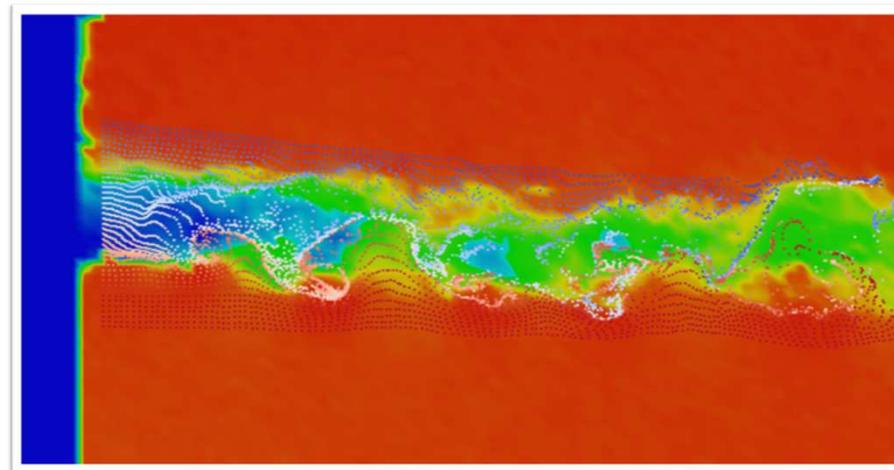
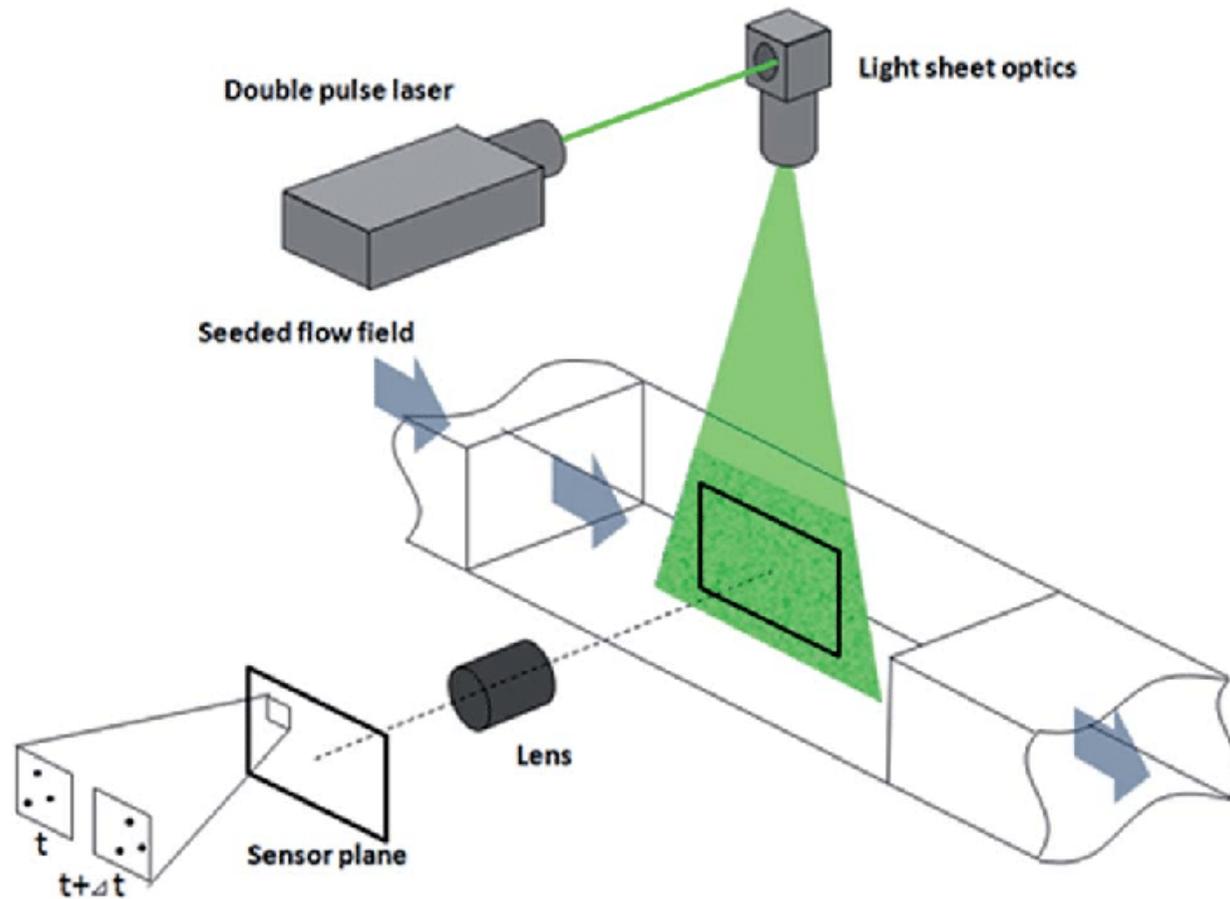


Retour sur le méso-challenge Olympe 2018 de CALMIP : CPIV-IMFT

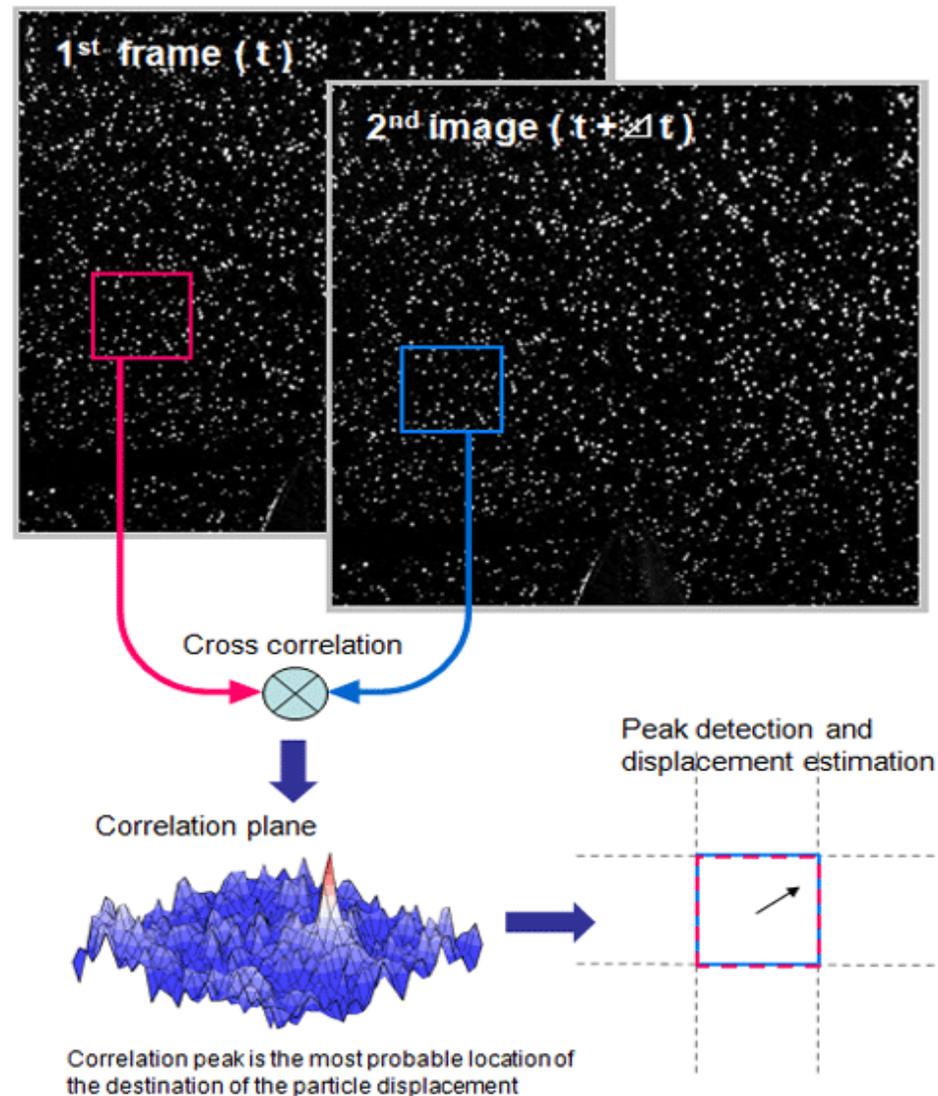


Pierre ELYAKIME

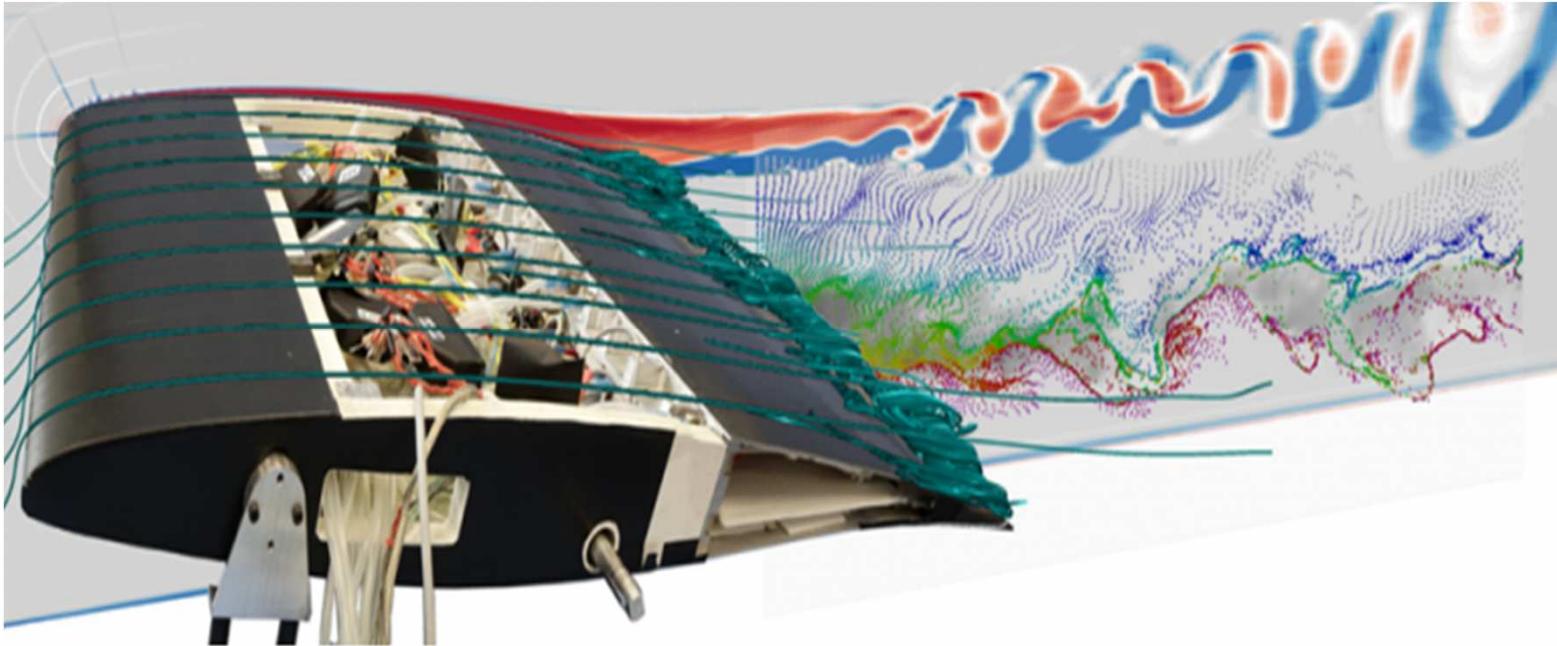
Vélocimétrie par Images de Particules



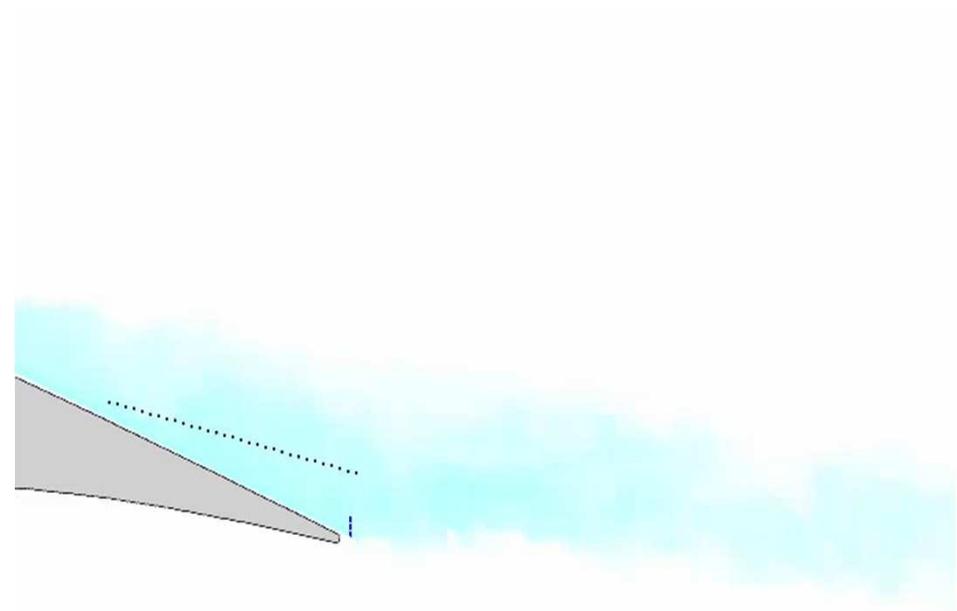
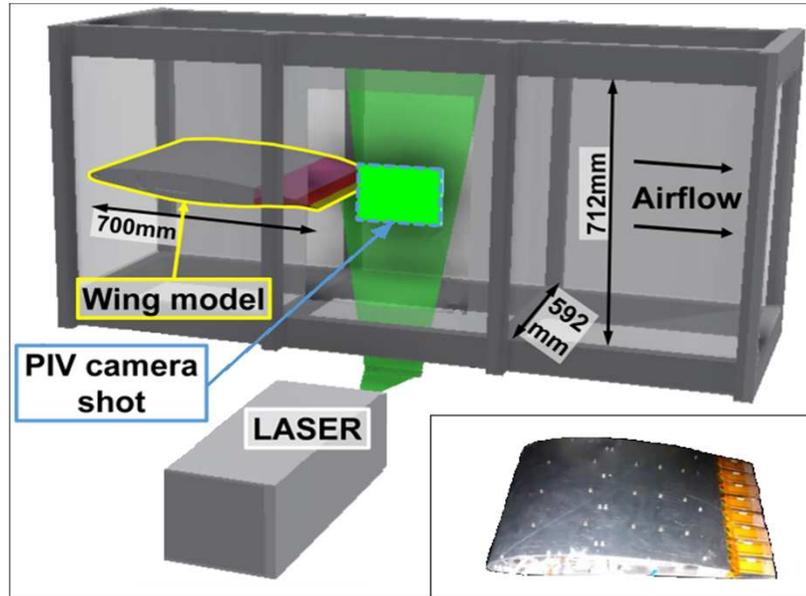
Vélocimétrie par Images de Particules



Projet Européen : Smart Morphing and Sensing – M. Braza



Projet Européen : Smart Morphing and Sensing – M. Braza

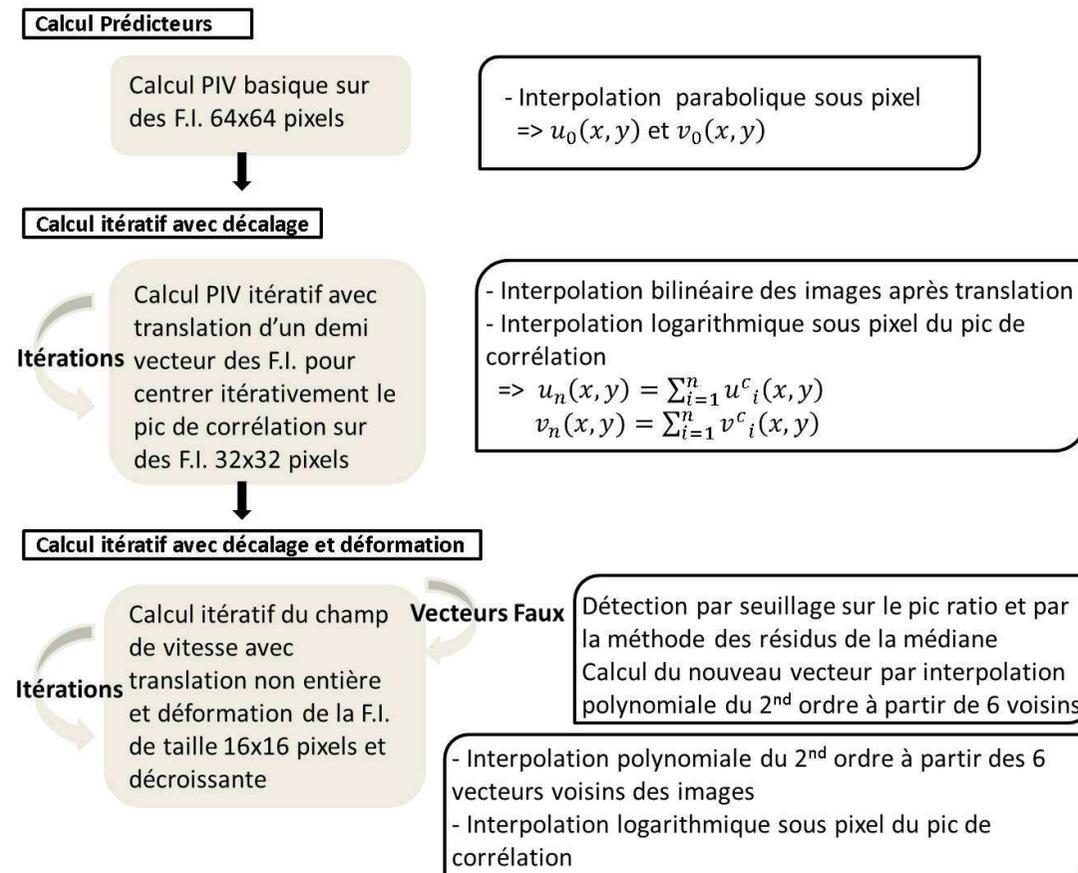


Experimental results in the wind tunnel S4 IMFT for the morphing case at 220Hz frequency of the reduced scale A320 prototype

Logiciels de PIV 2D-2C IMFT : CPIV-IMFT

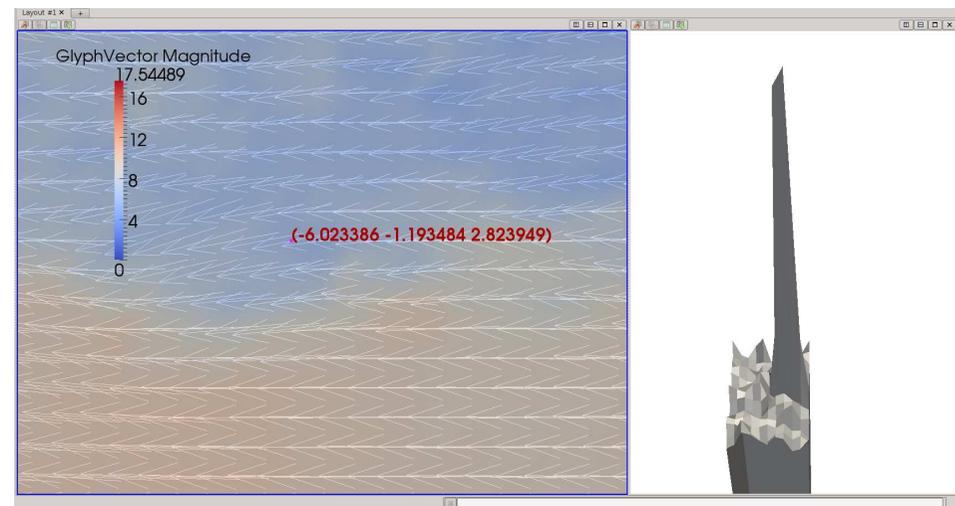
Code parallèle non commercial, multi plateforme (Linux, Windows),
 algorithme itératif multi grille avec décalage continue de fenêtre
 d'interrogation et déformation d'images [3]

Algorithme :



Logiciels de PIV 2D-2C IMFT : CPIV-IMFT

- Outils parallèles: pré traitement des images (normalisation, correction Gamma, filtres locaux, ...), détection des vecteurs faux, calcul de statistiques, calcul de vorticité, ...
- Visualisation : sous ParaView avec des macros programmées; visualisation des pics de corrélation
- Fichiers de sorties en binaire



Validation de CPIV-IMFT

Test cases	Stream wise displacement (U)		Crossflow displacement (V)	
	Relative error [%]	Absolute Error [pixel]	Relative error [%]	Absolute error [pixel]
Poiseuille	1.8	0.02	n.c	n.c
Lamb-Oseen Vortex	4.8	0.0086	4.9	0.0086
Uniform flow	0.4	0.0047	0.5	0.0052
Sink flow	5.6	0.0052	5.6	0.0053
Vortex flow	6.2	0.0066	7.9	0.0064
Shear flow	5.7	0.0069	n.c	<u>n.c</u>

Séquences d'images de particules générées numériquement par le générateur d'images synthétiques SIG et fournies par le projet Européen FLUID [4].

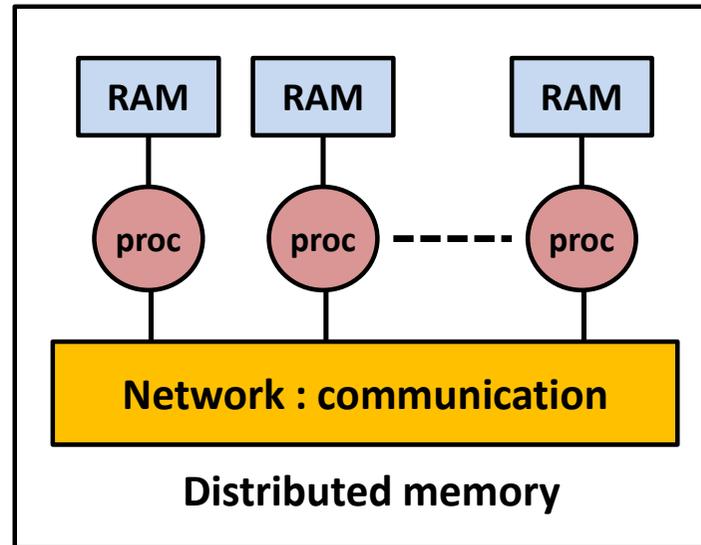
$Err_{abs} = |u_{theo} - \bar{u}|$: absolues à partir des valeurs théorique

$Err_{relative} = \frac{|u_{theo} - \bar{u}|}{u_{theo}} * 100$: erreurs relatives

Si (\bar{u}, \bar{v}) est un champ moyen de vitesse.

Principe de la parallélisation

Technique de la parallélisation à mémoire distribuée : SPMD = Single Program Multiple Data



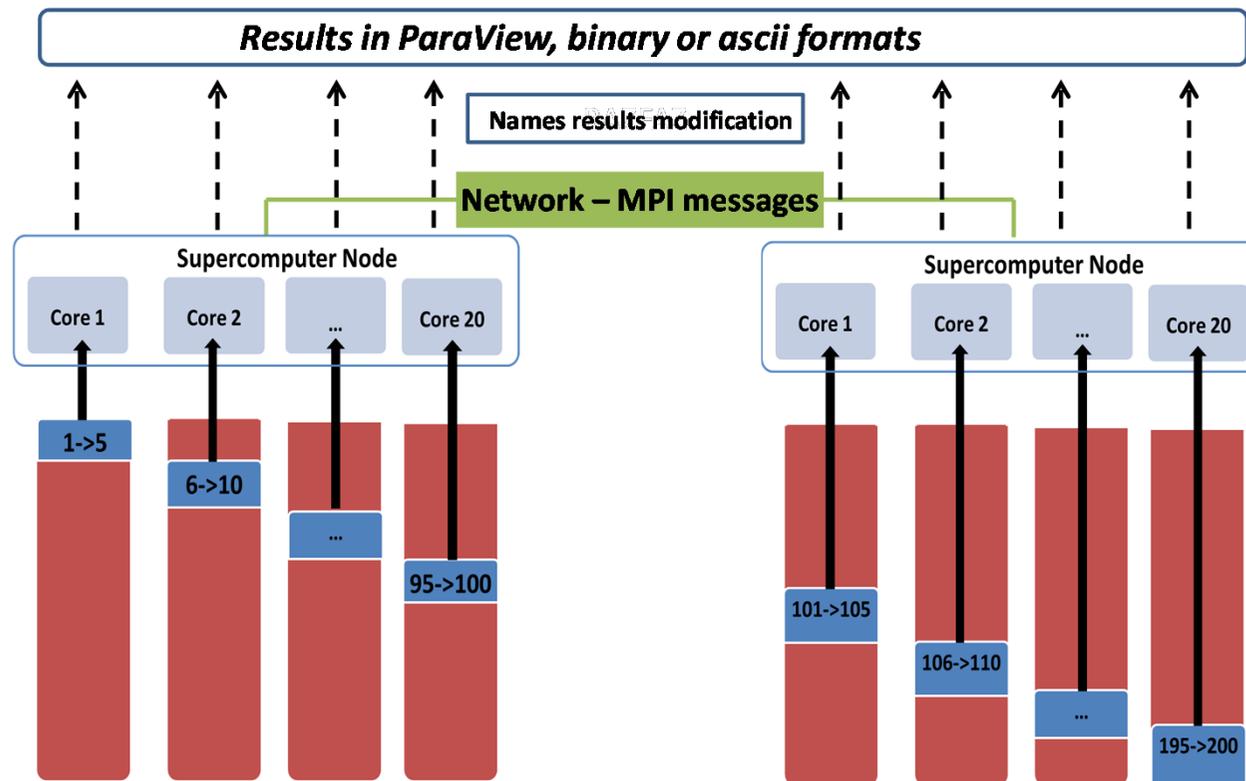
- Division du calcul en plusieurs tâches lancées sur plusieurs Unités de calcul (nœuds, coeurs)
- Gestion du parallélisme dans le code avec la librairie « Message Passing Interface » (MPI)

Application à CPIV-IMFT

Idée : développer un code parallèle en tant que surcouche

⇒ Construction de sous séquences d'images

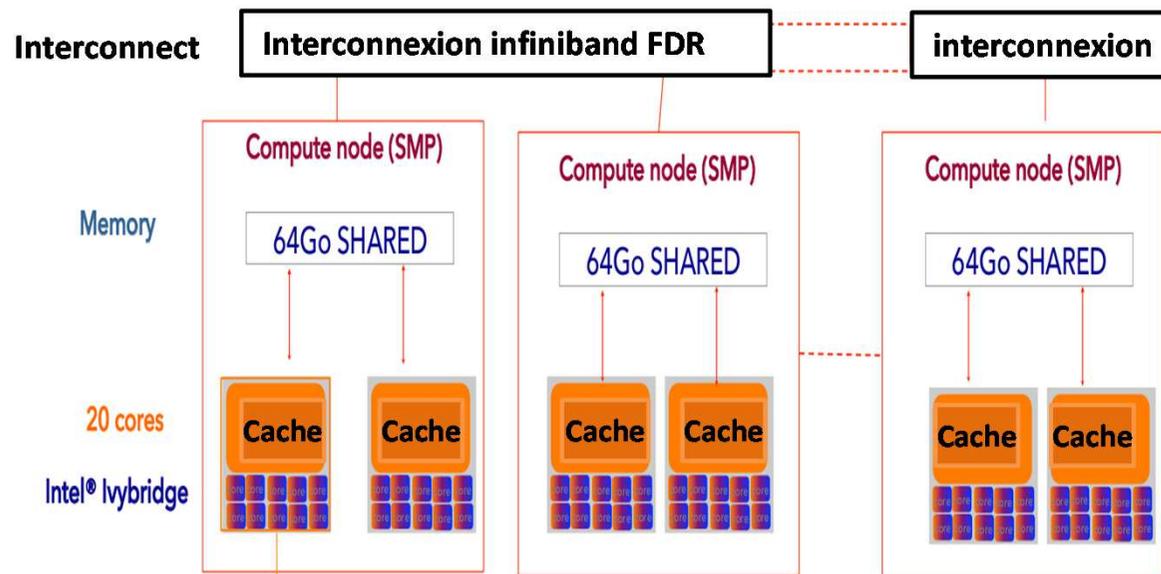
⇒ Exécution du code CPIV-IMFT en parallèle sur chaque cœur des processeurs



CALMIP - EOS

Architecture du supercalculateur EOS :

- Puissance crête de 274 TeraFlops
- **12240 cœurs** sur 612 nœuds composé de 2 processeurs INTEL *Ivy Bridge* 2,8 Ghz (10 cœurs / processeur)
- Inter-connexion rapide *Infiniband Full Data Rate*

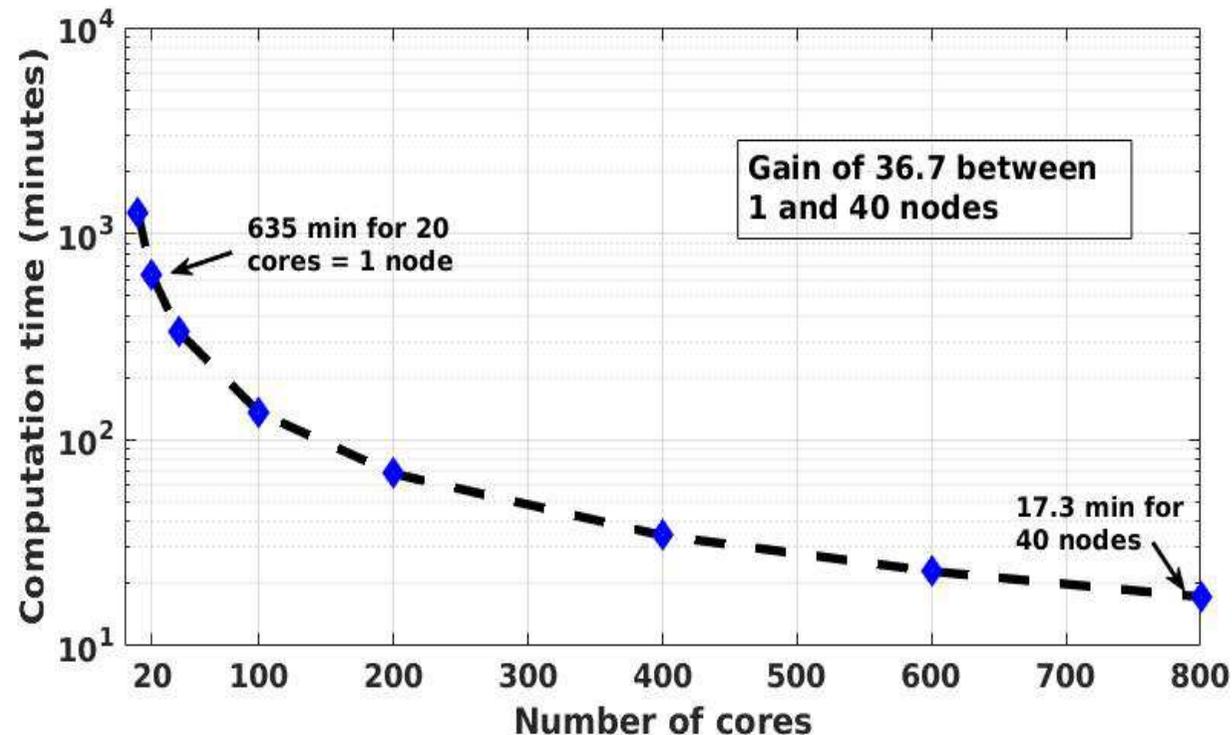


Processor or socket = 10 cores and 25 Mo de cache

Benchmark HPC sur EOS

- Séquence de 66772 images provenant du projet SMS [1]
- Exécution du code sur 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 30 et 40 nœuds (soit 10, 20, 40, 100, 200, 400, 600 et 800 cœurs)

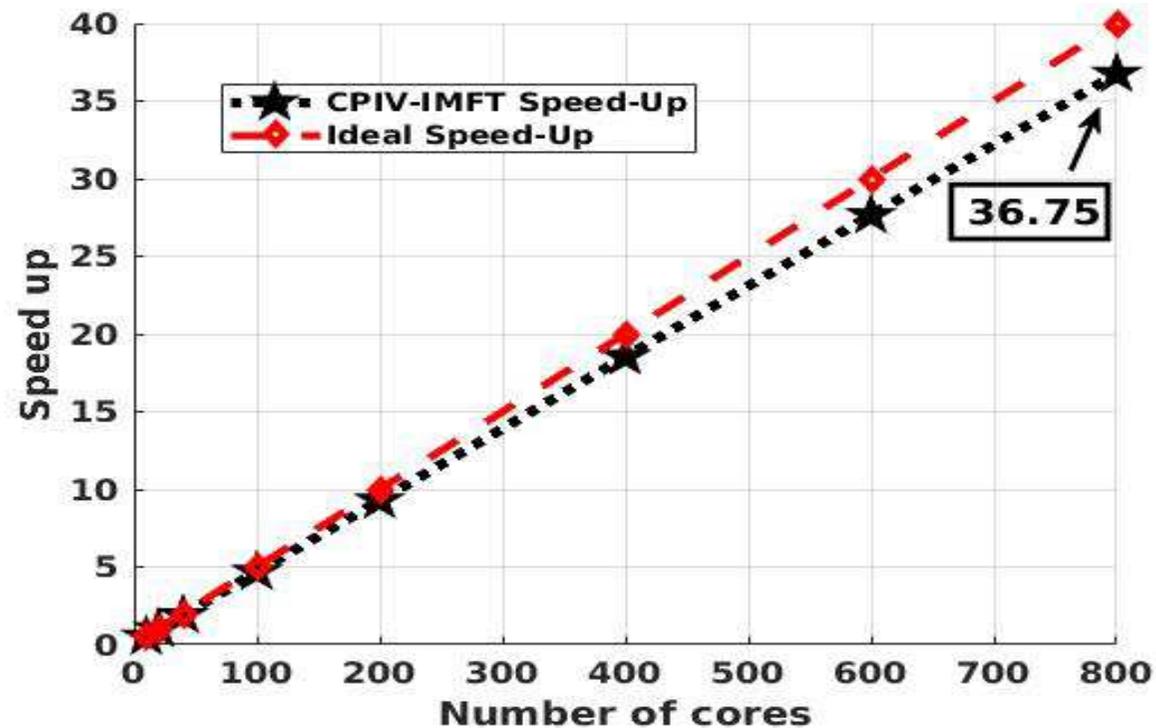
Courbe d'évolution du temps de calcul en fonction du nombre de cœurs



Facteur d'accélération : 36.75 entre 1 et 40 nœuds

Gain en temps de calcul : 735 entre 1 et 800

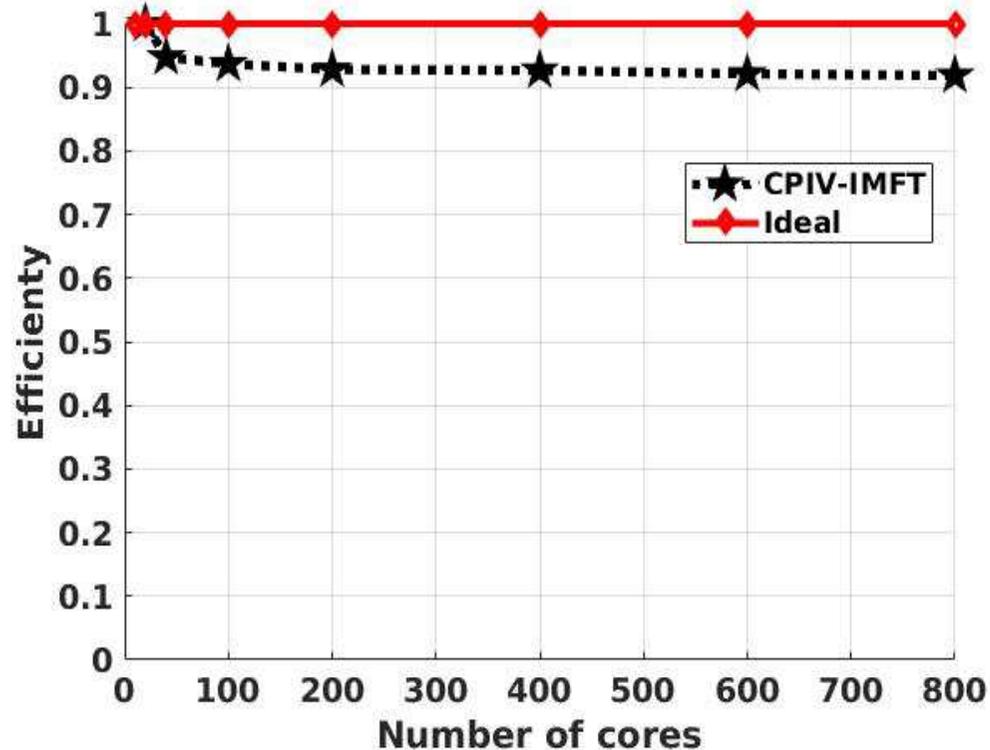
Courbe de speed up



Mesure l'accélération du traitement parallèle entre 1 et n nœuds de calcul :

$$S(n) = \frac{T(1)}{T(n)} \text{ où } T(1) \text{ et } T(n) \text{ temps mis par 1 et } n \text{ nœuds}$$

Courbe d'efficacité de la scalabilité



Indique l'efficacité d'un code à utiliser un nombre croissant de nœuds

$$Eff(n) = \frac{S(n)}{n}$$

CALMIP - Olympe

Architecture du supercalculateur Olympe :

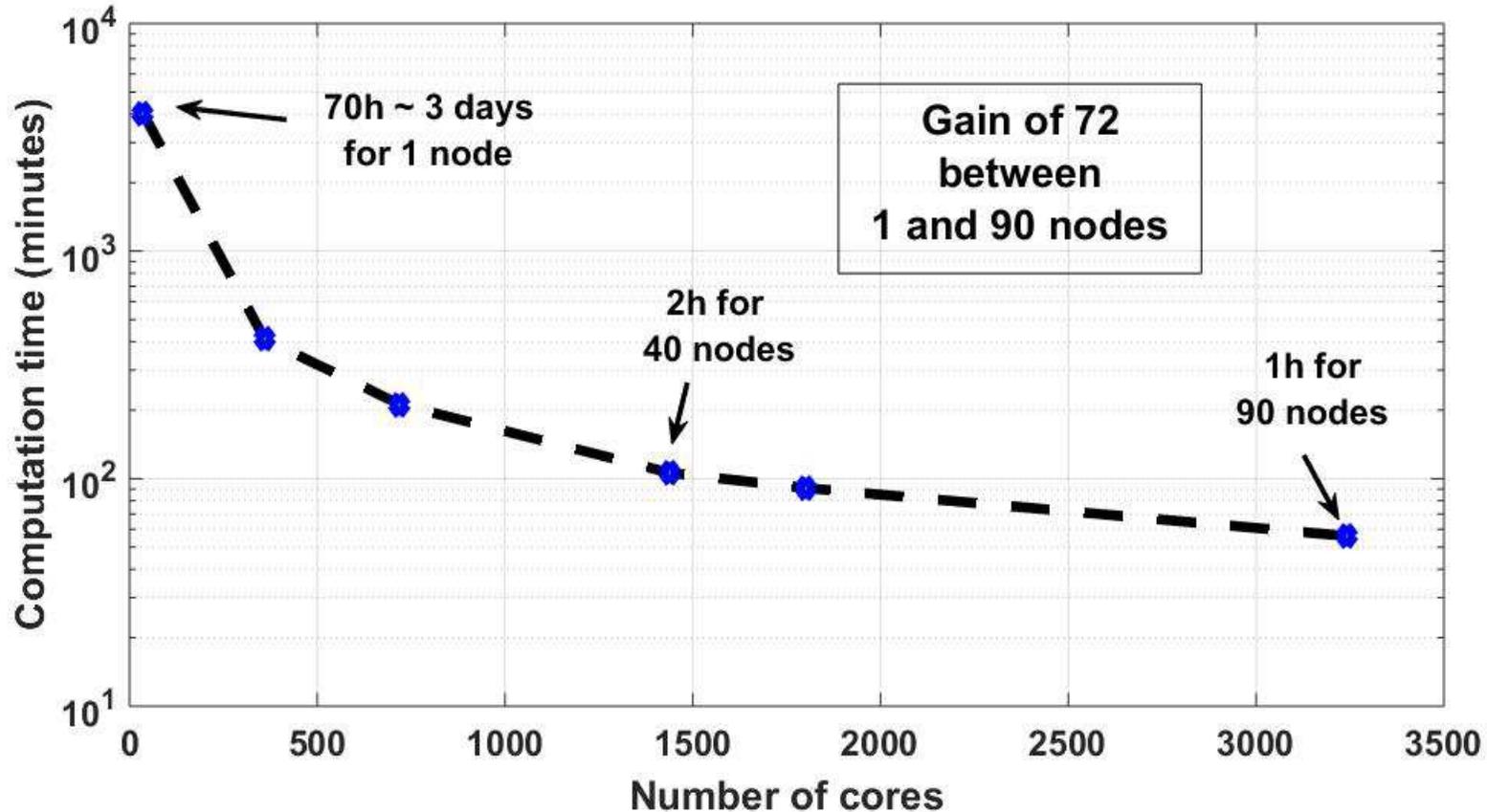
- Cluster de calcul SEQUANA (ATOS-BULL) de puissance crête de 1,365 Pétaflops
- 374 nœuds de calcul (36 cœurs/nœud), 13 464 cœurs, 48 cartes GP-GPU
- Processeurs Intel® Skylake 6140 à 2.3 Ghz de 18 coeurs
- Réseau d'interconnexion rapide Infiniband EDR 100 Gb/s

Benchmark sur Olympe

- Séquence de 200 000 images provenant du projet SMS [1]
- Exécution du code sur 1, 10, 20, 40, 50 et 90 nœuds
(soit 36, 360, 720, 1440, 1800 et 3240 cœurs)

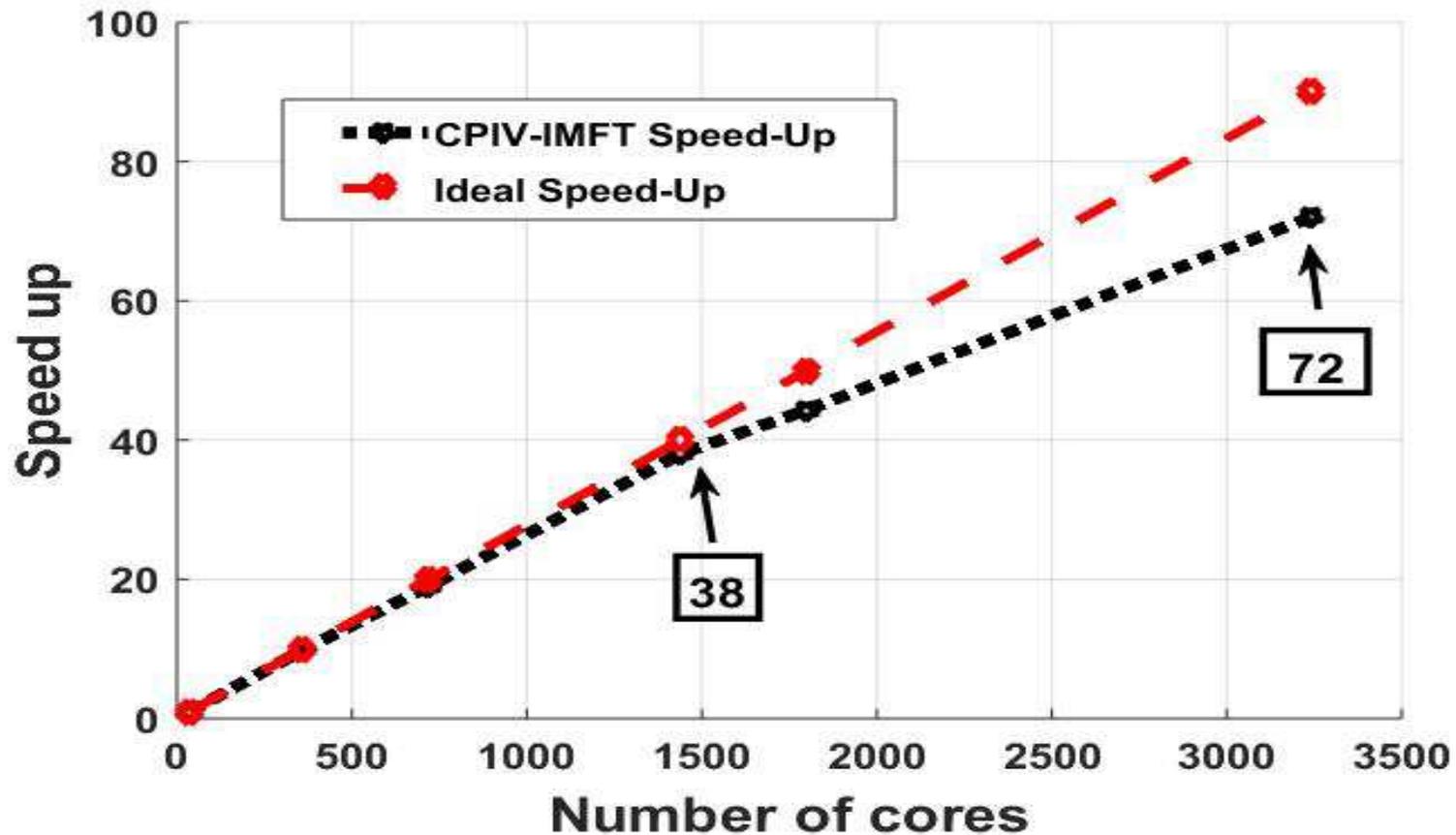
⇒ Utilisation jusqu'au tiers du nombre de cœurs de la machine

Courbe d'évolution du temps de calcul en fonction du nombre de cœurs



Gain en temps de calcul : 2600 entre 1 et 3240 cpus

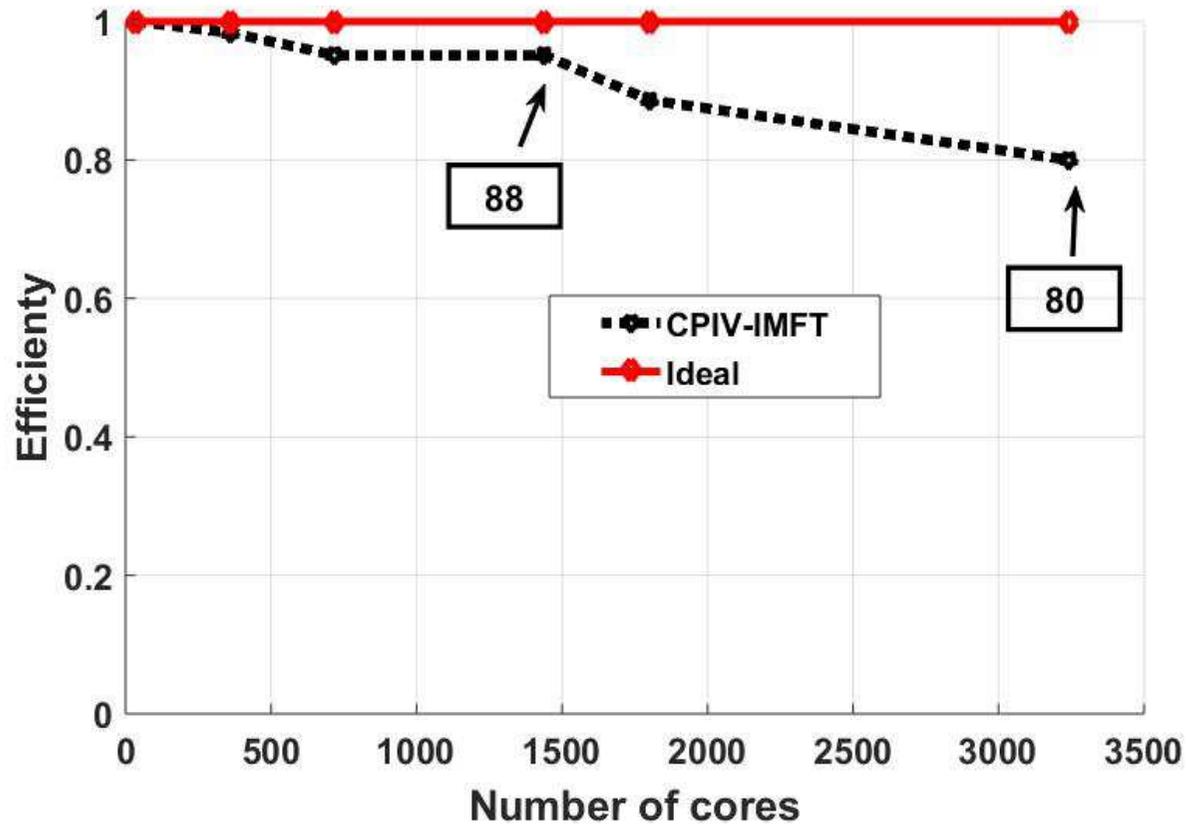
Courbe de speed up



Speed up de **72** entre **1** et **90** nœuds \Leftrightarrow

Gain de temps de **2615**

Courbe d'efficacité de la scalabilité



Diminution importante de l'efficacité de la scalabilité à partir de 40 nœuds

Difficultés rencontrées

- Evolution de la taille de la séquence d'images à traiter dû à l'évolution de la capacité de stockage des caméras d'acquisition
 - ⇒ plus de lecture / écriture de fichiers
 - ⇒ accès concurrent (accès simultanée au max à 3240 images pour 90 noeuds)
 - ⇒ mobilisation de la bande passante (au max 4 GO pour 90 noeuds)
- Calcul sur plus de cœurs
 - ⇒ génération de nombreux fichiers de paramètres
 - ⇒ ajout « *mpi_barrier()* » après la lecture des fichiers de paramètres

Intérêts

- Tester les limites de la parallélisation du code
- Estimer la scalabilité / gain en temps de calcul
- Traiter des données très rapidement

Références

- [1] M. Braza, <http://smartwing.org/SMS/EU/>
- [2] P. Elyakime, Présentation d'une technique de parallélisation d'un logiciel de PIV 2D-2C utilisée sur supercalculateur, CFTL, Dourdan, France
- [3] B. Lecordier, M. Trinité., Advanced PIV algorithms with Image Distortion. Validation and Comparison using Synthetic Images of Turbulent Flow. PIV03 Symposium, Busan, Korea, 2003
- [4] J. Carlier, Second set of fluid mechanics image sequences. European Project'Fluid image analysis and description, 2005