UNIVERSITÉ D'ORLÉANS **M1 Info**

Informatique Année **2026 - 2027**

Projet **Un monde imaginaire**

Soit un monde imaginaire composé d'un ensemble d'îles partiellement connectées par des ponts. Ce monde est habité par des individus caractérisés par un nom, un âge et un revenu mensuel. L'objectif du projet est de modéliser ce monde et de le faire évoluer à partir de différentes régles qui vont s'appliquer au fil du temps. Cette évolution va être itérative où une itération représente une année de vie dans ce monde. Ainsi avant de passer à l'itération suivante il faut faire sa mise à jour selon toutes les règles d'évolution.

1 Mise en place

Le monde se décrit par les structures suivantes

```
struct monde {
    struct ile** mes_iles; // pour la liste des îles
    int nb_iles;
    int* mat_adj; // la matrice d'adjacence (comment les îles sont connectées).
    float inflation; // une inflation initiale pour toutes les îles (en pourcent)
};
struct habitant {
    char nom[10];
    int age;
    float revenu;
};
struct ile {
    int num;
    char nom[10];
    int nb_hab;
    struct habitant** liste_hab;
    float gini; //L'indice de Gini à partir du revenu mensuel
    int surface; //La surface en hectare (ha)
    float inflation; // une inflation locale à l'île
};
```

La mise en place du monde suit deux étapes :

1. Un fichier d'entrée contient une première description du monde sous la forme suivante

```
10
0 taa 50
1 fas 650
2 bop 150
3 mig 500
4 nur 60
5 arf 100
6 pyz 250
7 cef 350
8 doh 75
9 sig 120
11
0 9
1 10
1 5
1 2
2 4
2 9
3 5
3 7
4 5
5 9
6 8
```

avec successivement

(a) le nombre d'îles qui composent le monde,

(b) la liste des îles avec un numéro d'ordre, un nom et le nombre d'habitants,

(c) le nombre de ponts,

(d) la liste des deux îles qu'un pont relie.

2. Les habitants sont générés aléatoirement avec un nom défini à partir du nom de l'île qu'ils habitent (par exemple `taa_1`). L'âge sera aussi choisi aléatoirement. Pour le revenu il est nul avant 18 ans et ensuite initialisé aléatoirement entre 1.0k€et 10.0k€.

2 Les règles d'évolution

Il y a trois niveaux pour ces règles d'évolution. Le premier correspond aux règles qui induisent des modifications internes à une île et indépendantes du reste du monde. Le deuxième niveau nécessite d'accèder à des informations sur les îles voisines et enfin le troisième niveau nécessite d'accèder à des informations au delà des îles voisines.

Niveau 1

1. Les habitants vieillissent tous d'un an à la fin d'une itération
2. Les habitants qui ont 18 ans à la fin d'une itération initialisent leur revenu aléatoirement entre 1.0k€et 10.0k€.
3. Le coefficient de Gini pour l'île est mis à jour
4. Le coefficient de Gini[1] permet de mesurer la répartition d'une variable. Ici on considère le coefficient de Gini relatif aux revenus qui se calcule de la manière suivante où $(r_i)_{0\leq i<n}$ désigne les revenus des n habitants d'une île :

$$G = \frac{E}{2M}$$

$$E = \frac{1}{n^2}\sum_{i=0}^{n}\sum_{j=0}^{n}\|r_i - r_j\|$$

$$M = \frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n} r_i$$

5. Le revenu mensuel est mis à jour par rapport à l'inflation[2] pour tous les habitants majeurs.
6. Tous les ans au plus 5% de la population meurt mais il y a un nombre de naissance équivalent qui permet de toujours conserver le même nombre d'habitants.

Niveau 2

1. Si une île voisine a un coefficient de Gini supérieur, une augmentation du revenu de 5% est accordée à tous les habitants de moins de 25 ans.
2. Tous les 5 ans, chaque pont peut disparaître. Si les deux îles reliées par un pont ont le même niveau de richesse le pont est conservé. Sinon les deux îles sont en conflit et la plus riche souhaite désactiver le pont. Le conflit se résout par des jetées de dés. L'île la plus riche a le droit à 4 jetés de dés et la deuxième île n'a le droit qu'à 2 jetés de dés. Chaque île procéde à son tirage et transmet le résultat du meilleur lancée.

   Le niveau de richesse est défini par le revenu médian des habitants de l'île. Si l'écart entre les deux îles est inférieur à 5% on considére que les deux îles ont le même niveau de richesse.

[1] `https://fr.wikipedia.org/wiki/Coefficient_de_Gini`

[2] le taux d'inflation est assimilé ici à un taux d'indexation des revenus

Niveau 3

1. Tous les 10 ans, une enquête mondiale est menée afin de classer les îles en trois catégories socio-économiques. Cette enquête peut utiliser l'algorithme de clustering K-means. Chaque île est représentée par un vecteur de trois caractéristiques :
   - le coefficient de Gini de l'île,
   - le revenu mensuel moyen de ses habitants,
   - l'âge moyen de ses habitants.

   Avant d'appliquer l'algorithme, les trois caractéristiques sont normalisées afin qu'elles contribuent de manière équilibrée au calcul des distances.

   L'algorithme K-means regroupe les îles en trois classes à partir de la distance euclidienne entre leurs vecteurs de caractéristiques et les centres des classes.

   Une fois les trois groupes constitués, les catégories sont attribuées en fonction du coefficient de Gini associé au centre de chaque groupe. Les catégories sont classées par ordre décroissant de ce coefficient et le résultat de cette enquête permet à chaque île de connaître sa catégorie pour adapter son taux d'inflation selon la règle suivante :

Catégorie	Décision concernant l'inflation
n°1	Diminution du taux d'inflation de 0,5 point
n°2	Le taux d'inflation reste inchangé
n°3	Augmentation du taux d'inflation de 0,5 point

3 Le développement du projet

A partir de l'archive disponible sur Celene vous devez développer une version complète du projet pour architecture à mémoire distribuée avec la librairie `MPI`. Vous devez suivre les consignes suivantes

1. La lecture du fichier est réalisée par un processus `root` donné en paramètre de l'exécution du programme.
2. La parallélisation du projet repose sur une répartition des îles entre les différents processus MPI. Chaque processus est responsable de la gestion et de l'évolution des îles qui lui sont attribuées.
3. La génération initiale des habitants est réalisée localement par le processus responsable de la gestion de l'île correspondante.
4. Vous êtes libre de paralléliser les différentes règles comme vous le souhaitez mais vous devez privilégier les calculs locaux et limiter les communications entre processus aux échanges strictement nécessaires.
5. Il est interdit de rassembler l'ensemble des données du monde sur un seul processus pour effectuer les traitements. Les communications collectives pourront bien sûr être utilisées pour les informations à partager.

4 Consignes pour le rendu : partie 1 (MPI)