MOOC Intro. POO C++
Corrigés semaine 6

Les corrigés proposés correspondent à l'ordre des apprentissages : chaque corrigé correspond à la solution à laquelle vous pourriez aboutir au moyen des connaissances acquises jusqu'à la semaine correspondante.

Exercice 20 : animaux en peluche

> Cet exercice correspond à l'exercice n°63 (pages 160 et 351) de l'ouvrage *C++ par la pratique* (3e édition, PPUR).

La classe `Animal` ne présente aucune difficulté :

```
class Animal {
public:
  void affiche() const;
protected:
  string nom;
  string continent;
};

void Animal::affiche() const {
   cout<<"Je suis un " << nom << " et je vis en " << continent << endl;
}
```

pas plus que les deux autres classes :

```
class EnDanger {
public:
  void affiche() const;
protected:
  unsigned int nombre;
};

void EnDanger::affiche() const {
    cout << "Il ne reste que " << nombre
         << " individus de mon espèce sur Terre" << endl;
}

class Gadget {
public:
  void affiche() const;
  void affiche_prix() const;
protected:
  string nom;
  double prix;
};

void Gadget::affiche() const {
  cout << "Mon nom est " << nom << endl;
}

void Gadget::affiche_prix() const {
  cout << "Achetez-moi pour " << prix
       << " francs et vous contribuerez à me sauver!" << endl;
}
```

L'ajout des constructeurs et destructeurs se fait aussi trivialement :

```
public:
```

```cpp
  Animal(string, string);
  ~Animal();
  void affiche() const;
protected:
  string nom;
  string continent;
};

// ----------------------------------------------------------------------
void Animal::affiche() const {
  cout << "Je suis un " << nom << " et je vis en " << continent << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
Animal::Animal(string nom, string continent)
  : nom(nom), continent(continent)
{
  cout << "Nouvel animal protégé" << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
Animal::~Animal() {
  cout << "Je ne suis plus protégé" << endl;
}

// **********************************************************************
class EnDanger {
public:
  void affiche() const;
  EnDanger(unsigned int);
  ~EnDanger();
protected:
  unsigned int  nombre;
};

// ----------------------------------------------------------------------
EnDanger::EnDanger(unsigned int nombre)
  : nombre(nombre)
{
  cout << "Nouvel animal en danger" << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
EnDanger::~EnDanger() {
  cout << "ouf! je ne suis plus en danger" << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
void EnDanger::affiche() const {
  cout << "Il ne reste que " << nombre
       << " individus de mon espèce sur Terre" << endl;
}

// **********************************************************************
class Gadget {
public:
  void affiche() const;
  void affiche_prix() const;
  Gadget(string, double);
  ~Gadget();
protected:
  string nom;
  double prix;
};

// ----------------------------------------------------------------------
Gadget::Gadget(string nom, double prix)
```

```
  : nom(nom), prix(prix)
{
  cout << "Nouveau gadget" << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
Gadget::~Gadget() {
  cout << "Je ne suis plus un gadget" << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
void Gadget::affiche() const {
  cout << "Mon nom est " << nom << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
void Gadget::affiche_prix() const {
  cout << "Achetez-moi pour " << prix
       << " francs et vous contribuerez à me sauver !"
       << endl;
}
```

Définissez une classe `Peluche` *héritant des classes* `Animal`, `EnDanger` *et* `Gadget` :

```
class Peluche : public Animal, public EnDanger, public Gadget {
};
```

Dotez votre classe `Peluche` *d'une méthode* `etiquette` [...] *être codée au moyen des méthodes* `affiche` *et* `affiche_prix` *des super-classes.* :

```
class Peluche : public Animal, public EnDanger, public Gadget {
public:
  void etiquette() const;
};

void Peluche::etiquette() const {
  cout << "Hello," << endl;
  Gadget::affiche();
  Animal::affiche();
  EnDanger::affiche();
  affiche_prix();
  cout<<endl;
}
```

puis les constructeurs et destructeurs :

```
class Peluche : public Animal, public EnDanger, public Gadget {
public:
  void etiquette() const;
  Peluche(string, string, string, unsigned int, double);
  ~Peluche();
};
...
Peluche::Peluche(string nom_animal, string nom_gadget,
                 string continent, unsigned int nombre,  double prix)
  : Animal(nom_animal, continent), EnDanger(nombre),
    Gadget(nom_gadget, prix)
{ cout << "Nouvelle peluche" << endl; }

Peluche::~Peluche() {
  cout << "Je ne suis plus une peluche" << endl;
}
```

Testez votre programme au moyen du main suivant [...]

Le résultat obtenu est le suivant :

```
#include<iostream>
#include<string>
using namespace std;

// *********************************************************************
class Animal {
public:
  Animal(string, string);
  ~Animal();
  void affiche() const;
protected:
  string nom;
  string continent;
};

// ---------------------------------------------------------------------
void Animal::affiche() const {
  cout << "Je suis un " << nom << " et je vis en " << continent << endl;
}

// ---------------------------------------------------------------------
Animal::Animal(string nom, string continent)
  : nom(nom), continent(continent)
{
  cout << "Nouvel animal protégé" << endl;
}

// ---------------------------------------------------------------------
Animal::~Animal() {
  cout << "Je ne suis plus protégé" << endl;
}

// *********************************************************************
class EnDanger {
public:
  void affiche() const;
  EnDanger(unsigned int);
  ~EnDanger();
protected:
  unsigned int  nombre;
};

// ---------------------------------------------------------------------
EnDanger::EnDanger(unsigned int nombre)
  : nombre(nombre)
{
  cout << "Nouvel animal en danger" << endl;
}

// ---------------------------------------------------------------------
EnDanger::~EnDanger() {
  cout << "ouf! je ne suis plus en danger" << endl;
}

// ---------------------------------------------------------------------
void EnDanger::affiche() const {
  cout << "Il ne reste que " << nombre
       << " individus de mon espèce sur Terre" << endl;
}

// *********************************************************************
class Gadget {
public:
  void affiche() const;
```

```
  void affiche_prix() const;
  Gadget(string, double);
  ~Gadget();
protected:
  string nom;
  double prix;
};

// ----------------------------------------------------------------------
Gadget::Gadget(string nom, double prix)
  : nom(nom), prix(prix)
{
  cout << "Nouveau gadget" << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
Gadget::~Gadget() {
  cout << "Je ne suis plus un gadget" << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
void Gadget::affiche() const {
  cout << "Mon nom est " << nom << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
void Gadget::affiche_prix() const {
  cout << "Achetez-moi pour " << prix
       << " francs et vous contribuerez à me sauver !"
       << endl;
}

// **********************************************************************
class Peluche : public Animal, public EnDanger, public Gadget {
public:
  void etiquette() const;
  Peluche(string, string, string, unsigned int, double);
  ~Peluche();
};

// ----------------------------------------------------------------------
Peluche::Peluche(string nom_animal, string nom_gadget, string continent,
   unsigned int nombre,  double prix)
  : Animal(nom_animal, continent), EnDanger(nombre), Gadget(nom_gadget, prix)
{
  cout << "Nouvelle peluche" << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
Peluche::~Peluche() {
  cout << "Je ne suis plus une peluche" << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
void Peluche::etiquette() const
{
  cout << "Hello," << endl;
  Gadget::affiche();
  Animal::affiche();
  EnDanger::affiche();
  affiche_prix();
  cout << endl;
}

// **********************************************************************
int main()
{
```

```
  Peluche panda  ("Panda",  "Ming",  "Asie",             200, 20.0);
  Peluche serpent("Cobra",  "ssss",  "Asie",             500, 10.0);
  Peluche toucan ("Toucan", "Bello", "Amérique du Sud", 1000, 15.0);

  panda.etiquette();
  serpent.etiquette();
  toucan.etiquette();

  return 0;
}
```

Exercice 21 : employés

Cet exercice correspond à l'exercice n°64 (pages 162 et 354) de l'ouvrage [C++ par la pratique (3e édition, PPUR)].

Codez une classe abstraite `Employe` [...]

```
class Employe {
public:
  virtual double calculer_salaire() const = 0;
protected:
  string prenom;
  string nom;
  unsigned int age;
  string date;
};
```

Dotez également votre classe d'un constructeur [...] *et d'un destructeur virtuel vide.*

```
class Employe {
public:
  Employe(string prenom, string nom, unsigned int age,
                  string date)
    : nom(nom), prenom(prenom), age(age), date(date) {}
  virtual ~Employe() {}
  virtual double calculer_salaire() const = 0;
protected:
  string prenom;
  string nom;
  unsigned int age;
  string date;
};
```

Calcul du salaire

Codez une hiérarchie de classes pour les employés en respectant les conditions suivantes [...]

La première constatation que l'on peut faire c'est que les deux commerciaux (vendeur et représentant) ont une base commune de calcul. On peut créer une sur-classe commune à ces deux classes.

Appelons la par exemple `Commercial`. Elle reste bien entendu un classe virtuelle et il n'y a donc qu'à lui affecter l'attribut nécessaire (`chiffre_affaire`) et bien sûr le constructeur qui va avec.

```
class Commercial: public Employe {
public:
  Commercial(string prenom, string nom, unsigned int age, string date,
      double chiffre_affaire)
    : Employe(prenom, nom, age, date), chiffre_affaire(chiffre_affaire)
  {}
  ~Commercial() {}
protected:
  double  chiffre_affaire;
};
```

On peut alors écrire les deux classes qui en hérite : la classe `Vendeur` et la classe `Representant` :

```
class Vendeur: public Commercial {
public:
  Vendeur(string prenom, string nom, unsigned int age,
          string date, double chiffre_affaire)
    : Commercial(prenom, nom, age, date, chiffre_affaire)
  {}
  ~Vendeur() {}
```

```
  double calculer_salaire() const;
  string get_nom() const;
};

class Representant: public Commercial {
public:
  Representant(string prenom, string nom, unsigned int age,
               string date, double chiffre_affaire)
    : Commercial(prenom, nom, age, date, chiffre_affaire)
  {}
  ~Representant() {}
  double calculer_salaire() const;
  string get_nom() const;
};
```

Il n'y a plus qu'ensuite à spécifier leur méthodes spécifiques :

```
double Vendeur::calculer_salaire() const {
  return (0.2 * chiffre_affaire) + 400;
}

string Vendeur::get_nom() const {
  return "Le vendeur " + prenom + ' ' + nom;
}

double Representant::calculer_salaire() const {
  return (0.2 * chiffre_affaire) + 800;
}

string Representant::get_nom() const {
  return "Le représentant " + prenom + ' ' + nom;
}
```

[NOTE : pour les programmeurs plus avancés, il serait mieux de ne pas coder les constantes `400` et `800` «en dur», mais de définir une constante statique à la classe.
Pour un programme aussi petit et délimité cela ne change pas grand chose, mais pour un projet d'envergure, cela a son importance : ne pas mettre de constante en dur dans le code car c'est plus difficile à maintenir (on risque de ne plus savoir où on les a mises ni pourquoi elles ont telle ou telle valeur). **]**

Les classes `Technicien` et `Manutentionnaire` se font de la même façon, sans difficulté :

```
class Technicien: public Employe {
public:
  Technicien(string prenom, string nom, unsigned int age, string date,
             unsigned int unites)
    : Employe(prenom, nom, age, date), unites(unites)
  {}
  ~Technicien() {}
  double calculer_salaire() const;
  string get_nom() const;
protected:
  unsigned int unites;
};

double Technicien::calculer_salaire() const {
   return 5.0 * unites;
}

string Technicien::get_nom() const {
  return "Le technicien " + prenom + ' ' + nom;
}

class Manutentionnaire: public Employe {
public:
  Manutentionnaire(string prenom, string nom, unsigned int age,
                   string date, unsigned int heures)
```

```
    : Employe(prenom, nom, age, date), heures(heures)
  {}
  ~Manutentionnaire() {}
  double calculer_salaire() const;
  string get_nom() const;
protected:
  unsigned int heures;
};

double Manutentionnaire::calculer_salaire() const {
  return 65.0 * heures;
}

string Manutentionnaire::get_nom() const {
  return "Le manut. " + prenom + ' ' + nom;
}
```

Employés à risques

Voici finalement l'héritage multiple. Mais avant il faut juste définir la super-classe d'employé à risque :

```
class ARisque {
public:
  ARisque(double prime = 100) : prime(prime) {}
  virtual ~ARisque() {}
protected:
  double prime;
};
```

Nous avons donc ensuite nos deux classes d'employés à risque. Concernant l'ordre d'héritage, il semble ici évident qu'ils sont avant tous des employés (avant d'être « à risque »).

On a donc naturellement :

```
class TechnARisque: public Technicien, public ARisque {
};
class ManutARisque: public Manutentionnaire, public ARisque {
};
```

qu'il suffit ensuite de nourrir des éléments habituels :

```
class TechnARisque: public Technicien, public ARisque {
public:
  TechnARisque(string prenom, string nom, unsigned int age,
               string date, unsigned int unites, double prime)
    : Technicien(prenom, nom, age, date, unites), ARisque(prime)
  {}
  double calculer_salaire() const;
};

double TechnARisque::calculer_salaire() const {
   return Technicien::calculer_salaire() + prime;
}

class ManutARisque: public Manutentionnaire, public ARisque {
public:
  ManutARisque(string prenom, string nom, unsigned int age,
               string date, unsigned int heures, double prime)
    : Manutentionnaire(prenom, nom, age, date, heures), ARisque(prime)
  {}
  double calculer_salaire() const;
};

double ManutARisque::calculer_salaire() const {
  return Manutentionnaire::calculer_salaire() + prime;
```

```
}
```

Collection d'employés

Il s'agit ici de quelque chose de très similaire à ce que nous avons fait la semaine dernière.
Voici donc la solution :

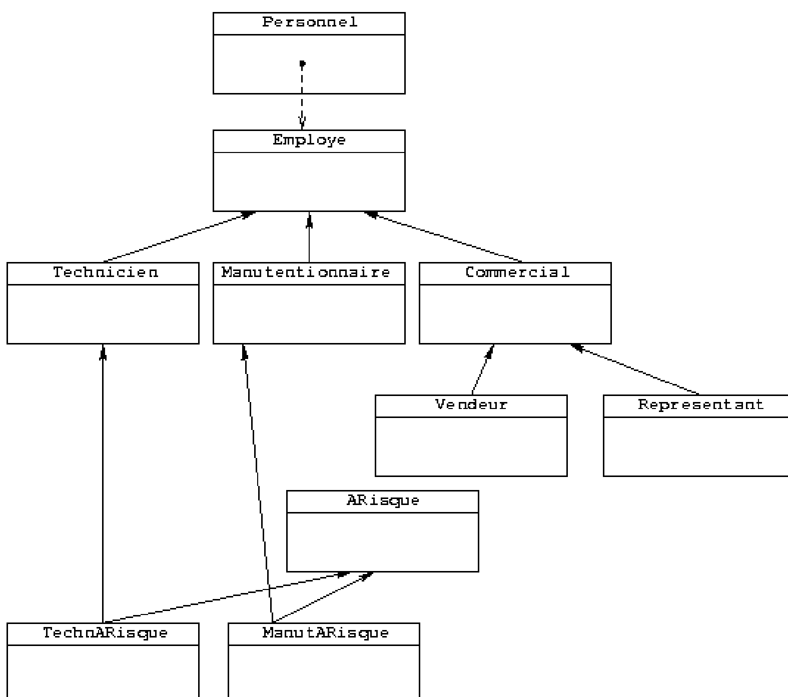
```
class Personnel {
public:
  void ajouter_employe(Employe* newbie) { staff.push_back(newbie); }
  void licencie();
  void afficher_salaires() const;
  double salaire_moyen() const;
protected:
  vector<Employe*> staff;
};

void Personnel::licencie() {
  for (auto p : staff) delete p;
  staff.clear();
}

double Personnel::salaire_moyen() const {
  double somme(0.0);
  for (auto p : staff) {
    somme += p->calculer_salaire();
  }
  return somme / staff.size();
}

void Personnel::afficher_salaires() const {
  for (auto p : staff) {
    cout << p->get_nom() << " gagne "
  << p->calculer_salaire() << " francs."
  << endl;
  }
}
```

Voici pour résumer, le diagramme d'héritage (et encapsulation) de cet exercice :



et le code source complet :

```cpp
#include <iostream>
#include <string>
#include <vector>
using namespace std;

/* *********************************************************************
 * La classe Employe
 */
class Employe {
public:
  Employe(string prenom, string nom, unsigned int age, string date)
    : nom(nom), prenom(prenom), age(age), date(date) {}
  virtual ~Employe() {}
  virtual double calculer_salaire() const = 0;
  virtual string get_nom() const;
protected:
  string nom;
  string prenom;
  unsigned int age;
  string date;
};

string Employe::get_nom() const { return "L'employé " + prenom + ' ' + nom; }

/* *********************************************************************
 * La classe Commercial (factorise Vendeur et Représentant)
 */
class Commercial: public Employe {
public:
  Commercial(string prenom, string nom, unsigned int age, string date,
      double chiffre_affaire)
    : Employe(prenom, nom, age, date), chiffre_affaire(chiffre_affaire)
  {}
  ~Commercial() {}
protected:
  double  chiffre_affaire;
};

/* *********************************************************************
 * La classe Vendeur
 */
class Vendeur: public Commercial {
public:
  Vendeur(string prenom, string nom, unsigned int age, string date,
   double chiffre_affaire)
    : Commercial(prenom, nom, age, date, chiffre_affaire)
  {}
  ~Vendeur() {}
  double calculer_salaire() const;
  string get_nom() const;
};

double Vendeur::calculer_salaire() const {
  return (0.2 * chiffre_affaire) + 400;
}

string Vendeur::get_nom() const { return "Le vendeur " + prenom + ' ' + nom; }

/* *********************************************************************
 * La classe Représentant
 */
class Representant: public Commercial {
public:
  Representant(string prenom, string nom, unsigned int age, string date,
        double chiffre_affaire)
    : Commercial(prenom, nom, age, date, chiffre_affaire)
  {}
```

```
  ~Representant() {}
  double calculer_salaire() const;
  string get_nom() const;
};

double Representant::calculer_salaire() const {
  return (0.2 * chiffre_affaire) + 800;
}

string Representant::get_nom() const { return "Le représentant " + prenom + ' ' + nom; }

/* **********************************************************************
 * La classe Technicien (Production)
 */
class Technicien: public Employe {
public:
  Technicien(string prenom, string nom, unsigned int age, string date,
      unsigned int unites)
    : Employe(prenom, nom, age, date), unites(unites)
  {}
  ~Technicien() {}
  double calculer_salaire() const;
  string get_nom() const;
protected:
  unsigned int unites;
};

double Technicien::calculer_salaire() const {
   return 5.0 * unites;
}

string Technicien::get_nom() const { return "Le technicien " + prenom + ' ' + nom; }

/* **********************************************************************
 * La classe Manutentionnaire
 */
class Manutentionnaire: public Employe {
public:
  Manutentionnaire(string prenom, string nom, unsigned int age, string date,
     unsigned int heures)
    : Employe(prenom, nom, age, date), heures(heures)
  {}
  ~Manutentionnaire() {}
  double calculer_salaire() const;
  string get_nom() const;
protected:
  unsigned int heures;
};

double Manutentionnaire::calculer_salaire() const {
  return 65.0 * heures;
}

string Manutentionnaire::get_nom() const { return "Le manut. " + prenom + ' ' + nom; }

/* **********************************************************************
 * La classe d'employés à risque
 */
class ARisque {
public:
  ARisque(double prime = 100) : prime(prime) {}
  virtual ~ARisque() {}
protected:
  double prime;
};

/* **********************************************************************
```

```
 * une première sous-classe d'employé à risque
 */
class TechnARisque: public Technicien, public ARisque {
public:
  TechnARisque(string prenom, string nom, unsigned int age, string date,
        unsigned int unites, double prime)
    : Technicien(prenom, nom, age, date, unites), ARisque(prime)
  {}
  double calculer_salaire() const;
};

double TechnARisque::calculer_salaire() const {
   return Technicien::calculer_salaire() + prime;
}

/* ********************************************************************
 * une autre sous-classe d'employé à risque
 */
class ManutARisque: public Manutentionnaire, public ARisque {
public:
  ManutARisque(string prenom, string nom, unsigned int age, string date,
        unsigned int heures, double prime)
    : Manutentionnaire(prenom, nom, age, date, heures), ARisque(prime)
  {}
  double calculer_salaire() const;
};

double ManutARisque::calculer_salaire() const {
  return Manutentionnaire::calculer_salaire() + prime;
}

/* ********************************************************************
 * La classe Personnel
 */
class Personnel {
public:
   void ajouter_employe(Employe* newbie) { staff.push_back(newbie); }
  void licencie();
  void afficher_salaires() const;
  double salaire_moyen() const;
protected:
  vector<Employe*> staff;
};

void Personnel::licencie() {
  for (unsigned int i(0); i < staff.size(); i++) {
    delete staff[i];
  }
  staff.clear();
}

double Personnel::salaire_moyen() const {
  double somme(0.0);
  for (unsigned int i(0); i < staff.size(); i++) {
    somme += staff[i]->calculer_salaire();
  }
  return somme / staff.size();
}

void Personnel::afficher_salaires() const {
  for (unsigned int i(0); i < staff.size(); i++) {
    cout << staff[i]->get_nom() << " gagne "
  << staff[i]->calculer_salaire() << " francs."
  << endl;
  }
}
```

```
// ======================================================================
int main () {
  Personnel p;
  p.ajouter_employe(new Vendeur("Pierre", "Business", 45, "1995", 30000));
  p.ajouter_employe(new Representant("Léon", "Vendtout", 25, "2001", 20000));
  p.ajouter_employe(new Technicien("Yves", "Bosseur", 28, "1998", 1000));
  p.ajouter_employe(new Manutentionnaire("Jeanne", "Stocketout", 32, "1998", 45));
  p.ajouter_employe(new TechnARisque("Jean", "Flippe", 28, "2000", 1000, 200));
  p.ajouter_employe(new ManutARisque("Al", "Abordage", 30, "2001", 45, 120));

  p.afficher_salaires();
  cout << "Le salaire moyen dans l'entreprise est de "
       << p.salaire_moyen() << " francs." << endl;

  // libération mémoire
  p.licencie();
}
```

Exercice 22 : jeu de cartes

Cet exercice correspond à l'exercice n°65 (pages 164 et 358) de l'ouvrage [C++ par la pratique (3e édition, PPUR)].

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <string>
using namespace std;

class Couleur {
public:
  typedef enum { ROUGE, VERT, BLEU, BLANC, NOIR } Choix;
  Couleur(Choix c) : valeur(c) {}
  virtual ~Couleur() {}
  Choix valeur;
  void affiche(ostream&, bool feminin = false) const;
};

void Couleur::affiche(ostream& out, bool feminin) const {
  switch (valeur) {
  case ROUGE: out << "rouge"; break;
  case VERT:
    out << "vert";
    if (feminin) out << 'e';
    break;
  case BLEU:
    out << "bleu";
    if (feminin) out << 'e';
    break;
  case BLANC:
    out << "blanc";
    if (feminin) out << "he";
    break;
  case NOIR:
    out << "noir";
    if (feminin) out << 'e';
    break;
  }
}

// ----------------------------------------------------------------------
class Carte {
public:
  Carte(unsigned int cost = 0) : cost(cost) {
    // cout << "  une carte de cout " << cost << " : ";
  }
  virtual ~Carte(){}
  virtual void afficher(ostream& out) const {
    out << "de coût " << cost; }

protected:
  unsigned int cost;
};

ostream& operator<<(ostream& out, const Carte& c) {
  c.afficher(out);
  return out;
}

// ----------------------------------------------------------------------
class Terrain : public virtual Carte {
public:
  Terrain(Couleur c) : couleur(c) {
    cout << "Un nouveau terrain." << endl;
```

```cpp
  }
  virtual ~Terrain() {}
  void afficher(ostream&) const;
protected:
  Couleur couleur;
};

void Terrain::afficher(ostream& out) const {
  out << "Un terrain ";
  couleur.affiche(out);
  out << "." << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
class Creature : public virtual Carte {
public:
  Creature(unsigned int cost, string nom, unsigned int attaque,
           unsigned int defense) :
    Carte(cost), nom(nom), attaque(attaque), defense(defense) {
    cout << "Une nouvelle créature." << endl;
  }
  virtual ~Creature() {}
  void afficher(ostream&) const;
protected:
  string nom;
  unsigned int attaque;
  unsigned int defense;
};

void Creature::afficher(ostream& out) const {
  out << "Une créature " << nom << ' ' << attaque << "/"
      << defense << ' ';
  Carte::afficher(out);
  out << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
class Sortilege : public virtual Carte {
public:
  Sortilege(unsigned int cost, string nom, string desc) :
    Carte(cost), nom(nom), description(desc) {
    cout << "Un sortilège de plus." << endl;
  }
  virtual ~Sortilege() {}
  void afficher(ostream&) const;
protected:
  string nom;
  string description;
};

void Sortilege::afficher(ostream& out) const {
  out << "Un sortilège " << nom << ' ';
  Carte::afficher(out);
  out << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
class CreatureTerrain : public Creature, public Terrain {
public:
  CreatureTerrain(unsigned int cost, string nom, unsigned int attaque,
                  unsigned int defense, Couleur couleur)
    : Carte(cost), Creature(cost, nom, attaque, defense),
      Terrain(couleur)
  {
    cout << "Houla, une créature/terrain." << endl;
  }
  virtual ~CreatureTerrain() {}
```

```
  void afficher(ostream&) const;
};

void CreatureTerrain::afficher(ostream& out) const {
  out << "Une créature/terrain ";
  couleur.affiche(out, true);
  out << ' ' << nom << ' ' << attaque << "/" << defense << ' ';
  Carte::afficher(out);
  out << endl;
}

// ----------------------------------------------------------------------
class Jeu {
public:
  Jeu(){ cout << "On change de main" << endl; }
  virtual ~Jeu(){}
  void jette();
  void ajoute(Carte* carte) { contenu.push_back(carte); }
private:
  vector<Carte*> contenu;
friend ostream& operator<<(ostream&, const Jeu&);
};

ostream& operator<<(ostream& out, const Jeu& j) {
  for (auto carte : j.contenu)
    out << "  + " << *carte;
  return out;
}

void Jeu::jette() {
  cout << "Je jette ma main." << endl;
  for (auto& carte : contenu) { delete carte; }
  contenu.clear();
}

// ----------------------------------------------------------------------
int main()
{
  Jeu mamain;

  mamain.ajoute(new Terrain(Couleur::BLEU));
  mamain.ajoute(new Creature(6, "Golem", 4, 6));
  mamain.ajoute(new Sortilege(1, "Croissance Gigantesque",
           "La créature ciblée gagne +3/+3 jusqu'à la fin du tour"));
  mamain.ajoute(new CreatureTerrain(2, "Ondine", 1, 1, Couleur::BLEU));

  cout << "Là, j'ai en stock :" << endl;
  cout << mamain;

  mamain.jette();

  return 0;
}
```