



Informatique

Travaux Pratiques

Axel LE BOT



Copyright © 2017-2018 Axel LE BOT

Licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License (the “License”). You may not use this file except in compliance with the License. You may obtain a copy of the License at <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>. Unless required by applicable law or agreed to in writing, software distributed under the License is distributed on an “AS IS” BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied. See the License for the specific language governing permissions and limitations under the License.



Table des matières

I

Shell

1	TP1+TP2 : Shell	9
1.1	Manipulations de l'environnement et des fichiers sous UNIX	9
1.1.1	Exercice 1 : Découverte de quelques commandes d'archivage	9
1.1.2	Exercice 2 : Utilisation des masques de création de fichiers	10
1.1.3	Exercice 3 : Manipulation du Systeme de fichier et des droits de navigation	11
1.1.4	Exercice 4 : Manipulation d'expression régulière	11
1.2	Éditions de scripts	13
1.2.1	Exercice 5 : Un premier script	13
1.2.2	Exercice 6 : Comptage des paramètres	13
1.2.3	Exercice 7 : Portée des variables	14

II

C++

2	TP1+TP2 : Tableaux, matrices et Fonctions récursives	19
2.1	Exercice sur des tableaux	19
2.1.1	Fonction sur les tableaux non triés	19
2.1.2	Algorithmes de tri de tableaux	19
2.1.3	Fonctions sur les tableaux triés	19
2.1.4	Exercice sur les Fonctions récursives	19

3	TP3+TP4 : Manipulation des arbres	21
3.1	Algorithmes sur arborescences binaires de recherche (ABR) non équilibrées	21
3.1.1	Exercice 1 : Mise en place d'ABR et premiers algorithmes	21
3.1.2	Exercice 2 : Algorithmes récursifs sur arborescences	21
3.2	Modification et parcours d'ABR non équilibrées	21
3.2.1	Exercice 3 : Insertion et suppression de valeurs dans une arborescence	21
3.3	Parcours d'arborescences binaires	21
3.3.1	Exercice 4 : Parcours sur arbres	21
4	TP5+TP6 : Hiérarchie de processus, signaux	23
4.1	Gestion des signaux : envoi et reception	23
4.1.1	Exercice 1 : Droits et signaux	23
4.1.2	Exercice 2 : capture de signal et traduction en langage C	23
4.1.3	Exercice 3 : Capture de signaux et redirections (exercice difficile)	23
4.1.4	Exercice 4 : envoi multiples et capture de signal en C	23
4.2	Gestion des processus	23
4.2.1	Exercice 5 : Processus en premier-plan / Arriere-plan	23
4.2.2	Exercice 6 : Duplication et recouvrement de processus	23
4.3	Gestion des processus - Suite	23
4.3.1	Exercice 7 : Duplication de processus	23
4.3.2	Exercice 8 : Creation et destruction de processus	23
4.3.3	Exercice 9 : Evaluation du nombre de processus	23
4.3.4	Exercice 10 : Conjonctions, Disjonctions, et Duplication	23
4.3.5	Exercice 11 : Terminaison normale de processus	23
5	TP7+TP8 : Communication socket	25
5.1	Communication distante en utilisant l'outil netcat	25
5.1.1	Exercice 1 : Découverte de la commande nc : netcat	25
5.1.2	Exercice 2 : Utilisation de la commande nc : netcat pour le transfert de fichier et l'évaluation de la bande passante	25
5.1.3	Exercice 3 : Une histoire de serveurs concurrents ...	25
5.1.4	Exercice 4 : Comprendre une requête HTTP	25
5.2	Développement d'un client et d'un serveur en C	25
5.2.1	Exercice 5 : Mise en place d'une communication en mode non connecte	25
5.2.2	Exercice 6 : Création d'une architecture (client UDP) - (relai UDP-TCP)- (serveur TCP)	25
5.3	Exercices bonus	25
5.3.1	Exercice 7 : Résolution de noms	25
5.3.2	Exercice 8 : Serveur multi-client en mode connecte	25
6	TP9+TP10 : Héritage multiple et modélisation	27



Table des figures

1.1	Permissions Unix	10
6.1	Diagramme de classe	28



Shell

1	TP1+TP2 : Shell	9
1.1	Manipulations de l'environnement et des fichiers sous UNIX	
1.2	Éditions de scripts	



1. TP1+TP2 : Shell

1.1 Manipulations de l'environnement et des fichiers sous UNIX

1.1.1 Exercice 1 : Découverte de quelques commandes d'archivage

L'objectif de cet exercice est de découvrir et manipuler les commandes de téléchargement, d'archivage, de compression et de décompression de fichier

1. Récupération et décompression d'une archive

La commande `wget <url>` permet de télécharger un fichier présent à cette adresse. Ici nous récupérons une archive que nous pouvons manipuler avec `tar`. `tar` a trois options intéressante :

- L'option `-x` permet de restaurer les fichiers contenus dans une archive.
- L'option `-c` permet de créer une nouvelle archive.
- L'option `-f` permet d'utiliser le fichier archive `F` ou le périphérique `F` (par défaut `/dev/rmt0`).

On découvre que l'archive téléchargée contient 9 fichiers.

2. Manipulation de fichiers

- La commande `file <filename>` nous permet de savoir le format d'un fichier.
- La commande `mv <filename> <filename2>` me permet de déplacer mais aussi de renommer un "fichier1" en "fichier2". Ici j'ai utilisé la commande suivante : `mv image4.jpg image4.jpg2`.
- La commande `ls -lh <filename>` permet d'afficher les informations plus détaillées lisibles par l'humain. Ici la commande nous apprend que le fichier `script.txt` fait 170Ko.
- La commande `gzip <filename>` permet de compresser un fichier. Ici le fichier `script.txt` a été compressé. Il fait maintenant 65Ko. La compression est donc d'environ 38.235%.

- La commande `gunzip <filename>` permet de décompresser un fichier. Ici le fichier `script.txt` fait maintenant 170Ko, qui est bien la taille initial du fichier.

3. Création d'une nouvelle archive

- La commande `tar` permet de créer une archive sans la compresser. On peut tout de même utiliser `tar` pour archiver puis compresser des fichiers
- La commande `tar -z` permet de compresser l'archive au format `gzip`.
- La commande `tar -cz *.jpg *.txt *.jp2` n'est pas exécutée car il est impossible d'écrire des données compressées dans le terminal. Pour cela il faut rajouter l'option `-f`.
- La commande `tar -cz *.jpg *.txt *.jp2 > nouvelleArchive3.tar.gz` redirige bien le résultat dans un fichier. En effet le symbole `>` permet de rediriger la sortie vers un fichier. symbole `>`.

La redirection du flux dans un fichier recrée une archive compressée "archive3" similaire à "archive2" créé. En conclusion l'archive 2 et 3 donne le même résultat et sont plus petit que l'archive 1 puisqu'elles sont compressées.

1.1.2 Exercice 2 : Utilisation des masques de création de fichiers

Cet exercice permet de comprendre les droits UNIX à la création de fichier à l'aide des masque utilisateur. La commande `umask` permet de définir les permissions par défaut de fichiers ou de répertoires créés. Pour cela il faut préciser les droits que l'on veut supprimer. Ci-dessous un tableau de droits UNIX pour rappel.

Humain	Base 8	Base 2
---	0	000
--x	1	001
-w-	2	010
-wx	3	011
r--	4	100
r-x	5	101
rw-	6	110
rwX	7	111

FIGURE 1.1 – Permissions Unix

1.

Afin de créer des fichiers avec les droits adéquates, il faudra effectuer les commandes suivantes :

```
touch Raphael.txt
umask 0666
touch Donatello.txt
umask 0331
touch Michelangelo.txt
```

```
umask 0661
touch Leonardo.txt
umask 0000
```

2. et 3.

Après plusieurs test, on découvre qu'il n'est pas possible de donner plus de droit que la limitation par défaut du système.

- `umask 666` sur les fichiers
- `umask 777` sur les répertoires

1.1.3 Exercice 3 : Manipulation du Système de fichier et des droits de navigation

L'objectif de cet exercice est de manipuler les commandes de navigation dans l'arborescence et de création de fichier.

- La commande `mkdir <dirname>` permet de créer un répertoire.

1.

L'archive contient 5 images.

3.

Le chemin absolu d'un fichier ou d'un répertoire correspond au chemin vers le fichier ou répertoire depuis la racine. Par exemple : `/home/axel/Documents/Shell/TPs/TP1/Ex3/images/Chin`

4.

Le chemin relatif d'un fichier ou d'un répertoire correspond au chemin vers le fichier ou répertoire par rapport à un autre répertoire. Par exemple : `../P-Z/Vamporc.png`

6.

La commande `tar -xzf ITC313_TP_Shell_lebot.axel.tar.gz` permettra de décompresser et extraire l'archive.

7.

Après transfert de l'archive compressé toutes les permissions sont conservées.

1.1.4 Exercice 4 : Manipulation d'expression régulière

L'objectif de cet exercice est de manipuler les basiques des expressions régulières.

1.

La commande `wget https://cloud.infotro.fr/ITC313/unGrosBordel.txt` permettra de récupérer le fichier à analyser.

2.

Les lignes affichées par `cat unGrosBordel.txt | grep -E "ette"` contiennent toutes la suite de lettres "ette".

3.

Les lignes affichées par `cat unGrosBordel.txt | grep -E "T"` contiennent toutes la lettre "T".

4.

Les lignes affichées par `cat unGrosBordel.txt | grep -E "^T"` contiennent toutes la lettre "T" en début de ligne.

5.

L'expression `^` signifie donc "début".

6.

Les lignes affichées par `cat unGrosBordel.txt | grep -E "te$"` contiennent toutes la suite de lettres "te" en fin de ligne.

7.

Les lignes affichées par `cat unGrosBordel.txt | grep -E "c.r"` contiennent toutes la suite de lettres "c", un caractère quelconque, "r".

8.

Les lignes affichées par `cat unGrosBordel.txt | grep -E "(oui|non)"` contiennent toutes soit "oui", soit "non".

9.

- `$` représente la fin d'une ligne.
- `|` représente une condition "ou".
- `.` représente un caractère quelconque.

10.

L'option `-o` dans la commande `cat unGrosBordel.txt | grep -o -E "c.r"` permet de n'afficher que la partie de la ligne correspondant à l'expression "c.r" appelé "motif".

11.

Les motifs affichés par `cat unGrosBordel.txt | grep -o -E "[A-Z]"` contiennent une suite de 4 lettres majuscule.

12.

Les motifs affichés par `cat unGrosBordel.txt | grep -o -E "[A-Z][a-z]+"` contiennent une suite d'au moins une majuscule et une minuscule.

13.

Les motifs affichés par `cat unGrosBordel.txt | grep -o -E "[A-Z][a-z]*"` contiennent une suite de 0, 1 ou plus de une majuscule et une minuscule.

14.

- `+` représente 1 ou plusieurs.
- `*` représente 0, 1 ou plusieurs.

15.

La commande

```
cat unGrosBordel.txt | grep -o -E "[A-Za-z0-9\.\_\-]+@[A-Za-z0-9\-\-]+\.[a-zA-Z]{2,4}"
```

permet de récupérer les adresse e-mail.

16.

La commande

```
cat unGrosBordel.txt | grep -o -E "(\\+33|0)(\\. | )?[0-9]((\\. | )?[0-9]{2}){4}"
```

permet de récupérer les numéro de téléphone.

17.

La commande `cat unGrosBordel.txt | grep -o -E "\\(\\([a-z]+\\)\\)"` permet de trouver la phrase secrète : "bien joue tu as trouve la reponse a la derniere question"

1.2 Éditions de scripts

1.2.1 Exercice 5 : Un premier script

L'objectif de cet exercice est de créer un scripts basique et de l'exécuter.

```
#!/bin/bash
# Axel LE BOT - 2017-10-01

# Récupération du nom de l'utilisateur
USER=$(whoami)

# On utilise la commande echo pour communiquer avec l'utilisateur
echo "Hello $USER !"
echo "Do you like fishsticks? (y/n)"

# On utilise la commande read pour récupère la réponse de l'utilisateur
read answer

# On vérifie si l'utilisateur a répondu oui
if [ "$answer" = "y" ]
then
    # Si il a répondu oui, on affiche le message suivant
    echo "Then, you are a gayfish!"
fi
```

1.2.2 Exercice 6 : Comptage des paramètres

Nous verrons ici comment le passage de paramètres, le comptage et la récupération des paramètres dans un script.

```
#!/bin/bash
# Axel LE BOT - 2017-10-02

echo "Liste des parametres entrés : "

# On utilise $* pour avoir tous les paramètres passés
for i in $*
do
```

```
        # On affiche le paramètre
        echo $i
done

# On utilise $# pour afficher le nombre de paramètres
echo "Nombre de parametres : $#"
```

La commande `shift` permet de décaler la liste d'arguments. Nous l'utiliserons dans le script suivant.

```
#!/bin/bash
# Axel LE BOT - 2017-10-02

echo "Liste des parametres entres : "

# On récupère le nombre de paramètres total
COUNT=$#

# Tant que shift décale
while shift
    # On affiche le paramètre
    echo $1
done

# Affichage du nombre de paramètre total
echo "Nombre de parametres : $COUNT"
```

1.2.3 Exercice 7 : Portée des variables

L'exercice suivant permettra de comprendre la portée de variable et de modifications entre shell.

1. Portée des variables locales

Après avoir créé initialisé une variables midichloriens à l'aide de la commande `midichloriens=50000`, on peut bien l'afficher avec la commande `echo midichloriens`.

```
#!/bin/bash
# Axel LE BOT - 2017-10-02
echo "Yoda"
echo "la valeur de midichloriens est $midichloriens"
```

On execute ensuite le script `yoda.sh` ci-dessus qui n'affiche rien. On en conclue donc que la variable initialisé dans le terminal n'est pas accessible depuis le script.

On essaie ensuite d'initialisé la variable `midichloriens` depuis le script `vador.sh` ci-dessous puis de ré-exécuter le script `yoda.sh`.

```
#!/bin/bash
# Axel LE BOT - 2017-10-02
echo "Vador"
```

```
midichloriens=20000  
echo "la valeur de midichloriens est $midichloriens"
```

En exécutant la commande `echo midichloriens` la variable `midichloriens` reste égale à 20000. On peut donc conclure que variables sont locales à un shell ou à un script.

2. Portée limitée au shell

En utilisant un second terminal, lorsque l'on affiche la valeur de la variable `midichloriens` en utilisant `echo midichloriens`, on constate que rien ne s'affiche.

En lançant un sous-shell avec la commande `bash` et en affichant la valeur de la variable `midichloriens`, rien ne s'affiche.

Après être sorti du sous-shell, on peut afficher la variable `midichloriens`, la valeur est toujours égale à 20000.

3. Étendre la portée de la valeur d'une variable locale

En ayant exécuté la commande `export midichloriens` et refait les manipulations de 2., cette fois, la variable `midichloriens` est lisible par le sous-shell.

On initialise cette fois-ci une variable `force` à 100. On modifie depuis le sous-shell cette valeur à 150. En fermant le sous-shell puis et en affichant la variable avec la commande `echo force`, on s'aperçoit que la variable n'a pas été modifiée.

La commande `export` permet d'exporter le clone d'une variable ayant le même comportement, le même nom, la même valeur.

2	TP1+TP2 : Tableaux, matrices et Fonctions recursives	19
2.1	Exercice sur des tableaux	
3	TP3+TP4 : Manipulation des arbres	21
3.1	Algorithmes sur arborescences binaires de recherche (ABR) non équilibrées	
3.2	Modification et parcours d'ABR non équilibrées	
3.3	Parcours d'arborescences binaires	
4	TP5+TP6 : Hiérarchie de processus, signaux	23
4.1	Gestion des signaux : envoi et reception	
4.2	Gestion des processus	
4.3	Gestion des processus - Suite	
5	TP7+TP8 : Communication socket	25
5.1	Communication distante en utilisant l'outil netcat	
5.2	Développement d'un client et d'un serveur en C	
5.3	Exercices bonus	
6	TP9+TP10 : Héritage multiple et modélisation	27



2. TP1+TP2 : Tableaux, matrices et Fonctions

2.1 Exercice sur des tableaux

2.1.1 Fonction sur les tableaux non triés

Exercice 1 : Algorithmes de parcours classiques sur tableau non triés

Quelques copier coller ont suffi. Les tests ont bien été effectués.

Exercice 2 : Ajout et suppression d'éléments tableaux non triés

2.1.2 Algorithmes de tri de tableaux

Exercice 3 : Trier des tableaux aléatoires

2.1.3 Fonctions sur les tableaux triés

Exercice 4 : Algorithmes de parcours classiques sur tableau non triés

Exercice 5 : Ajout et suppression d'éléments sur tableaux triés

2.1.4 Exercice sur les Fonctions récursives

Exercice 6 : Définition de fonction récursive

Exercice 7 : Algorithme récursif sur matrice



3. TP3+TP4 : Manipulation des arbres

3.1 Algorithmes sur arborescences binaires de recherche (ABR) non équilibrées

3.1.1 Exercice 1 : Mise en place d'ABR et premiers algorithmes

3.1.2 Exercice 2 : Algorithmes récursifs sur arborescences

3.2 Modification et parcours d'ABR non équilibrées

3.2.1 Exercice 3 : Insertion et suppression de valeurs dans une arborescence

3.3 Parcours d'arborescences binaires

3.3.1 Exercice 4 : Parcours sur arbres



4. TP5+TP6 : Hiérarchie de processus, signaux

4.1 Gestion des signaux : envoi et reception

- 4.1.1 Exercice 1 : Droits et signaux
- 4.1.2 Exercice 2 : capture de signal et traduction en langage C
- 4.1.3 Exercice 3 : Capture de signaux et redirections (exercice difficile)
- 4.1.4 Exercice 4 : envoi multiples et capture de signal en C

4.2 Gestion des processus

- 4.2.1 Exercice 5 : Processus en premier-plan / Arriere-plan
- 4.2.2 Exercice 6 : Duplication et recouvrement de processus

4.3 Gestion des processus - Suite

- 4.3.1 Exercice 7 : Duplication de processus
- 4.3.2 Exercice 8 : Creation et destruction de processus
- 4.3.3 Exercice 9 : Evaluation du nombre de processus
- 4.3.4 Exercice 10 : Conjonctions, Disjonctions, et Duplication
- 4.3.5 Exercice 11 : Terminaison normale de processus



5. TP7+TP8 : Communication socket

5.1 Communication distante en utilisant l'outil netcat

- 5.1.1 Exercice 1 : Découverte de la commande nc : netcat
- 5.1.2 Exercice 2 : Utilisation de la commande nc : netcat pour le transfert de fichier et l'évaluation de la bande passante
- 5.1.3 Exercice 3 : Une histoire de serveurs concurrents ...
- 5.1.4 Exercice 4 : Comprendre une requête HTTP

5.2 Développement d'un client et d'un serveur en C

- 5.2.1 Exercice 5 : Mise en place d'une communication en mode non connecte
- 5.2.2 Exercice 6 : Création d'une architecture (client UDP) - (relai UDP-TCP)- (serveur TCP)

5.3 Exercices bonus

- 5.3.1 Exercice 7 : Résolution de noms
- 5.3.2 Exercice 8 : Serveur multi-client en mode connecte



6. TP9+TP10 : Héritage multiple et modélisation

Ce TP nous permet de manipuler de manière concrète des mécanismes caractéristiques de la programmation orientée objet tels que la notion de classe, d'objet, d'héritage ainsi que l'héritage multiple, qui est propre au langage de programmation C++. Pour voir ces différentes notions nous allons créer un jeu simple.

Afin de structurer un projet et avoir un code aussi clair que possible en c++, il est conseillé de séparer son code en deux types de fichiers : les fichiers d'en-têtes header (.h) servant à définir les classes et donnant les différents prototype de méthodes, et les fichiers avec l'extension .cpp, que l'on devra compiler et qui contiennent tout le code des méthodes. On crée également un fichier main.cpp, que l'on doit compiler et qui contiendra la logique du jeu. Les fichiers .h sont inclus dans les fichiers .cpp correspondants ainsi que dans le main afin que l'on puisse avoir accès à la déclaration des classes et leurs prototypes de méthodes. Les fichiers .cpp sont compilés ensemble avec le compilateur g++ en un seul fichier exécutable.

Le jeu est un affrontement entre des personnages, pouvant être de différents types : Guerrier, Mage ou Mage-Guerrier. Afin d'organiser ses idées et de bien commencer une programmation orientée objet, on propose de modéliser les classes à l'aide du diagramme de classe suivant : objet

En premier nous allons définir la classe `Personne`, qui permet de définir les attributs communs à tous les combattants : le nom, de type `string` (chaîne de caractère), les points de vie et les points de défense, de type `int`. Ces attributs auront le spécificateur d'accès `protected`. Ce spécificateur précise que ces attributs sont accessibles au sein de la classe ainsi que ses classes filles. Nous allons donc créer des accesseurs en lecture afin de pouvoir lire les attributs des instances de la classe `Personne` dans le main si nécessaire avec des fonctions méthodes tels que :

```
33 int Personne::getPointsVie() {  
34     return pointsVie;  
}
```

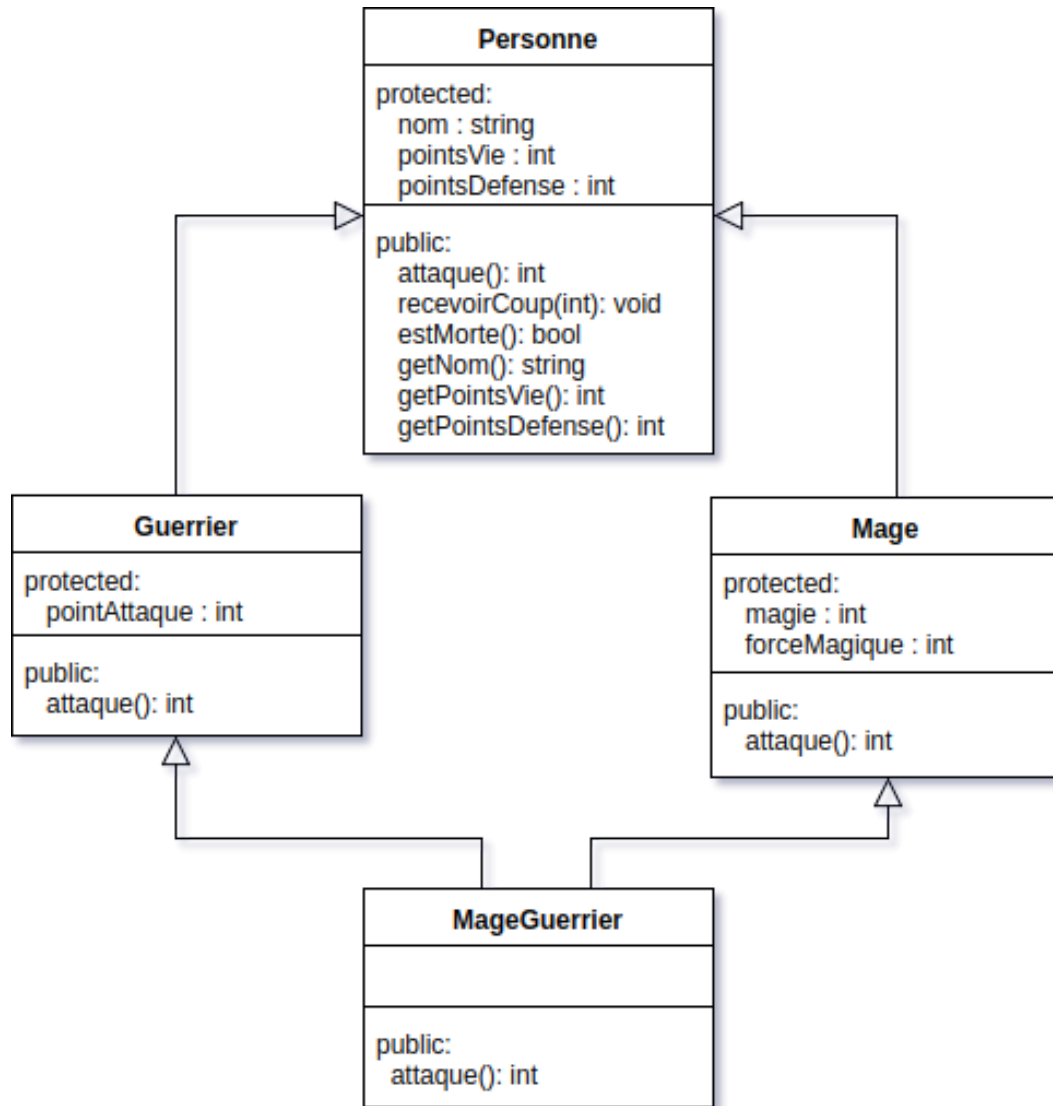


FIGURE 6.1 – Diagramme de classe

35 }

Afin d'initialiser correctement les membres de l'objet, on peut créer un constructeur et lui passer les valeurs que nous voulons attribués à l'initialisation de l'objet.

```

9  Personne::Personne(string nom, int pointsVie, int pointsDefense) {
10      this->nom = nom;
11      this->pointsVie = pointsVie;
12      this->pointsDefense = pointsDefense;
13  }
```

On ajoute de plus la méthode `recevoirCoup()` afin de permettre à une personne de recevoir un coup et faire baisser ses points de vie en fonction de ses points de défense. Nous pouvons directement accéder un attribut depuis la classe en écrivant le nom de la variable, nous pouvons aussi préciser qu'il s'agit de l'attribut de l'instance actuelle avec `this`.

```

23 }
24
25 bool Personne::estMorte() {
26     return (pointsVie <= 0);
27 }

```

On ajoute la méthode `attaque()` afin que chaque personne puisse attaquer. Au niveau de la classe `Personne`, cette méthode est définie comme virtuel pure et ne sera pas définie et devra donc être redéfinie dans les classes filles. La classe `Personne` n'est plus instanciable.

```

14 class Personne {
15     protected:
16         string nom;
17         int pointsVie;
18         int pointsDefense;
19
20     public:
21         Personne() = delete;
22
23         Personne(string nom, int pointsVie, int pointsDefense);
24
25         virtual ~Personne();
26
27         virtual int attaque()=0; //pure specifier
28
29         void recevoirCoup(int coup);
30
31         bool estMorte();
32
33         string getNom();
34
35         int getPointsVie();
36
37         int getPointsDefense();
38 };

```

Comme dit précédemment les personnes peuvent être, de différents types dans ce jeu. Nous allons donc créer deux classes : `Guerrier` et `textttMage` héritant de la classe `Personne` (héritage simple). Ces classes auront accès aux mêmes attributs mais auront en plus leur propre attributs et devront redéfinir la méthode `attaque()` et implémenteront leur propre logique. Ces deux classes auront aussi un constructeur pour initialiser leur propre attribut et devront appeler le constructeur de leur classe mère `Personne`.

La classe `Guerrier` :

```

12 class Guerrier : public virtual Personne {
13     protected:
14         int pointsAttaque;

```

```

15 public :
16     Guerrier() = delete;
17
18     Guerrier(string nom, int pointsVie, int pointsDefense, int pointAttaque);
19
20     ~Guerrier();
21
22     int attaque() override;
23 };

```

La classe Mage :

```

12 class Mage : public virtual Personne {
13 protected:
14     int magie;
15     int forceMagique;
16
17 public:
18     Mage() = delete;
19
20     Mage(string nom, int pointsVie, int pointsDefense, int magie, int forceMagique)
21
22     ~Mage();
23
24     int attaque() override;
25
26 };

```

Cet exercice nous propose d'hériter de deux classe, cela s'appelle l'héritage multiple qui est un mécanisme de programmation orientée objet dans lequel une classe peut hériter de comportements et de fonctionnalités de plus d'une super-classe. Ainsi nous pouvons créer un troisième type de personnage MageGuerrier qui héritera à la fois de la classe Mage et de la classe Guerrier, bien entendu il héritera aussi indirectement de la classe Personne. Le constructeur devra comme pour les classes précédentes appeler les constructeurs parents, donc ici les constructeurs des classes Personne, Guerrier et Guerrier. Comme demandé dans l'exercice on redéfinira la méthode attaque() qui devra attaquer "tantôt avec la magie, tantôt avec une attaque physique" (en tant que Mage ou en tant que Guerrier). On peut grâce à l'opérateur :: appeler la méthode de notre choix, par exemple Mage::attaque() utilisera la méthode attaque() de la classe Mage.

La classe MageGuerrier :

```

7  MageGuerrier::MageGuerrier(string name, int pointsVie, int pointsDefense, int point
8                                int forceMagique) :
9      Personne(name, pointsVie, pointsDefense),
10     Mage(name, pointsVie, pointsDefense, magie, forceMagique),
11     Guerrier(name, pointsVie, pointsDefense, pointsAttaque) {
12 }
13

```

```

14 MageGuerrier::~MageGuerrier() {
15     cout << "MageGuerrier is being deleted\n";
16 }
17
18 int MageGuerrier::attaque() {
19     srand(time(NULL));
20     return rand() % 2 ? Mage::attaque() : Guerrier::attaque();
21 }

```

Afin de tester nos classe et simuler un jeu nous avons implementer un combat dans le fichier `main.cpp`. Nous utiliserons la fonction `combat()` afin de simuler un combat entre deux personnes, pour cela nous devons passer en paramètre les deux protagonistes. Afin de pouvoir passer n'importe quel type de personnage (Guerrier, Mage et MageGuerrier) il sera important de préciser le type des arguments à `Personne *` ce qui donne `combat(Personne * p1, Personne *p2)`. On applique ici le mécanisme de polymorphisme d'héritage qui permet de faire abstraction des détails des classes spécialisées d'une famille d'objet, en les masquant par une interface commune (qui est la classe de base).

Afin d'éviter les fuites mémoire à la fin de l'exécution du programme il faut `delete` les objets créés.

```

43 int main() {
44     displayHeader(1, (char *) "TP 9-10");
45     bool finished = false;
46
47     Guerrier *g1 = new Guerrier("Guerrier 1", 50, 5, 15);
48     Mage *m1 = new Mage("Mage 1", 100, 3, 30, 12);
49     MageGuerrier *mg = new MageGuerrier("MageGuerrier 1", 100, 4, 20, 10, 25);
50
51     while (!finished) {
52         combat(m1, mg);
53         finished = endOfProgram();
54     }
55
56     delete g1;
57     delete m1;
58     delete mg;
59
60     printf("Bye !!!");
61     exit(0);
62 }

```