

Mesure de la Performance

Master DFE – année 2022/2023

Mathieu Lobet, Maison de la Simulation
Mathieu.lobet@cea.fr

Déséquilibre de charge

Load imbalance



On parle de déséquilibre de charge lorsque **chaque processus** MPI d'une même exécution **n'a pas la même quantité de travail** (calcul par exemple) à effectuer entraînant **des différences de temps de traitement** et par conséquent des **phases d'attente non désirées**.



→ Temps



De l'attente n'est ni plus ni moins que de la ressource de calcul gaspillée.

Parallélisme parfait

Embarrassingly parallel



Le parallélisme parfait est un parallélisme qui ne contient aucune zone séquentielle, aucun échange, aucune dépendance, aucune synchronisation entre les processus.

Scalabilité ou passage à l'échelle

Scalability



La scalabilité ou la capacité de passage à l'échelle donne la capacité d'un programme parallèle à s'adapter à l'augmentation du nombre d'unités de calcul sur un système donné.



- Cette étude est systématique pour déterminer le potentiel d'un code parallèle
- Cette étude se présente sous la forme d'un graphe
- Elle permet de mesurer le nombre maximal d'unités de calcul utiles pour la résolution d'un problème

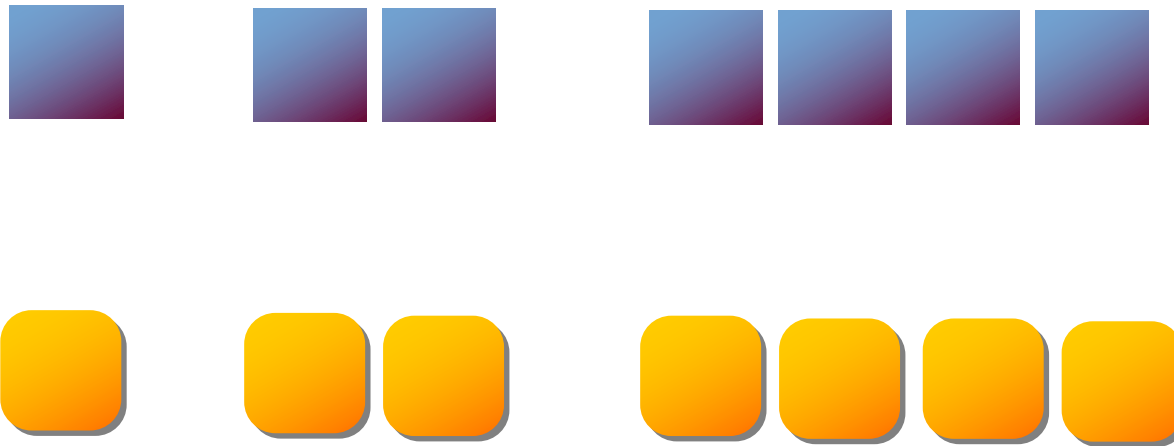
Scalabilité ou passage à l'échelle faible

Weak Scalability



Une étude de **scalabilité faible** consiste à garder la **charge constante par processus** tout en **augmentant le nombre de processus**. Un processus tourne sur une seule unité de calcul.

Charge



https://www.sharcnet.ca/help/index.php/Measuring_Parallel_Scaling_Performance

Scalabilité ou passage à l'échelle faible

Weak Scalability



La taille total du domaine augmente proportionnellement au nombre d'unités de calcul. Le nombre de communications/synchronisations augmente lui aussi de la même manière.

Charge



Unités de calcul



https://www.sharcnet.ca/help/index.php/Measuring_Parallel_Scaling_Performance

Scalabilité ou passage à l'échelle faible

Weak Scalability

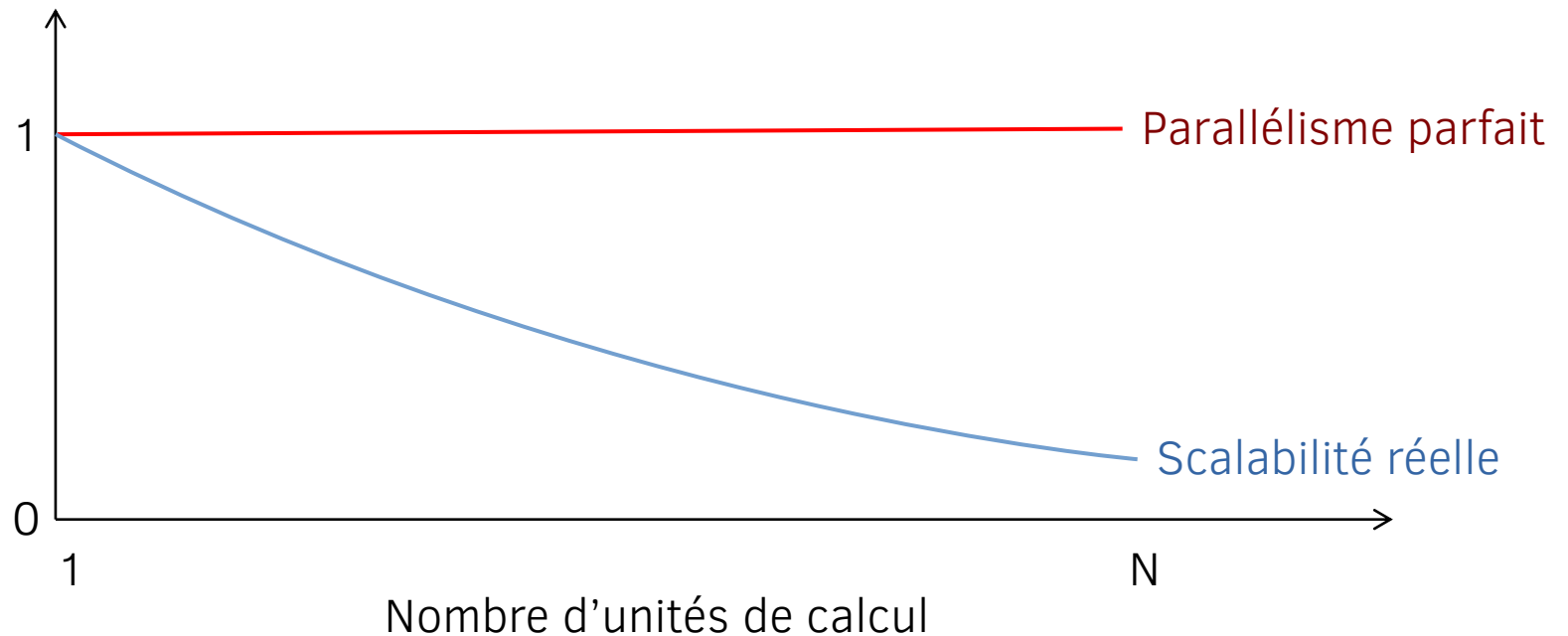


On trace généralement l'efficacité de scalabilité faible :

$t(1)$ est le temps de simulation pour un processus

$t(N)$ est le temps de simulation pour N processus

$$E_{faible}(N) = \frac{t(1)}{t(N)}$$



https://www.sharcnet.ca/help/index.php/Measuring_Parallel_Scaling_Performance

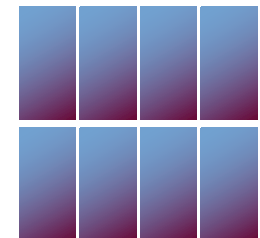
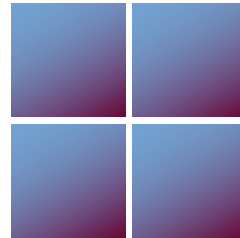
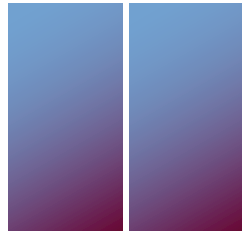
Scalabilité ou passage à l'échelle forte

Strong Scalability



Une étude de **scalabilité forte** consiste à garder la **charge totale constante** tout en **augmentant le nombre de processus**. La charge par processus varie donc en fonction du nombre de processus.

Charge



Unités de calcul



https://www.sharcnet.ca/help/index.php/Measuring_Parallel_Scaling_Performance

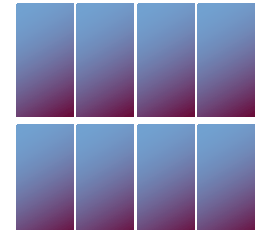
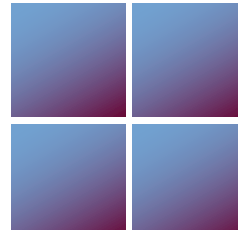
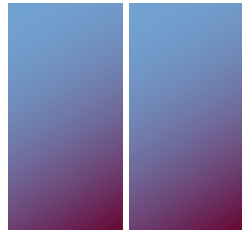
Scalabilité ou passage à l'échelle forte

Strong Scalability



Le domaine garde sa taille constante mais le nombre de communications et de synchronisations augmente avec le nombre de subdivisions.

Charge



Unités de calcul



https://www.sharcnet.ca/help/index.php/Measuring_Parallel_Scaling_Performance

Scalabilité ou passage à l'échelle forte

Strong Scalability

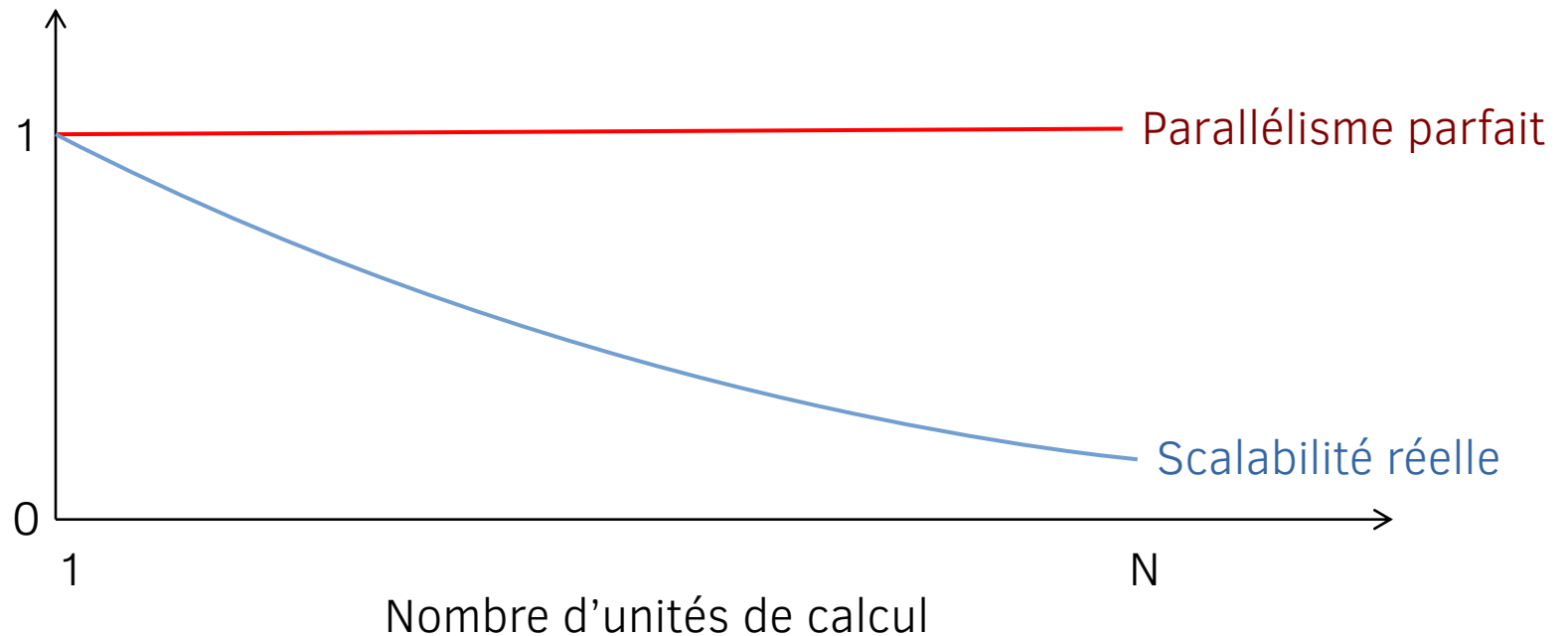


On trace généralement l'efficacité de scalabilité forte :

$t(1)$ est le temps de simulation pour un processus

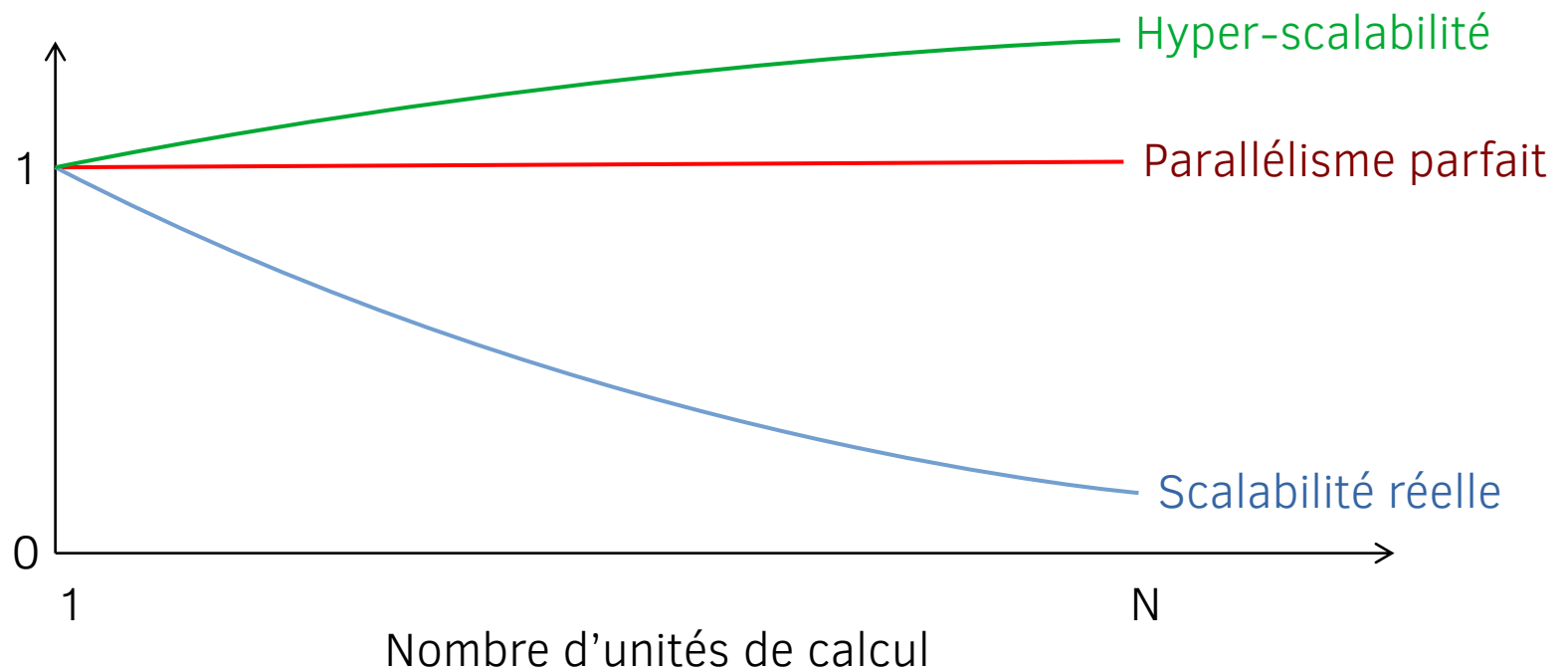
$t(N)$ est le temps de simulation pour N processus

$$E_{forte}(N) = \frac{t(1)}{t(N) \times N}$$



https://www.sharcnet.ca/help/index.php/Measuring_Parallel_Scaling_Performance

Hyper-scalabilité



https://www.sharcnet.ca/help/index.php/Measuring_Parallel_Scaling_Performance

Bien comprendre d'où vient la perte de scalabilité : loi d'Amdahl



La **loi d'Amdahl** : sur un seul processus, le temps de simulation peut être modélisé par la somme d'un temps passé hors des zones parallèles et un temps passé dans les régions parallèles.

- $t(N)$ le temps de simulation pour N processus
- α_s la fraction du temps en dehors des régions parallèles (temps séquentiel)
- α_p la fraction du temps dans les régions parallèles

$$t(1) = (\alpha_s + \alpha_p)t(1)$$

$$t(N) = (\alpha_s + \alpha_p/N)t(1)$$

Bien comprendre d'où vient la perte de scalabilité : loi d'Amdahl



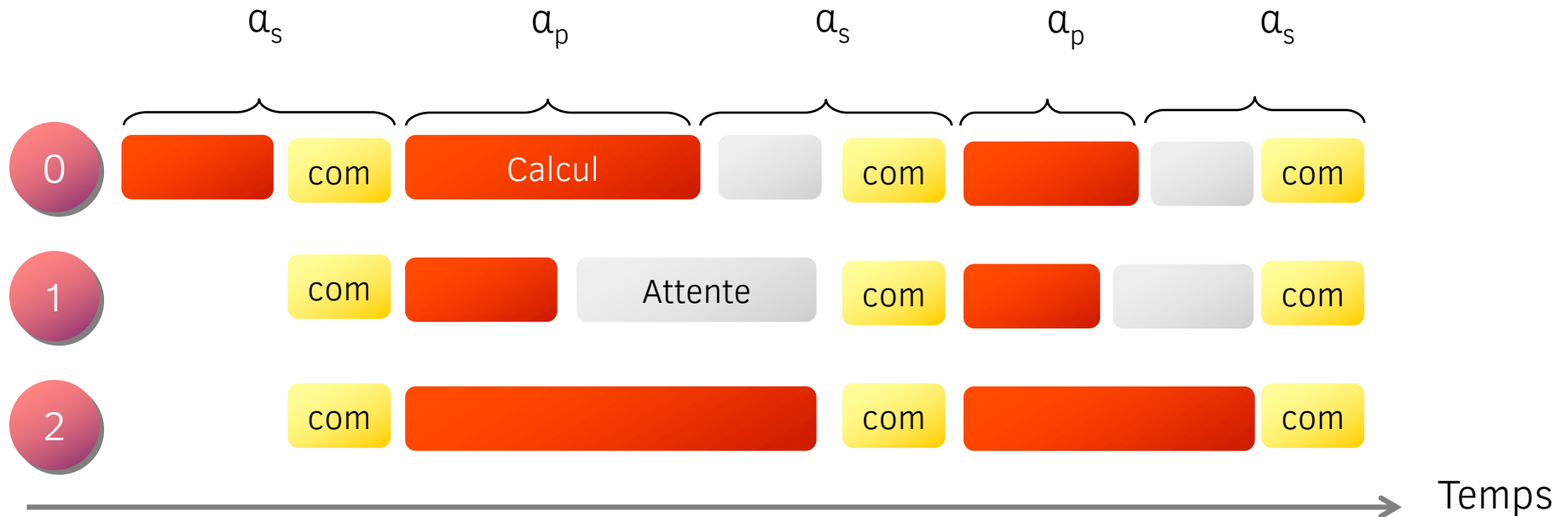
A partir de ce modèle, on obtient l'accélération (*speed-up*) A d'un programme parallèle en fonction de la fraction du temps passé dans les zones non-parallèles et la fraction du temps passé dans les zones parallèles pour un nombre donné de processus N .

$$A(N) = \frac{1}{\alpha_s + (1 - \alpha_s)/N}$$

Bien comprendre d'où vient la perte de scalabilité : loi d'Amdahl

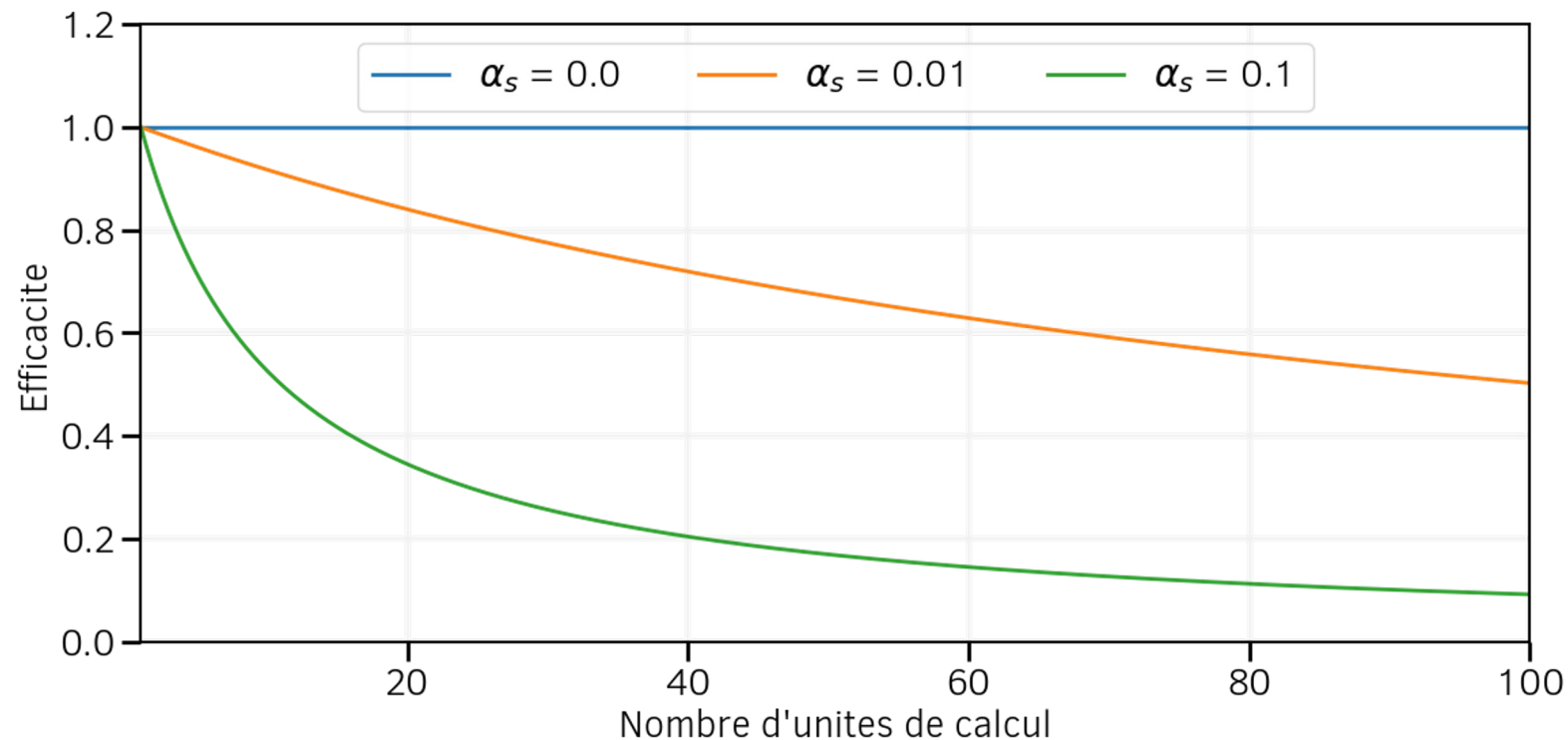


La **part hors zone parallèle** a_s représente le temps passé en **séquentiel** (seul un processus travaille), les temps de **synchronisation**, les temps de **communication**, le temps induit par **les déséquilibres**.



Bien comprendre d'où vient la perte de scalabilité : loi d'Amdahl

- Pour une fraction séquentielle donnée α_s , plus le nombre de processus est élevé, plus le temps séquentiel devient dominant et le speed-up apporté par la parallélisation limité
- Pour un nombre de processus donné N , plus la part séquentielle α_s est important, plus vite sera atteinte la limite de scalabilité d'un code parallèle



Bien comprendre d'où vient la perte de scalabilité : loi d'Amdahl



En fonction de la **scalabilité** d'un code parallèle, il arrive donc un moment où **augmenter le nombre de processeur n'accélère plus l'exécution du code.**

Mesure du temps : MPI_Wtime

• **MPI_WTIME** permet de récupérer le temps écoulé sur le processus courant en seconde



.cpp

```
double Time = MPI_Wtime();
```

Par deux appels et une soustraction, cette fonction permet de déterminer le **temps passer dans une section du code**



.cpp

```
double time = MPI_Wtime();
```

```
// Des calculs...
```

```
...
```

```
// Ce temps est le temps passé entre les deux appels à MPI_WTIME
```

```
time = MPI_WTIME() - time;
```



https://www.open-mpi.org/doc/v4.0/man3/MPI_Wtime.3.php