

Laboratoire 1: Matrix Reloaded

Durée du laboratoire: 5 périodes. **Rendre le code source (.cpp et .hpp uniquement) le jeudi 17 mars** au début de la séance de laboratoire sur Cyberlearn.

Définir une classe permettant de représenter des **matrices de taille quelconque (NxM)** contenant des éléments entre **0 et n - 1 pour un entier n (les entiers sont modulo n)** qui réponde aux contraintes ci-dessous.

- Il soit possible de créer une matrice ~~soit~~ en générant son contenu aléatoirement (une fois sa taille et son modulo connus).
- Stocker les valeurs de la matrice dans un **tableau de tableaux** (ne pas utiliser de conteneur C/C++).
- Il soit possible d'**afficher le contenu de la matrice en utilisant l'opérateur d'écriture dans un flux (<<)**.
- Il soit possible de **dupliquer une matrice**.
- Il soit possible d'effectuer les opérations suivantes entre deux matrices: l'**addition, la soustraction et le produit composante par composante**. Toutes les opérations doivent être **effectuées modulo n**.
Le résultat C d'une multiplication composante par composante entre une matrice A et une matrice B est défini par **$C_{i,j} = A_{i,j} \cdot B_{i,j} \bmod n$** .
- Chaque opération peut être effectuée de trois manières différentes:
 - Soit en **modifiant la matrice sur laquelle est invoquée** la méthode,
 - Soit en **retournant, par valeur** (pourquoi par valeur et non par référence?) une nouvelle matrice résultat **allouée statiquement**,
 - Soit en retournant, un pointeur sur une nouvelle matrice résultat **allouée dynamiquement**.
- Si l'on effectue une opération entre une matrice A de taille $M_1 \times N_1$ et une matrice B de taille $M_2 \times N_2$ et que les tailles ne correspondent pas, **le résultat est une matrice de taille $\max(M_1, M_2) \times \max(N_1, N_2)$ où les $A_{i,j}$ et $B_{i,j}$ manquants ont été remplacés par des 0**.
- Si les modules **n des deux matrices ne correspondent pas**, lever une exception de type **invalid_argument** (voir <except>).
- En cas de toute autre erreur, lever une exception de type **runtime_error**.
- Ne pas utiliser d'expression lambda.

Remarques

- Les fonctions `srand`, `time`, `swap` (voir <cstdlib>, <ctime> et <algorithm>) seront sûrement utiles.
- Attention au comportement de l'opérateur % en C++, en particulier pour la soustraction.**
- Prendre garde à ce que toute la mémoire allouée dynamiquement soit libérée correctement (allocation dans un constructeur => définition du destructeur, du constructeur de copie, et de l'opérateur =).
- Pour qu'une méthode supporte la liaison dynamique il faut qu'elle soit déclarée *virtuelle* (mot clef `virtual`).
- Prendre garde à ce que la construction d'une matrice résultat s'effectue correctement.
- Génération d'un nombre aléatoire entre **1 et n: $1 + \text{rand}() / (\text{RAND_MAX} + 1.0) * n$** .
- Factoriser au maximum le code, en particulier celui commun aux différentes opérations logiques en utilisant des fonctions représentant l'opération à effectuer sur les éléments des matrices opérands et ceci sans utiliser de structures de contrôle.

1. Implémenter cette classe.
2. Ecrire un programme prenant en argument les tailles N_1 , M_1 , N_2 , M_2 de deux matrices ainsi qu'un modulo n qui teste toutes les fonctionnalités de cette classe et qui effectue les opérations sur une matrice $N_1 \times M_1$ et $N_2 \times M_2$ de manière à produire un résultat semblable à:

The modulus is 5

one

```
1 3 1 1
3 2 4 2
1 0 1 0
```

two

```
1 4 2 3 2
0 1 0 4 2
0 0 2 0 2
```

one + two

```
2 2 3 4 2
3 3 4 1 2
1 0 3 0 2
```

one - two

```
0 4 4 3 3
3 1 4 3 3
1 0 4 0 3
```

one x two

```
1 2 2 3 0
0 2 0 3 0
0 0 2 0 0
```