# Correction TP de programmation n°5

**Cours de programmation modulaire**

*—Licence MI/IM/MNSI - Info 3—*

## Révisions

Cette séance vous permet de faire le point sur vos acquis concernant les notions de `structs`, `énumerations`, et `la surcharge d'opérateurs`. Elle doit servir à identifier s'il y a des aspects que vous ne maîtrisez pas encore, et à les travailler afin qu'ils soient bien maîtrisés avant d'aborder les notions de classes et objets la semaine prochaine.

**TP Noté** Ce TP sera utilisé pour votre note de contrôle continu, il est à rendre sur ecampus d'ici mardi soir.
Nous rappelons que les notes de partiel et examen ont un coefficient beaucoup plus important que la note de contrôle continu. Faire sérieusement ce TP par soi-même afin de bien maîtriser les notions qu'il contient est la meilleure stratégie à long terme.

### ▸ Exercice 1. (État civil)

Le but de l'application est d'enregistrer des informations d'état civil sur des personnes. Une personne est décrite par :

- son nom
- son genre (masculin ou féminin)
- son conjoint éventuel (pas forcément d'un genre différent)
- ses enfants, s'il en a
- ses parents, si on connaît cette information.

L'information n'est pas toujours complète : on peut ne pas connaître l'un ou l'autre (ou les deux) parents d'une personne. Le statut marital des personnes peut aussi évoluer dans le temps, de même que le nombre d'enfants.

On utilise pour cela les types ci-dessous : un « état civil » contient des informations sur les personnes dans un vecteur. Pour désigner une personne enregistrée dans le système, on peut utiliser l'indice de l'élément du vecteur qui contient les informations sur la personne. De plus, pour représenter une personne (ou une information) inconnue, on utilisera la valeur `-1` (qui ne peut pas être un indice). Par exemple si `Jean` est enregistré à l'indice `3` et `Marie` est enregistré à l'indice `5`, pour indiquer que `Jean` est marié à `Marie`, on mettra `5` comme valeur du champ `indConjoint` pour `Jean` et `3` comme valeur du même champ pour `Marie`. Si `Jean` n'est pas marié, son champ `indConjoint` contient `-1`.

```
12 enum class Genre { Masc, Fem };
13
14 struct Personne {
15   string nom;
16   Genre genre;
17   // indices dans le champ table de l'état civil de son conjoint et de
18   // ses parents ou -1 si l'information est inconnue
19   int indConjoint, indParent1, indParent2;
20   vector<int> enfants;  // indices des enfants (vecteur eventuellement vide)
21 };
22
23 struct EtatCivil {
24   string titre;     // Titre de l'état civil. Exemple: "Ville de Paris"
25   vector<Personne> table;  // description des personnes de cet état civil
26 };
```

Les questions sont à traiter dans le fichier `EtatCivil.cpp` fourni.

1. Surcharger l'opérateur d'affichage pour pouvoir afficher une variable de type `Genre`.

```
50 // Surcharge de l'operator << pour enum Genre
51 std::ostream &operator<<(std::ostream &out, Genre g) {
52   //
53   if (g == Genre::Masc)
54     out << "Genre masculin";
55   else
56     out << "Genre feminin";
57   return out;
58   //
59 }
```

2. Dans le main, déclarez une variable de type `Genre`, donnez-lui une valeur de votre choix, et affichez-là (pour vérifier votre surcharge de l'opérateur d'affichage).

```
456   Genre g;
457   g = Genre::Masc;
458   cout << g << endl;
```

3. Écrire une procédure qui initialise un état civil : on l'intitule du titre passé en argument et on lui associe un tableau vide. Voici l'en-tête :

```
void initialise(EtatCivil &a, string titre)
```

```
110 void initialise(EtatCivil &a, string titre) {
111   //
112   a.titre = titre;
113   a.table.clear();
114   //autre possibilité: a.table = vector<Personne>(0);
115   //
116 }
```

4. Tester la fonction d'initialisation. Pour ceci, tester que le titre a bien été enregistré et que la table des personnes est de taille `0`.

```
462   EtatCivil e;
463   initialise(e,"Annuaire");
464   cout << e.titre << endl;
465   cout << e.table.size() << endl;
```

5. Surcharger la fonction d'affichage pour une personne. On devra afficher son nom, son genre, son statut (célibataire ou marié), l'indice du conjoint, pour chaque parent on indiquera son indice s'il est enregistré ou «inconnu» sinon et le nombre des enfants.

```
63  // Surcharge de l'operator << pour struct personne
64  std::ostream &operator<<(std::ostream &out, Personne P) {
65    //
66    out << "Nom " << P.nom << endl << P.genre << endl << "Statut : ";
67    if (P.indConjoint == -1) {
68      out << "Celibat.";
69    } else {
70      out << "Mariée" << endl;
71      out << "Indice conjoint : " << P.indConjoint;
72    }
73    out << endl << "Indices parents : (";
74    if (P.indParent1 != -1) {
75      out << P.indParent1 << ", ";
76    } else {
77      out << "inconnu, ";
78    }
79    if (P.indParent2 != -1) {
80      out << P.indParent2;
81    } else {
82      out << "inconnu";
83    }
84    out << ")\n";
85    if (P.enfants.size() > 0) {
86      out << "Nb d'enfants : " << P.enfants.size() << endl;
87    }
88    return out;
89    //
90  }
```

6. Écrire une fonction

```
int cherche(const EtatCivil &a, string nom);
```

qui recherche le nom d'une personne dans le système et renvoie son indice si elle le trouve, ou -1 si la personne est inconnue.

```
138 int cherche(const EtatCivil &a, string nom) {
139   //
140   for (size_t i = 0; i < a.table.size(); i++) {
141     if (nom == a.table[i].nom)
142       return i;
143   }
144   return -1;
145   //
146 }
```

7. Écrire des tests pour cette fonction cherche. Pour ceci on pourra utiliser la fonction `creeEtatCivildeTest` fournie qui initialise un état civil de tests. Ne pas oublier de faire des tests positifs où l'on trouve bien la personne, mais aussi des tests négatifs où la personne n'existe pas.

```
150 TEST_CASE("cherche une personne") {
151   EtatCivil a;
152   a = creeEtatCivildeTest();
153   CHECK(cherche(a, "Noemie") == 2);
154   // Ajouter d'autre exemples ici
155   //
156   CHECK(cherche(a, "Armand") == 6);
157   CHECK(cherche(a, "Antoine") == -1);
158   //
159 }
```

8. Écrire une fonction qui affiche les informations pour une personne dont on fournit le nom.

```
void imprimePersonne(const EtatCivil &a, string nom);
```

```
164 void imprimePersonne(const EtatCivil &a, string nom) {
165   //
166   int ind = cherche(a, nom);
167   if (ind < 0) {
168     throw invalid_argument("Nom incorrect dans imprimePersonne: ");
169   } else {
170     cout << a.table[ind];
171   }
172   //
173 }
```

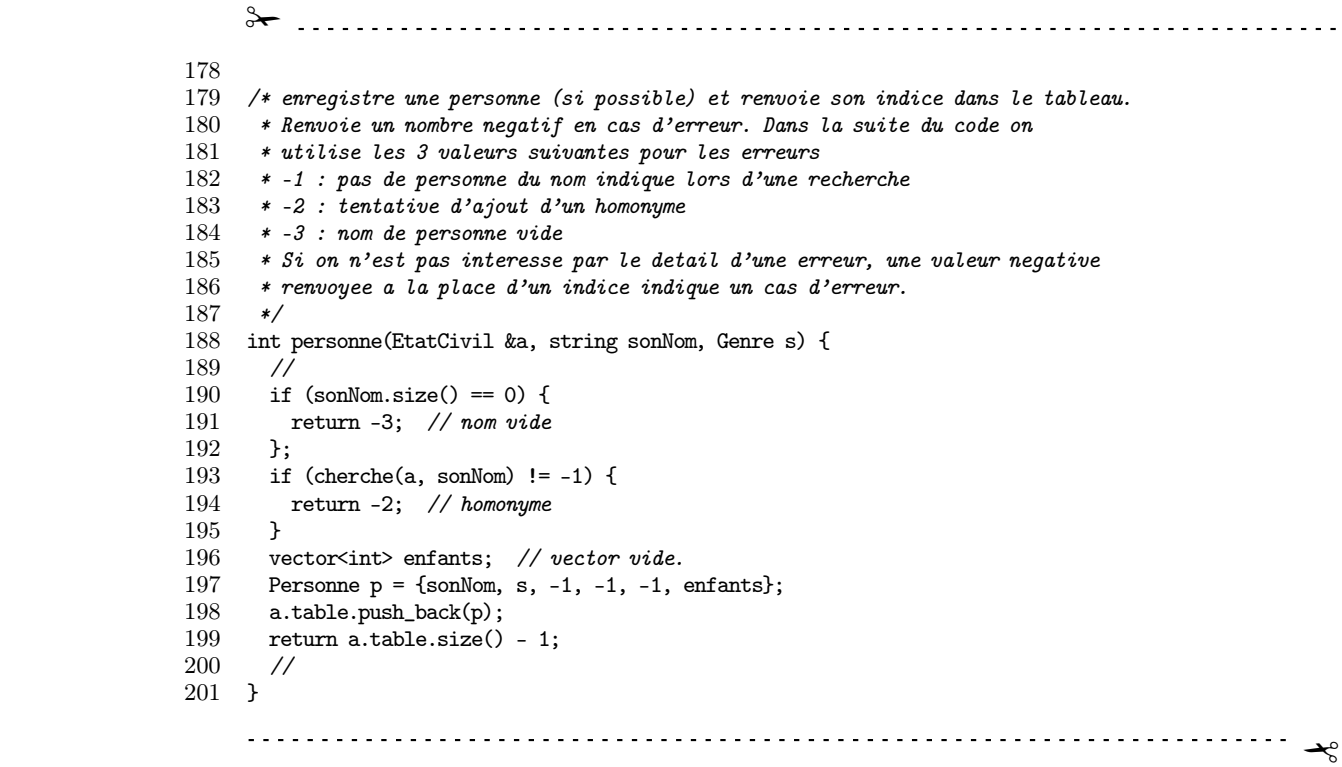
9. Surcharger l'opérateur d'affichage pour un état civil. On devra afficher son titre et les personnes présente dans la table de l'état civil.

```
94  // Surcharge de l'operateur << pour struct état civil
95  std::ostream &operator<<(std::ostream &out, EtatCivil a) {
96    //
97    if (a.table.size() == 0) {
98      out << "L'état civil est vide" << endl;
99    } else {
100     for (size_t i = 0; i < a.table.size(); i += 1) {
101       out << a.table[i];
102     }
103   }
104   return out;
105   //
106 }
```

10. Écrire une fonction qui enregistre dans le système une nouvelle personne. Les parents sont inconnus, il n'a pas de conjoint et pas d'enfants.

```
int personne(EtatCivil &a, string nom, Genre s);
```

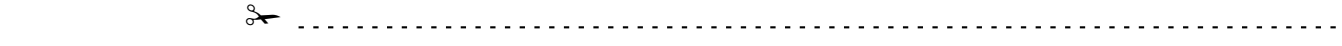
On interdit toute homonymie dans le système (on ne doit pas avoir deux personnes de même nom) et une personne ne doit pas avoir un nom vide. La valeur de retour est l'indice de la nouvelle personne ou une valeur négative si la personne n'a pas pu être enregistrée.



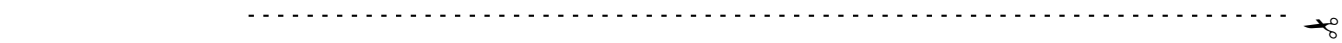
```
178
179 /* enregistre une personne (si possible) et renvoie son indice dans le tableau.
180  * Renvoie un nombre negatif en cas d'erreur. Dans la suite du code on
181  * utilise les 3 valeurs suivantes pour les erreurs
182  * -1 : pas de personne du nom indique lors d'une recherche
183  * -2 : tentative d'ajout d'un homonyme
184  * -3 : nom de personne vide
185  * Si on n'est pas interesse par le detail d'une erreur, une valeur negative
186  * renvoyee a la place d'un indice indique un cas d'erreur.
187  */
188 int personne(EtatCivil &a, string sonNom, Genre s) {
189   //
190   if (sonNom.size() == 0) {
191     return -3;  // nom vide
192   };
193   if (cherche(a, sonNom) != -1) {
194     return -2;  // homonyme
195   }
196   vector<int> enfants;  // vector vide.
197   Personne p = {sonNom, s, -1, -1, -1, enfants};
198   a.table.push_back(p);
199   return a.table.size() - 1;
200   //
201 }
```



11. Tester cette fonction avec des tests positifs et négatifs.



```
207 TEST_CASE("Ajout d'une personne") {
208   //
209   EtatCivil a;
210   a = creeEtatCivildeTest();
211   CHECK(personne(a, "Lamia", Genre::Fem) == 8);
212   CHECK(personne(a, "Lamia", Genre::Fem) == -2);
213   CHECK(personne(a, "Antoine", Genre::Masc) == 9);
214   CHECK(personne(a, "Antoine", Genre::Masc) == -2);
215   CHECK(personne(a, "Noemie", Genre::Masc) == -2);
216   CHECK(personne(a, "", Genre::Masc) == -3);
217   //
218 }
```



12. Écrire une fonction qui enregistre le mariage de deux personnes dont on passe les noms en paramètre. La fonction renvoie `true` si le mariage est possible et `false` sinon. On impose que les deux personnes soient enregistrées et ne soient pas déjà mariées :

```
bool mariage(EtatCivil &a, string lun, string lautre);
```

✂ ----------

```
223 bool mariage(EtatCivil &a, string lun, string lautre) {
224   //
225   int ilun = cherche(a, lun), ilautre = cherche(a, lautre);
226   if (ilun < 0 or ilautre < 0 or ilun == ilautre) {
227     return false;
228   }
229   if (a.table[ilun].indConjoint != -1 or a.table[ilautre].indConjoint != -1) {
230     return false;
231   }
232   a.table[ilun].indConjoint = ilautre;
233   a.table[ilautre].indConjoint = ilun;
234   return true;
235   //
236 }
```

---------- ✂

13. Tester cette fonction avec des tests positifs et négatifs.

✂ ----------

```
240 TEST_CASE("Mariage de deux personnes") {
241   //
242   EtatCivil a;
243   a = creeEtatCivildeTest();
244   personne(a, "Lamia", Genre::Fem);
245   CHECK(mariage(a, "Lamia", "Yuri"));
246   CHECK_FALSE(mariage(a, "Guillaume", "Yuri"));
247   //
248 }
```

---------- ✂

14. Écrire une fonction qui enregistre la naissance d'une personne. Son en-tête est :

```
bool naissance(EtatCivil &a, string qui, Genre s, string p1, string p2);
```

Les paramètres sont le nom de l'enfant, son genre, les noms des parents ; les parents doivent être enregistrés et être conjoints. Si les conditions ne sont pas remplies l'enfant n'est pas enregistré. La fonction renvoie true ou false selon que la filiation a pu être enregistrée ou non.

✂ ----------

```
257 bool naissance(EtatCivil &a, string qui, Genre s, string p1, string p2) {
258   //
259   int iqui, ip1, ip2;
260
261   ip1 = cherche(a, p1);
262   ip2 = cherche(a, p2);
```

```
263   // ATTENTION: ici ne pas utiliser la fonction mariage de la question
264   // precedente car celle-ci ne teste pas si deux personnes sont mariees
265   // mais elle les marient s'ils etaient celibataires ! On doit donc
266   // refaire les tests, mais ici plus simples.
267   if (ip1 == -1 or ip2 == -1 or
268       a.table[ip1].indConjoint != ip2
269       // ce dernier test est inutile si la fonction mariage est correcte:
270       // si l'un est conjoint de l'autre, la reciproque doit etre vraie aussi !
271       or a.table[ip2].indConjoint != ip1) {
272     return false;
273   }
274
275   // essayer d'ajouter le nouveau-ne
276   iqui = personne(a, qui, s);
277   if (iqui < 0) {
278     return false;
279   }
280
281   // enregistrer la filiation dans les deux sens: de l'enfant vers les
282   // parents et l'inverse.
283   a.table[iqui].indParent1 = ip1;
284   a.table[ip1].enfants.push_back(iqui);
285
286   a.table[iqui].indParent2 = ip2;
287   a.table[ip2].enfants.push_back(iqui);
288
289   return true;
290   //
291 }
```

15. Tester cette fonction.

```
295 TEST_CASE("Naissance d'un bébé") {
296   //
297   EtatCivil a;
298   a = creeEtatCivildeTest();
299   personne(a, "Lamia", Genre::Fem);
300   mariage(a, "Lamia", "Yuri");
301   CHECK(naissance(a, "Christophe", Genre::Masc, "Lamia", "Yuri"));
302   CHECK_FALSE(naissance(a, "Dina", Genre::Masc, "Noemie", "Yuri"));
303   //
304 }
```

### ▸ Exercice 2. (Généalogie)

Cet exercice est la suite de l'exercice précédent. On travaillera dans le même fichier.

16. Écrire une version qui retourne si une personne est un ancêtre au sens large d'une personne. On pourra se servir d'un vecteur auxiliaire (géré en pile) dans lequel on stockera les indices des personnes dont on doit vérifier si elles sont ou non des ancêtres de la personne concernée, en commençant par ses parents. On rappelle que la méthode `pop_back()` permet de supprimer le dernier élément d'un vecteur. En-tête :

```
bool ascendant(EtatCivil &a, string qui, string ancetre);
```

Tester cette fonction.

✂ ----------

```
bool ascendantI(const EtatCivil &a, string qui, string ancetre) {
  //
  vector<int> pile;
  int iqui = cherche(a, qui), iancetre = cherche(a, ancetre);
  if (iqui < 0 or iancetre < 0) {
    return false;
  }
  pile.push_back(iqui);  // On empile l'indice de depart
  // pile des indices des personnes a tester: on remonte dans l'arbre
  // genealogique.
  while (pile.size() > 0) {
    int courant = pile[pile.size() - 1];
    pile.pop_back();
    if (courant == iancetre) {
      return true;
    } else {
      // ajouter ses parents, si connus, dans la pile des personnes a
      // tester
      int i1 = a.table[courant].indParent1;
      int i2 = a.table[courant].indParent2;
      if (i1 != -1) {
        pile.push_back(i1);
      }
      if (i2 != -1) {
        pile.push_back(i2);
      }
    }
  }
  /* fin de la boucle: on a visite tous les ancetres sans trouver indParent */
  return false;
  //
}

TEST_CASE("ascendent itiratif") {
  //
  EtatCivil a;
  a = creeEtatCivildeTest();
  personne(a, "Lamia", Genre::Fem);
  mariage(a, "Lamia", "Yuri");
  naissance(a, "Christophe", Genre::Masc, "Lamia", "Yuri");
  CHECK(ascendantI(a, "Christophe", "Remy"));
  CHECK_FALSE(ascendantI(a, "Christophe", "Noemie"));
  //
}
```

---------- ✂

17. Écrire une fonction récursive de la fonction précédente.

✂ ----------

```

/* version recursive de la recherche d'ascendant. On utilise une fonction
```

```
365   * auxiliaire pour ne pas faire plusieurs fois les tests de validite des indices
366   */
367  bool ascendantAux(const EtatCivil &a, int iqui, int iancetre) {
368    //
369    int i1, i2;
370    if (iqui == iancetre) {
371      return true;
372    }
373    // on remonte dans l'arbre a la recherche de l'ancetre. Plus efficace
374    // que de descendre de l'ancetre vers les enfants qui explorerait aussi
375    // les cousins (eloignes)
376    i1 = a.table[iqui].indParent1;
377    i2 = a.table[iqui].indParent2;
378    return (i1 != -1 and ascendantAux(a, i1, iancetre)) or
379           (i2 != -1 and ascendantAux(a, i2, iancetre));
380    //
381  }
382
383  bool ascendantR(const EtatCivil &a, string qui, string ancetre) {
384    //
385    int iqui = cherche(a, qui), iancetre = cherche(a, ancetre);
386
387    if (iqui < 0 or iancetre < 0) {
388      return false;
389    }
390    // ca trivial qu'on regle tout de suite.
391    if (iqui == iancetre) {
392      return true;
393    }
394    return ascendantAux(a, iqui, iancetre);
395    //
396  }
397
398  TEST_CASE("ascendent recursif") {
399    //
400    EtatCivil a;
401    a = creeEtatCivildeTest();
402    personne(a, "Lamia", Genre::Fem);
403    mariage(a, "Lamia", "Yuri");
404    naissance(a, "Christophe", Genre::Masc, "Lamia", "Yuri");
405
406    CHECK(ascendantR(a, "Christophe", "Remy"));
407    CHECK_FALSE(ascendantR(a, "Christophe", "Noemie"));
408    //
409  }
```

---

Tester cette fonction.

18. Coder une procédure permettant d'afficher, pour un individu donné, son arbre généalogique sous la forme :

```
Individu
    Mère
        Grand-mère maternelle
            ...
        Grand-père maternel
            ...
    Père
```

```
                Grand-mère paternelle
                    ...
                Grand-père paternel
                    ...
```

Voici par exemple l'affichage de l'arbre généalogique de l'individu 9 :

```
        Individu 9
           Individu 5
              Individu inconnu
              Individu 1
                 Individu inconnu
                 Individu inconnu
           Individu 10
              Individu 12
                 Individu inconnu
                 Individu inconnu
              Individu 11
                 Individu inconnu
                 Individu inconnu
```

Indication : faire fonction récursive contenant 2 appels récursifs. Démarrer l'écriture de la fonction récursive en pensant au cas d'arrêt puis ensuite réfléchissez à l'appel récursif.

✂ ----------

```
416 //
417 /* On utilise une fonction auxiliaire pour indiquer la génération et pour
418  * ne pas faire plusieurs fois les tests de validite des indices
419  */
420 void AfficheArbreGenePersonneAux(int ind, EtatCivil EC, int generation) {
421   int i = 0;
422   cout << "Individu ";
423   if (ind == -1) {
424     cout << "inconnu" << endl;
425   } else {
426     cout << ind << endl;
427     for (i=0; i < generation; i++)
428       cout << "   ";
429     AfficheArbreGenePersonneAux(EC.table[ind].indParent1, EC, generation+1);
430     for (i=0; i < generation; i++)
431       cout << "   ";
432     AfficheArbreGenePersonneAux(EC.table[ind].indParent2, EC, generation+1);
433   }
434 }
435
436 void AfficheArbreGenePersonne(int ind, EtatCivil EC) {
437   int generation = 1;
438   if (ind >= (int)EC.table.size())
439     cout << "La personne d'indice " << ind << " n'existe pas." << endl;
440   else
441     AfficheArbreGenePersonneAux(ind, EC, generation);
442 }
443 //
```

---------- ✂