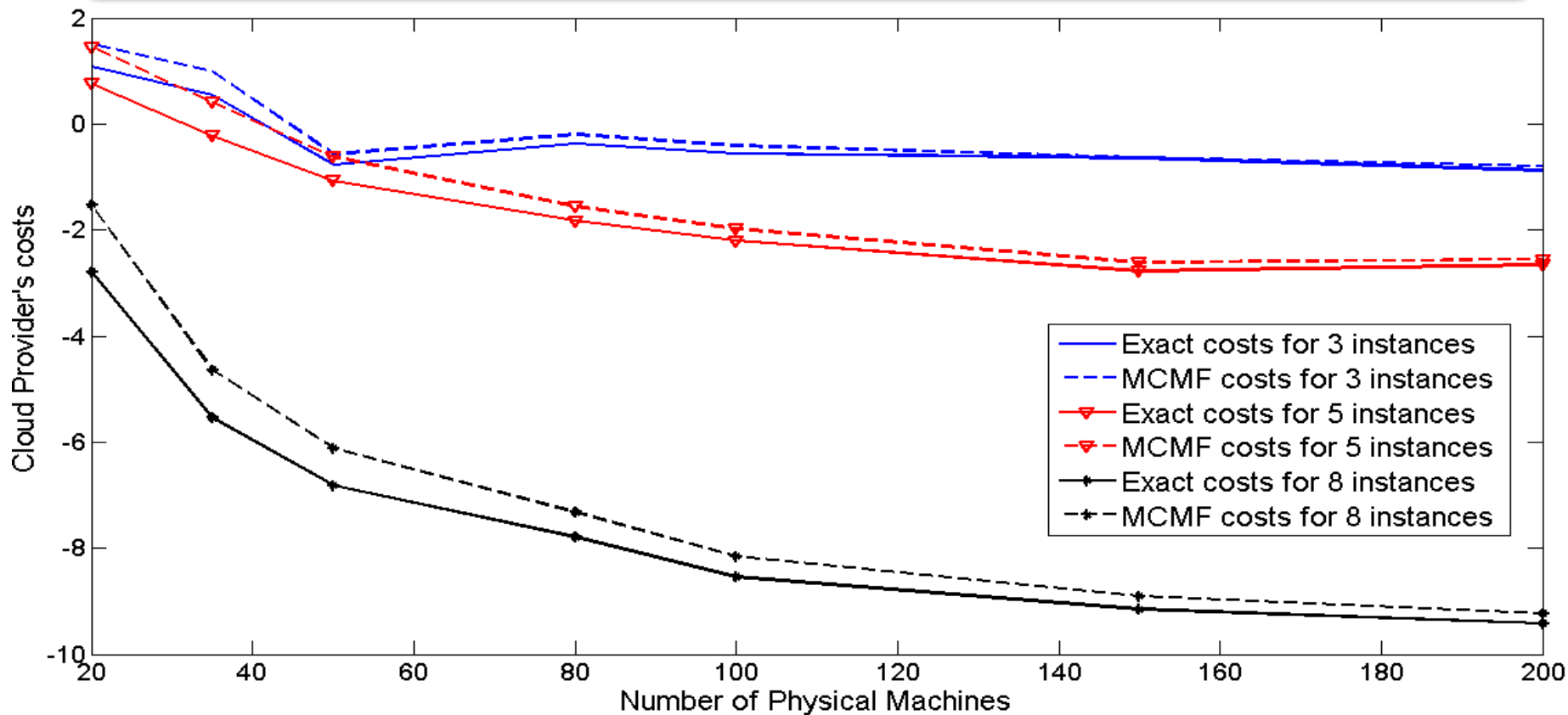


Legend: (capacity; cost)



Random Hosting Costs Scenario

We consider (0; 1) Random hosting costs between each couple of vertices (a, b), where a is a fictif node, and b is a physical machine (server).

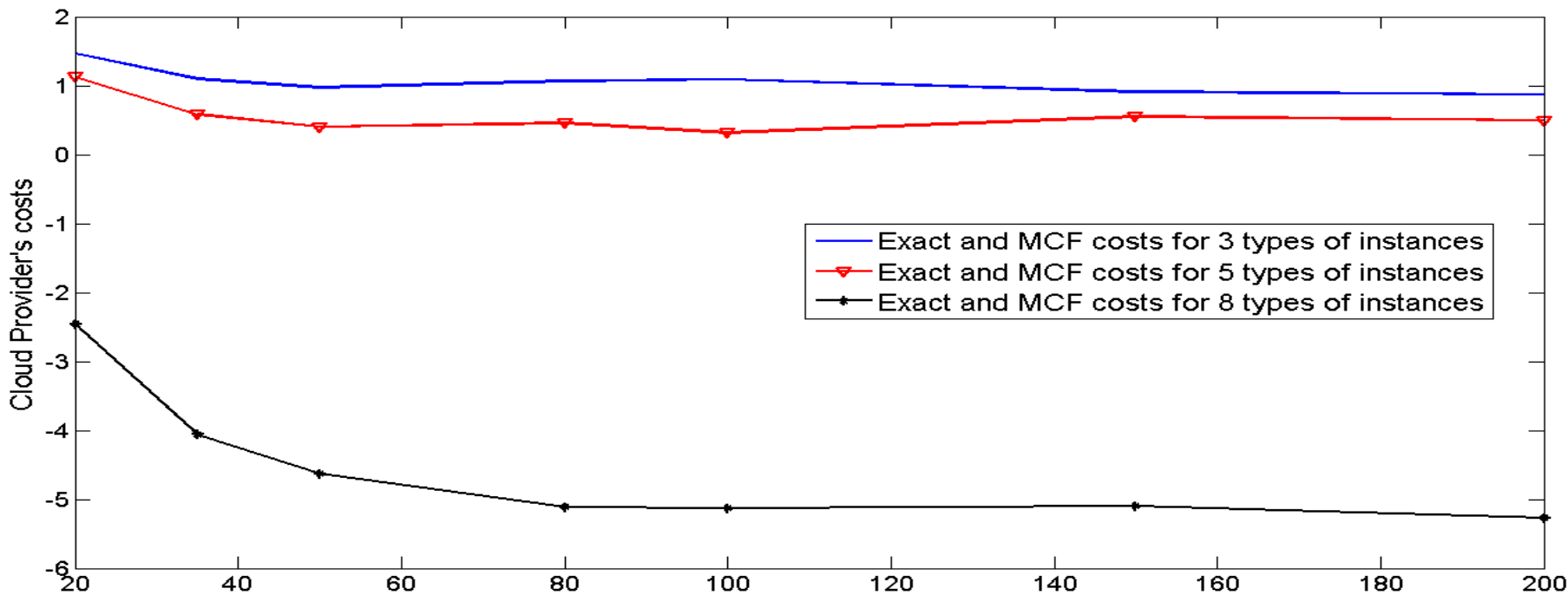


Inverse Hosting Costs Scenario

We consider inversed hosting costs function between each couple of vertices (a, b), where a is a fictif node, and b is a physical machine:

$$g_{ab} = \frac{1}{f(C_{ab})} \text{ if } C_{ab} \geq 0, \text{ otherwise } g_{ab} = \infty$$

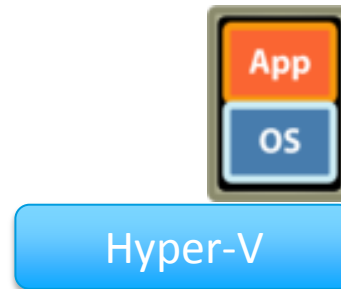
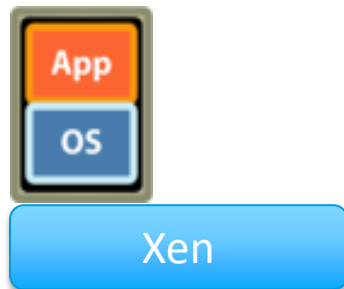
Where C_{ab} represents the available capacity on the considered arc. f est une fonction non nulle.



II- Live Migration of VMs



◆ Migration process:



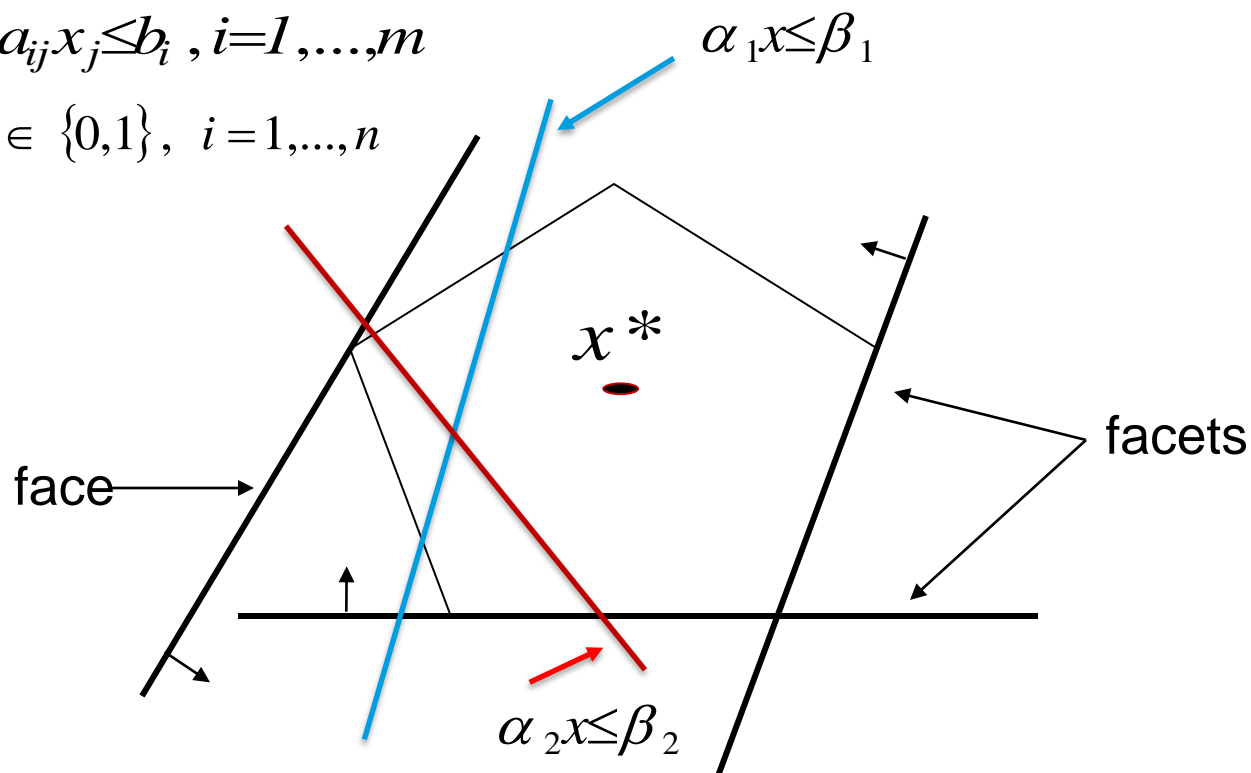
Polytops, faces and facets

$$\text{Min } \sum c_j x_j$$

Subject To constraints:

$$\sum a_{ij} x_j \leq b_i, i=1, \dots, m$$

$$x_i \in \{0,1\}, i=1, \dots, n$$



Some Valid Inequalities of our Problem:

- ◆ **Decision Variables:**

$Z_{ijk} = 1$ if A VM k is migrated from i to j (0 else).

- ◆ **Prevent backword migration of a VM:**

$$Z_{ijk} + Z_{jlk'} \leq 1$$

- ◆ **Server's destination uniqueness of a VM migration:**

$$\sum_{j=1, j \neq i}^{m'} Z_{ijk} \leq 1$$

- ◆ **Servers' power consumption limitation constraints:**

$$\sum_{i=1}^{m'} \sum_{k=1}^{q_i} P_k Z_{ijk} \leq (P_{j,\max} - P_{j,\text{current}})(1 - y_j)$$

- ◆ **Etc...**

$$\max M = \sum_{i=1}^{m'} P_{i,idl} y_i - \sum_{i=1}^{m'} \sum_{j=1}^{m'} \sum_{k=1}^{q_i} P'_k z_{ijk}$$

Subject To :

$$z_{ijk} + z_{jlk'} \leq 1, \forall i = \overline{1, m}, j = \overline{i, m'}, k = \overline{1, q_i}, k' = \overline{1, q_j}, l = \overline{1, m'}, l \neq j, k \neq k'$$

$$\sum_{j=1, j \neq i}^{m'} z_{ijk} \leq 1$$

$$\sum_{i=1}^{m'} \sum_{k=1}^{q_i} P_k z_{ijk} \leq (P_{j,max} - P_{j,current})(1 - y_j)$$

$$\sum_{j=1}^{m'} \sum_{k=1}^{q_i} z_{ijk} = q_i y_i$$

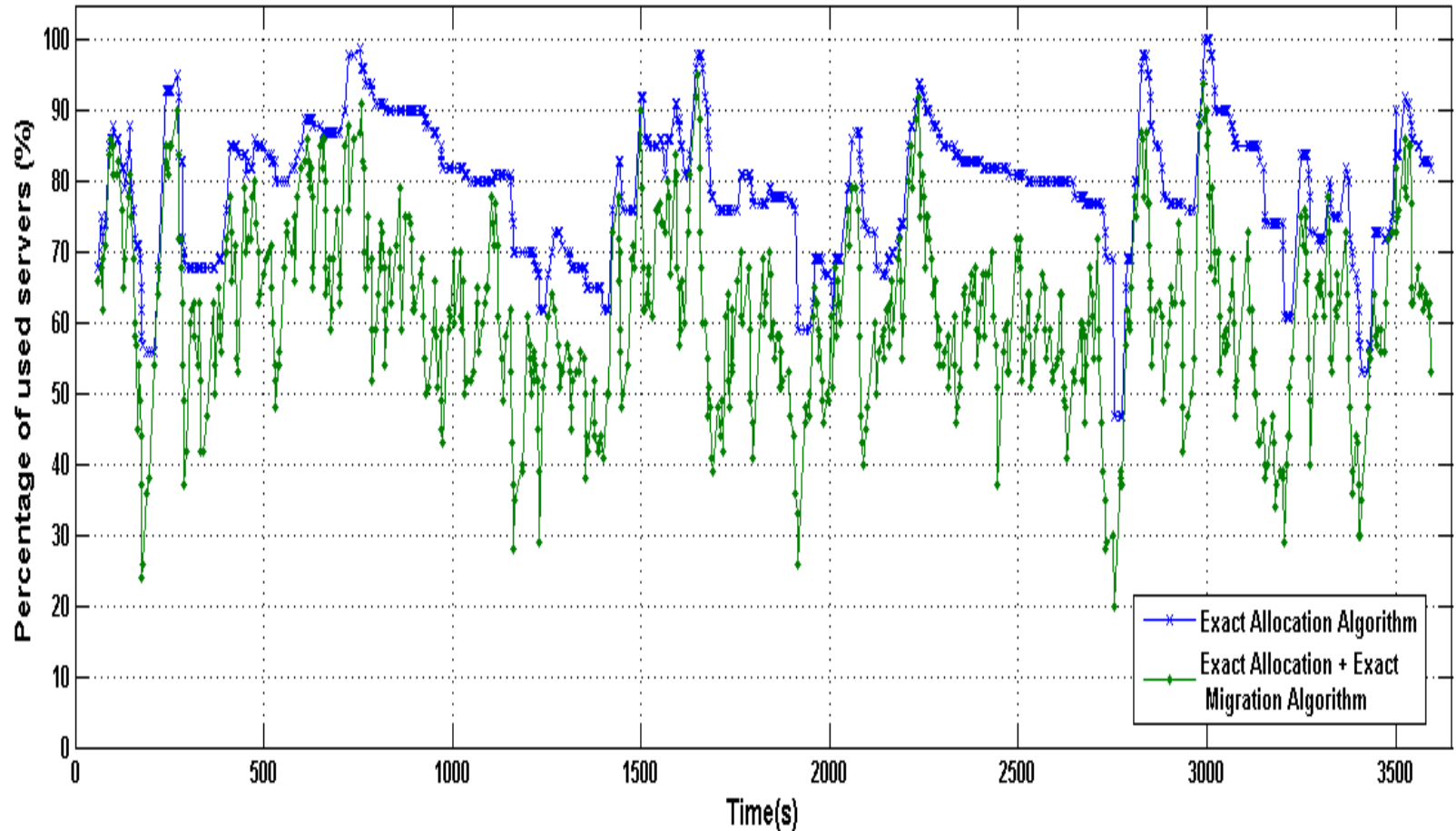
$$\sum_{i=1}^{m'} y_i \leq m' \left\lceil \frac{\sum_{j=1}^{m'} P_{j,current}}{P_{j,max}} \right\rceil$$

$$z_{ijk} \Delta t_k \geq T_0$$

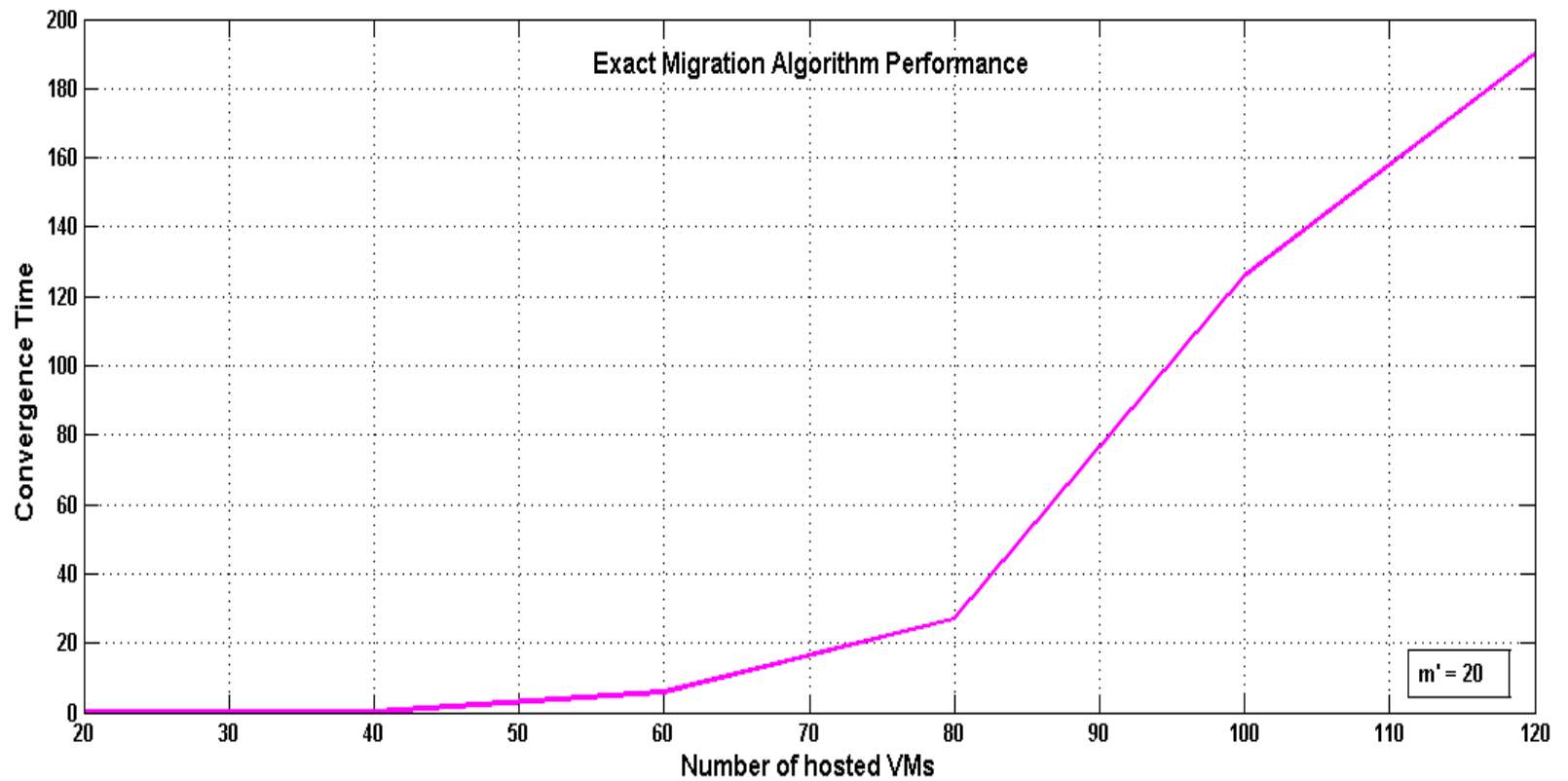
$$z_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{if VM}_k \text{ is migrated from } i \text{ to } j, \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{if server } i \text{ is idle} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Number of used servers when taking into account Migrations



Convergence Time (in seconds) of Migration Algorithm:



Percentage of Gained Energy when Migration is Used

	5	10	15	20	25	30
10	35,55	36,59	00	00	00	00
20	27,29	34,00	35,23	38,50	00	00
30	17,48	27,39	35,21	40,32	41,89	36,65
40	16,77	18,85	22,02	32,31	39,90	40,50
50	10,86	16,17	19,85	22,30	39,20	36,52
60	08,63	14,29	18,01	22,13	25,15	30,68
70	08,10	14,00	14,86	15,90	22,91	23,20
80	07,01	10,20	10,91	15,34	17,02	21,60
90	06,80	09,32	10,31	14,70	16,97	19,20
100	05,90	07,50	08,40	12,90	16,00	14,97

A close-up photograph of a person's hand holding a white rectangular card. The card is held in the center of the frame, and the text 'Thank you' is printed on it in a large, bold, black sans-serif font. The background is a soft, out-of-focus light color. The hand is positioned on the left side of the card, with the thumb and index finger visible. The person is wearing a light-colored, ribbed sweater. The overall composition is clean and professional.

Thank you