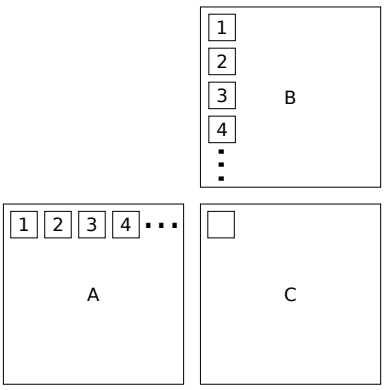
SIMD TP2
Multiplication de matrices

La liste des intrinsics SSE/AVX est disponible à l'adresse suivante : `https://software.intel.com/sites/landingpage/IntrinsicsGuide/`

1 Version scalaire

Multiplier 2 matrices A et B consiste pour chaque élément [i, j] de la matrice résultat C à calculer le produit scalaire de la ligne i de la matrice A par la colonne j de la matrice B :



Voici l'algorithme scalaire correspondant à cette approche (`matmul-ex1.cpp`) :

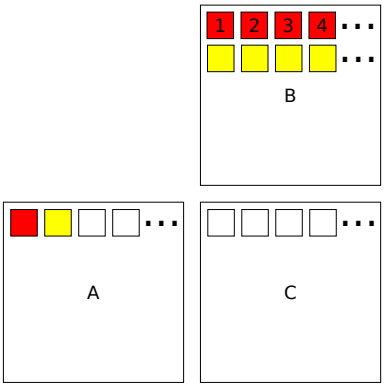
```
1  #include <iostream>
2  #include <chrono>
3  #include <algorithm>
4
5  int main()
6  {
7    std::size_t dim = 1024;
8
9    float * A = new float[ dim * dim ];
10   float * B = new float[ dim * dim ];
11   float * C = new float[ dim * dim ];
12
13   std::generate_n( A, dim * dim, []() { return std::rand()%5; } );
14   std::generate_n( B, dim * dim, []() { return std::rand()%5; } );
15
16   auto start = std::chrono::system_clock::now();
17
18   // Pour chaque élément (i,j) de la matrice C on calcul le produit scalaire
19   // de la ligne i par la colonne j.
20   for( std::size_t i = 0 ; i < dim ; ++i )
21   {
22     for( std::size_t j = 0 ; j < dim ; ++j )
23     {
24       for( std::size_t k = 0 ; k < dim ; ++k )
25       {
26         C[ i * dim + j ] += A[ i * dim + k ] * B[ k * dim + j ];
27       }
28     }
29   }
30
31   auto stop = std::chrono::system_clock::now();
```

```
32
33    std::cout <<
34        std::chrono::duration_cast<std::chrono::milliseconds>( stop - start ).count()
35         << "ms" << std::endl;
36
37    delete [] A;
38    delete [] B;
39    delete [] C;
40
41    return 0;
42  }
```

2 Version scalaire 2

La version ci-dessus n'est pas directement vectorisable car on accède aux éléments de la matrice B par colonne dont les données ne sont pas contiguës en mémoire donc impossibles à charger efficacement de manière vectorielle.

Pour pouvoir vectoriser efficacement, il faut partir d'un algorithme scalaire parcourant les matrices dans l'ordre ci-dessous :



Écrire le code correspondant dans le fichier `matmul-ex2.cpp` et vérifier que le résultat est correct.

3 Version vectorielle

Pour simplifier les versions vectorisées, on suppose que la dimension de la matrice est un multiple de 8.

1. Écrire la version vectorisée dans le fichier `matmul-ex3.cpp` en utilisant les intrinsics SSE. Les intrinsics à utiliser sont `_mm_load_ps`, `_mm_store_ps`, `_mm_set1_ps`, `_mm_add_ps` et `_mm_mul_ps`.
2. Comparer les performances entre les différentes versions pour une matrice de taille 2048x2048 :
   - Quel est le gain apporté par la réorganisation des boucles ?
   - Quel est le gain apporté par la vectorisation SSE ?
   - Les gains sont-ils ceux attendus ?