INSA INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES ROUEN

asi Architecture des Systèmes d'Information

Institut National des Sciences Appliquées de Rouen

EC Algorithmique avancée et programmation C

Rapport de projet d'algorithmique

Titre du projet :

« Jeu d'Othello »

Auteurs :

Gautier Darchen

Romain Judic

Riadh Kilani

Claire Lovisa

Sandratra Rasendrasoa

4 janvier 2016

Introduction

Dans le cadre du projet d'algorithmique et de programmation, nous avons été amenés à développer un jeu de plateau, le jeu d'Othello.

A cette fin, nous avons établi nos objectifs en fonction du cahier des charges fournis par M.Delestre :

1. Le programme doit pouvoir afficher une aide au jeu
2. Le programme permet de jouer contre un ordinateur avec la possibilité de choisir une couleur.
3. L'objectif final est de pouvoir participer à un tournoi face à un autre programme, tout en respectant certaines contraintes détaillées dans le cahier des charges.

Dans le lignée des travaux pratiques, le jeu a été écrit en langage C, et afin de pouvoir gérer les différents documents à notre disposition, nous avons appris à manipuler un gestionnaire de projet utilisant le logiciel Git.

Constitué de 5 membres, nous avons réparti les tâches en fonction de l'avancement du projet, en essayant de travailler si possible en binôme ou seul, pour ensuite pouvoir discuter et comparer les travaux de chacun.

Table des matières

Première partie

Analyse

Chapitre 1

Analyse des TAD

1.1 Le TAD « `Couleur` »

Nom: Couleur

Opérations:
- blanc: $\rightarrow$ Couleur
- noir: $\rightarrow$ Couleur
- changerCouleur: Couleur $\rightarrow$ Couleur

Axiomes:
- *changerCouleur(blanc())=noir()*
- *changerCouleur(noir())=blanc()*

1.2 Le TAD « `Pion` »

Nom: Pion

Utilise: Couleur

Opérations:
- creerPion: Couleur $\rightarrow$ Pion
- obtenirCouleurPion: Pion $\rightarrow$ Couleur
- retournerPion: Pion $\rightarrow$ Pion

Axiomes:
- *obtenirCouleurPion(creerPion(couleur))=couleur*
- *obtenirCouleurPion(retournerPion(pion))=changerCouleur(obtenirCouleurPion(pion))*

1.3 Le TAD « `Position` »

Nom: Position

Utilise: **NaturelNonNul**

Opérations:
- obtenirLigne: Position $\rightarrow$ **NaturelNonNul**
- obtenirColonne: Position $\rightarrow$ **NaturelNonNul**
- fixerPosition: **NaturelNonNul** $\times$ **NaturelNonNul** $\nrightarrow$ Position

Axiomes:
- *obtenirLigne(fixerPosition(ligne,colonne))=ligne*
- *obtenirColonne(fixerPosition(ligne,colonne))=colonne*

Préconditions: fixerPosition(ligne,colonne): $1 \leqslant \text{ligne} \leqslant 8$ & $1 \leqslant \text{colonne} \leqslant 8$

1.4 Le TAD « `Plateau` »

Nom: Plateau

Utilise: **Booleen**, Position, Pion

Opérations: creerPlateau: $\rightarrow$ Plateau
estCaseVide: Plateau $\times$ Position $\rightarrow$ **Booleen**
viderCase: Plateau $\times$ Position $\nrightarrow$ Plateau
poserPion: Plateau $\times$ Position $\times$ Pion $\nrightarrow$ Plateau
obtenirPion: Plateau $\times$ Position $\nrightarrow$ Pion
inverserPion: Plateau $\times$ Position $\nrightarrow$ Plateau

Axiomes:
- *estCaseVide(creerPlateau(),position)=VRAI*
- *estCaseVide(viderCase(plateau,position),position)=VRAI*
- *estCaseVide(poserPion(plateau,position,pion),position)=FAUX*
- *obtenirPion(poserPion(plateau,position,pion),position)=pion*
- *inverserPion(inverserPion(plateau,position),position)=plateau*

Préconditions: viderCase(plateau,position): non(estCaseVide(plateau,position))
poserPion(plateau,position): estCaseVide(plateau,position)
obtenirPion(plateau,position): non(estCaseVide(plateau,position))
inverserPion(plateau,position): non(estCaseVide(plateau,position))

1.5 Le TAD « Coup »

Nom: Coup

Utilise: Position, Pion

Opérations: creerCoup: Position $\times$ Pion $\rightarrow$ Coup
obtenirPositionCoup: Coup $\rightarrow$ Position
obtenirPionCoup: Coup $\rightarrow$ Pion

Axiomes:
- *obtenirPositionCoup(creerCoup(pos,pion))=pos*
- *obtenirPionCoup(creerCoup(pos,pion))=pion*

1.6 Le TAD « Coups »

Nom: Coups

Utilise: **Naturel**, **NaturelNonNul**, Coup

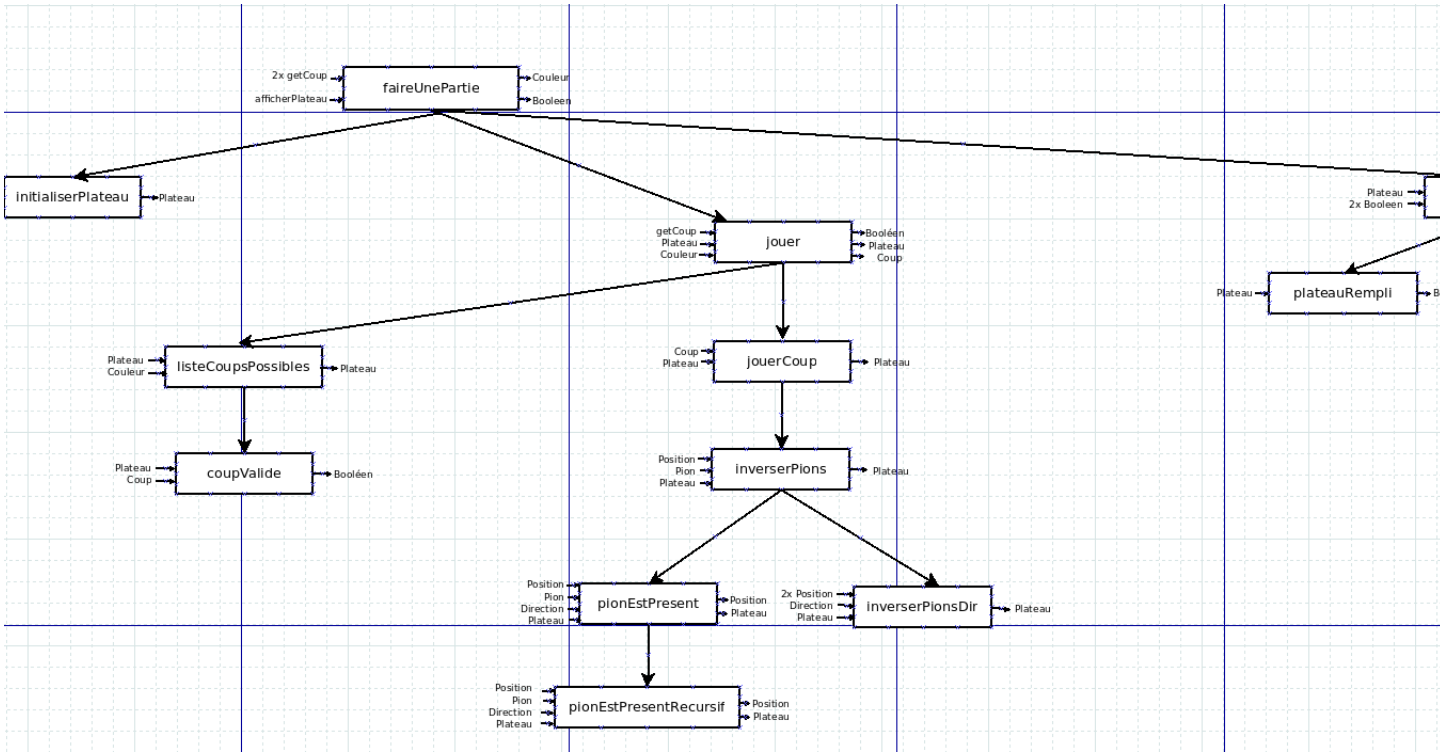
Opérations: creerCoups: $\rightarrow$ Coups
ajouterCoups: Coups $\times$ Coup $\rightarrow$ Coups
nbCoups: Coups $\rightarrow$ **Naturel**
iemeCoup: Coups $\times$ **NaturelNonNul** $\nrightarrow$ Coup

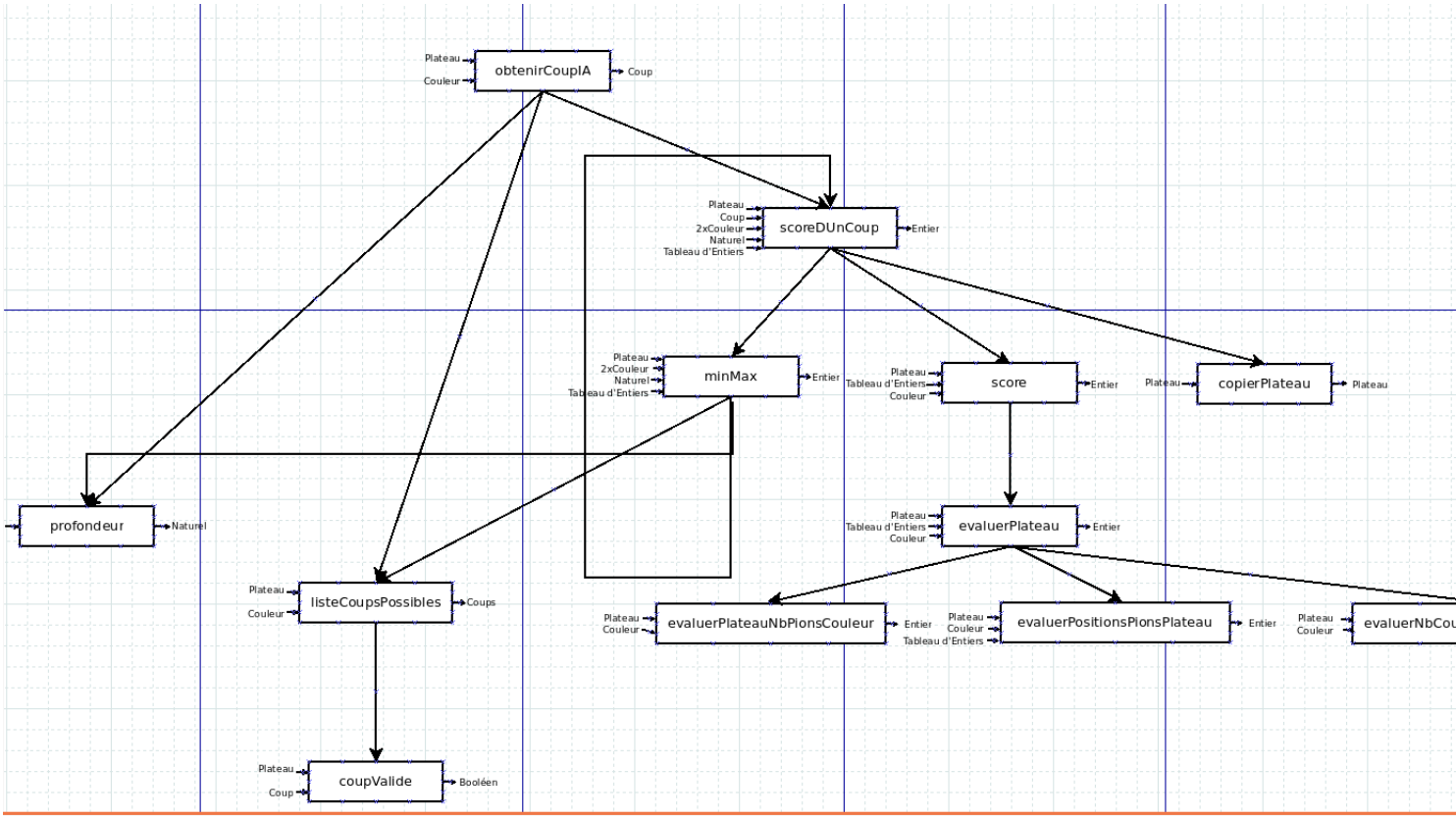
Axiomes:
- *iemeCoup(ajouterCoups(cps,cp),nbCoups(cps))=cp*
- *nbCoups(creerCoups())=0*
- *nbCoups(ajouterCoups(cps,cp))=nbCoups(cps)+1*

Préconditions: iemeCoup(cps,i): i$\leqslant$nbCoups(cps)

Chapitre 2

Analyse descendante




obtenirCoupIA
Plateau
Couleur
Coup
scoreDUnCoup
Plateau
Coup
2xCouleur
Naturel
Tableau d'Entiers
Entier
minMax
Plateau
2xCouleur
Naturel
Tableau d'Entiers
Entier
score
Plateau
Tableau d'Entiers
Couleur
Entier
copierPlateau
Plateau
Plateau
profondeur
Naturel
evaluerPlateau
Plateau
Tableau d'Entiers
Couleur
Entier
listeCoupsPossibles
Plateau
Couleur
Coups
evaluerPlateauNbPionsCouleur
Plateau
Couleur
Entier
evaluerPositionsPionsPlateau
Plateau
Couleur
Tableau d'Entiers
Entier
Plateau
Couleur
coupValide
Plateau
Coup
Booléen

Deuxième partie

Conception préliminaire

Chapitre 1

Conception préliminaire des TAD

Nous avons mis en place un code d'identification à l'aide de préfixes pour chaque TAD de la manière suivante :
- Couleur : « `CL_` »
- Pion : « `PI_` »
- Position : « `POS_` »
- Plateau : « `PL_` »
- Coup : « `CP_` »
- Coups : « `CPS_` »

1.1 Conception préliminaire du TAD « `Couleur` »

- **fonction** CL_blanc () **:** Couleur
- **fonction** CL_noir () **:** Couleur
- **fonction** CL_changerCouleur (couleur : Couleur) **:** Couleur

Pour la conception détaillée, nous avons ajouté la fonction de comparaison de deux « Couleur » :
- **fonction** CL_sontEgales (couleur1, couleur2 : Couleur) **: Booleen**

1.2 Conception préliminaire du TAD « `Pion` »

- **fonction** PI_creerPion (couleur : Couleur) **:** Pion
- **fonction** PI_obtenirCouleurPion (pion : Pion) **:** Couleur
- **procédure** PI_retournerPion (**E/S** pion : Pion)

Pour la conception détaillée, nous avons ajouté la fonction de comparaison de deux « Pion » :
- **fonction** PI_sontEgaux (pion1, pion2 : Pion) **: Booleen**

1.3 Conception préliminaire du TAD « `Position` »

- **fonction** POS_obtenirLigne (position : Position) **: NaturelNonNul**
- **fonction** POS_obtenirColonne (position : Position) **: NaturelNonNul**
- **procédure** POS_fixerPosition (**E** ligne, colonne : **NaturelNonNul**, **S** position : Position)

  ⌊**précondition(s)** $1 \leqslant$ ligne $\leqslant 8$ & $1 \leqslant$ colonne $\leqslant 8$

Pour la conception détaillée, nous avons ajouté la fonction de comparaison de deux « Position » :
— **fonction** POS_sontEgales (position1, position2 : Position) **: Booleen**

1.4 Conception préliminaire du TAD « `Plateau` »

— **fonction** PL_creerPlateau () **:** Plateau
— **fonction** PL_estCaseVide (plateau : Plateau, position : Position) **:** Couleur
— **procédure** PL_viderCase (**E/S** plateau : Plateau, **E** position : Position)
⌊**précondition(s)** non(estCaseVide(plateau,position))
— **procédure** PL_poserPion (**E/S** plateau : Plateau, **E** position : Position, pion : Pion)
⌊**précondition(s)** estCaseVide(plateau,position)
— **fonction** PL_obtenirPion (plateau : Plateau, position : Position) **:** Pion
⌊**précondition(s)** non(estCaseVide(plateau,position))
— **procédure** PL_inverserPion (**E/S** plateau : Plateau, **E** position : Position)
⌊**précondition(s)** non(estCaseVide(plateau,position))

1.5 Conception préliminaire du TAD « `Coup` »

— **fonction** CP_creerCoup (position : Position, pion : Pion) **:** Coup
— **fonction** CP_obtenirPositionCoup (coup : Coup) **:** Position
— **fonction** CP_obtenirPionCoup (coup : Coup) **:** Pion

Pour la conception détaillée, nous avons ajouté la fonction de comparaison de deux « Coup » :
— **fonction** CP_sontEgaux (coup1, coup2 : Coup) **: Booleen**

1.6 Conception préliminaire du TAD « `Coups` »

— **fonction** CPS_creerCoups () **:** Coups
— **procédure** CPS_ajouterCoups (**E/S** coups : Coups, **E** coup : Coup)
— **fonction** CPS_nbCoups (coups : Coups) **:** Naturel
— **fonction** CPS_iemeCoup (coups : Coups, i : **NaturelNonNul**) **:** Coup
⌊**précondition(s)** $i \leqslant$ nbCoups(coups)

Chapitre 2

Conception préliminaire des fonctions et procédures issues des analyses descendantes

2.1 Conception préliminaire de l'analyse descendante de « `Faire une partie` »

2.1.1 Types

- **Type** getCoup = **fonction**(plateau : Plateau, couleur : Couleur) : Coup
- **Type** afficherPlateau = **procédure**(**E** plateau : Plateau, coup : Coup, aPuJoueur, estPartieFinie : **Booleen**)

2.1.2 Type Direction

Pour nous aider dans l'écriture de fonctions de FaireUnePartie et d'ObtenirCoupIA, nous avons décidé de nous aider d'un type énuméré Direction, ainsi que de fonctions encapsulantes.

- **Type** Direction = {GAUCHE,DROITE,HAUT,BAS,DIAGGH,DIAGGB,DIAGDH,DIAGDB}
- **fonction** DIR_positionSelonDirection (posInit : Position, dirDeplacement : Direction) **:** Position
- **fonction** DIR_inverserDirection (dirInit : Direction) **:** Direction
- **fonction** DIR_deplacementValide (pos : Position, dirDeplacement : Direction) **: Entier**

2.1.3 Sous-programmes

- **procédure** faireUnePartie (**E** afficher : afficherPlateau, coupJoueur1, coupJoueur2 : getCoup, couleurJoueur1 : Couleur, **S** vainqueur : Couleur, estMatchNul : **Booleen)**
- **procédure** initialiserPlateau (**E/S** plateau : Plateau)
- **procédure** jouer (**E/S** plateau : Plateau, couleurJoueur : Couleur, **E** coupJoueur : getCoup, **S** aPuJouer : **Booleen**, coupJoueur : Coup)
- **procédure** finPartie (**E** plateau : Plateau, aPuJouerJoueur1,aPuJouerJoueur2 : **Booleen**, **S** nbPionsNoirs, nbPionsBlancs : **Naturel**, estFinie : **Booleen)**
- **fonction** plateauRempli (plateau : Plateau) **: Booleen**
- **procédure** nbPions (**E** plateau : Plateau, **S** nbPionsBlancs, nbPionsNoirs : **Naturel)**
- **procédure** jouerCoup (**E** coup : Coup, **E/S** plateau : Plateau)
- **procédure** inverserPions (**E** pos : Position, pionJoueur : Pion, **E/S** plateau : Plateau)

— **procédure** inverserPionsDir (**E/S** plateau : Plateau, **E** posInitiale, posCourante : Position, dirInversion : Direction)
— **procédure** pionEstPresent (**E** pionJoueur : Pion, dirATester : Direction, **E/S** pos : Position, plateau : Plateau, **S** pionPresent : **Booleen**)
— **procédure** pionEstPresentRecursif (**E** pionJoueur : Pion, dirATester : Direction, **E/S** pos : Position, plateau : Plateau, **S** pionPresent : **Booleen**)

2.2 Conception préliminaire de l'analyse descendante de « `obtenirCoupIA` »

— **fonction** obtenirCoupIA (plateau : Plateau, couleur : Couleur) **:** Coup
— **fonction** profondeur () **: NaturelNonNul**
— **fonction** listeCoupsPossibles (plateau : Plateau, couleur : Couleur) **:** Coups
— **fonction** coupValide (plateau : Plateau, coup : Coup) **: Booleen**
— **procédure** copierPlateau (**E** plateauACopier : Plateau, **S** plateauCopie : Plateau)
— **fonction** minMax (plateau : Plateau, couleurRef, couleurCourante : Couleur, profondeurCourante : **Naturel**, grilleScore : **Tableau**[1..8][1..8] **de Entier) : Entier**
— **fonction** scoreDUnCoup (plateau : Plateau, coup : Coup, couleurRef, couleurCourante : Couleur, profondeurCourante : **Naturel**, grilleScore : **Tableau**[1..8][1..8] **de Entier) : Entier**
— **fonction** score (plateau : Plateau, couleur : Couleur, grilleScore : **Tableau**[1..8][1..8] **de Entier) : Entier**
— **fonction** evaluerPlateau (plateau : Plateau, couleur : Couleur, grilleScore : **Tableau**[1..8][1..8] **de Entier) : Entier**
— **fonction** evaluerNbCoupsPossiblesAdversaire (plateau : Plateau, couleur : Couleur) **: Entier**
— **fonction** evaluerNbPionsCouleur (plateau : Plateau, couleur : Couleur) **: Entier**
— **fonction** evaluerPositionsPionsPlateau (plateau : Plateau, couleur : Couleur, grilleScore : **Tableau**[1..8][1..8] **de Entier) : Entier**
— **fonction** initialiserGrilleScore () **:** grilleScore : **Tableau**[1..8][1..8] **de Entier**

Troisième partie

Conception détaillée

Chapitre 1

Conception détaillée des TAD

1.1 CD du type « `Couleur` »

— **Type** Couleur = {blanc, noir}

1.2 CD du type « `Pion` »

— **Type** Pion = **Structure**
  couleur : Couleur
finstructure

1.3 CD du type « `Position` »

— **Type** Position = **Structure**
  ligne : **Naturel**
  colonne : **Naturel**
finstructure

1.4 CD du type « `Plateau` »

— **Type** Position = **Structure**
  pions : **Tableau**[1..8][1..8] **de** Pion
  presencePions : **Tableau**[1..8][1..8] **de Booleen**
finstructure

1.5 CD du type « `Coup` »

— **Type** Coup = **Structure**
  position : Position
  pion : Pion
finstructure

1.6 CD du type « `Coups` »

— **Type** Coups = **Structure**
  tabCoups : **Tableau**[1..60] **de**Coup

nbCps : **Naturel**
finstructure

Chapitre 2

Conception détaillée des algorithmes compliqués de l'analyse « `faireUnePartie` »

2.1 La procédure « `faireUnePartie` »

procédure faireUnePartie **(E** afficher : afficherPlateau, obtenirCoupJoueur1, obtenirCoupJoueur2 : getCoup, couleurJoueur1 : Couleur, **S** vainqueur : Couleur, estMatchNul : **Booleen)**

Déclaration plateau : Plateau
aPuJouerJoueur1, aPuJouerJoueur2, estFinie : **Booleen**
couleurJoueur2 : Couleur
nbPionsBlancs, nbPionsNoirs : **Naturel**
positionInitialisation : Position
coupJoueur1, coupJoueur2 : Coup

debut
aPuJouerJoueur1 ← VRAI
aPuJouerJoueur2 ← VRAI
couleurJoueur2 ← CL_changerCouleur(couleurJoueur1
estFinie ← FAUX
nbPionsBlancs ← 2
nbPionsNoirs ← 2
plateau ← initialiserPlateau()
PL_initialiserPlateau(plateau)
POS_fixerPosition(4,4,positionInitialisation)
coupJoueur1 ← CP_creerCoup(positionInitialisation,PI_creerPion(CL_blanc()))
afficher(plateau,coupJoueur1,aPuJouerJoueur1,estFinie)
tant que non(estFinie) **faire**
jouer(plateau, couleurJoueur1, obtenirCoupJoueur1, aPuJouerJoueur1, coupJoueur1)
afficher(plateau),coupJoueur1,aPuJouerJoueur1,estFinie
finPartie(aPuJouerJoueur1, aPuJouerJoueur2, plateau, estFinie, nbPionsBlancs, nbPionsNoirs)
jouer(plateau, couleurJoueur2, obtenirCoupJoueur1, aPuJouerJoueur2, coupJoueur2)
afficher(plateau,coupJoueur2,aPuJouerJoueur2,estFinie)
finPartie(plateau, aPuJouerJoueur1, aPuJouerJoueur2, nbPionsBlancs, nbPionsNoirs, estFinie)
fintantque
afficher(plateau,coupJoueur2,aPuJouerJoueur2,estFinie)
si nbPionsBlancs = nbPionsNoirs **alors**

```
        vainqueur ← CL_blanc()
        estMatchNul ← VRAI
    sinon
        estMatchNul ← FAUX
        si nbPionsBlancs > nbPionsNoirs alors
            vainqueur ← CL_blanc()
        sinon
            vainqueur ← CL_noir()
        finsi
    finsi
fin
```

2.2 La procédure « jouer »

procédure jouer **(E/S** plateau : Plateau, couleurJoueur : Couleur, **E** obtenirCoupJoueur : getCoup, **S** aPuJouer : **Booleen**, coupJoueur : Coup**)**

```
    Déclaration  i : Naturel
                 coups : Coups
                 res : Entier
debut
    coupJoueur ← obtenirCoupJoueur(plateau,couleurJoueur)
    coups ← listeCoupsPossibles(plateau, couleurJoueur)
    si CPS_nbCoups(coups) > 0 alors
        pour i ←1 à CPS_nbCoups(coups) faire
            si CP_sontEgaux(CPS_iemeCoup(coups,i),coupJoueur) alors
                jouerCoup(coupJoueur,plateau)
                res ← VRAI
            finsi
        finpour
    finsi
    aPuJouer ← res
fin
```

2.3 La procédure « jouerCoup »

procédure jouerCoup **(E** coup : Coup, **E/S** plateau : Plateau**)**

```
    Déclaration  pos : Position
                 pionJoueur : Pion
debut
    PL_poserPion(plateau, CP_obtenirPositionCoup(coup), CP_obtenirPionCoup(coup))
    pos ← CP_obtenirPositionCoup(coup)
    pionJoueur ← CP_obtenirPionCoup(coup)
    inverserPions(pos, pionJoueur, plateau)
fin
```

2.4 La procédure « inverserPions »

procédure inverserPions **(E** pos : Position, pionJoueur : Pion, **E/S** plateau : Plateau**)**

Déclaration posTmp : Position
dir : Direction
pionPresent : **Booleen**

debut
pour dir ←GAUCHE **à** DIAGDB **faire**
posTmp ← pos
pionEstPresent(pionJoueur,dir,posTmp,plateau,pionPresent)
si pionPresent **alors**
inverserPionsDir(plateau,pos,DIR_positionSelonDirection(posTmp,DIR_inverserDirection(dir)),
DIR_inverserDirection(dir))
finsi
finpour
fin

2.5 La procédure « inverserPionsDir »

procédure inverserPionsDir **(E/S** plateau : Plateau, **E** posInitiale, posCourante : Position, dirInversion : Direction**)**

Déclaration inew,jnew : **NaturelNonNul**
posSuivante : Position

debut
positionSuivante ← posCourante
inew ← POS_obtenirLigne(DIR_positionSelonDirection(posSuivante,dirInversion))
jnew ← POS_obtenirColonne(DIR_positionSelonDirection(posSuivante,dirInversion))
si non(POS_sontEgales(posInitiale,posCourante)) ET DIR_deplacementValide(posCourante, dirInversion)) **alors**
PL_inverserPion(plateau,posCourante)
POS_fixerPosition(inew,jnew,posSuivante)
inverserPionsDir(plateau, posInitiale, posSuivante, dirInversion)
finsi
fin

2.6 La procédure « pionEstPresent »

procédure pionEstPresent **(E** pionJoueur : Pion, dirATester : Direction, **E/S** pos : Position, plateau : Plateau, **S** pionPresent : **Booleen)**

Déclaration couleurAdversaire : Couleur

debut
couleurAdversaire ← CL_changerCouleur(PI_obtenirCouleur(pionJoueur))
si non(DIR_deplacementValide(pos,dirATester)) **alors**
pionPresent ← FAUX
sinon
pos ← DIR_positionSelonDirection(pos,dirATester)
si CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(plateau,pos)),couleurAdversaire) ET (non(PL_estCaseVide(plateau,pos))) **alors**
pos ← DIR_positionSelonDirection(pos,dirATester)
pionEstPresentRecursif(pionJoueur, dirATester, pos, plateau, pionPresent)
sinon

```
        pionPresent ← FAUX
      finsi
   finsi
fin
```

2.7 La procédure « pionEstPresentRecursif »

procédure pionEstPresentRecursif **(E** pionJoueur : Pion, dirATester : Direction, **E/S** pos : Position, plateau : Plateau, **S** pionPresent : **Booleen)**

```
   Déclaration  couleurJoueur : Couleur
debut
   couleurJoueur ← PI_obtenirCouleurPion(pionJoueur)
   si estCaseVide(plateau, pos) alors
      pionPresent ← FAUX
   sinon
      si CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(plateau,pos)),couleurJoueur) alors
         pionPresent ← VRAI
      sinon
         si non(DIR_deplacementValide(pos,dirATester)) alors
            pionPresent ← FAUX
         sinon
            pos ← DIR_positionSelonDirection(pos,dirATester)
            pionEstPresentRecursif(pionJoueur, dirATester, pos, plateau, pionPresent)
         finsi
      finsi
   finsi
fin
```

Chapitre 3

Conception détaillée des algorithmes compliqués de l'analyse « `obtenirCoupIA` »

3.1 La fonction « `obtenirCoupIA` »

fonction obtenirCoupIA **(**plateau : Plateau, couleur : Couleur**) :** Coup

Déclaration i, pronfondeurMinMax : **Naturel**
coupsPossibles : Coups
scoreCourant, meilleurScore : **Entier**
coupCourant, meilleurCoup : Coup
grilleScore : **Tableau**[1..8][1..8] **de Entier**

debut
profondeurMinMax ← profondeur()
coupsPossibles ← listeCoupsPossibles(plateau, couleur)
grilleScore ← initialiserGrilleScore()
si CPS_nbCoups(coupsPossibles) > 0 **alors**
meilleurCoup ← CPS_iemeCoup(coupsPossibles, 1)
meilleurScore ← scoreDUnCoup(plateau, meilleurCoup, couleur, couleur, profondeurMinMax, grilleScore)
pour i ←2 **à** CPS_nbCoups(coupsPossibles) **faire**
coupCourant ← CPS_iemeCoup(coupsPossibles, i)
scoreCourant ← scoreDUnCoup(plateau, coupCourant, couleur, couleur, profondeurMinMax, grilleScore)
si (scoreCourant > meilleurScore) ET coupValide(plateau,coupCourant) **alors**
meilleurCoup ← coupCourant
meilleurScore ← scoreCourant
finsi
finpour
finsi
retourner meilleurCoup
fin

3.2 La fonction « scoreDUnCoup »

fonction scoreDUnCoup (plateau : Plateau, coup : Coup, couleurRef, couleurCourante : Couleur, profondeurCourante : **Naturel**, grilleScore : **Tableau**[1..8][1..8] **de Entier) : Entier**

Déclaration plateauTest : Plateau

debut
copierPlateau(plateau,plateauTest)
jouerCoup(coup, plateauTest)
si plateauRempli(plateauTest) OU (profondeurCourante = 0) **alors**
retourner score(plateauTest, couleurRef, grilleScore)
sinon
retourner minMax(plateauTest, couleurRef, CL_changerCouleur(couleurCourante), profondeurCourante − 1, grilleScore)
finsi
fin

3.3 La fonction « listeCoupsPossibles »

fonction listeCoupsPossibles (plateau : Plateau, couleur : Couleur) **:** Coups

Déclaration coupsPossibles : Coups
positionTest : Position
coupTest : Coup
pionJoueur : Pion
i,j : **NaturelNonNul**
nbPionsBlancs,nbPionsNoirs : **Naturel**

debut
CPS_creerCoups(coupsPossibles)
pionJoueur ← PI_creerPion(couleur)
pour i ←1 **à** 8 **faire**
pour j ←1 **à** 8 **faire**
POS_fixerPosition(i,j,positionTest)
si PL_estCaseVide(plateau,positionTest) **alors**
coupTest = CP_creerCoup(positionTest,pionJoueur)
si coupValide(plateau,coupTest) **alors**
CPS_ajouterCoups(coupsPossibles,coupTest)
finsi
finsi
finpour
finpour
retourner coupsPossibles
fin

3.4 La fonction « coupValide »

fonction coupValide (plateau : Plateau, coup : Coup) **: Booleen**

Déclaration pos,posTmp : Position
pionJoueur : Pion

```
                pionPresent : Booleen
                dir : Direction
debut
   pionPresent ← FAUX
   pos ← CP_obtenirPositionCoup(coup)
   pionJoueur ← CP_obtenirPionCoup(coup)
   dir ← GAUCHE
   tant que non(pionPresent) ET (dir <= DIAGDB) faire
      posTmp ← pos
      si DIR_deplacementValide(posTmp, dir) ET PL_estCaseVide(plateau, pos) alors
         pionEstPresent(pionJoueur, dir, posTmp, plateau, pionPresent)
      finsi
      dir ← dir + 1
   fintantque
   retourner pionPresent
fin
```

3.5 La fonction « minMax »

fonction minMax (plateau : Plateau, couleurRef, couleurCourante : Couleur, profondeurCourante : **Naturel**, grilleScore : **Tableau**[1..8][1..8] **de Entier) : Entier**

```
   Déclaration  coupsPossibles : Coups
                resultat, score : Entier
                i : Naturel
debut
   coupsPossibles ← listeCoupsPossibles(plateau, couleurCourante)
   si CPS_nbCoups(coupsPossibles) > 0 alors
      resultat ← scoreDUnCoup(plateau, CPS_iemeCoup(coupsPossibles, 1), couleurRef, couleurCourante, profondeurCourante, grilleScore)
      pour i ←2 à CPS_nbCoups(coupsPossibles) faire
         score ← scoreDUnCoup(plateau, CPS_iemeCoup(coupsPossibles, i), couleurRef, couleurCourante, profondeurCourante, grilleScore)
         si CL_sontEgales(couleurCourante, couleurRef) alors
            resultat ← max(resultat, score)
         sinon
            resultat ← min(resultat, score)
         finsi
      finpour
   sinon
      si CL_sontEgales(couleurCourante, couleurRef) alors
         resultat ← INFINI
      sinon
         resultat ← − INFINI
      finsi
   finsi
   retourner resultat
fin
```

Remarque : *On utilise ici une constante « `INFINI` », qui représentera un score supérieur à tout autre score, c'est-à-dire un coup gagnant.*

3.6 La fonction « evaluerPlateau »

fonction evaluerPlateau (plateau : Plateau, couleur : Couleur, grilleScore : **Tableau**[1..8][1..8] **de Entier**) **: Entier**

Déclaration evaluer1, evaluer2, evaluer3, res : **Entier**

debut
evaluer1 ← evaluerNbCoupsPossiblesAdversaire(plateau,couleur)
evaluer2 ← evaluerNbPionsCouleur(plateau,couleur)
evaluer3 ← evaluerPositionsPionsPlateau(plateau,couleur, grilleScore)
res ← evaluer1 + evaluer2 + evaluer3
retourner res
fin

3.7 La fonction « evaluerNbCoupsPossiblesAdversaire »

fonction evaluerNbCoupsPossiblesAdversaire (plateau : Plateau, couleur : Couleur) **: Entier**

Déclaration nbCoupsAdversaire, res : **Entier**
coupsAdversire : Coups
couleurAdversaire : Couleur

debut
couleurAdversaire ← CL_changerCouleur(couleur)
coupsAdversaire ← listeCoupsPossibles(plateau, couleurAdversaire)
nbCoupsAdversaire ← nbCoups(coupsAdversaire)
res ← 60−10×nbCoupsAdversaire
retourner res
fin

3.8 La fonction « evaluerNbPionsCouleur »

fonction evaluerNbPionsCouleur (plateau : Plateau, couleur : Couleur) **: Entier**

Déclaration res : **Entier**
nbPionsNoirs, nbPionsBlancs : **Naturel**

debut
nbPions(plateau,nbPionsNoirs,nbPionsBlancs)
si CL_sontEgales(couleur,CL_noir()) **alors**
res ← nbPionsNoirs−nbPionsBlancs
sinon
res ← nbPionsBlancs−nbPionsNoirs
finsi
retourner res
fin

3.9 La fonction « evaluerPositionsPionsPlateau »

fonction evaluerPositionsPionsPlateau (plateau : Plateau, couleur : Couleur, grilleScore : **Tableau**[1..8][1..8] **de Entier**) **: Entier**

```
   Déclaration  res, resJoueur, resAdversaire : Entier
                i, j, x, y : Naturel
                pos : Position
debut
   resJoueur ← 0
   resAdversaire ← 0
   pour i ←1 à 8 faire
      pour j ←1 à 8 faire
         POS_fixerPosition(i−1,j−1,pos)
         si non(PL_estCaseVide(plateau, pos)) ET CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(obtenirPion(pos)), couleur) alors
            resJoueur ← resJoueur+grilleScore[i−1][j−1]
         sinon
            si non(PL_estCaseVide(plateau,pos)) alors
               resAdversaire ← resAdversaire+grilleScore[i−1][j−1]
            finsi
         finsi
      finpour
   finpour
   retourner res
fin
```

Quatrième partie

Développement

Chapitre 1

Les fichiers d'en-têtes (*headers*)

1.1 Le fichier « `TAD_Couleur.h` »

```
/**
 * \file TAD_Couleur.h
 * \brief Implantation du TAD Couleur
 * \author Groupe 1.5
 * \version 1.0
 * \date 02/12/15
 *
 */

 #ifndef __TAD_COULEUR__
 #define __TAD_COULEUR__

/**
 * \enum Couleur
 * \brief Le type Couleur représente les deux couleurs possibles
 *
 */
typedef enum{BLANC,NOIR} Couleur;

/**
 * \fn Couleur CL_blanc()
 * \brief Fonction qui retourne la couleur 'blanc'
 *
 * \return Couleur
 */
Couleur CL_blanc();

/**
 * \fn Couleur CL_noir()
 * \brief Fonction qui retourne la couleur 'noir'
 *
 * \return Couleur
 */
Couleur CL_noir();

/**
 * \fn Couleur CL_changerCouleur(couleur : Couleur)
 * \brief Fonction qui retourne l'autre couleur que celle passée en paramètre d'
     entrée
 *
 * \param Couleur couleur : Couleur, la couleur à changer
 * \return Couleur
```

```
 */
Couleur CL_changerCouleur(Couleur couleur);

/**
 * \fn CL_sontEgales
 * \brief Fonction testant l'égalité de deux couleurs
 *
 * \param Couleur couleur1
 * \param Couleur couleur2
 * \return int (Booleen)
 */
int CL_sontEgales(Couleur couleur1, Couleur couleur2);



 #endif
```

1.2 Le fichier « TAD_Coup.h »

```
/**
 * \file TAD_Coup.h
 * \brief Implantation du TAD Coup
 * \author Groupe 1.5
 * \version 1.0
 * \date 02/12/15
 *
 */

 #ifndef __TAD_COUP__
 #define __TAD_COUP__
 #include "TAD_Position.h"
 #include "TAD_Pion.h"

/**
 * \struct Coup
 * \brief Le type Coup permet de représenter le coup d'un joueur, en regroupant une
     position (sur le plateau) et un pion
 *
 */
typedef struct {
  Position position; /**< la largeur de la grille */
  Pion pion; /**< la hauteur de la grille */
} Coup;

/**
 * \fn Coup CP_creerCoup(Position position, Pion pion)
 * \brief Fonction qui retourne un coup à partir d'une position et d'un pion
 *
 * \param Position position : la position à affecter au Coup
 * \param Pion pion : le Pion à affecter au Coup
 * \return Coup
 */
Coup CP_creerCoup(Position position, Pion pion);

/**
 * \fn Position CP_obtenirPositionCoup(Coup coup)
 * \brief Fonction qui retourne la position d'un coup
 *
 * \param Coup coup : le coup dont on veut la position
```

```
 * \return Coup
 */
Position CP_obtenirPositionCoup(Coup coup);

/**
 * \fn Position CP_obtenirPionCoup(Coup coup)
 * \brief Fonction qui retourne le pion d'un coup
 *
 * \param Coup coup : le coup dont on veut le pion
 * \return Coup
 */
Pion CP_obtenirPionCoup(Coup coup);

/**
 * \fn CP_sontEgaux
 * \brief Fonction testant l'égalité de deux coups (type Coup)
 *
 * \param Coup coup1
 * \param Coup coup2
 * \return int (Booleen)
 */
 int CP_sontEgaux(Coup coup1, Coup coup2);

 #endif
```

1.3 Le fichier « TAD_Coups.h »

```
/**
 * \file TAD_Coups.h
 * \brief Implantation du TAD Coups
 * \author Groupe 1.5
 * \version 1.0
 * \date 02/12/15
 *
 */

#define MAX_COUPS 60

 #ifndef __TAD_COUPS__
 #define __TAD_COUPS__
 #include "TAD_Coup.h"
 #include "TAD_Couleur.h"



/**
 * \struct Coups
 * \brief Le type Coups permet de représenter un tableau de Coup et le nombre de Coup
      possibles
 *
 */

typedef struct {
        Coup tabCoups[MAX_COUPS];
        unsigned int nbCps;
} Coups;

/**
 * \fn Coups CPS_creerCoups()
```

```
 * \brief Fonction qui retourne un Coups (tableau de Coup) vide
 *
 * \return Coups
 */
void CPS_creerCoups(Coups* coups);

/**
 * \fn void CPS_ajouterCoups(Coups* coups, Coup coup)
 * \brief Fonction ajoute le Coup coup à la variable coups
 *
 * \param Coups* coups : un tableau de Coups
 * \param Coup coup : le Coup à ajouter à coups
 */
void CPS_ajouterCoups(Coups* coups, Coup coup);

/**
 * \fn unsigned int CPS_nbCoups(Coups coups)
 * \brief Fonction qui renvoie le nombre de Coups d'une variable de type Coups
 *
 * \param Coups coups : la variable dont on veut compter le nombre de Coups
 * \return unsigned int : le nombre de Coups
 */
unsigned int CPS_nbCoups(Coups coups);

/**
 * \fn Coup CPS_iemeCoup(Coups coups, unsigned int i)
 * \brief Fonction qui ieme Coup de la variable coups
 *
 * \param Coups coups : la variable dont on veut obtenir le ieme Coup
 * \param unsigned int i : indice du Coup à obtenir
 * \return Coup : le nombre de Coups
 */
Coup CPS_iemeCoup(Coups coups, unsigned int i);

 #endif
```

1.4 Le fichier « TAD_Pion.h »

```
/**
 * \file TAD_PION.h
 * \brief Implantation du TAD Pion pour le jeu Othello
 * \author Groupe 1.5
 * \version 1.0
 * \date 2/12/2015
 *
 */

#ifndef __TAD_PION__
#define __TAD_PION__
#include "TAD_Couleur.h"

/**
 * \struct Pion
 * \brief Le type Pion permet de représenter un pion
 *
 */

 typedef struct {
  Couleur couleur; /**< la couleur du pion */
```

```
} Pion;


/**
 * \fn Pion PI_creerPion(Couleur couleur)
 * \brief Fonction de création d'un pion selon une couleur donnée
 *
 * \param Couleur couleur, la couleur à donner au pion
 * \return Pion
 */
Pion PI_creerPion(Couleur couleur);


/**
 * \fn Couleur PI_obtenirCouleur(Pion pion)
 * \brief Fonction permettant d'obtenir la couleur d'un pion
 *
 * \param Pion pion; le pion dont on veut la couleur
 * \return Couleur
 */
Couleur PI_obtenirCouleur(Pion pion);

/**
 * \fn void PI_retournerPion(Pion* pion)
 * \brief Fonction permettant de retourner un pion
 *
 * \param Pion* pion, le pion à retourner
 */
void PI_retournerPion(Pion* pion);

/**
 * \fn PI_sontEgaux
 * \brief Fonction testant l'égalité de deux pions
 *
 * \param Pion pion1
 * \param Pion pion2
 * \return int (Booleen)
 */
 int PI_sontEgaux(Pion pion1, Pion pion2);

#endif
```

1.5 Le fichier « TAD_Plateau.h »

```
/**
 * \file TAD_PLATEAU.h
 * \brief Implantation du TAD Plateau pour le jeu Othello
 * \author Groupe 1.5
 * \version 1.0
 * \date 2/12/2015
 *
 */

#ifndef __TAD_PLATEAU__
#define __TAD_PLATEAU__
#include "TAD_Position.h"
#include "TAD_Pion.h"
#include "TAD_Couleur.h"
```

```c
/**
 * \struct Plateau
 * \brief Le type Plateau permet de représenter un plateau
 *
 */

 typedef struct {
  Pion pions[8][8]; /**< les pions du plateau */
  int presencePions[8][8]; /**< la case est remplie ou non : 0 si vide, 1 si remplie
      */
} Plateau;

/**
 * \fn Plateau PLATEAU_creerPlateau()
 * \brief Fonction de création d'un plateau de cases vides, sauf les 4 cases
     centrales
 *
* \return Plateau
 */
Plateau PL_creerPlateau();

/**
 * \fn Couleur estCaseVide(plateau : Plateau, position : Position)
 * \brief Fonction de création d'une grille de cellules mortes
 *
 * \param Plateau plateau, le plateau
 * \param Position position, la position de la case
 * \return int
 */
int PL_estCaseVide(Plateau plateau, Position position);

/**
 * \fn void viderCase(Plateau* plateau, Position position)
 * \brief Procédure permettant de vider une case
 *
 * \param Plateau* plateau, le plateau
 * \param Position position, la position de la case
 */
void PL_viderCase(Plateau* plateau, Position position);

/**
 * \fn void poserPion(Plateau* plateau, Position position, Pion pion)
 * \brief Procédure permettant de poser un pion sur le plateau
 *
 * \param Plateau* plateau, le plateau
 * \param Position position, la position de la case
 * \param Pion pion, le pion à poser
 */
void PL_poserPion(Plateau* plateau, Position position, Pion pion);

/**
 * \fn Pion obtenirPion(Plateau plateau, Position position)
 * \brief Fonction permettant d'obtenir un pion à une position
 *
 * \param Plateau plateau, le plateau
 * \param Position position, la position de la case
 * \return Pion
 */
Pion PL_obtenirPion(Plateau plateau, Position position);

/**
```

```
 * \fn  void inverserPion(Plateau* plateau, Position position)
 * \brief Procédure permettant d'inverser un pion, donc de chnger de joueur
 *
 * \param Plateau* plateau, le plateau
 * \param Position position, la position de la case
 */
void PL_inverserPion(Plateau* plateau, Position position);


#endif
```

1.6 Le fichier « TAD_Position.h »

```
/**
 * \file TAD_POSITION.h
 * \brief Implantation du TAD Position pour le jeu Othello
 * \author Groupe 1.5
 * \version 1.0
 * \date 2/12/2015
 *
 */

#ifndef __TAD_POSITION__
#define __TAD_POSITION__

/**
 * \struct Position
 * \brief Le type Position permet de représenter une position sur le plateau
 *
 */

typedef struct {
  unsigned int ligne; /**< l'indice de la ligne du plateau */
  unsigned int colonne; /**< l'indice' de la colonne du plateau */
} Position;

/**
 * \fn unsigned int POS_obtenirLigne(Position position)
 * \brief Fonction d'obtention de l'indice de la ligne
 *
 * \param Position position, la position dont on veut la ligne
* \return unsigned int
 */
unsigned int POS_obtenirLigne(Position position);

/**
 * \fn unsigned int POS_obtenirColonne(Position position)
 * \brief Fonction d'obtention de l'indice de la colonne
 *
 * \param Position position, la position dont on veut la colonne
* \return unsigned int
 */
unsigned int POS_obtenirColonne(Position position);

/**
 * \fn void POS_fixerPosition(unsigned int ligne, unsigned int colonne, Position*
    position)
 * \brief Fonction permettant de fixer une position en fonction de ses coordonnées
 *
```

```
 * \param unsigned int ligne, l'indice de la ligne
 * \param unsigned int colonne, l'indice de la colonne
 * \param Position* position, la position que l'on veut fixer
 */
void POS_fixerPosition(unsigned int ligne, unsigned int colonne, Position* position);

/**
 * \fn POS_sontEgales
 * \brief Fonction testant l'égalité de deux positions
 *
 * \param Position pos1
 * \param Position pos2
 * \return int (Booleen)
 */
int POS_sontEgales(Position pos1, Position pos2);

#endif
```

1.7 Le fichier « `Affichage.h` »

```
/**
 * \file Affichage.h
 * \brief Fonctions d'affichage d'un plateau et d'affichage de l'aide
 * \author Groupe 1.5
 * \version 1.0
 * \date 09/12/2015
 *
 */

#ifndef __AFFICHAGE__
#define __AFFICHAGE__
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Pion.h"
#include "TAD_Plateau.h"
#include "TAD_Position.h"
#include "TAD_Coup.h"

 /**
  * \fn void afficherAide()
  * \brief Fonction qui affiche l'aide du jeu d'Othello (exécutable appelé sans
      argument)
  *
  */
void afficherAide();

 /**
  * \fn void afficherTournoi(Plateau plateau)
  * \brief Fonction qui joue en mode tournoi en affichant les coups choisis
  *
  * \param Plateau plateau, le plateau du jeu en cours
  * \param Coup coup, le coup joué
  */
void afficherTournoi(Plateau plateau, Coup coup, int aPuJouer,int estPartieFinie);

 /**
  * \fn char intToChar(unsigned int i)
  * \brief Fonction qui convertit un entier en une lettre
  *
  * \param unsigned int i, l'entier à convertir
```

```
  * \return char
  */
char intToChar(unsigned int i);

 /**
  * \fn void afficherPlateau(Plateau plateau)
  * \brief Fonction qui affiche l'état du plateau à un instant donné
  *
  * \param Plateau plateau, le plateau du jeu en cours
  * \param Coup coup, le coup joué
  */
void afficherPlateau(Plateau plateau, Coup coup, int aPuJouer,int estPartieFinie);

 /**
  * \fn void afficherCoup(Couleur couleurJouer, Coup coupJoueur)
  * \brief Fonction qui affiche le coup d'un joueur
  *
  * \param Couleur couleurJoueur, la couleur du joueur dont on affiche le coup
  * \param Coup coupJoueur, le coup joué par le joueur de couleur couleurJoueur
  */
void afficherCoup(Couleur couleurJoueur, Coup coupJoueur);

#endif
```

1.8 Le fichier « FaireUnePartie.h »

```
/**
 * \file FaireUnePartie.h
 * \brief Implantation de faireunepartie-prive pour le projet othello
 * \author groupe 1.5
 * \version 1.0
 * \date 02/12/2015
 *
 */

#ifndef __FAIREUNEPARTIE__
#define __FAIREUNEPARTIE__
#include "FaireUnePartie_Prive.h"

/**
 * \brief FaireUnePartie regroupe la procedure faireUnePartie qui va permettre de
     jouer a l'othello
 *
 */

/**
 * \procedure faireUnePartie(void(*afficherPlateau)(Plateau), Coup(*getCoup)(Plateau,
     Pion), Coup(*getCoup)(Plateau,Pion), Couleur* vainqueur, int* estMatchNul,
     Couleur couleurJoueur1)
 * \brief Procedure permettant de jouer au jeu de l'othello
 *
 * \param void(*afficherPlateau)(Plateau,Coup,int,int) POINTEUR sur une fonction qui
     permet d'afficher le plateau a chaque tour
 * \param Coup(*getCoup1)(Plateau,Pion) permet d'obtenir le coup du joueur 1
 * \param Coup(*getCoup2)(Plateau,Pion) permet d'obtenir le coup du joueur 2
 * \param Couleur* vaiqueur permet de determiner le gagnant de la partie
 * \param int* estMatchNul booléen qui permet de savoir si aucun joueur n'a gagné la
     partie ou il y'a un gagnant
 * \param Couleur couleurJoueur1 permet d'obtenir la couleur choisie par le joueur 1
```

```
 * \
 */


void faireUnePartie(void(*afficherPlateau)(Plateau,Coup,int,int), Coup(*getCoup1)(
    Plateau,Couleur), Coup(*getCoup2)(Plateau,Couleur), Couleur* vainqueur, int*
    estMatchNul, Couleur couleurJoueur1);

/**
 * \procedure void pionEstPresent(Pion pionJoueur, unsigned int x, unsigned int y,
     Position* pos, Plateau* plateau, int* pionPresent)
 * \brief Procedure qui permet de savoir si un pion est présent sur le plateau selon
     une direction, et si oui quelle est sa position
 *
 * \param Pion pionJoueur, le pion représentant le joueur
 * \param Direction dirATester, la direction à tester
 * \param Position* pos, la position initiale du pion qui, à la fin de l'exécution de
     la procédure, renvoit la position du pion trouvé
 * \param Plateau* plateau, le plateau de jeu
 * \param int* pionPresent, qui renvoit 0 si aucun pion conforme n'a été trouvé, 1
     sinon
 * \
 */
void pionEstPresent(Pion pionJoueur, Direction dirATester, Position* pos, Plateau*
    plateau, int* pionPresent);

/**
 * \procedure void nbPions (Plateau plateau, unsigned int* scoreJoueur1, unsigned int
     * scoreJoueur2)
 * \brief Procedure qui permet de compter le nombre de pions des joueurs 1 et 2 sur
     le plateau
 *
 * \param Plateau plateau, le plateau de jeu
 * \param int* nbPionsBlancs, le nombre de pions Blanc
 * \param int* nbPionsNoirs, le nombre de pions Noirs
 * \
 */
void nbPions(Plateau plateau, int* nbPionsNoirs, int* nbPionsBlancs);

#endif
```

1.9 Le fichier « FaireUnePartie_Prive.h »

```
 /**
 * \file FaireUnePartie_Prive.h
 * \brief Implantation de faireunepartie-prive pour le projet othello
 * \author groupe 1.5
 * \version 1.0
 * \date 02/12/2015
 *
 */

#ifndef __FAIREUNEPARTIE_PRIVE__
#define __FAIREUNEPARTIE_PRIVE__
#include "TAD_Plateau.h"
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Position.h"
#include "TAD_Pion.h"
#include "TAD_Coup.h"
```

```c
#include "TAD_Coups.h"
#include "FaireUnePartie.h"

/**
 * \brief FaireUnePartie-prive regroupe seulement les fonctions et procédures qu'on
     va utiliser dans FAIREUNEPARTIE
 *
 */


 /* Introduction d'un type privé Direction */

 typedef enum {GAUCHE,DROITE,HAUT,BAS,DIAGGH,DIAGGB,DIAGDH,DIAGDB} Direction;

 Position DIR_positionSelonDirection(Position posInit, Direction dirDeplacement);
 Direction DIR_inverserDirection(Direction dirInit);
 int DIR_deplacementValide(Position pos, Direction dirDeplacement);

/**
 * \fn Plateau InitialiserPlateau()
 * \brief Procedure permettant d'initialiser le plateau (place quatre pions au centre
     )
 *
 * \
 */
void initialiserPlateau(Plateau *plateau);

/**
 * \fn void jouer(Plateau* plateau , Couleur* couleurJoueur, GETCOUP(*
     obtenirCoupJoueur)(Plateau,Couleur,Coup), int* aPuJouer)
 * \brief Procedure qui permet à un joueur de jouer
 *
 * \param Plateau* plateau, le plateau de l'othello
 * \param Couleur* couleurJoueur, la couleur du joueur qui joue le tour
 * \param GETCOUP(*obtenirCoupJoueur)(Plateau,Couleur,Coup), permet d'obtenir le coup
      du joueur
 * \param int* aPuJouer, booleen qui permet de savoir si le joueur a pu placer son
     pion ou pas.
 * \param Coup* coupJoueur, le coup choisi et joué
 * \
 */
void jouer(Plateau* plateau , Couleur* couleurJoueur, Coup(*obtenirCoupJoueur)(
    Plateau,Couleur), int* aPuJouer, Coup* coupJoueur);


/**
 * \fn void jouerCoup (Coup coup, Plateau* plateau)
 * \brief Procedure qui permet de jouer un coup sur le plateau
 *
 * \param Coup coup , le coup que le joueur souhaite jouer
 * \param Plateau* plateau, le plateau de l'othello
 * \
 */
void jouerCoup(Coup coup, Plateau* plateau);

/**
 * \fn void inverserPions(Position pos, Pion pionJoueur, Plateau* plateau)
 * \brief Procedure qui permet de retourner les pions dans toutes les directions si
     possible, après le coup
 *
 * \param Position pos, la position du coup
```

```
 * \param Pion pionJoueur, le pion du coup
 * \param  Plateau* plateau, le plateau sur lequel est joué le coup
 * \
 */
void inverserPions(Position pos, Pion pionJoueur, Plateau* plateau);

/**
 * \fn inverserPionsDir(Plateau* plateau, Position posInitiale, Position posCourante,
     Direction dirInversion);
 * \brief Procedure qui permet de retourner les pions sur le plateau selon une
    direction donnée
 *
 * \param Plateau* plateau, le plateau de jeu
 * \param Position posInitiale, la position du coup joué
 * \param Position posCourante, la position courante sur le plateau
 * \param  Direction dirInversion, la direction d'inversion
 * \
 */
void inverserPionsDir(Plateau* plateau, Position posInitiale, Position posCourante,
    Direction dirInversion);

/**
 * \fn void pionEstPresentRecursif(Pion pionJoueur, Direction dirATester, Position*
    pos, Plateau* plateau, int* pionPresent);
 * \brief Procedure qui permet de savoir si un pion est présent sur le plateau selon
    une direction, et si oui quelle est sa position, de manière récursive à partir
    de la case à côté de la position initiale
 *
 * \param Pion pionJoueur, le pion représentant le joueur
 * \param Direction dirATester, la direction de recherche
 * \param Position* pos, la position initiale du pion qui, à la fin de l'exécution de
     la procédure, renvoit la position du pion trouvé
 * \param Plateau* plateau, le plateau de jeu
 * \param int* pionPresent, qui renvoit 0 si aucun pion conforme n'a été trouvé, 1
    sinon
 * \
 */
void pionEstPresentRecursif(Pion pionJoueur, Direction dirATester, Position* pos,
    Plateau* plateau, int* pionPresent);
/**
 * \fn finPartie (Plateau plateau, int aPuJouerJoueur1,aPuJouerJoueur2 , unsigned int
    * scoreJoueur1, unsigned int* scoreJoueur2 , int* estFinie)
 * \brief Procedure qui permet de déterminer si la partie est finie ou non.
 *
 * \param Plateau plateau, le plateau de jeu
 * \param int aPuJouerJoueur1, 1 si le joueur 1 a pu jouer à son dernier tour, 0
    sinon
 * \param int aPuJouerJoueur2, 1 si le joueur 2 a pu jouer à son dernier tour, 0
    sinon
 * \param int* nbPionsBlancs, le nombre de pions Blanc
 * \param int* nbPionsNoirs, le nombre de pions Noirs
 * \param int* estFinie, 1 si la partie est finie, 0 sinon
 * \
 */

void finPartie (Plateau plateau, int aPuJouerJoueur1, int aPuJouerJoueur2 , int*
    nbPionsNoirs, int* nbPionsBlancs , int* estFinie);

/**
 * \fn int plateauRempli (Plateau plateau)
 * \brief Fonction qui renvoie un booléen indiquant si le plateau est rempli ou non.
```

```
 *
 * \param Plateau plateau, le plateau à tester.
 * \return int, le booléen indiquant si le plateau est rempli.
 */
int plateauRempli(Plateau plateau);



#endif
```

1.10 Le fichier « ListeCoupsPossibles.h »

```
/**
 * \file ListeCoupsPossibles.h
 * \brief Implantation et signatures des fonctions publiques de ListeCoupsPossibles
 * \author Groupe 1.5
 * \version 1.0
 * \date 02/12/2015
 *
 */

#ifndef __LISTES_COUPS_POSSIBLES__
#define __LISTES_COUPS_POSSIBLES__
#include "TAD_Coup.h"
#include "TAD_Coups.h"
#include "TAD_Plateau.h"
#include "TAD_Couleur.h"
#include "FaireUnePartie.h"

/**
 * \fn Coups listeCoupsPossibles(Plateau plateau, Couleur couleur)
 * \brief Fonction qui retourne un ensemble de coups possibles
 *
 * \param Plateau plateau, le plateau
 * \param Couleur couleur, couleur du joueur courant
 * \return Coups
 */
Coups listeCoupsPossibles(Plateau plateau, Couleur couleur);

/**
 * \fn void copierPlateau(Plateau plateauACopier, Plateau* plateauCopie)
 * \brief Procédure qui copie un plateau sur un autre
 *
 * \param Plateau plateauACopier, le plateau à copier
 * \param Plateau* plateauCopie, le plateau copié
 */
void copierPlateau(Plateau plateauACopier, Plateau* plateauCopie);

/**
 * \fn int coupValide(Plateau plateau, Coup coup)
 * \brief Fonction qui vérifie qu'un coup est valide
 *
 * \param Plateau plateau, le plateau
 * \param Coup coup, le coup à vérifier
 */
int coupValide(Plateau plateau, Coup coup);

#endif
```

1.11 Le fichier « ListeCoupsPossibles_Prive.h »

```
#ifndef __LISTES_COUPS_POSSIBLES_PRIVE__
#define __LISTES_COUPS_POSSIBLES_PRIVE__
#include "ListeCoupsPossibles.h"
#include "TAD_Coup.h"
#include "TAD_Plateau.h"
#include "FaireUnePartie.h"
#include "FaireUnePartie_Prive.h"



#endif
```

1.12 Le fichier « ObtenirCoupHumain.h »

```
/**
 * \file ObtenirCoupHumain.h
 * \brief Implantation et signatures des fonctions publiques d'ObtenirCoupHumain
 * \author Groupe 1.5
 * \version 1.0
 * \date 02/12/2015
 *
 */

#ifndef __OBTENIR_COUP_HUMAIN__
#define __OBTENIR_COUP_HUMAIN__
#include "TAD_Coup.h"
#include "TAD_Plateau.h"
#include "TAD_Couleur.h"


 /**
  * \fn Coup obtenirCoupIA(plateau Plateau, couleur Couleur)
  * \brief Fonction permettant de récupérer le coup joué par l'humain
  *
  * \param Plateau plateau, le plateau du jeu en cours
  * \param Couleur couleur, la couleur représentée par l'humain
  * \return Coup
  */
 Coup obtenirCoupHumain(Plateau plateau, Couleur couleur);

  #endif
```

1.13 Le fichier « ObtenirCoupIA.h »

```
/**
 * \file ObtenirCoupIA.h
 * \brief Implantation et signatures des fonctions publiques d'ObtenirCoupIA
 * \author Groupe 1.5
 * \version 1.0
 * \date 02/12/2015
 *
 */

#ifndef __OBTENIR_COUP_IA__
```

```c
#define __OBTENIR_COUP_IA__
#include "TAD_Coup.h"
#include "TAD_Plateau.h"
#include "TAD_Couleur.h"

// /**
//  * \def PROFONDEUR 3
//  * \brief Profondeur d'exploration de scoreDUnCoup et minMax
//  *
//  */
//
// #define PROFONDEUR 3

 /**
  * \fn Coup obtenirCoupIA(plateau Plateau, couleur Couleur)
  * \brief Fonction permettant de récupérer le coup joué par l'IA
  *
  * \param Plateau plateau, le plateau du jeu en cours
  * \param Couleur couleur, la couleur représentée par l'IA
  * \return Coup
  */
 Coup obtenirCoupIA(Plateau plateau, Couleur couleur);

  #endif
```

1.14 Le fichier « ObtenirCoupIA_Prive.h »

```c
#ifndef __OBTENIR_COUP_IA_PRIVE__
#define __OBTENIR_COUP_IA_PRIVE__
#include "TAD_Plateau.h"
#include "TAD_Couleur.h"


/* Récupération de la profondeur maximale d'exploration */
unsigned int profondeur(void);

/* Score associé à un coup joué par le joueur de la couleur couleurCourante */
int scoreDUnCoup(Plateau plateau, Coup coup, Couleur couleurRef, Couleur
    couleurCourante, unsigned int profondeurCourante, int** grilleScore);

/* Permet de "remonter" le score du meilleur coup dans l'arbre des possibilités de
    jeu */
int minMax(Plateau plateau, Couleur couleurRef, Couleur couleurCourante, unsigned int
     profondeurCourante, int** grilleScore);

/* Permet d'obtenir le score de la partie pour la couleur donnée en entrée */
int score(Plateau plateau, Couleur couleur, int** grilleScore);

/* Evaluation du plateau selon différentes règles de jeu et de priorité */
int evaluerPlateau(Plateau plateau, Couleur couleur, int** grilleScore);

/* Evaluation du nombre de coups possibles de l'adversaire*/
int evaluerNbCoupsPossiblesAdversaire(Plateau plateau, Couleur couleur);

/* Evaluation de la différence du nombre de pions possédés et du nombre de pions
    possédés par l'adversaire */
int evaluerNbPionsCouleur(Plateau plateau, Couleur couleur);

/* Evaluation du plateau selon la position des différents pions */
```

```
int evaluerPositionsPionsPlateau(Plateau plateau, Couleur couleur, int** grilleScore)
    ;

/* Initialisation de la grille qui attribue à chaque position un poids */
int** initialiserGrilleScore();

int min(int a, int b);

int max(int a, int b);

#endif
```

Chapitre 2

Les fichiers *C*

2.1 Le fichier « TAD_Couleur.c »

```
#include "TAD_Couleur.h"

/* Partie publique */

Couleur CL_blanc(){
        return BLANC;
}

Couleur CL_noir(){
        return NOIR;
}

Couleur CL_changerCouleur(Couleur couleur){
        if (CL_sontEgales(couleur,CL_blanc())){
                return CL_noir();
        }
        else {
                return CL_blanc();
        }
}

int CL_sontEgales(Couleur couleur1, Couleur couleur2){
        return(couleur1==couleur2);
}
```

2.2 Le fichier « TAD_Coup.c »

```
#include "TAD_Coup.h"
#include "TAD_Position.h"
#include "TAD_Pion.h"

/* Partie publique */

Coup CP_creerCoup(Position position, Pion pion){
        Coup coup;
        coup.position = position;
        coup.pion = pion;
        return coup;
}
```

```
Position CP_obtenirPositionCoup(Coup coup){
        return coup.position;
}

Pion CP_obtenirPionCoup(Coup coup){
        return coup.pion;
}

int CP_sontEgaux(Coup coup1, Coup coup2){
        return (POS_sontEgales(coup1.position,coup2.position) && PI_sontEgaux(coup1.
            pion,coup2.pion));
}
```

2.3 Le fichier « TAD_Coups.c »

```
#include "TAD_Coups.h"
#include <assert.h>

/* Partie publique */

void CPS_creerCoups(Coups* coups){
        coups->nbCps = 0;
}

void CPS_ajouterCoups(Coups* coups, Coup coup){
        coups->tabCoups[coups->nbCps] = coup;
        coups->nbCps = (coups->nbCps)+1;
}

unsigned int CPS_nbCoups(Coups coups){
        return coups.nbCps;
}

Coup CPS_iemeCoup(Coups coups, unsigned int i){
        assert(i>=0 && i<coups.nbCps);
        return coups.tabCoups[i];
}
```

2.4 Le fichier « TAD_Pion.c »

```
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Pion.h"
#include <stdio.h>

/* Partie publique */

Pion PI_creerPion(Couleur couleurPion){
  Pion pion;
  pion.couleur=couleurPion;
  return pion;
}

Couleur PI_obtenirCouleur(Pion pion){
  return pion.couleur;
}
```

```
void PI_retournerPion(Pion* pion){
  Couleur couleurAChanger,nouvelleCouleur;
  couleurAChanger=PI_obtenirCouleur(*pion);
  nouvelleCouleur=CL_changerCouleur(couleurAChanger);
  pion->couleur=nouvelleCouleur;
}

int PI_sontEgaux(Pion pion1, Pion pion2){
  return CL_sontEgales(pion1.couleur,pion2.couleur);
}
```

2.5 Le fichier « TAD_Plateau.c »

```
#include "TAD_Position.h"
#include "TAD_Pion.h"
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Plateau.h"


Plateau PL_creerPlateau(){
  Plateau plateau;
  unsigned int i,j;
  for(i=1;i<9;i++){
    for(j=1;j<9;j++){
      plateau.pions[i-1][j-1]=PI_creerPion(CL_blanc());
      plateau.presencePions[i-1][j-1]=0;
    }
  }
  return plateau;
}

int PL_estCaseVide(Plateau plateau, Position position){
  unsigned int i,j;
  i=POS_obtenirLigne(position);
  j=POS_obtenirColonne(position);
  if((plateau.presencePions[i][j])==0){
    return 1;
  }
  else{
    return 0;
  }
}

void PL_viderCase(Plateau* plateau, Position position){
  unsigned int i,j;
  i=POS_obtenirLigne(position);
  j=POS_obtenirColonne(position);
  plateau->presencePions[i][j]=0;
}

void PL_poserPion(Plateau* plateau, Position position, Pion pion){
  unsigned int i,j;
  i=POS_obtenirLigne(position);
  j=POS_obtenirColonne(position);
  plateau->pions[i][j]=pion;
  plateau->presencePions[i][j]=1;
}

Pion PL_obtenirPion(Plateau plateau, Position position){
```

```
  Pion pion;
  unsigned int i,j;
  i=POS_obtenirLigne(position);
  j=POS_obtenirColonne(position);
  pion=plateau.pions[i][j];
  return pion;
}

void PL_inverserPion(Plateau* plateau, Position position){
  Pion pion;
  unsigned int i,j;
  i=POS_obtenirLigne(position);
  j=POS_obtenirColonne(position);
  pion=plateau->pions[i][j];
  PI_retournerPion(&pion);
  plateau->pions[i][j]=pion;
}
```

2.6 Le fichier « TAD_Position.c »

```
#include "TAD_Position.h"
#include <assert.h>

/* Partie publique */

unsigned int POS_obtenirLigne(Position position){
  return position.ligne;
}


unsigned int POS_obtenirColonne(Position position){
  return position.colonne;
}

void POS_fixerPosition(unsigned int ligne, unsigned int colonne, Position* position){
  assert((ligne>=0) && (ligne<8) && (colonne>=0) && (colonne<8));
  position->ligne=ligne;
  position->colonne=colonne;
}

int POS_sontEgales(Position pos1, Position pos2){
  return (((pos1.ligne) == (pos2.ligne)) && ((pos1.colonne) == (pos2.colonne)));
}
```

2.7 Le fichier « Affichage.c »

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Pion.h"
#include "TAD_Coup.h"
#include "TAD_Plateau.h"
#include "TAD_Position.h"
#include "Affichage.h"
#include "FaireUnePartie.h"

void afficherAide(){
```

```
  printf("Aide du programme othello \n"
  "Les options possibles sont : \n"
    "\t othello standard blanc|noir [profondeur>2] \n"
      "\t\t permet de jouer contre lordinateur en lui donnant les blancs \n"
      "\t\t ou les noirs \n"
      "\t\t par défaut la profondeur danalyse est égale à 4 \n \n"
    "\t othello tournoi blanc|noir [profondeur>2] \n"
      "\t\t permet de faire jouer le programme dans un mode tournoi en \n"
      "\t\t lui donnant les blancs ou les noirs\n"
      "\t\t par défaut la profondeur danalyse est égale à 5\n\n");
}

void afficherTournoi(Plateau plateau, Coup coup, int aPuJouer,int estPartieFinie){
  int nbPionsNoirs,nbPionsBlancs,ligne;
  unsigned int i,j;
  char colonne;

  if(estPartieFinie){
    nbPions(plateau, &nbPionsNoirs, &nbPionsBlancs);
    if(nbPionsNoirs==nbPionsBlancs){
      printf("nulle\n");
    }
    else{
      if(nbPionsNoirs>nbPionsBlancs){
        printf("noir\n");
      }
      else{
        printf("blanc\n");
      }
    }
  }
  else{
    if(!aPuJouer){
      printf("passe\n");
    }
    else{
      i=POS_obtenirLigne(CP_obtenirPositionCoup(coup));
      j=POS_obtenirColonne(CP_obtenirPositionCoup(coup));
      colonne=intToChar(i);
      ligne=j+1;
      printf("%c%d\n",colonne,ligne);
    }
  }
}

char intToChar(unsigned int i){
  char res;
        switch(i){
          case 0 :
            res='a';
          break;
          case 1 :
            res='b';
          break;
          case 2 :
            res='c';
          break;
          case 3 :
            res='d';
          break;
          case 4 :
```

```
            res='e';
          break;
          case 5 :
            res='f';
          break;
          case 6 :
            res='g';
          break;
          case 7 :
            res='h';
          break;
        }
    return(res);
}

void afficherPlateau(Plateau plateau, Coup coup, int aPuJouer,int estPartieFinie){
  Couleur couleurDernierJoueur;
  couleurDernierJoueur = PI_obtenirCouleur(CP_obtenirPionCoup(coup));
  unsigned int i,j;
  int nbPionsNoirs,nbPionsBlancs;
  Couleur couleurBlanc, couleurNoir;
  couleurBlanc=CL_blanc();
  couleurNoir=CL_noir();

  if (aPuJouer && !((POS_obtenirColonne(CP_obtenirPositionCoup(coup))==4) && (
      POS_obtenirLigne(CP_obtenirPositionCoup(coup))==4))){
    afficherCoup(couleurDernierJoueur,coup);
  }

  if(!estPartieFinie){
    printf("      1   2   3   4   5   6   7   8 \n");
    printf("     \n");
    Position position;
    for(i=1;i<9;i++){
      printf("  %d |", i);
      for (j=1;j<9;j++){
        POS_fixerPosition(i-1,j-1,&position);
        if (!PL_estCaseVide(plateau,position)){
          if (CL_sontEgales((PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(plateau,position))),
              couleurBlanc)){
            printf("  ");
            printf("|");
          }
          else
          {
            if (CL_sontEgales((PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(plateau,position))),
                couleurNoir)){
              printf("  |");
            }
          }
        }
        else
        {
          printf("   |");
        }
      }
          printf("\n     \n");
    }
  }
  else{
    nbPions(plateau, &nbPionsNoirs, &nbPionsBlancs);
```

```
    if(nbPionsNoirs==nbPionsBlancs){
      printf("La partie est nulle\n");
    }
    else{
      if(nbPionsNoirs>nbPionsBlancs){
        printf("Le joueur ayant les pions   a gagné\n");
      }
      else{
        printf("Le joueur ayant les pions   a gagné\n");
      }
    }
  }
}

void afficherCoup(Couleur couleurJoueur, Coup coupJoueur){
  Position pos = CP_obtenirPositionCoup(coupJoueur);
  unsigned int ligne = POS_obtenirLigne(pos);
  unsigned int colonne = POS_obtenirColonne(pos);
  ligne ++; // pour l'affichage
  colonne ++; // pour l'affichage

  if (CL_sontEgales(couleurJoueur,CL_blanc())){
    printf("\n\n\n Le joueur   joue en : \n \tligne : %u  colonne : %u \n\n",ligne,
        colonne);
  }
  else{
    if (CL_sontEgales(couleurJoueur,CL_noir())){
      printf("\n\n\n Le joueur   joue en : \n \tligne : %u  colonne : %u \n\n",ligne,
          colonne);
    }
  }
}
```

2.8 Le fichier « `FaireUnePartie.c` »

```
#include "FaireUnePartie.h"
#include "FaireUnePartie_Prive.h"
#include "ListeCoupsPossibles.h"
#include "Affichage.h"
#include <stddef.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <ncurses.h>
#define TRUE 1
#define FALSE 0

/* Partie publique */

void faireUnePartie(void(*afficher)(Plateau,Coup,int,int), Coup(*getCoup1)(Plateau,
    Couleur), Coup(*getCoup2)(Plateau,Couleur), Couleur *vainqueur, int* estMatchNul,
     Couleur couleurJoueur1)
{
    Plateau plateau=PL_creerPlateau();
    initialiserPlateau(&plateau);
    int aPuJouerJoueur1=TRUE, aPuJouerJoueur2=TRUE;
    int estFinie=FALSE;
    Couleur couleurJoueur2=CL_changerCouleur(couleurJoueur1);
    int nbPionsBlancs=2, nbPionsNoirs=2;
    Coup coupJoueur1, coupJoueur2;
```

```
    Position positionInitialisation;
    POS_fixerPosition(4,4,&positionInitialisation);
    coupJoueur1 = CP_creerCoup(positionInitialisation,PI_creerPion(CL_blanc()));
    coupJoueur2 = CP_creerCoup(positionInitialisation,PI_creerPion(CL_blanc()));

    afficher(plateau,coupJoueur1,aPuJouerJoueur1,estFinie);
    while (!(estFinie)) {
        jouer(&plateau,&couleurJoueur1,getCoup1,&aPuJouerJoueur1,&coupJoueur1);
        afficher(plateau,coupJoueur1,aPuJouerJoueur1,estFinie);
        jouer(&plateau,&couleurJoueur2,getCoup2,&aPuJouerJoueur2,&coupJoueur2);
              afficher(plateau,coupJoueur2,aPuJouerJoueur2,estFinie);
        finPartie(plateau,aPuJouerJoueur1,aPuJouerJoueur2,&nbPionsNoirs,&
            nbPionsBlancs,&estFinie);
    }
    afficher(plateau,coupJoueur2,aPuJouerJoueur2,estFinie);
    if (nbPionsBlancs==nbPionsNoirs){
        *vainqueur=CL_blanc();
        *estMatchNul=TRUE;
    }
    else (*estMatchNul=FALSE);{
        if (nbPionsBlancs>nbPionsNoirs){
            *vainqueur=CL_blanc();
        }
        else {
            *vainqueur=CL_noir();
        }
    }
}

/* Partie privée */


void initialiserPlateau(Plateau *plateauDeJeu){
    Pion pionNoir;
    Pion pionBlanc;
    Position positionPion;

    *plateauDeJeu=PL_creerPlateau();
    pionNoir=PI_creerPion(CL_noir());
    pionBlanc=PI_creerPion(CL_blanc());
    POS_fixerPosition(3,3,&positionPion);
    PL_poserPion(plateauDeJeu, positionPion, pionBlanc);
    POS_fixerPosition(3,4,&positionPion);
    PL_poserPion(plateauDeJeu, positionPion, pionNoir);
    POS_fixerPosition(4,3,&positionPion);
    PL_poserPion(plateauDeJeu, positionPion, pionNoir);
    POS_fixerPosition(4,4,&positionPion);
    PL_poserPion(plateauDeJeu, positionPion, pionBlanc);
}


void jouer(Plateau* plateau , Couleur* couleurJoueur, Coup(*getCoup)(Plateau,Couleur)
    , int* aPuJouer, Coup* coupJoueur){
    unsigned int i;
    int res;
    Coups coups;
    res=FALSE;
    *coupJoueur=getCoup(*plateau,*couleurJoueur);
    coups=listeCoupsPossibles(*plateau,*couleurJoueur);
    if (CPS_nbCoups(coups)>0){
```

```
        for(i=0;i<CPS_nbCoups(coups);i++){
            if (CP_sontEgaux(CPS_iemeCoup(coups,i),*coupJoueur)) {
                jouerCoup(*coupJoueur,plateau);
                res=TRUE;
            }
        }
    }
    *aPuJouer=res;
}

void jouerCoup (Coup coup, Plateau* plateau){
    Position pos;
    Pion  pionJoueur;

    PL_poserPion(plateau,CP_obtenirPositionCoup(coup),CP_obtenirPionCoup(coup));
    pos=CP_obtenirPositionCoup(coup);
    pionJoueur=CP_obtenirPionCoup(coup);
    inverserPions(pos,pionJoueur,plateau);
}


void inverserPions(Position pos, Pion pionJoueur, Plateau* plateau){
    Position posTmp;
    Direction dir;
    int pionPresent;
    for (dir = GAUCHE; dir <= DIAGDB; dir++){
        posTmp = pos;
        pionEstPresent(pionJoueur,dir,&posTmp,plateau,&pionPresent);
        if (pionPresent) {
            inverserPionsDir(plateau,pos,DIR_positionSelonDirection(posTmp,
                DIR_inverserDirection(dir)),DIR_inverserDirection(dir));
        }
    }
}


void inverserPionsDir(Plateau* plateau, Position posInitiale, Position posCourante,
    Direction dirInversion){
    Position posSuivante=posCourante;
    unsigned int inew,jnew;
    inew=POS_obtenirLigne(DIR_positionSelonDirection(posSuivante,dirInversion));
    jnew=POS_obtenirColonne(DIR_positionSelonDirection(posSuivante,dirInversion));

    if (!(POS_sontEgales(posInitiale,posCourante)) && DIR_deplacementValide(
        posCourante, dirInversion)){
        PL_inverserPion(plateau,posCourante);
        POS_fixerPosition(inew,jnew,&posSuivante);
        inverserPionsDir(plateau,posInitiale,posSuivante,dirInversion);
    }
}


void pionEstPresent(Pion pionJoueur, Direction dirATester, Position* pos, Plateau*
    plateau, int* pionPresent){
    Couleur couleurAdversaire;
    couleurAdversaire = CL_changerCouleur(PI_obtenirCouleur(pionJoueur));
    if (!DIR_deplacementValide(*pos,dirATester)) {
        *pionPresent = FALSE;}
    else {
        *pos = DIR_positionSelonDirection(*pos,dirATester);
```

```
        /* On doit regarder que la case n'est pas vide car le plateau est rempli des
            pions blancs par défaut */
        if(CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(*plateau,*pos)),
            couleurAdversaire) && (!PL_estCaseVide(*plateau,*pos))){
          *pos = DIR_positionSelonDirection(*pos,dirATester);
          pionEstPresentRecursif(pionJoueur,dirATester,pos,plateau,pionPresent);
        }
        else {
          *pionPresent=FALSE;
        }
    }
}


void pionEstPresentRecursif(Pion pionJoueur, Direction dirATester, Position* pos,
    Plateau* plateau, int* pionPresent)
{
    Couleur couleurJoueur;
    couleurJoueur=PI_obtenirCouleur(pionJoueur);
    if (PL_estCaseVide(*plateau,*pos)) {
        *pionPresent=FALSE;}
    else {
        if (CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(*plateau,*pos)),
            couleurJoueur)) {
            *pionPresent=TRUE;}
        else {
            if (!DIR_deplacementValide(*pos,dirATester)) {
                *pionPresent=FALSE;}
            else {
                *pos = DIR_positionSelonDirection(*pos,dirATester);
                pionEstPresentRecursif(pionJoueur,dirATester,pos,plateau,pionPresent)
                    ;
            }
        }
    }
}


void finPartie (Plateau plateau, int aPuJouerJoueur1, int aPuJouerJoueur2 , int*
    nbPionsNoirs, int* nbPionsBlancs , int* estFinie)
{
    if(((aPuJouerJoueur1==FALSE) && (aPuJouerJoueur2==FALSE)) || (plateauRempli(
        plateau))){
        nbPions(plateau,nbPionsNoirs,nbPionsBlancs);
        *estFinie=TRUE;
    }
}


void nbPions (Plateau plateau, int* nbPionsNoirs, int* nbPionsBlancs)
{
    *nbPionsNoirs=0;
    *nbPionsBlancs=0;
    Position pos;
    Couleur couleur=CL_noir();
    unsigned int i,j;
    for(i=0;i<8;i++){
        for(j=0;j<8;j++){
            POS_fixerPosition(i,j,&pos);
            if((!PL_estCaseVide(plateau,pos))){
```

```
                if (CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(plateau,pos)),
                    couleur)){
                    *nbPionsNoirs=*nbPionsNoirs+1;
                }
                else {
                    *nbPionsBlancs=*nbPionsBlancs+1;
                }
            }
        }
    }
}


int plateauRempli(Plateau plateau){
    int res = TRUE;
    unsigned int i=0,j=0;
    Position position;
    while(res && (i<8)){
      while(res && (j<8)){
        POS_fixerPosition(i,j,&position);
        if (PL_estCaseVide(plateau,position)){
          res = FALSE;
        }
        j=j+1;
      }
      j=0;
      i=i+1;
    }
    return res;
}


/* Introduction d'un type privé Direction */

Direction DIR_inverserDirection(Direction dirInit){
    Direction newDir;
    switch(dirInit){
        case GAUCHE :
            newDir = DROITE;
            break;
        case DROITE :
            newDir = GAUCHE;
            break;
        case HAUT :
            newDir = BAS;
            break;
        case BAS :
            newDir = HAUT;
            break;
        case DIAGGH :
            newDir = DIAGDB;
            break;
        case DIAGGB :
            newDir = DIAGDH;
            break;
        case DIAGDH :
            newDir = DIAGGB;
            break;
        case DIAGDB :
            newDir = DIAGGH;
            break;
```

```
    }
    return newDir;
}


Position DIR_positionSelonDirection(Position posInit, Direction dirDeplacement){
    Position newPos;
    unsigned int i,j;
    i = POS_obtenirLigne(posInit);
    j = POS_obtenirColonne(posInit);
    if (DIR_deplacementValide(posInit,dirDeplacement)){
        switch(dirDeplacement){
            case GAUCHE :
                POS_fixerPosition(i,j-1, &newPos);
                break;
            case DROITE :
                POS_fixerPosition(i,j+1, &newPos);
                break;
            case HAUT :
                POS_fixerPosition(i-1,j, &newPos);
                break;
            case BAS :
                POS_fixerPosition(i+1,j, &newPos);
                break;
            case DIAGGH :
                POS_fixerPosition(i-1,j-1, &newPos);
                break;
            case DIAGGB :
                POS_fixerPosition(i+1,j-1, &newPos);
                break;
            case DIAGDH :
                POS_fixerPosition(i-1,j+1, &newPos);
                break;
            case DIAGDB :
                POS_fixerPosition(i+1,j+1, &newPos);
                break;
        }
    }
    return newPos;
}


int DIR_deplacementValide(Position pos, Direction dirDeplacement){
    int valide;
    unsigned int i,j;
    i = POS_obtenirLigne(pos);
    j = POS_obtenirColonne(pos);
    switch(dirDeplacement){
        case GAUCHE :
            valide = (j >= 1);
            break;
        case DROITE :
            valide = (j <= 6);
            break;
        case HAUT :
            valide = (i >= 1);
            break;
        case BAS :
            valide = (i <= 6);
            break;
        case DIAGGH :
```

```
            valide = ((i >= 1) && (j >= 1));
            break;
        case DIAGGB :
            valide = ((i <= 6) && (j >= 1));
            break;
        case DIAGDH :
            valide = ((i >= 1) && (j <= 6));
            break;
        case DIAGDB :
            valide = ((i <= 6) && (j <= 6));
            break;
    }
    return valide;
}

/* Fin du type privé Direction */
```

2.9 Le fichier « ListesCoupsPossibles.c »

```
#include "TAD_Plateau.h"
#include "TAD_Coup.h"
#include "TAD_Couleur.h"
#include "ListeCoupsPossibles_Prive.h"
#include "ListeCoupsPossibles.h"
#include "FaireUnePartie.h"
#include "FaireUnePartie_Prive.h"
#include <math.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>

/* Partie publique  */

Coups listeCoupsPossibles(Plateau plateau, Couleur couleur){
  Coups coupsPossibles;
  Position positionTest;
  Coup coupTest;
  Pion pionJoueur;
  unsigned int i,j;
  CPS_creerCoups(&coupsPossibles);
  pionJoueur = PI_creerPion(couleur);
  for (i = 0; i < 8; i++){
    for (j = 0; j < 8; j++){
       POS_fixerPosition(i,j,&positionTest);
       if(PL_estCaseVide(plateau,positionTest)) {
          coupTest = CP_creerCoup(positionTest,pionJoueur);
          if (coupValide(plateau,coupTest)){
            CPS_ajouterCoups(&coupsPossibles,coupTest);
          }
       }
    }
  }

  return coupsPossibles;
}

/* Partie privee  */

int coupValide(Plateau plateau, Coup coup) {
  int pionPresent;
```

```
  Position pos,posTmp;
  Pion pionJoueur;
  pionPresent = 0;
  pos = CP_obtenirPositionCoup(coup);
  pionJoueur = CP_obtenirPionCoup(coup);
  Direction dir = GAUCHE;
  while(!(pionPresent) && (dir <= DIAGDB)) {
    posTmp = pos;
    if(DIR_deplacementValide(posTmp,dir) && PL_estCaseVide(plateau, pos)){
      pionEstPresent(pionJoueur,dir,&posTmp,&plateau,&pionPresent);
    }
    dir++;
  }
  return pionPresent;
}



void copierPlateau(Plateau plateauACopier, Plateau* plateauCopie){
  *plateauCopie=PL_creerPlateau();
  memcpy(&(plateauCopie->pions),&(plateauACopier.pions),sizeof(Pion)*8*8);
  memcpy(&(plateauCopie->presencePions),&(plateauACopier.presencePions),sizeof(int)
      *8*8);
}
```

2.10 Le fichier « ObtenirCoupHumain.c »

```
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Coup.h"
#include "TAD_Plateau.h"
#include "ListeCoupsPossibles.h"
#include <stdio.h>

Coup obtenirCoupHumain(Plateau plateau, Couleur couleur){
  unsigned int i=9,j=9;
  int estValide = 0;
  Coup coup;
  Position position;
  Pion pion;
  if(CL_sontEgales(couleur,CL_blanc())){
    printf("Joueur  : \n");
  }
  else {
    printf("Joueur  : \n");
  }
  while(estValide==0) {
    while((i > 8) || (i < 1)){
      printf("Veuillez saisir un numéro de ligne (de 1 à 8) : \n");
      scanf("%u",&i);
    }
    while((j > 8) || (i < 1)){
      printf("Veuillez saisir un numéro de colonne (de 1 à 8) : \n");
      scanf("%u",&j);
    }

    i=i-1;
    j=j-1;
    POS_fixerPosition(i,j,&position);
```

```
    pion=PI_creerPion(couleur);
    coup=CP_creerCoup(position,pion);
    estValide=coupValide(plateau,coup);
    i=9;
    j=9;
    if(!estValide){
      printf("Coup non valide, recommencez \n");
    }
  }
  return coup;
}
```

2.11 Le fichier « ObtenirCoupIA.c »

```
#include "ObtenirCoupIA.h"
#include "ObtenirCoupIA_Prive.h"
#include "FaireUnePartie.h"
#include "ListeCoupsPossibles.h"
#include "TAD_Coups.h"
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

#define INFINI 10000 /* Valeur affectée pour signifier qu'un coup est gagnant. */
#define PROFONDEUR 3


/* Partie publique */

Coup obtenirCoupIA(Plateau plateau, Couleur couleur){
  Coups coupsPossibles;
  unsigned int i,profondeurMinMax=profondeur();
  int scoreCourant, meilleurScore;
  Coup coupCourant, meilleurCoup;
  int** grilleScore=initialiserGrilleScore();
  coupsPossibles=listeCoupsPossibles(plateau,couleur);
  if (CPS_nbCoups(coupsPossibles) > 0) {
    meilleurCoup = CPS_iemeCoup(coupsPossibles,0); // Le premier coup de la liste à l
        'indice 0 ici, contrairement au pseudo-code
    meilleurScore = scoreDUnCoup(plateau,meilleurCoup,couleur,couleur,
        profondeurMinMax, grilleScore);
    for (i=1;i<CPS_nbCoups(coupsPossibles);i++) { // cf remarque précédente : le 2nd
        coup est à l'indice 1 etc...
      coupCourant = CPS_iemeCoup(coupsPossibles,i);
      scoreCourant = scoreDUnCoup(plateau,coupCourant,couleur,couleur,
          profondeurMinMax, grilleScore);
      if ((scoreCourant > meilleurScore) && coupValide(plateau,coupCourant)) {
        meilleurCoup = coupCourant;
        meilleurScore = scoreCourant;
      }
    }
  }
  free(grilleScore);
  return meilleurCoup;
}


/* Partie privée */

unsigned int profondeur(void){
```

```
  return PROFONDEUR;
}

int scoreDUnCoup(Plateau plateau, Coup coup, Couleur couleurRef, Couleur
    couleurCourante, unsigned int profondeurCourante, int** grilleScore){
        Plateau plateauTest;
        copierPlateau(plateau,&plateauTest);
        jouerCoup(coup, &plateauTest);
        if (plateauRempli(plateauTest) || profondeurCourante==0){
    return score(plateauTest, couleurRef, grilleScore);
  }
        else{
                return minMax(plateauTest, couleurRef, CL_changerCouleur(
                    couleurCourante), profondeurCourante-1, grilleScore);
  }
}

int minMax(Plateau plateau, Couleur couleurRef, Couleur couleurCourante, unsigned int
     profondeurCourante, int** grilleScore){
        Coups coupsPossibles;
        int resultat, score;
        unsigned int i;

        coupsPossibles = listeCoupsPossibles(plateau, couleurCourante);
        if (CPS_nbCoups(coupsPossibles) > 0){
                resultat = scoreDUnCoup(plateau, CPS_iemeCoup(coupsPossibles, 0),
                    couleurRef, couleurCourante, profondeurCourante, grilleScore);
                for (i=0 ; i<CPS_nbCoups(coupsPossibles);i++){
      score = scoreDUnCoup(plateau, CPS_iemeCoup(coupsPossibles, i), couleurRef,
          couleurCourante, profondeurCourante, grilleScore);
                        if (CL_sontEgales(couleurCourante,couleurRef)){
                                resultat = max(resultat, score);
                        }
                        else{
                                resultat = min(resultat, score);
                        }
                }
        }
        else{
                if (CL_sontEgales(couleurCourante,couleurRef)){
                        resultat = INFINI;
                }
                else{
                        resultat = -1*INFINI;
                }
        }
  return(resultat);
}

int score(Plateau plateau, Couleur couleur, int** grilleScore){
  return evaluerPlateau(plateau,couleur, grilleScore);
}

int evaluerPlateau(Plateau plateau, Couleur couleur, int** grilleScore){
  int evaluer1,evaluer2,evaluer3,res;
  evaluer1=evaluerNbCoupsPossiblesAdversaire(plateau,couleur);
  evaluer2=evaluerNbPionsCouleur(plateau,couleur);
  evaluer3=evaluerPositionsPionsPlateau(plateau,couleur,grilleScore);
  res=evaluer1+evaluer2+evaluer3; /* Il serait peut-être utile de donner un
      coefficient à chaque evaluation ? */
```

```
  return res;
}

int evaluerNbCoupsPossiblesAdversaire(Plateau plateau, Couleur couleur){
  Coups coupsAdversaire;
  Couleur couleurAdversaire;
  int nbCoupsAdversaire,res;

  couleurAdversaire=CL_changerCouleur(couleur);
  coupsAdversaire=listeCoupsPossibles(plateau, couleurAdversaire);
  nbCoupsAdversaire=CPS_nbCoups(coupsAdversaire);

  res=(60-10*nbCoupsAdversaire); /* Le mieux est que l'adversaire ait 0 coups
      possibles. Plus il en a, moins l'évaluation est bonne. */
  return res;
}

int evaluerNbPionsCouleur(Plateau plateau, Couleur couleur){
  int nbPionsNoirs,nbPionsBlancs;
  int res;

  nbPions(plateau,&nbPionsNoirs,&nbPionsBlancs);
  if (CL_sontEgales(couleur,CL_noir())) {
    res=nbPionsNoirs-nbPionsBlancs;
  }
  else {
    res=nbPionsBlancs-nbPionsNoirs;
  }
  return res;
}

int evaluerPositionsPionsPlateau(Plateau plateau, Couleur couleur, int** grilleScore)
    {

  unsigned int i,j;
  Position pos;
  int resJoueur,resAdversaire,res;

  resJoueur=0;
  resAdversaire=0;
  for(i=1;i<9;i++){
    for(j=1;j<9;j++){
      POS_fixerPosition(i-1,j-1,&pos);
      if(!PL_estCaseVide(plateau,pos) && CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(
          PL_obtenirPion(plateau,pos)),couleur)) {
        resJoueur=resJoueur+grilleScore[i-1][j-1];
      }
      else if(!PL_estCaseVide(plateau,pos)) {
        resAdversaire=resAdversaire+grilleScore[i-1][j-1];
      }
    }
  }
  res=resJoueur-resAdversaire;
  return res;
}

/* Tirée de http://emmanuel.adam.free.fr/site/IMG/pdf/jeuP.pdf */
int** initialiserGrilleScore(){
  unsigned int i,j;
  int** grilleScore=(int**)malloc(8*sizeof(int*)); /* allocation des colonnes */
```

```
for(i=0;i<8;i++)
              grilleScore[i] = (int*) malloc(8*sizeof(int)); /* allocation du
                  nombre de cases par colonnes */


for(i=1;i<9;i++){
  for(j=1;j<9;j++){
    if(((i==1) && (j==1)) || ((i==1) && (j==8)) || ((i==8) && (j==1)) || ((i==8) &&
        (j==8))){
      grilleScore[i-1][j-1]=500;
    }
    else{
      if(((i==1) && (j==2)) || ((i==2) && (j==1)) || ((i==8) && (j==7)) || ((i==7)
          && (j==8))
        || ((i==7) && (j==1)) || ((i==8) && (j==2)) || ((i==1) && (j==7)) || ((i
            ==2) && (j==8))){
        grilleScore[i-1][j-1]=-150;
      }
      else {
        if(((i==1) && (j==3)) || ((i==3) && (j==1)) || ((i==8) && (j==6)) || ((i
            ==6) && (j==8))
        || ((i==6) && (j==1)) || ((i==8) && (j==3)) || ((i==1) && (j==6)) || ((i
            ==3) && (j==8))){
        grilleScore[i-1][j-1]=30;
        }
        else {
          if(((i==1) && (j==4)) || ((i==4) && (j==1)) || ((i==8) && (j==5)) || ((i
              ==5) && (j==8))
          || ((i==5) && (j==1)) || ((i==8) && (j==4)) || ((i==1) && (j==5)) || ((i
              ==4) && (j==8))){
          grilleScore[i-1][j-1]=10;
          }
          else {
            if(((i==2) && (j==2)) || ((i==2) && (j==7)) || ((i==7) && (j==2)) || ((
                i==7) && (j==7))){
              grilleScore[i-1][j-1]=-250;
            }
            else {
              if(((i==3) && (j==3)) || ((i==3) && (j==6)) || ((i==6) && (j==3)) ||
                  ((i==6) && (j==6))){
                grilleScore[i-1][j-1]=1;
              }
              else {
                if(((i==4) && (j==4)) || ((i==4) && (j==5)) || ((i==5) && (j==4))
                    || ((i==5) && (j==5))){
                  grilleScore[i-1][j-1]=16;
                }
                else {
                  if(((i==4) && (j==3)) || ((i==5) && (j==3)) || ((i==3) && (j==4))
                       || ((i==3) && (j==5))
                  || ((i==6) && (j==4)) || ((i==6) && (j==5)) || ((i==4) && (j==6))
                       || ((i==5) && (j==6))){
                    grilleScore[i-1][j-1]=2;
                  }
                  else {
                    grilleScore[i-1][j-1]=0;
                  } /*FinSi*/
                } /*FinSi*/
              } /*FinSi*/
            } /*FinSi*/
          } /*FinSi*/
        } /*FinSi*/
```

```
          } /*FinSi*/
        } /*FinSi*/
      } /*FinSi*/
    } /*FinPour*/
  } /*FinPour*/
  return(grilleScore);
}

int min(int a, int b){
        if (a<b){
                return a;
        }
        else{
                return b;
        }
}

int max(int a, int b){
        if (a>b){
                return a;
        }
        else{
                return b;
        }
}
```

2.12 Le fichier « `main.c` »

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include "FaireUnePartie.h"
#include "Affichage.h"
#include "ObtenirCoupIA.h"
#include "ObtenirCoupHumain.h"

int main(int argc, char** argv){
        Couleur vainqueur=CL_blanc();
        int matchNul = 0;

        if(argc!=3){
                afficherAide();
        }
        else
        {
                if (argc==3 && (strcmp(argv[1],"standard")==0)){
                        if (strcmp(argv[2],"blanc")==0){
                                faireUnePartie(afficherPlateau,obtenirCoupHumain,
                                    obtenirCoupIA,&vainqueur,&matchNul,CL_blanc());
                        }
                        else{
                                if (strcmp(argv[2],"noir")==0){
                                        faireUnePartie(afficherPlateau,
                                            obtenirCoupHumain,obtenirCoupIA,&
                                            vainqueur,&matchNul,CL_noir());
                                }
                        }
                }
                else
```

```
                {
                        if (argc==3 && (strcmp(argv[1],"tournoi")==0)){
                                if (strcmp(argv[2],"blanc")==0){
                                        faireUnePartie(afficherTournoi,obtenirCoupIA,
                                            obtenirCoupIA,&vainqueur,&matchNul,
                                            CL_blanc());
                                }
                                else{
                                        if (strcmp(argv[2],"noir")==0){
                                             faireUnePartie(afficherTournoi,
                                                 obtenirCoupIA,obtenirCoupIA,&
                                                 vainqueur,&matchNul,CL_blanc());
                                        }
                                }
                        }
                }
        }

        return EXIT_SUCCESS;
}
```

Chapitre 3

Les fichiers de test

3.1 Le fichier « TestFaireUnePartie.c »

```
#include <stdlib.h>
#include <CUnit/Basic.h>
#define TRUE 1
#define FALSE 0
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Pion.h"
#include "TAD_Coup.h"
#include "TAD_Coups.h"
#include "TAD_Plateau.h"
#include "FaireUnePartie.h"
#include "FaireUnePartie.h"

int init_suite_success(void) {
  return 0;
}

int clean_suite_success(void) {
  return 0;
}

/* Tests relatifs à pionEstPresent */

void test_pionEstPresent(void) {
  int pionPresent;
  Plateau plateau;
  Direction dirTest = BAS;
  Pion pionJoueurCourant,pionATrouver,pionAdverse;
  Position posJoueurCourant,posATrouver,posAdverse;

  plateau=PL_creerPlateau();
  initialiserPlateau(&plateau);
  pionJoueurCourant=PI_creerPion(CL_blanc());
  pionAdverse=PI_creerPion(CL_noir());
  pionATrouver=PI_creerPion(CL_blanc());
  pionPresent = 0;

  POS_fixerPosition(0,1,&posJoueurCourant);
  PL_poserPion(&plateau, posJoueurCourant, pionJoueurCourant);
  POS_fixerPosition(1,1,&posAdverse);
  PL_poserPion(&plateau, posAdverse, pionAdverse);
  POS_fixerPosition(2,1,&posATrouver);
```

```
  PL_poserPion(&plateau, posATrouver, pionATrouver);

  pionEstPresent(pionJoueurCourant,dirTest,&posJoueurCourant,&plateau,&pionPresent);

  CU_ASSERT_TRUE(pionPresent==TRUE);
}

/* Tests relatifs à inverserPionsDir */

void test_inverserPionsDir(void) {
  int res;
  Plateau plateau;
  Position positionTeste,positionChangee,positionArret;
  Pion pionBlanc=PI_creerPion(CL_blanc());
  Direction dirTest = BAS;

  plateau=PL_creerPlateau();
  initialiserPlateau(&plateau);

  POS_fixerPosition(2,4,&positionTeste);
  PL_poserPion(&plateau, positionTeste, pionBlanc);

  POS_fixerPosition(3,4,&positionChangee);
  POS_fixerPosition(4,4,&positionArret);

  inverserPionsDir(&plateau,positionArret,DIR_positionSelonDirection(positionTeste,
      dirTest),dirTest);
  res = (CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(plateau,positionChangee)),
      CL_blanc())
        && CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(plateau,positionArret)),
            CL_blanc())
        && CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(plateau,positionTeste)),
            CL_blanc()));

  CU_ASSERT_TRUE(res==TRUE);
}

/* Tests relatifs à inverserPions */

void test_inverserPions(void){
  Position positionPion;
  Position positionTest1,positionTest2,positionJoue;
  int res;
  /* Initialisation situation */
  Pion pionNoir=PI_creerPion(CL_noir());
  Pion pionBlanc=PI_creerPion(CL_blanc());
  Plateau plateau=PL_creerPlateau();
  initialiserPlateau(&plateau);
  POS_fixerPosition(3,2,&positionPion);
  PL_poserPion(&plateau, positionPion, pionNoir);
  POS_fixerPosition(3,3,&positionPion);
  PL_poserPion(&plateau, positionPion, pionNoir);
  POS_fixerPosition(4,2,&positionPion);
  PL_poserPion(&plateau, positionPion, pionBlanc);
  POS_fixerPosition(4,3,&positionPion);
  PL_poserPion(&plateau, positionPion, pionBlanc);

  /* Test */
  POS_fixerPosition(2,2,&positionJoue);
  PL_poserPion(&plateau, positionJoue, pionBlanc);
  inverserPions(positionJoue,pionBlanc,&plateau);
```

```
  POS_fixerPosition(3,2,&positionTest1);
  POS_fixerPosition(3,3,&positionTest2);
  res = (CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(plateau,positionTest1)),
      CL_blanc()))
        && (CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(plateau,positionTest2)),
            CL_blanc()));

  CU_ASSERT_TRUE(res==TRUE);
}

/* Tests relatifs à pionEstPresent */

/* Tests relatifs à initialiserPlateau */

void test_initialiserPlateau(void){
  Plateau plateau;
  int res=TRUE;
  Position pos;
  unsigned int i,j,x,y;
  plateau=PL_creerPlateau();
  initialiserPlateau(&plateau);

  for(i=1;i<9;i++){
    for(j=1;j<9;j++){
      x=i-1;
      y=j-1;
      POS_fixerPosition(x,y,&pos);
      if ((x==3 && y==3) || (x==4 && y==4)){
        if (PL_estCaseVide(plateau,pos)){
          res=FALSE;
        }
        else if(!CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(plateau,pos)),
            CL_blanc())){
          res=FALSE;
        }
      }
      else if ((x==3 && y==4) || (x==4 && y==3)){
        if (PL_estCaseVide(plateau,pos)){
          res=FALSE;
        }
        else if(!CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(plateau,pos)),CL_noir
            ())){
          res=FALSE;
        }
      }
      else{
        if (!PL_estCaseVide(plateau,pos)){
          res=FALSE;
        }
      }
    }
  }
  CU_ASSERT_TRUE(res==TRUE);
}

/* Tests relatifs à plateauRempli */
void test_plateauRempliVrai(void){
  unsigned int i,j,x,y;
  Position position;
  Pion pion=PI_creerPion(CL_noir());
  Plateau plateau;
```

```
  plateau=PL_creerPlateau();
  for(i=1;i<9;i++){
    for(j=1;j<9;j++){
      x=i-1;
      y=j-1;
      POS_fixerPosition(x, y, &position);
      PL_poserPion(&plateau,position,pion);
    }
  }
  CU_ASSERT_TRUE(plateauRempli(plateau)==TRUE);
}

void test_plateauRempliFaux(void){
  Plateau plateau;
  plateau=PL_creerPlateau();
  initialiserPlateau(&plateau);

  CU_ASSERT_TRUE(plateauRempli(plateau)==FALSE);
}

/* Tests relatifs à nbPions */

void test_nbPionsPlateauRempli(void){
  unsigned int i,j;
  int nbPionsNoirs=0,nbPionsBlancs=0;
  Position position;
  Pion pion=PI_creerPion(CL_noir());
  Plateau plateau;
  PL_creerPlateau(&plateau);
  for(i=0;i<8;i++){
    for(j=0;j<8;j++){
      POS_fixerPosition(i, j, &position);
      PL_poserPion(&plateau,position,pion);
    }
  }
  nbPions(plateau,&nbPionsNoirs, &nbPionsBlancs);

  CU_ASSERT_TRUE((nbPionsBlancs==0) && (nbPionsNoirs==64));
}

void test_nbPionsPlateauInitial(void){
  Plateau plateau;
  int nbPionsNoirs=0,nbPionsBlancs=0;
  plateau=PL_creerPlateau();
  initialiserPlateau(&plateau);
  nbPions(plateau,&nbPionsNoirs,&nbPionsBlancs);

  CU_ASSERT_TRUE((nbPionsBlancs==2) && (nbPionsNoirs==2));
}

/* Tests relatifs à finPartie */

void test_finPartieJoueursBloques(void){
  Plateau plateau=PL_creerPlateau();
  int aPuJouerJoueur1 = FALSE, aPuJouerJoueur2 = FALSE;
  int nbPionsNoirs = 0, nbPionsBlancs = 0;
  int estFinie = FALSE;
  finPartie(plateau,aPuJouerJoueur1,aPuJouerJoueur2,&nbPionsNoirs,&nbPionsBlancs,&
      estFinie);

  CU_ASSERT_TRUE(estFinie==TRUE);
```

```
}

void test_finPartieUnSeulJoueurBloque(void){
  Plateau plateau=PL_creerPlateau();
  initialiserPlateau(&plateau);
  int aPuJouerJoueur1 = TRUE, aPuJouerJoueur2 = FALSE;
  int nbPionsNoirs = 4, nbPionsBlancs = 4;
  int estFinie = FALSE;
  finPartie(plateau,aPuJouerJoueur1,aPuJouerJoueur2,&nbPionsNoirs,&nbPionsBlancs,&
      estFinie);

  CU_ASSERT_TRUE(estFinie==FALSE);
}

void test_finPartiePlateauRempli(void){
  Plateau plateau=PL_creerPlateau();
  Pion pionBlanc=PI_creerPion(CL_blanc());
  Position pos;
  int aPuJouerJoueur1 = TRUE, aPuJouerJoueur2 = TRUE;
  int estFinie = FALSE;
  int nbPionsNoirs = 0, nbPionsBlancs = 0;
  unsigned int i,j;
  for(i=0;i<8;i++){
    for(j=0;j<8;j++){
      POS_fixerPosition(i,j,&pos);
      PL_poserPion(&plateau,pos,pionBlanc);
    }
  }
  finPartie(plateau,aPuJouerJoueur1,aPuJouerJoueur2,&nbPionsNoirs,&nbPionsBlancs,&
      estFinie);

  CU_ASSERT_TRUE(estFinie==TRUE);
}

/* Tests relatifs à jouerCoup */

void test_jouerCoup(void){
  Plateau plateau;
  Coup coup;
  Position position,positionPionRetourne;
  Pion pion;
  Couleur blanc=CL_blanc();
  plateau=PL_creerPlateau();
  initialiserPlateau(&plateau);
  pion=PI_creerPion(blanc);
  POS_fixerPosition(2,4,&position);
  POS_fixerPosition(3,4,&positionPionRetourne);
  coup=CP_creerCoup(position, pion);

  jouerCoup(coup,&plateau);

  CU_ASSERT_TRUE( !(PL_estCaseVide(plateau,position))
                  && PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateau,position),pion)
                  && CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PL_obtenirPion(plateau,
                      positionPionRetourne)),CL_blanc()));
}


int main(int argc, char** argv){
    CU_pSuite pSuite_initialiserPlateau;
    CU_pSuite pSuite_plateauRempli;
```

```
    CU_pSuite pSuite_nbPions;
    CU_pSuite pSuite_finPartie;
    CU_pSuite pSuite_jouerCoup;
    CU_pSuite pSuite_inverserPionsDir;
    CU_pSuite pSuite_inverserPions;
    CU_pSuite pSuite_pionEstPresent;

    /* initialisation du registre de tests */
    if (CUE_SUCCESS != CU_initialize_registry())
        return CU_get_error();

    /* ajout des suites de tests */
    pSuite_initialiserPlateau = CU_add_suite("Tests boite noire : initialiserPlateau"
        , init_suite_success, clean_suite_success);
    pSuite_plateauRempli = CU_add_suite("Tests boite noire : plateauRempli",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    pSuite_nbPions = CU_add_suite("Tests boite noire : nbPions", init_suite_success,
        clean_suite_success);
    pSuite_finPartie = CU_add_suite("Tests boite noire : finPartie",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    pSuite_jouerCoup = CU_add_suite("Tests boite noire : jouerCoup",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    pSuite_inverserPionsDir = CU_add_suite("Tests boite noire : inverserPionsDir",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    pSuite_inverserPions = CU_add_suite("Tests boite noire : inverserPions",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    pSuite_pionEstPresent = CU_add_suite("Tests boite noire : pionEstPresent",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    if ((NULL == pSuite_initialiserPlateau)
        || (NULL == pSuite_plateauRempli)
        || (NULL == pSuite_nbPions)
        || (NULL == pSuite_finPartie)
        || (NULL == pSuite_jouerCoup)
        || (NULL == pSuite_inverserPionsDir)
        || (NULL == pSuite_inverserPions)
        || (NULL ==  pSuite_pionEstPresent)
        ){
    CU_cleanup_registry();
    return CU_get_error();
    }

    /* Ajout des tests à la suite de tests boite noire */
    if ((NULL == CU_add_test(pSuite_initialiserPlateau, "Plateau de départ",
        test_initialiserPlateau))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_plateauRempli, "Plateau réellement rempli",
            test_plateauRempliVrai))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_plateauRempli, "Plateau non rempli",
            test_plateauRempliFaux))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_nbPions, "Plateau rempli de pions noirs",
            test_nbPionsPlateauRempli))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_nbPions, "Plateau initial",
            test_nbPionsPlateauInitial))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_finPartie, "Joueurs bloqués",
            test_finPartieJoueursBloques))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_finPartie, "Plateau rempli",
            test_finPartiePlateauRempli))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_finPartie, "Un seul joueur bloqué",
            test_finPartieUnSeulJoueurBloque))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_jouerCoup, "Jouer un coup", test_jouerCoup))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_inverserPionsDir, "Inverser pions vers le bas"
            ,test_inverserPionsDir))
```

```
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_inverserPions, "Inverser pions ",
            test_inverserPions))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_pionEstPresent, "pion trouvé ",
            test_pionEstPresent))
        /*|| (NULL == CU_add_test(pSuite_coupValide, "Coup valide, pos initiale dans
            un coin", test_coupValideCoin))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_coupValide, "Coup valide, pos initiale
            quelconque", test_coupValideQuelconque))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_listeCoupsPossibles, "Liste des coups
            possibles au début de jeu", test_listeCoupsPossibles))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_listeCoupsPossibles, "Liste de coups possibles
             vide", test_listeCoupsPossiblesPlateauVide))*/
        ){
        CU_cleanup_registry();
        return CU_get_error();
    }

    /* Lancement des tests */
    CU_basic_set_mode(CU_BRM_VERBOSE);
    CU_basic_run_tests();
    printf("\n");
    CU_basic_show_failures(CU_get_failure_list());
    printf("\n\n");

    /* Nettoyage du registre */
    CU_cleanup_registry();
    return CU_get_error();
}
```

3.2 Le fichier « TestListeCoupsPossibles.c »

```
#include <stdlib.h>
#include <CUnit/Basic.h>
#define TRUE 1
#define FALSE 0
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Pion.h"
#include "TAD_Coup.h"
#include "TAD_Coups.h"
#include "TAD_Plateau.h"
#include "ListeCoupsPossibles.h"
#include "ListeCoupsPossibles_Prive.h"
#include "FaireUnePartie.h"
#include "FaireUnePartie_Prive.h"
#include "ObtenirCoupIA.h"
#include "ObtenirCoupIA_Prive.h"

int init_suite_success(void) {
  return 0;
}

int clean_suite_success(void) {
  return 0;
}

/* Tests relatifs à copierPlateau */

void test_copierPlateauInterieur(void){
```

```
  Position positionInter1,positionInter2,positionInter3,positionInter4;
  Pion pionN=PI_creerPion(CL_noir());
  Pion pionB=PI_creerPion(CL_blanc());
  Plateau plateau1,plateau2;
  plateau1=PL_creerPlateau();
  plateau2=PL_creerPlateau();

  POS_fixerPosition(4,5,&positionInter1);
  POS_fixerPosition(4,4,&positionInter2);
  POS_fixerPosition(2,3,&positionInter3);
  POS_fixerPosition(5,6,&positionInter4);

  PL_poserPion(&plateau1,positionInter1,pionN);
  PL_poserPion(&plateau1,positionInter2,pionB);
  PL_poserPion(&plateau1,positionInter3,pionN);
  PL_poserPion(&plateau1,positionInter4,pionB);

  copierPlateau(plateau1,&plateau2);

  CU_ASSERT_TRUE(PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateau2,positionInter1),pionN)
                 && PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateau2,positionInter3),pionN)
                 && PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateau2,positionInter2),pionB)
                 && PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateau2,positionInter4),pionB)
                 && !PL_estCaseVide(plateau2,positionInter1)
                 && !PL_estCaseVide(plateau2,positionInter2)
                 && !PL_estCaseVide(plateau2,positionInter3)
                 && !PL_estCaseVide(plateau2,positionInter4));
}

void test_copierPlateauBords(void){
  Position positionBord1,positionBord2,positionBord3,positionBord4;
  Pion pionN=PI_creerPion(CL_noir());
  Pion pionB=PI_creerPion(CL_blanc());
  Plateau plateau1,plateau2;
  plateau1=PL_creerPlateau();
  plateau2=PL_creerPlateau();

  POS_fixerPosition(0,5,&positionBord1);
  POS_fixerPosition(4,0,&positionBord2);
  POS_fixerPosition(7,4,&positionBord3);
  POS_fixerPosition(5,7,&positionBord4);

  PL_poserPion(&plateau1,positionBord1,pionN);
  PL_poserPion(&plateau1,positionBord2,pionB);
  PL_poserPion(&plateau1,positionBord3,pionN);
  PL_poserPion(&plateau1,positionBord4,pionB);

  copierPlateau(plateau1,&plateau2);

  CU_ASSERT_TRUE(PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateau2,positionBord1),pionN)
                 && PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateau2,positionBord3),pionN)
                 && PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateau2,positionBord2),pionB)
                 && PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateau2,positionBord4),pionB)
                 && !PL_estCaseVide(plateau2,positionBord1)
                 && !PL_estCaseVide(plateau2,positionBord2)
                 && !PL_estCaseVide(plateau2,positionBord3)
                 && !PL_estCaseVide(plateau2,positionBord4));
}

void test_copierPlateauCoins(void){
  Position positionCoin1,positionCoin2,positionCoin3,positionCoin4;
```

```
  Pion pionN=PI_creerPion(CL_noir());
  Pion pionB=PI_creerPion(CL_blanc());
  Plateau plateau1,plateau2;
  plateau1=PL_creerPlateau();
  plateau2=PL_creerPlateau();

  POS_fixerPosition(0,0,&positionCoin1);
  POS_fixerPosition(0,7,&positionCoin2);
  POS_fixerPosition(7,0,&positionCoin3);
  POS_fixerPosition(7,7,&positionCoin4);

  PL_poserPion(&plateau1,positionCoin1,pionN);
  PL_poserPion(&plateau1,positionCoin2,pionB);
  PL_poserPion(&plateau1,positionCoin3,pionN);
  PL_poserPion(&plateau1,positionCoin4,pionB);

  copierPlateau(plateau1,&plateau2);

  CU_ASSERT_TRUE(PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateau2,positionCoin1),pionN)
                 && PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateau2,positionCoin3),pionN)
                 && PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateau2,positionCoin2),pionB)
                 && PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateau2,positionCoin4),pionB)
                 && !PL_estCaseVide(plateau2,positionCoin1)
                 && !PL_estCaseVide(plateau2,positionCoin2)
                 && !PL_estCaseVide(plateau2,positionCoin3)
                 && !PL_estCaseVide(plateau2,positionCoin4));
}

/* Tests relatifs à coupValide */

void test_coupValideEntoureCasesVides(void){
  Plateau plateau;
  Coup coup;
  Position positionTest;
  Pion pionTest=PI_creerPion(CL_noir());

  plateau=PL_creerPlateau();
  POS_fixerPosition(4,5,&positionTest);
  PL_poserPion(&plateau,positionTest,pionTest);
  coup=CP_creerCoup(positionTest,pionTest);
  CU_ASSERT_TRUE(!coupValide(plateau, coup));
}

void test_coupValideEntoureCasesMemeCouleur(void){
  Plateau plateau;
  Coup coup;
  Position positionTest,positionAutour1,positionAutour2,positionAutour3,
      positionAutour4,positionAutour5,positionAutour6,positionAutour7,positionAutour8
      ;
  Pion pionTest=PI_creerPion(CL_blanc()), pionAutour1=PI_creerPion(CL_blanc()),
        pionAutour2=PI_creerPion(CL_blanc()), pionAutour3=PI_creerPion(CL_blanc()),
        pionAutour4=PI_creerPion(CL_blanc()), pionAutour5=PI_creerPion(CL_blanc()),
        pionAutour6=PI_creerPion(CL_blanc()), pionAutour7=PI_creerPion(CL_blanc()),
            pionAutour8=PI_creerPion(CL_blanc());

  plateau=PL_creerPlateau();
  POS_fixerPosition(4,5,&positionTest);
  POS_fixerPosition(3,4,&positionAutour1);
  POS_fixerPosition(4,4,&positionAutour2);
  POS_fixerPosition(5,4,&positionAutour3);
  POS_fixerPosition(3,5,&positionAutour4);
```

```
  POS_fixerPosition(5,5,&positionAutour5);
  POS_fixerPosition(3,6,&positionAutour6);
  POS_fixerPosition(4,6,&positionAutour7);
  POS_fixerPosition(5,6,&positionAutour8);

  PL_poserPion(&plateau,positionTest,pionTest);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour1,pionAutour1);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour2,pionAutour2);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour3,pionAutour3);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour4,pionAutour4);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour5,pionAutour5);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour6,pionAutour6);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour7,pionAutour7);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour8,pionAutour8);

  coup=CP_creerCoup(positionTest,pionTest);
  CU_ASSERT_TRUE(!coupValide(plateau, coup));
}

void test_coupValideQueCasesAutreCouleurPuisVide(void){
  Plateau plateau;
  Coup coup;
  Position positionTest,positionAutour1,positionAutour2,positionAutour3,
      positionAutour4,positionAutour5,positionAutour6,positionAutour7,positionAutour8
      ;
  Pion pionTest=PI_creerPion(CL_noir()), pionAutour1=PI_creerPion(CL_blanc()),
      pionAutour2=PI_creerPion(CL_blanc()),
        pionAutour3=PI_creerPion(CL_blanc()), pionAutour4=PI_creerPion(CL_blanc()),
            pionAutour5=PI_creerPion(CL_blanc()),
        pionAutour6=PI_creerPion(CL_blanc()), pionAutour7=PI_creerPion(CL_blanc()),
            pionAutour8=PI_creerPion(CL_blanc());

  plateau=PL_creerPlateau();
  POS_fixerPosition(4,5,&positionTest);
  POS_fixerPosition(3,4,&positionAutour1);
  POS_fixerPosition(4,4,&positionAutour2);
  POS_fixerPosition(5,4,&positionAutour3);
  POS_fixerPosition(3,5,&positionAutour4);
  POS_fixerPosition(5,5,&positionAutour5);
  POS_fixerPosition(3,6,&positionAutour6);
  POS_fixerPosition(4,6,&positionAutour7);
  POS_fixerPosition(5,6,&positionAutour8);

  PL_poserPion(&plateau,positionTest,pionTest);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour1,pionAutour1);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour2,pionAutour2);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour3,pionAutour3);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour4,pionAutour4);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour5,pionAutour5);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour6,pionAutour6);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour7,pionAutour7);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutour8,pionAutour8);

  coup=CP_creerCoup(positionTest,pionTest);
  CU_ASSERT_TRUE(!coupValide(plateau, coup));
}

void test_coupValideCoin(void){
  Plateau plateau;
  Coup coup;
```

```
  Position positionTest,positionAutreCouleur1,positionAutreCouleur2,
      positionMemeCouleur;
  Pion pionTest=PI_creerPion(CL_noir()), pionAutreCouleur1=PI_creerPion(CL_blanc()),
      pionAutreCouleur2=PI_creerPion(CL_blanc()),
        pionMemeCouleur=PI_creerPion(CL_noir());

  plateau=PL_creerPlateau();
  POS_fixerPosition(0,0,&positionTest);
  POS_fixerPosition(1,0,&positionAutreCouleur1);
  POS_fixerPosition(2,0,&positionAutreCouleur2);
  POS_fixerPosition(3,0,&positionMemeCouleur);

  PL_poserPion(&plateau,positionAutreCouleur1,pionAutreCouleur1);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutreCouleur2,pionAutreCouleur2);
  PL_poserPion(&plateau,positionMemeCouleur,pionMemeCouleur);

  coup=CP_creerCoup(positionTest,pionTest);
  CU_ASSERT_TRUE(coupValide(plateau, coup));
}

void test_coupValideQuelconque(void){
  Plateau plateau;
  Coup coup;
  Position positionTest,positionAutreCouleur1,positionAutreCouleur2,
      positionMemeCouleur;
  Pion pionTest=PI_creerPion(CL_noir()), pionAutreCouleur1=PI_creerPion(CL_blanc()),
      pionAutreCouleur2=PI_creerPion(CL_blanc()),
        pionMemeCouleur=PI_creerPion(CL_noir());

  plateau=PL_creerPlateau();
  POS_fixerPosition(4,3,&positionTest);
  POS_fixerPosition(4,4,&positionAutreCouleur1);
  POS_fixerPosition(4,5,&positionAutreCouleur2);
  POS_fixerPosition(4,6,&positionMemeCouleur);

  PL_poserPion(&plateau,positionAutreCouleur1,pionAutreCouleur1);
  PL_poserPion(&plateau,positionAutreCouleur2,pionAutreCouleur2);
  PL_poserPion(&plateau,positionMemeCouleur,pionMemeCouleur);

  coup=CP_creerCoup(positionTest,pionTest);
  CU_ASSERT_TRUE(coupValide(plateau, coup));
}

/* Tests relatifs à listeCoupsPossibles */

void test_listeCoupsPossibles(void){
  Plateau plateau;
  Coup coup1,coup2,coup3,coup4;
  Coups listeCoups;
  Couleur couleurJoueur=CL_blanc();
  Position position1,position2,position3,position4,positionCoup1,positionCoup2,
      positionCoup3,positionCoup4;
  Pion pion1=PI_creerPion(CL_blanc()), pion2=PI_creerPion(CL_noir()), pion3=
      PI_creerPion(CL_noir()), pion4=PI_creerPion(CL_blanc()); /* Configuration
      initiale du plateau */
  Pion pionCoup1=PI_creerPion(CL_blanc()), pionCoup2=PI_creerPion(CL_blanc()),
      pionCoup3=PI_creerPion(CL_blanc()), pionCoup4=PI_creerPion(CL_blanc());

  plateau=PL_creerPlateau();
  CPS_creerCoups(&listeCoups);
```

```
  POS_fixerPosition(3,3,&position1);
  POS_fixerPosition(3,4,&position2);
  POS_fixerPosition(4,3,&position3);
  POS_fixerPosition(4,4,&position4);
  POS_fixerPosition(2,4,&positionCoup1);
  POS_fixerPosition(3,5,&positionCoup2);
  POS_fixerPosition(4,2,&positionCoup3);
  POS_fixerPosition(5,3,&positionCoup4);

  PL_poserPion(&plateau,position1,pion1);
  PL_poserPion(&plateau,position2,pion2);
  PL_poserPion(&plateau,position3,pion3);
  PL_poserPion(&plateau,position4,pion4);

  coup1=CP_creerCoup(positionCoup1,pionCoup1);
  coup2=CP_creerCoup(positionCoup2,pionCoup2);
  coup3=CP_creerCoup(positionCoup3,pionCoup3);
  coup4=CP_creerCoup(positionCoup4,pionCoup4);

  listeCoups=listeCoupsPossibles(plateau,couleurJoueur);

  CU_ASSERT_TRUE(CP_sontEgaux(CPS_iemeCoup(listeCoups, 0),coup1)
                && CP_sontEgaux(CPS_iemeCoup(listeCoups, 1),coup2)
                && CP_sontEgaux(CPS_iemeCoup(listeCoups, 2),coup3)
                && CP_sontEgaux(CPS_iemeCoup(listeCoups, 3),coup4));
}

void test_listeCoupsPossiblesPlateauVide(void){
  Plateau plateau;
  Coups listeCoups;
  Couleur couleurJoueur=CL_blanc();

  plateau=PL_creerPlateau();
  CPS_creerCoups(&listeCoups);

  listeCoups=listeCoupsPossibles(plateau,couleurJoueur);
  CU_ASSERT_TRUE(CPS_nbCoups(listeCoups)==0);
}



/* Tests relatifs à ObtenirCoupIA */

void test_ObtenirCoupIA(void)
{
    Plateau plateau=PL_creerPlateau();
    Couleur couleurJoueur=CL_noir();
    Coup Meilleurcoup,meilleurCoupIA;
    Position positionPionBlanc,positionMeilleurcoup;
    Pion pionBlanc=PI_creerPion(CL_blanc()),pionMeilleurcoup=PI_creerPion(CL_noir());

    initialiserPlateau(&plateau);
    POS_fixerPosition(2,4,&positionPionBlanc);
    PL_poserPion(&plateau, positionPionBlanc, pionBlanc);
    POS_fixerPosition(2,3,&positionMeilleurcoup);

    Meilleurcoup=CP_creerCoup(positionMeilleurcoup,pionMeilleurcoup);

    meilleurCoupIA=obtenirCoupIA(plateau,couleurJoueur);
```

```
    CU_ASSERT_TRUE(CP_sontEgaux(Meilleurcoup,meilleurCoupIA));
}
/* Tests relatifs à scoreDUnCoup */

void test_scoreDUnCoup(void)
{
    Plateau plateau=PL_creerPlateau();
    Couleur couleurJoueur=CL_noir();
    unsigned int profondeurMinMax=profondeur();
    Coup coup1, Meilleurcoup;
    int scoreCourant, meilleurScore;
    Position positionPionBlanc,positionCoup1,positionMeilleurcoup;
    Pion pionCoup1=PI_creerPion(CL_noir()), pionMeilleurcoup=PI_creerPion(CL_noir()),
         pionBlanc=PI_creerPion(CL_blanc());
    int** grilleScore=initialiserGrilleScore();

    /* Configuration initiale du plateau */

    initialiserPlateau(&plateau);
    POS_fixerPosition(2,4,&positionPionBlanc);
    PL_poserPion(&plateau, positionPionBlanc, pionBlanc);
    POS_fixerPosition(1,4,&positionCoup1);
    POS_fixerPosition(3,2,&positionMeilleurcoup);

    coup1=CP_creerCoup(positionCoup1,pionCoup1);
    Meilleurcoup=CP_creerCoup(positionMeilleurcoup,pionMeilleurcoup);

    meilleurScore = scoreDUnCoup(plateau,Meilleurcoup,couleurJoueur,couleurJoueur,
        profondeurMinMax,grilleScore);
    scoreCourant = scoreDUnCoup(plateau,coup1,couleurJoueur,couleurJoueur,
        profondeurMinMax,grilleScore);


    CU_ASSERT_TRUE    ((coupValide(plateau, coup1))
                       && (coupValide(plateau, Meilleurcoup))
                       && (meilleurScore>scoreCourant));
}


/* Tests relatifs à evaluerPlateau */

void test_evaluerNbCoupsPossiblesAdversaire(void){
    Plateau plateau=PL_creerPlateau();
    Couleur couleurJoueur=CL_blanc(), couleurAdversaire;
    int NbCoupsAdversaire,resultat;
    Position position1,position2,position3,position4;
    Pion pion1=PI_creerPion(CL_blanc()), pion2=PI_creerPion(CL_noir()), pion3=
        PI_creerPion(CL_noir()), pion4=PI_creerPion(CL_blanc());

    POS_fixerPosition(3,3,&position1);
    POS_fixerPosition(3,4,&position2);
    POS_fixerPosition(4,3,&position3);
    POS_fixerPosition(4,4,&position4);

    PL_poserPion(&plateau,position1,pion1);
    PL_poserPion(&plateau,position2,pion2);
    PL_poserPion(&plateau,position3,pion3);
    PL_poserPion(&plateau,position4,pion4);

    couleurAdversaire=CL_changerCouleur(couleurJoueur);
    NbCoupsAdversaire=4;
```

```
    resultat=(60-10*NbCoupsAdversaire);

    CU_ASSERT_TRUE(evaluerNbCoupsPossiblesAdversaire(plateau,couleurAdversaire) ==
        resultat);

}

void test_evaluerNbPionsCouleur(void){
    Plateau plateau=PL_creerPlateau();
    Couleur couleurJoueur=CL_blanc();
    int nbPionsNoirs,nbPionsBlancs;
    Position position1,position2,position3,position4,positionCoup1,positionCoup2;
    Pion pion1=PI_creerPion(CL_blanc()), pion2=PI_creerPion(CL_noir()), pion3=
        PI_creerPion(CL_noir()),
           pion4=PI_creerPion(CL_blanc()),pionCoup1=PI_creerPion(CL_blanc()),pionCoup2
               =PI_creerPion(CL_blanc());

    POS_fixerPosition(3,3,&position1);
    POS_fixerPosition(3,4,&position2);
    POS_fixerPosition(4,3,&position3);
    POS_fixerPosition(4,4,&position4);
    POS_fixerPosition(3,2,&positionCoup1);
    POS_fixerPosition(4,2,&positionCoup2);

    PL_poserPion(&plateau,position1,pion1);
    PL_poserPion(&plateau,position2,pion2);
    PL_poserPion(&plateau,position3,pion3);
    PL_poserPion(&plateau,position4,pion4);
    PL_poserPion(&plateau,positionCoup1,pionCoup1);
    PL_poserPion(&plateau,positionCoup2,pionCoup2);

    nbPions(plateau,&nbPionsNoirs,&nbPionsBlancs);

    CU_ASSERT_TRUE (evaluerNbPionsCouleur(plateau,couleurJoueur)==2);
}


void test_evaluerPositionsPionsPlateau(void){
    int** grilleScore=initialiserGrilleScore();
    Plateau plateau=PL_creerPlateau();
    Couleur couleurJoueur=CL_blanc();
    Position position1,position2,position3,position4,positionCoup1,positionCoup2;
    Pion pion1=PI_creerPion(CL_blanc()), pion2=PI_creerPion(CL_noir()), pion3=
        PI_creerPion(CL_noir()),
           pion4=PI_creerPion(CL_blanc()),pionCoup1=PI_creerPion(CL_blanc()),pionCoup2
               =PI_creerPion(CL_blanc());
    int resJoueurTEST,resAdversaireTEST;

    resJoueurTEST=0;
    resAdversaireTEST=0;

    POS_fixerPosition(3,3,&position1);
    POS_fixerPosition(3,4,&position2);
    POS_fixerPosition(4,3,&position3);
    POS_fixerPosition(4,4,&position4);
    POS_fixerPosition(3,2,&positionCoup1);
    POS_fixerPosition(4,2,&positionCoup2);

    PL_poserPion(&plateau,position1,pion1);
    PL_poserPion(&plateau,position2,pion2);
    PL_poserPion(&plateau,position3,pion3);
```

```
    PL_poserPion(&plateau,position4,pion4);
    PL_poserPion(&plateau,positionCoup1,pionCoup1);
    PL_poserPion(&plateau,positionCoup2,pionCoup2);

    resJoueurTEST=grilleScore[3][3]+grilleScore[4][4]+grilleScore[3][2]+grilleScore
        [4][2];
    resAdversaireTEST=grilleScore[3][4]+grilleScore[4][3];

    CU_ASSERT_TRUE ( evaluerPositionsPionsPlateau(plateau,couleurJoueur,grilleScore)
        ==(resJoueurTEST-resAdversaireTEST));

}



int main(int argc, char** argv){
    CU_pSuite pSuite_copierPlateau;
    CU_pSuite pSuite_coupValide;
    CU_pSuite pSuite_listeCoupsPossibles;
    CU_pSuite pSuite_ObtenirCoupIA;
    CU_pSuite pSuite_scoreDUnCoup;
    CU_pSuite pSuite_evaluerPlateau;


    /* initialisation du registre de tests */
    if (CUE_SUCCESS != CU_initialize_registry())
        return CU_get_error();

    /* ajout des suites de tests */
    pSuite_copierPlateau = CU_add_suite("Tests boite noire : copierPlateau",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    pSuite_coupValide = CU_add_suite("Tests boite noire : coupValide",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    pSuite_listeCoupsPossibles = CU_add_suite("Tests boite noire :
        listeCoupsPossibles", init_suite_success, clean_suite_success);
    pSuite_scoreDUnCoup = CU_add_suite("Tests boite noire : scoreDUnCoup",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    pSuite_ObtenirCoupIA = CU_add_suite("Tests boite noire : ObtenirCoupIA",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    pSuite_evaluerPlateau = CU_add_suite("Tests boite noire : evaluerPlateau",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    if ((NULL == pSuite_copierPlateau)
        || (NULL == pSuite_coupValide)
        || (NULL == pSuite_listeCoupsPossibles)
        || (NULL == pSuite_scoreDUnCoup)
        || (NULL == pSuite_ObtenirCoupIA)
        || (NULL == pSuite_evaluerPlateau)
        ){
        CU_cleanup_registry();
        return CU_get_error();
    }

    /* Ajout des tests à la suite de tests boite noire */
    if ((NULL == CU_add_test(pSuite_copierPlateau, "Pions à l'intérieur",
        test_copierPlateauInterieur))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_copierPlateau, "Pions sur les bords",
            test_copierPlateauBords))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_copierPlateau, "Pions dans les coins",
            test_copierPlateauCoins))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_coupValide, "Pion entouré de cases vides",
            test_coupValideEntoureCasesVides))
```

```
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_coupValide, "Pion entouré de cases de même
            couleur", test_coupValideEntoureCasesMemeCouleur))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_coupValide, "Pion entouré de cases de l'autre
            couleur mais vides après", test_coupValideQueCasesAutreCouleurPuisVide))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_coupValide, "Coup valide, pos initiale dans un
             coin", test_coupValideCoin))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_coupValide, "Coup valide, pos initiale
            quelconque", test_coupValideQuelconque))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_listeCoupsPossibles, "Liste des coups
            possibles au début de jeu", test_listeCoupsPossibles))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_listeCoupsPossibles, "Liste de coups possibles
             vide", test_listeCoupsPossiblesPlateauVide))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_scoreDUnCoup, "calcul le bon score du coup",
            test_scoreDUnCoup))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_ObtenirCoupIA, "Renvoie le bon coup",
            test_ObtenirCoupIA))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_evaluerPlateau, "evaluer le nombre de coups
            possibles de l'adversaire", test_evaluerNbCoupsPossiblesAdversaire))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_evaluerPlateau, "evaluer le nombre de pions de
             la meme couleur", test_evaluerNbPionsCouleur))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_evaluerPlateau, "evaluer la position des pions
             sur le plateau", test_evaluerPositionsPionsPlateau))
        ){
        CU_cleanup_registry();
        return CU_get_error();
    }

    /* Lancement des tests */
    CU_basic_set_mode(CU_BRM_VERBOSE);
    CU_basic_run_tests();
    printf("\n");
    CU_basic_show_failures(CU_get_failure_list());
    printf("\n\n");

    /* Nettoyage du registre */
    CU_cleanup_registry();
    return CU_get_error();
}
```

3.3 Le fichier « TestTADs.c »

```
#include <stdlib.h>
#include <CUnit/Basic.h>
#define TRUE 1
#define FALSE 0
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Pion.h"
#include "TAD_Coup.h"
#include "TAD_Coups.h"
#include "TAD_Plateau.h"


int init_suite_success(void) {
  return 0;
}

int clean_suite_success(void) {
  return 0;
```

```
}


//////////* On vérifie les axiomes des TADs *//////////

/* Tests relatifs au TAD Couleur */
void test_changerCouleur(void){
    CU_ASSERT_TRUE((CL_sontEgales(CL_changerCouleur(CL_noir()),CL_blanc()))
                && (CL_sontEgales(CL_changerCouleur(CL_blanc()),CL_noir())));
}


/* Tests relatifs au TAD Position */
void test_obtenirLigne(void){
    Position positionTest;
    unsigned int l,c;
    l = 3;
    c = 5;
    POS_fixerPosition(l,c,&positionTest);
    // la position (l,c) respectera les dimensions d'un plateau d'Othello
    CU_ASSERT_TRUE((POS_obtenirLigne(positionTest)==l));
}

void test_obtenirColonne(void){
    Position positionTest;
    unsigned int l,c;
    l = 3;
    c = 5;
    POS_fixerPosition(l,c,&positionTest);
    // la position (l,c) respectera les dimensions d'un plateau d'Othello
    CU_ASSERT_TRUE(POS_obtenirColonne(positionTest)==c);
}


/* Tests relatifs au TAD Pion */
void test_obtenirCouleur(void){
    CU_ASSERT_TRUE((CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PI_creerPion(CL_blanc())),
        CL_blanc()))
                && (CL_sontEgales(PI_obtenirCouleur(PI_creerPion(CL_noir())),CL_noir
                    ())));
}

void test_retournerPion(void){  // Axiome 2 reformulé
    Couleur couleurAvant, couleurApres;
    Pion pionTest = PI_creerPion(CL_blanc());
    couleurAvant = PI_obtenirCouleur(pionTest);
    PI_retournerPion(&pionTest);
    couleurApres = PI_obtenirCouleur(pionTest);
    CU_ASSERT_TRUE(!CL_sontEgales(couleurAvant,couleurApres));
}


/* Tests relatifs au TAD Coup */
void test_obtenirPositionCoup(void){
    Position positionTest;
    POS_fixerPosition(3,5,&positionTest);
    Pion pionTest = PI_creerPion(CL_blanc());
    CU_ASSERT_TRUE(POS_sontEgales(CP_obtenirPositionCoup(CP_creerCoup(positionTest,
        pionTest)),positionTest));
}
```

```
void test_obtenirPionCoup(void){
    Position positionTest;
    Pion pionTest;
    pionTest = PI_creerPion(CL_blanc());
    CU_ASSERT_TRUE(PI_sontEgaux(CP_obtenirPionCoup(CP_creerCoup(positionTest,pionTest
        )),pionTest));
}
 //

/* Tests relatifs au TAD Coups */
void test_iemeCoup(void){
    Position positionTest;
    Coup cp;
    Coups coupsTest;
    POS_fixerPosition(0,0,&positionTest);
    cp = CP_creerCoup(positionTest,PI_creerPion(CL_blanc()));
    CPS_creerCoups(&coupsTest);
    CPS_ajouterCoups(&coupsTest,cp);
    CU_ASSERT_TRUE(CP_sontEgaux(CPS_iemeCoup(coupsTest,CPS_nbCoups(coupsTest)-1),cp))
        ;
}

void test_nbCoups(void){    // les 2 derniers axiomes du TAD Coups
    Coup coupTest;
    Coups coupsVide, coupsAjout;
    CPS_creerCoups(&coupsVide);
    CPS_creerCoups(&coupsAjout);
    CPS_ajouterCoups(&coupsAjout,coupTest);
    CU_ASSERT_TRUE((CPS_nbCoups(coupsVide)==0)
                && (CPS_nbCoups(coupsAjout)==1));
}


/* Tests relatifs au TAD Plateau */
void test_estCaseVide(void){
    Plateau plateauTest;
    Position positionCaseVide, positionCaseAVider, positionCaseNonVide;
    plateauTest=PL_creerPlateau();
    Pion pionTest=PI_creerPion(CL_blanc());
    POS_fixerPosition(0,0,&positionCaseVide);
    POS_fixerPosition(0,1,&positionCaseAVider);
    POS_fixerPosition(1,0,&positionCaseNonVide);
    PL_poserPion(&plateauTest,positionCaseAVider,pionTest);
    PL_viderCase(&plateauTest,positionCaseAVider);
    PL_poserPion(&plateauTest,positionCaseNonVide,pionTest);
    CU_ASSERT_TRUE( (PL_estCaseVide(plateauTest,positionCaseVide))    // Axiome 1
                && (PL_estCaseVide(plateauTest,positionCaseAVider)) // Axiome 2
                && !(PL_estCaseVide(plateauTest,positionCaseNonVide))); // Axiome 3
}

void test_obtenirPion(void){
    Plateau plateauTest;
    Pion pionTest;
    Position positionTest;
    POS_fixerPosition(0,0,&positionTest);
    pionTest = PI_creerPion(CL_noir());
    PL_poserPion(&plateauTest,positionTest,pionTest);
    CU_ASSERT_TRUE(PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateauTest,positionTest),pionTest));
}

void test_inverserPion(void){
```

```
    Plateau plateauTest;
    Pion pionTest;
    Position positionTest;
    POS_fixerPosition(0,0,&positionTest);
    pionTest = PI_creerPion(CL_blanc());
    PL_poserPion(&plateauTest,positionTest,pionTest);
    PL_inverserPion(&plateauTest,positionTest);
    PI_retournerPion(&pionTest);
    CU_ASSERT_TRUE(PI_sontEgaux(PL_obtenirPion(plateauTest,positionTest),pionTest));
}



int main(int argc, char** argv){
    CU_pSuite pSuite_Couleur;
    CU_pSuite pSuite_Position;
    CU_pSuite pSuite_Pion;
    CU_pSuite pSuite_Coup;
    CU_pSuite pSuite_Coups;
    CU_pSuite pSuite_Plateau;

    /* initialisation du registre de tests */
    if (CUE_SUCCESS != CU_initialize_registry())
        return CU_get_error();

    /* ajout des suites de tests */
    pSuite_Couleur = CU_add_suite("Tests boite noire : TAD Couleur",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    pSuite_Position = CU_add_suite("Tests boite noire : TAD pSuite_Position",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    pSuite_Pion = CU_add_suite("Tests boite noire : TAD Pion", init_suite_success,
        clean_suite_success);
    pSuite_Coup = CU_add_suite("Tests boite noire : TAD Coup", init_suite_success,
        clean_suite_success);
    pSuite_Coups = CU_add_suite("Tests boite noire : TAD Coups", init_suite_success,
        clean_suite_success);
    pSuite_Plateau = CU_add_suite("Tests boite noire : TAD Plateau",
        init_suite_success, clean_suite_success);
    if ((NULL == pSuite_Couleur)
        || (NULL == pSuite_Position)
        || (NULL == pSuite_Coup)
        || (NULL == pSuite_Coups)
        || (NULL == pSuite_Pion)
        || (NULL == pSuite_Plateau)
        ){
    CU_cleanup_registry();
    return CU_get_error();
    }

    /* Ajout des tests à la suite de tests boite noire */
    if ((NULL == CU_add_test(pSuite_Couleur, "CL_changerCouleur", test_changerCouleur
        ))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_Position, "POS_obtenirLigne",
            test_obtenirLigne))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_Position, "POS_obtenirColonne",
            test_obtenirColonne))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_Pion, "PI_obtenirCouleur", test_obtenirCouleur
            ))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_Pion, "PI_retournerPion", test_retournerPion))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_Coup, "CP_obtenirPositionCoup",
            test_obtenirPositionCoup))
```

```
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_Coup, "CP_obtenirPionCoup",
            test_obtenirPionCoup))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_Coups, "CPS_iemeCoup", test_iemeCoup))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_Coups, "CPS_nbCoups", test_nbCoups))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_Plateau, "PL_estCaseVide", test_estCaseVide))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_Plateau, "PL_obtenirPion", test_obtenirPion))
        || (NULL == CU_add_test(pSuite_Plateau, "PL_inverserPion", test_inverserPion)
            )
        ){
        CU_cleanup_registry();
        return CU_get_error();
    }

    /* Lancement des tests */
    CU_basic_set_mode(CU_BRM_VERBOSE);
    CU_basic_run_tests();
    printf("\n");
    CU_basic_show_failures(CU_get_failure_list());
    printf("\n\n");

    /* Nettoyage du registre */
    CU_cleanup_registry();
    return CU_get_error();
}
```

Cinquième partie

Répartition du travail

Chapitre 1

Analyse descendante

Responsables / Sous-programme	Claire	Riadh	Sandratra	Gautier	Romain
`faireUnePartie`					
`initialiserPlateau`					
`jouer`					
`finPartie`					
`plateauRempli`					
`nbPions`					
`jouerCoup`					
`inverserPions`					
`inverserPionsDir`					
`pionEstPresent`					
`pionEstPresentRecursif`					
`obtenirCoupIA`					
`profondeur`					
`listeCoupsPossibles`					
`coupValide`					
`copierPlateau`					
`minMax`					
`scoreDUnCoup`					
`score`					
`evaluerPlateau`					

Table 1.1 – Répartition des tâches dans la phase d'analyse descendante

Chapitre 2

Conception préliminaire

Responsables / Sous-programme	Claire	Riadh	Sandratra	Gautier	Romain
`faireUnePartie`					
`initialiserPlateau`					
`jouer`					
`finPartie`					
`plateauRempli`					
`nbPions`					
`jouerCoup`					
`inverserPions`					
`inverserPionsDir`					
`pionEstPresent`					
`pionEstPresentRecursif`					
`obtenirCoupIA`					
`profondeur`					
`listeCoupsPossibles`					
`coupValide`					
`copierPlateau`					
`minMax`					
`scoreDUnCoup`					
`score`					
`evaluerPlateau`					
Type `afficherPlateau`					
Type `getCoup`					

TABLE 2.1 – Répartition des tâches dans la phase de conception préliminaire

Chapitre 3

Conception détaillée

		Gautier	Riadh	Romain	Claire	Sandratra
TAD	TAD « `Couleur` »					
	TAD « `Pion` »					
	TAD « `Position` »					
	TAD « `Plateau` »					
	TAD « `Coup` »					
	TAD « `Coups` »					
faireUnePartie	« `faireUnePartie` »					
	« `jouer` »					
	« `jouerCoup` »					
	« `inverserPions` »					
	« `inverserPionsDir` »					
	« `pionEstPresent` »					
	« `pionEstPresentRecursif` »					
obtenirCoupIA	« `obtenirCoupIA` »					
	« `scoreDUnCoup` »					
	« `coupValide` »					
	« `minMax` »					
	« `evaluerPlateau` »					
	« `evaluerNbCoupsPossiblesAdversaire` »					
	« `evaluerNbPionsCouleur` »					
	« `evaluerPositionsPionsPlateau` »					

TABLE 3.1 – Répartition des tâches dans la phase de conception détaillée

Chapitre 4

Développement

	Fonction en C	Test unitaire associé
`afficher`	Gautier	
TAD `Couleur, Coups, Coup`	Gautier	Romain
TAD `Pion, Position, Plateau`	Claire	Romain
`faireUnePartie`	Riadh	
`initialiserPlateau`	Riadh, Gautier	Claire
`jouer`	Riadh	
`finPartie`	Riadh	Gautier
`plateauRempli`	Gautier	Claire
`nbPions`	Riadh, Gautier	Claire, Gautier
`jouerCoup`	Riadh	Claire
`inverserPion`	Riadh, Romain	Sandratra
`inverserPionDir`	Riadh, Romain	Sandratra
`pionEstPresent`	Riadh, Romain	Sandratra
`pionEstPresentRecursif`	Riadh, Romain	
`obtenirCoupHumain`	Claire	Sandratra
`obtenirCoupIA`	Romain	Riadh
`profondeur`	Romain	
`listeCoupsPossibles`	Sandratra	Claire
`coupValide`	Sandratra	Claire
`copierPlateau`	Gautier	Claire
`minMax`	Gautier	
`scoreDUnCoup`	Gautier	Claire
`score`	Romain	
`evaluerPlateau`	Claire	Riadh
`main`	Gautier	

Table 4.1 – Répartition des tâches dans la phase de développement

Conclusion

Ce projet s'est révélé enrichissant et très instructif sur de nombreux points. Bien que nous ayons auparavant déja réalisé des projets en informatique, celui-ci est probablement celui qui approche au mieux un projet en milieu professionnel. En effet, la prise d'initiative, un bonne communication en équipe et le respect des délais sont des aspects que l'on retrouve certainement dans le métier d'ingénieur.

Il nous a permis d'appliquer sur nos connaissances en programmation et en algorithmique à "plus grande échelle", dans un domaine ludique, ce qui s'est révélé passionnant.

Les principaux problèmes que nous avons rencontrés concernaient l'IA. Le fait que nous utilisions l'algorithme min-max pour notre IA ne nous a pas permis de concevoir une IA plus performante. Cependant, nous avons fait en sorte de respecter au mieux les délais de réalisation de chaque phase, afin de pouvoir ensuite essayer d'optimiser l'IA que nous avons conçue.

Nous avons cependant répondu aux attentes énoncées dans le cahier des charges en mettant en oeuvre un programme capable de faire face aux différents compétiteurs lors du tournoi.