Projet Othello - Rapport

Benchekroun Yasmine, Charles Lucas, Essakhi Jihane, Foyer Laurent

3 janvier 2023

Chapitre 1

Introduction

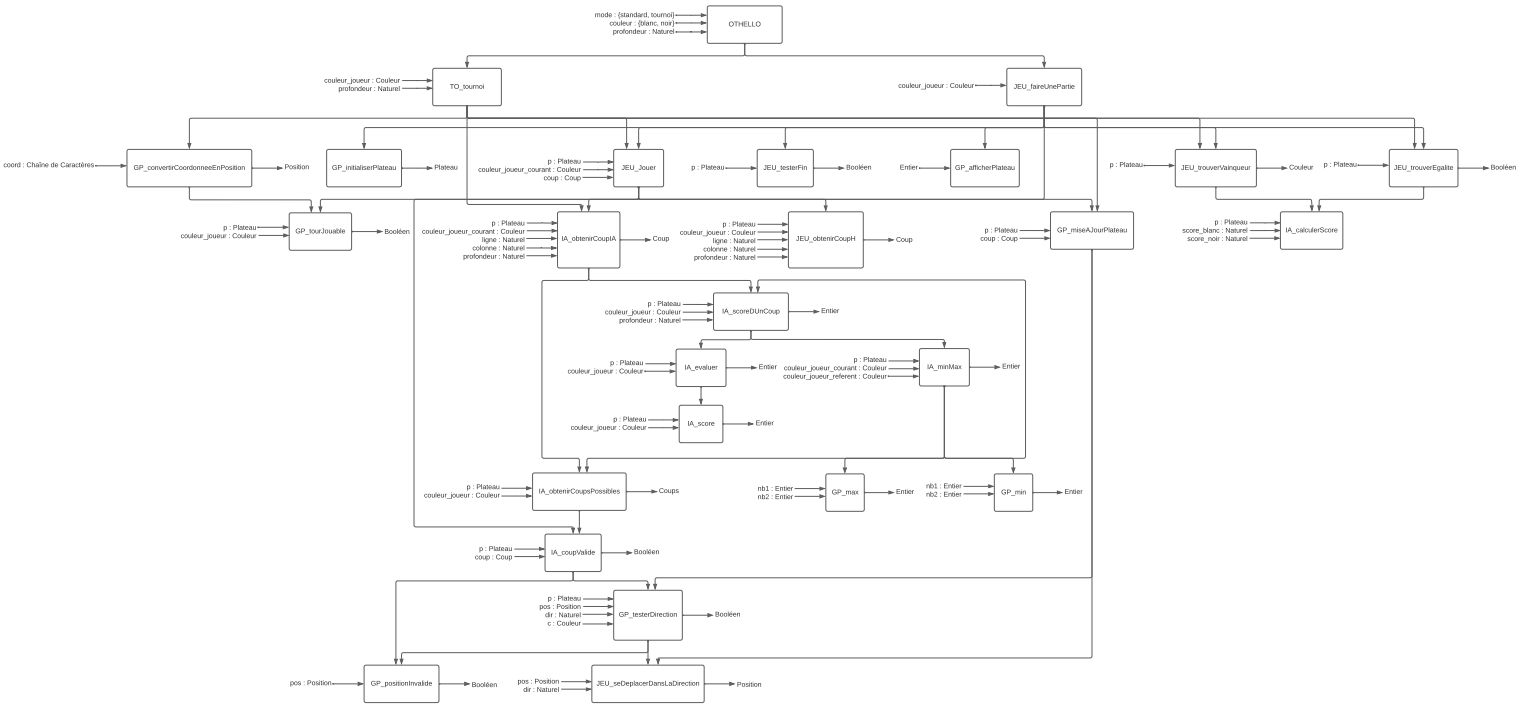
L'Othello, une variante du Reversi, est un jeu de stratégie se jouant à deux joueurs sur un plateau de 8x8 cases : l'objectif de ce jeu est de placer des pions tour par tour de manière à contrôler le plus de cases possible sur le plateau.

Le projet détaillé dans ce rapport, réalisé au cours de 10 semaines du 25 octobre 2022 au 3 janvier 2023, consiste à la programmation d'un jeu d'Othello permettant de jouer contre un ordinateur via le développement d'une IA. Celui-ci doit permettre au joueur de choisir sa couleur (noir ou blanc) ainsi que la difficulté de l'IA (la profondeur, qui le plus élevée elle est rend en principe l'IA meilleure au jeu). De plus, le jeu doit pouvoir participer à un mode "tournoi" dans lequel il pourra affronter l'IA d'un autre programme en communiquant via un protocole prédéterminé.

Développé en C, celui-ci a dû être conçu suivant l'ensemble des étapes du cycle en V : analyse, conception préliminaire, conception détaillée, et développement, ainsi que la réalisation de leurs tests associés. Ce rapport détaille dans son ensemble les fonctions et algorithmes utilisées dans la réalisation du jeu d'Othello.

Chapitre 2

Analyse descendante



Chapitre 3

Analyses

3.1 Présentation des TAD

3.1.1 TAD Couleur

Nom: Couleur
Utilise: **Booleen**
Opérations: couleur: **Booleen** → Couleur
couleurOpposée: Couleur → Couleur
couleurIdentiques: Couleur × Couleur → **Booleen**
Axiomes:
- $couleur(1) = BLANC$
- $couleur(0) = NOIR$

3.1.2 TAD Pion

Nom: Pion
Utilise: Position, Couleur
Opérations: pion: Couleur × Position → Pion
obtenirPosition: Pion → Position
obtenirCouleur: Pion → Couleur
changerCouleur: Pion → Pion
estPlace: Pion → **Booleen**
fixerCouleur: Pion × Couleur → Pion
Axiomes:
- si $obtenirCouleur(p1) = NOIR$ alors $obtenirCouleur(changerCouleur(p1)) = BLANC$
- si $obtenirCouleur(p1) = BLANC$ alors $obtenirCouleur(changerCouleur(p1)) = NOIR$

3.1.3 TAD Position

Nom: Position
Utilise: Naturel Non Nul, Booléen, Plateau
Opérations: position: [1..8] × [1..8] → Position
obtenirLigne: Position → [1..8]
obtenirColonne: Position → [1..8]
Axiomes:
- $obtenirLigne(position(x, y)) = x$
- $obtenirColonne(position(x, y)) = y$

3.1.4 TAD Plateau

Nom: Plateau
Utilise: Naturel Non Nul, Couleur, Naturel , Pion
Opérations: plateau: → Plateau
obtenirHauteur: Plateau → **Naturel**
obtenirLargeur: Plateau → **Naturel**
testerFin: Plateau → **Booleen**
estplein: Plateau → **Booleen**
obtenirPion: Plateau × Position → Pion
nbPionsDUneCouleur: Plateau × Couleur → **Naturel**
placerPion: Plateau × Pion → Plateau
memePlateau: Plateau × Plateau → Plateau
copier: Plateau → Plateau
effacer: Plateau → Plateau
mettreÀJourPlateau: Plateau → Plateau

3.1.5 TAD Coup

Nom: Coup
Utilise: Pion, Plateau
Opérations: coup: Pion → Coup
jouerCoup: Plateau × Coup → Plateau
obtenirPion: coup → Pion

3.1.6 TAD Coups

Nom: Coups
Utilise: Coup, Booléen, Naturel , ListeCoups
Opérations: coups: → Coups
ajouterCoup: coups × Coup → Coups
estVide: Coups → **Booleen**
nbCoups: Coups → **Naturel**
obtenirIEmeCoup: Coups × **Naturel** → Coup
Axiomes: - $estVide(coups())$
- non $estVide(ajouterCoup(cps, c))$

3.2 Conception préliminaire

3.2.1 Signatures des fonction / procédures utilisées

— `Procédure TO_tournoi( E couleur : Couleur , Profondeur: Naturel)`
— `Procédure JEU_faireUnePartie( E couleur_Joueur : Couleur)`
— `fonction GP_convertirCoordonneeEnPosition ( coord : Chaine de caractères) : Position`
— `fonction GP_intialiserPlateau() : Plateau`
— `procédure JEU_Jouer (E couleur_joueur_courant : Couleur , coup : Coup , E/S p : Plateau)`
— `fonction JEU_testerFin(p:Plateau):Booleen`
— `fonction GP_afficherPlateau(P : plateau)`
— `fonction JEU_troouverVainqueur(p : Plateau):Couleur`

— fonction JEU_trouverEgalite(p : Plateau): Booleen
— procédure IA_calculerScore(E p : Plateau , E/S score_blanc , score_noir: Naturel)
— fonction GP_tourJouable(p : Plateau , couleur_joueur : Couleur) : Booleen
— fonction IA_obtenirCoupIA (p:Plateau , couleur_joueur_courant : Couleur , ligne : Naturel, colonne : Naturel, profondeur : Naturel):Coup
— fonction IA_scoreDUnCoup (p:Plateau , couleur_joueur : Couleur , profondeur : Naturel:**Naturel**
— fonction IA_evaluer(p : Plateau, couleur_joueur :Couleur) : Entier
— fonction IA_score(p : Plateau, couleur_joueur :Couleur) : Entier
— fonction minMax(p : Plateau, couleur_joueur_courant , couleur_joueur_referent : Couleur) : Entier
— fonction IA_obtenirCoupsPossibles(p : Plateau , couleur_joueur : Couleur):Coups
— fonction GP_max(nb1 , nb2 : Entier):Entier
— fonction GP_min(nb1 , nb2 : Entier):Entier
— fonction IA_coupValide(p : Plateau , coup : Coup):Booleen
— fonction JEU_obtenirCoupH (p : Plateau , couleur_Joueur : Couleur , ligne : Naturel, colonne : Naturel, profondeur : Naturel): Coup
— Procédure GP_MiseAJourPlateau(E coup : Coup , E/S p: Plateau)
— fonction GP_testerDirection(p : Plateau pos : Position dir : Naturel c : Couleur)Booleen
— fonction GP_positionInvalide(pos : Position):Booleen
— fonction JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos : Position , dir : Naturel): Position

Chapitre 4

Conception détaillée

4.1 Conception détaillée des TAD

— TAD Couleur = Structure
  — couleur = **Booleen**
— TAD Pion = Structure
  — position = Position
  — couleur = Couleur
  — estPlacé = **Booleen**
— TAD Position = Structure
  — ligne = 1..8
  — colonne = 1..8
— TAD Plateau = Structure
  — lesPions = Tableau[8][8] de Pions
  — estPlein = Booléen
  — nbPionsPlaces = 1..64
— Coup = Pion
— Coups = Liste [1..MAX] de Coup

4.2 Conception détaillée des fonctions et procédures

Fonctions et procédures qui permettent de jouer une partie

Procédure JEU_faireUnePartie

procédure JEU_faireUnePartie **(E** couleur_chosie : Couleur**)**

Déclaration p : Plateau , profondeur : **Naturel**, vainqueur ; Couleur , egalite : **Booleen**, nb_tour : **Naturel**, couleur_joueur_humain , couleur_joueur_courant : Couleur , ligne : **Naturel**, colonne : **Caractere**, str : Tableau[1..2] de **Caractere**

debut
  nb_tour ← 0
  couleur_joueur_humain ← couleur_choisie
  couleur_joueur_courant ← couleur_joueur_humain
  p ← GP_initialiserPlateau()
  IHM_gras("Vous commencez !")
  IHM_gras("Avec quelle profondeur voulez vous que l'IA joue ?")

```
    lire(profondeur)
    tant que non JEU_testerFin(p) faire
        nb_tour ← nb_tour + 1
        IHM_separateur()
        GP_afficherPlateau(p)
        si couleursIdentiques(couleur_joueur_courant,couleur_joueur_humain) alors
            IHM_gras("À vous de jouer !")
            repeter
                IHM_gras("Quel coup voulez-vous jouer ? Entrez une lettre suivie d'un chiffre : ")
                lire(str)
                ligne ← str[1]
                colonne ← str[0]
                si non IA_coupValide(p,coup(pion(couleur_joueur_humain,position(ligne,colonne)))) alors
                    IHM_gras("Coup non valide, réessayez !")
                finsi
            jusqu'a ce que
            IA_coupValide(p,coup(TADPion_pion(couleur_joueur_humain ,Position_position(ligne,colonne)))))

            JEU_jouer(p,couleur_joueur_courant,JEU_obtenirCoupH,ligne,colonne,3)
        sinon
            JEU_jouer(p,couleur_joueur_courant, IA_obtenirCoupIA,0,0,profondeur)
        finsi
        couleur_joueur_courant ← couleurOpposee(couleur_joueur_courant)
    fintantque
    IHM_gras("La partie est terminée ! ")
    egalite ← JEU_trouverEgalite(p)
    si  non egalite alors
        vainqueur  ← JEU_trouverVainqueur(p)
        ecrire(" Le vainqueur est la couleur",obtenircouleur(vainqueur)))
    sinon
        GP_afficherPlateau(p)
        ecrire("Pas de vainqueur !")
    finsi
fin
```

Procédure JEU_jouer

```
procédure JEU_jouer (E/S p : Plateau E  couleur_joueur_courant : Couleur)
    Déclaration  coup_joue : Coup
debut
    si GP_tourJouable(p, couleur_joueur_courant) alors
        coup_joue ← obtenirCoup(p,couleur_joueur_courant,3)
        JEU_jouerCoup(p,coup_joue)
        GP_miseAJourPlateau(p,coup_joue)
    sinon
        ecrire(" Tour sauté !")
    finsi
fin
```

Fonction JEU_obtenirCoupH

fonction JEU_obtenirCoupH **(**p : plateau , couleur_joueur : Couleur , ligne : **Naturel**, colonne : **Caractere**, profondeur : **Naturel) :** Coup

Déclaration coup : Coup

debut
coup ← coup(pion(couleur_joueur, position(ligne,colonne)))
retourner coup
fin

Fonction seDeplacerDansLaDirection

procédure seDeplacerDansLaDirection **(E/S** pos : Position, **E** dir : **Naturel)**

Déclaration dirLigne , dirColonne : Tableau [1..8] d'Entier

debut
dirLigne ← [-1,-1,0,1,1,1,0,-1]
dirLigne ← [0,1,1,1,0,-1,-1,-1]
retourner Position_position(Position_obtenirLigne(pos) + dirLigne[dir] , Position_obtenirColonne(pos) + dirColonne[dir])
fin

JEU_trouverVainqueur

fonction JEU_trouverVainqueur **(**p1 : Plateau**) :** Couleur

Déclaration Taille : **Naturel**, egalite : **Naturel**, **Naturel**egalite , vainqueur : Couleur , score_blanc, score_noir : **Naturel**

debut
TAILLE ← 8
egalite ← (score_blanc = score_noir)
si egalite **alors**
vainqueur ← couleur(Vrai)
sinon
si score_blanc > score_noir **alors**
vainqueur ← couleur(vrai)
sinon
vainqueur ← couleur(Faux)
finsi
finsi
retourner vainqueur
fin

fonction JEU_trouverEgalite

fonction JEU_trouverEgalite **(** p1 : Plateau**) : Booleen**

Déclaration score_blanc , score_noir : **Naturel**, egalite : **Booleen**

debut

```
    JEU_calculerScore(pl,score_blanc,score_noir)
    egalite ← (score_blanc = score_noir)
    retourner egalite
fin
```

JEU_testerFin

```
fonction JEU_testerFin (p : Plateau ) : Booleen
debut
    si (Plateau_estPlein(p)) et (non GP_tourJouable(p, couleur(1))) alors
        retourner 1))
        si non GP_tourJouable(p, couleur(0)) alors
            retourner 1
        sinon
            retourner 0
        finsi
    finsi
fin
```

Procédure JEU_calculerScore

```
procédure JEU_calculerScore (E p1 : Plateau E/S score_blanc : Naturel, score_noir : Naturel)
    Déclaration  TAILLE : Naturel, blanc , noir : Couleur , position : Position , pion : Pion
debut
    TAILLE ← 8
    blanc ← couleur(Vrai)
    noir ← couleur(Faux)
    score_blanc ← 0
    score_noir ← 0
    pour i ←1 à TAILLE faire
        pour j ←1 à TAILLE faire
            position ← position(i,j)
            pion ← obtenirPion(pl, position)
            si estPlace(pion) alors
                si couleursIdentiques(obtenirCouleur(pion),blanc) alors
                    score_blanc ← score_blanc + 1
                finsi
                si couleursIdentiques(obtenirCouleur(pion),noir) alors
                    score_noir ← score_noir + 1
                finsi
            finsi
        finpour
    finpour
fin
```

Fonctions Procédures liées à la géstion du plateau

Fonction GP_convertirCoordonneeEnPosition

fonction GPconvertirCoordonneeEnPosition (coord : Tableaux[1..Max] de **Caractere) :** Position

Déclaration ligne, colonne : **Naturel**, A , a , zero : **Caractere**

debut

A ← "A"
a ← "a"
0 ← "0"
si coord[1]>= 'A' et coord [1]<= 'H' **alors**
colonne ← coord[2] - A +1
sinon
colonne ← coord[1] - a +1
ligne ← coord - zero
finsi
retourner TADPositionposition(ligne, colonne)

fin

Procédure GP_afficherPlateau

procédure GP_afficherPlateau (p : Plateau)

Déclaration i, j : **Naturel**

debut

retourALaLigne()
ecrire(" A B C D E F G H")
retourALaLigne()
pour i ←0 **à** 8 **faire**
ecrire(i+1, " ")
pour j ←0 **à** 8 **faire**
si TADPlateau_obtenirPion(p, TADPosition_position(i,j)).estPlace **alors**
ecrire(TADPion_obtenirCouleur(TADPlateau_obtenirPion(p, TADPosition_position(i,j))).couleur)
sinon
ecrire(() "- ")
finsi
finpour
retourALaLigne()
finpour
retourALaLigne()

fin

Fonction GP_initialiserPlateau

fonction GP_initialiserPlateau **() :** Plateau

Déclaration p : Plateau

debut

p ← TADPlateau_plateau()

TADPlateau_placerPion(p, TADPion_pion(TADCouleur_couleur(1), TADPosition_position(3, 3)))
TADPlateau_placerPion(p, TADPion_pion(TADCouleur_couleur(1), TADPosition_position(4, 4)))
TADPlateau_placerPion(p, TADPion_pion(TADCouleur_couleur(0), TADPosition_position(3, 4)))
TADPlateau_placerPion(p, TADPion_pion(TADCouleur_couleur(0), TADPosition_position(4, 3)))
retourner p
fin

Fonction GP_positionInvalide

fonction GP_positionInvalide (pos : Position) **: Booleen**
Déclaration
debut
retourner TADPosition_obtenirColonne(pos) $<$ 0 OU TADPosition_obtenirColonne(pos) $>$ 7 OU TADPosition_obtenirLigne(pos) $<$ 0 OU TADPosition_obtenirLigne(pos) $>$ 7
fin

Fonction GP_tourJouable

fonction GP_tourJouable (p : Plateau, couleur_joueur : Couleur) **: Booleen**
Déclaration i, j, dir : **Naturel**
debut
pour i ←0 **à** 8 **faire**
pour j ←0 **à** 8 **faire**
si NON TADPlateau_obtenirPion(p, TADPosition_position(i, j)).estPlace **alors**
pour dir ←0 **à** 8 **faire**
si GP_testerDirection(p, TADPosition_position(i, j), dir, couleur_joueur) **alors**
retourner VRAI
finsi
finpour
finsi
finpour
finpour
retourner FAUX
fin

Fonction GP_testerDirection

fonction GP_testerDirection (p : Plateau, pos : Position, dir : **Naturel**, couleur_joueur : Couleur) **: Booleen**
Déclaration directionValide : **Booleen**
debut
directionValide ← FAUX
repeter
pos ← JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos, dir)
si GP_positionInvalide(pos) **alors**
retourner FAUX
sinon

```
        si sequenceDePions(p, pos, couleur_joueur) alors
            retourner FAUX
        sinon
            si NON sequenceDePions(p, pos, couleur_joueur) alors
                tant que TADPlateau_obtenirPion(p, pos).estPlace ET NON directionValide ET NON
                GP_positionInvalide(pos) faire
                    pos ← JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos, dir)
                    si GP_positionInvalide(pos) alors
                        retourner FAUX
                    finsi
                    si NON sequenceDePions(p, pos, couleur_joueur) alors
                        retourner VRAI
                    finsi
                fintantque
            finsi
        finsi
    finsi
  jusqu'a ce que  TADPlateau_obtenirPion(p, pos).estPlace ET NON directionValide
  retourner directionValide
fin
```

Fonction GP_miseAJourPlateau

```
procédure GP_miseAJourPlateau (E/S p : Plateau, E coup : coup)
  Déclaration  pos : Position
               dir : Naturel
               pion : Pion
debut
  pour dir ←0 à 8 faire
    pos ← TADPion_obtenirPosition(TADCoup_obtenirPion(coup))
    directionValide ← GP_testerDirection(p, pos, dir)
    TADPion_obtenirCouleur(TADCoup_obtenirPion(coup))
    si directionValide alors
      pos ← JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos, dir)
      tant que sequenceDePions(p, pos, couleur_joueur) faire
        pion ← TADPlateau_obtenirPion(p,pos)
        TADPion_changerCouleur(pion)
        TADPlateau_placerPion(p, pion)
        pos ← JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos, dir)
      fintantque
    finsi
  finpour
fin
```

Fonction GP_max

```
fonction GP_max (nb1, nb2 : Entier) : Entier
  Déclaration
debut
```

```
    si nb1>nb2 alors
        retourner nb1
    sinon
        retourner nb1
    finsi
fin
```

Fonction GP_min

```
fonction GP_min (nb1, nb2 : Entier) : Entier
    Déclaration
debut
    si nb1<nb2 alors
        retourner nb1
    sinon
        retourner nb1
    finsi
fin
```

Fonction GP_nbPionsContigus

```
fonction GP_nbPionsContigus (p : Plateau, pion : pion) : Naturel
    Déclaration  resultat, dir : Naturel
                 directionValide : Booleen
                 pos : Position
debut
    pour dir ←0 à 8 faire
        directionValide ← GP_testerDirection(p, pos, dir, TADPion_obtenirCouleur(pion))
        tant que sequenceDePions(p, pos, couleur_joueur) ET directionValide faire
            pos ← JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos, dir)
            resultat ← resultat + 1
        fintantque
    finpour
    retourner resultat
fin
```

Fonctions et procédures liés à l'IA

Fonction IA_coupValide

```
fonction IA_coupValide (p : Plateau , coup : Coup) : Booleen
    Déclaration  pos : Position , resultat : Booleen, i : Naturel
debut
    pos ← obtenirPosition(obtenirPion(coup)
    resultat ← 0
    i ← 1
    si obtenirPion(p,coup.pion.position).estPlace et positionInvalide(pos) alors
        resultat ← Faux
```

```
    sinon
        tant que non resultat et i≤8 faire
            resultat ← testerDirection(p, pos, i, coup.pion.couleur)
            i ← i+1
        fintantque
    finsi
    retourner resultat
fin
```

Fonction IA_evaluer

```
fonction IA_evaluer (p : Plateau ,couleur_joueur : Couleur) : Naturel
debut
    retourner IA_score(p,couleur_joueur) - IA_score(p,couleurOpposee(couleur_joueur))
fin
```

Fonction IA_minMax

```
fonction IA_minMax (p : Plateau , couleur_joueur_courant : Couleur , couleur_joueur_referent : Couleur
, profondeur : Naturel) : Naturel
    Déclaration  resultat : Naturel, coups_possibles : Coups , score,nb_coups_possibles : Naturel, i :
                 Naturel
debut
    coups_possibles ← IA_obtenirCoupsPossibles(p,couleur_joueur_courant)
    nb_coups_possibles ← Coups_obtenirNbCoups(coups_possibles)
    si  nb_coups_possibles = 0 alors
        retourner 0
    sinon
        resultat ← IA_scoreDUnCoup(p,Coups_obtenirIEmeCoup(coups_possibles,0),couleur_joueur_courant,profondeur)

        pour i ←2 à nb_coups_possibles faire
            score ← IA_scoreDUnCoup(p,obtenirIEmeCoup(coups_possibles,i),couleur_joueur_courant,profondeur)

            si Couleur_couleursIdentiques(couleur_joueur_courant,couleur_joueur_referent) alors
                resultat ← GP_max(resultat,score)
            sinon
                resultat ← GP_min(resultat,score)
            finsi
        finpour
        retourner resultat
    finsi
fin
```

Fonction IA_obtenirCoupIA

```
fonction IA_obtenirCoupIA (p : Plateau , couleur_joueur_courant : Couleur , ligne : Naturel, colonne :
Caractere, profondeur : Naturel) : Coup
    Déclaration  resultat : Coup , coups_possibles : Coups , score : Naturel, meilleur_score : Naturel,
                 i : Naturel
```

```
debut
    coups_possibles ← IA_obtenirCoupsPossibles(p,couleur_joueur_courant)
    resultat ← obtenirIEmeCoup(coups_possibles,0)
    meilleur_score ← IA_scoreDUnCoup(p,resultat,couleur_joueur_courant,profondeur)
    pour i ←1 à obtenirNbCoups(coups_possibles) faire
        score ← IA_scoreDUnCoup(p,obtenirIEmeCoup(coups_possibles,i),couleur_joueur_courant,profondeur)

        si score>meilleur_score alors
            resultat ← obtenirIEmeCoup(coups_possibles,i)
            meilleur_score ← score
        finsi
    finpour
    retourner resultat
fin
```

Fonction IA_obtenirCoupsPossibles

```
fonction IA_obtenirCoupsPossibles ( p : Plateau , couleur_joueur : Couleur) : Coups
    Déclaration  coups_possibles : Coups , coup : Coup , i , j : Naturel
debut
    coups_possibles ← coups()
    pour i ←1 à 8 faire
        pour j ←1 à 8 faire
            si IA_coupValide(p, coup (pion(couleur_joueur, position(i, j)))) alors
                coup ← coup(pion(couleur_joueur, position(i, j)))
                ajouterCoup(coups_possibles, coup)
            finsi
            retourner coups_possibles
        finpour
    finpour
fin
```

Fonction IA_score

```
fonction IA_score (p : Plateau , couleur_joueur : Couleur) : Naturel
    Déclaration  score, colonne , ligne : Naturel, pion : Pion , couleur : Couleur , position : Position
debut
    score ← 0
    pour colonne ←1 à 8 faire
        pour ligne ←1 à 8 faire
            position ← position(ligne,colonne)
            pion ← obtenirPion(p,position)
            couleur ← obtenirCouleur(pion)
            si couleursIdentiques(couleur,couleur_joueur) alors
                score ← score + 1
            finsi
        finpour
    finpour
fin
```

Fonction IA_scoreDUnCoup

fonction IA_scoreDUnCoup (p : Plateau , coup : Coup , couleur_joueur : Couleur , profondeur : **Naturel)** **: Naturel**

Déclaration copie_plateau2 : Plateau , copie_plateau : Plateau

debut
copie_plateau2 ← plateau()
copie_plateau ← copie_plateau2
jouerCoup(copie_plateau,coup)
si estPlein(copie_plateau) et profondeur = 0 **alors**
retourner IA_evaluer(copie_plateau,couleur_joueur)
sinon
retourner IA_minMax(copie_plateau,couleur_joueur,couleur_joueur,profondeur)
finsi
fin

Procédure qui permet de faire un Tournoi

Procédure TO_tournoi

procédure TO_tournoi **(E** couleur_choisie : Couleur , profondeur : **Naturel)**

Déclaration p : Plateau , pos : Position , coup : Coup , coup_possible , coup_possible_precedent , a_nous_de_jouer , egalite : **Booleen**, vainqueur : Couleur , pion : Pion , saisie : Tableau [1..8] de caractère

debut
p ← GP_initialiserPlateau()
a_nous_de_jouer ← non couleursIdentiques(Couleur_couleur(1),couleur_choisie)
coup_possible ← Vrai
tant que Vrai **faire**
si a_nous_de_jouer **alors**
coup_possible_precedent ← coup_possible
coup_possible ← GP_tourJouable(p,couleur_choisie)
si coup_possible **alors**
coup ←
IA_obtenirCoupIA(p,couleur_choisie,0,0,profondeur)
JEU_jouer(p,couleur_choisie,IA_obtenirCoupIA,0,0,profondeur)
sinon
si coup_possible_precedent **alors**
ecrire("passe")
sinon
egalite ← JEU_trouverEgalite(p)
vainqueur ← JEU_trouverVainqueur(p)
si egalite **alors**
ecrire("nulle")
sinon
ecrire(couleursIdentiques(vainqueur,Couleur_couleur(1))) "blanc" : "noir")
finsi
finsi
finsi
sinon
lire(saisie)

```
        si sontEgalesIC(saisie , "passe") alors
            pos ← GP_convertirCoordonneeEnPosition(saisie)
            pion ←  pion(TADCouleur_couleurOpposee(couleur_choisie), pos)
            coup ← coup(pion)
            jouerCoup(p,coup)
            GP_miseAJourPlateau(p, coup)
        finsi
    finsi
    a_nous_de_jouer ← non a_nous_de_jouer
  fintantque
fin
```

Chapitre 5

Implémentation en C

Fonctions C des TAD

```c
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <assert.h>
#include <stdbool.h>
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Pion.h"


Couleur TADCouleur_couleur(bool param){
    Couleur couleur;

    /* si param est 0 c'est noir, sinon blanc */
    couleur.couleur = param;
    return couleur;
}

Couleur TADCouleur_couleurOpposee(Couleur couleur){
    Couleur couleurOpposee;

    couleurOpposee.couleur = !couleur.couleur;
    return couleurOpposee;
}

bool TADCouleur_couleursIdentiques(Couleur couleur1,Couleur couleur2){
    return (couleur1.couleur == couleur2.couleur);
}

char* TADCouleur_afficherCouleur(Couleur couleur){
    if (couleur.couleur == 1)
        return "blanc";
    else
        return "noir";
}
```

```c
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <assert.h>
#include <stdbool.h>
#include "TAD_Coup.h"
#include "TAD_Pion.h"
#include "TAD_Plateau.h"
#include "IA_CoupValide.h"


/* Partie publique */

Coup TADCoup_coup (Pion pion){
    Coup coup;
    coup.pion = pion;
    return coup;
}

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


void TADCoup_jouerCoup(Plateau *p, Coup coup){
        TADPlateau_placerPion(p,coup.pion);
    }
```

```c
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <assert.h>
#include <stdbool.h>
#include "TAD_Coups.h"


/* Fonctions de Liste Coups (privées)*/

void ListeCoups_ajouterCoup(ListeCoups *liste_coups, Coup c){
    ListeCoups noeud = (ListeCoups) malloc (sizeof(Ncoups));

    ListeCoups_fixerCoup(&noeud, c);
    ListeCoups_fixerListeSuivante(noeud, *liste_coups);
    *liste_coups = noeud;
}
/*-------------------------------------*/
void ListeCoups_supprimerCoup(ListeCoups *liste_coups){
    ListeCoups liste_coups_temp = *liste_coups;
    *liste_coups = ListeCoups_obtenirListeSuivante(*liste_coups);
    free(liste_coups_temp);
}
```

```
24 /*----------------------------------------*/
25 void ListeCoups_supprimerIEmeCoupRecursif(ListeCoups *liste_coups, unsigned
       int i){
26     if(i == 0){
27         ListeCoups_supprimerCoup(liste_coups);
28     }
29     else{
30         ListeCoups liste_coups_suivante = ListeCoups_obtenirListeSuivante(*
               liste_coups);
31         ListeCoups_supprimerIEmeCoupRecursif(&liste_coups_suivante, i-1);
32     }
33 }
34 /*----------------------------------------*/
35 Coup ListeCoups_obtenirCoup(ListeCoups liste_coups){
36     return liste_coups->coup;
37 }
38 /*----------------------------------------*/
39 void ListeCoups_fixerCoup(ListeCoups *liste_coups, Coup c){
40     (*liste_coups)->coup = c;
41 }
42 /*----------------------------------------*/
43 ListeCoups ListeCoups_obtenirListeSuivante(ListeCoups liste_coups){
44     return (*liste_coups).listeSuivante;
45 }
46 /*----------------------------------------*/
47 void ListeCoups_fixerListeSuivante(ListeCoups liste_coups, ListeCoups
       liste_coups_suivante){
48     (*liste_coups).listeSuivante = liste_coups_suivante;
49 }
50
51
52 /*----------------------------------------*/
53 /*----------------------------------------*/
54
55
56 /* Fonctions de Coups (publiques) */
57 void TADCoups_fixerNbCoups(Coups *coups, unsigned int nb_coups){
58     (*coups).nbCoups = nb_coups;
59 }
60 /*----------------------------------------*/
61 void TADCoups_fixerListeCoups(Coups *coups, ListeCoups l){
62     (*coups).listecoups  = l;
63 }
64 /*----------------------------------------*/
65 unsigned int TADCoups_obtenirNbCoups(Coups coups){
66     return coups.nbCoups ;
67 }
68 /*----------------------------------------*/
69 Coups TADCoups_coups (){
70     Coups coups;
71     /* on fixe le nombre de coups à l'origine à 0*/
```

```
72      TADCoups_fixerNbCoups(&coups,0);
73      /*on initialise la liste de coups à la liste vide*/
74      coups.listecoups = NULL;
75      return coups;
76  }
77  /*-------------------------------------*/
78  ListeCoups *TADCoups_obtenirListeCoups(Coups *coups){
79      return &(coups->listecoups);
80  }
81  /*-------------------------------------*/
82  void TADCoups_ajouterCoup(Coups *coups, Coup coup){
83
84      ListeCoups_ajouterCoup(TADCoups_obtenirListeCoups(coups),coup);
85      TADCoups_fixerNbCoups(coups,TADCoups_obtenirNbCoups(*coups) + 1);
86  }
87  /*-------------------------------------*/
88  bool TADCoups_estVide (Coups coups){
89      return (coups.listecoups == NULL);
90  }
91  /*-------------------------------------*/
92  Coup TADCoups_obtenirIEmeCoup(Coups coups, unsigned int i){
93      /* on vérifie la précondition */
94      assert(TADCoups_obtenirNbCoups(coups) >= i);
95
96      // et on démarre la récursivité
97      return TADCoups_obtenirIEmeCoupRecursif(*TADCoups_obtenirListeCoups(&coups
            ), i);
98  }
99  /*-------------------------------------*/
100 Coup TADCoups_obtenirIEmeCoupRecursif(ListeCoups liste_coups,unsigned int i){
101     /* si i vaut 0 c'est qu'on est à l'élément qu'on cherche*/
102     if(i == 0){
103         return ListeCoups_obtenirCoup(liste_coups);
104     }
105     /* sinon on obtient la liste suivante en diminuant i*/
106     else{
107         return TADCoups_obtenirIEmeCoupRecursif(
                ListeCoups_obtenirListeSuivante(liste_coups), i-1);
108     }
109 }
```

```
1   #include <stdlib.h>
2   #include <string.h>
3   #include <stdio.h>
4   #include <stdbool.h>
5   #include "TAD_Pion.h"
6   #include "TAD_Couleur.h"
7
8
9   /* Partie publique */
10
```

```
11 Pion TADPion_pion(Couleur couleur, Position pos){
12     Pion pion;
13     pion.position = pos;
14     pion.couleur = couleur;
15     pion.estPlace = 0;
16     return pion;
17 }
18
19
20
21
22 Position TADPion_obtenirPosition(Pion pion){
23     return pion.position;
24 }
25
26 bool TADPion_estPlace(Pion p) {
27     return p.estPlace;
28 }
29
30 Couleur TADPion_obtenirCouleur(Pion pion){
31     return pion.couleur;
32 }
33
34 void TADPion_changerCouleur(Pion *pion){
35
36     if(TADPion_obtenirCouleur(*pion).couleur == TADCouleur_couleur(0).couleur)
       {
37         pion->couleur = TADCouleur_couleur(1);
38     }
39     else{
40         pion->couleur = TADCouleur_couleur(0);
41     }
42
43 }
44
45 void TADPion_fixerCouleur(Pion *pion,Couleur couleur){
46     pion->couleur = couleur;
47 }
48
49 void TADPion_placerPion(Pion pion){
50     pion.estPlace = true;
51 }
```

```
1 #include <stdlib.h>
2 #include <string.h>
3 #include <stdio.h>
4 #include <assert.h>
5 #include <stdbool.h>
6 #include "TAD_Plateau.h"
7 #include "TAD_Pion.h"
8 #include "TAD_Position.h"
```

```
9  #include "TAD_Coups.h"
10
11
12
13 /* Partie publique */
14
15 Plateau TADPlateau_plateau(){
16     Plateau p;
17     unsigned int TAILLE;
18     TAILLE = 8;
19     p.estPlein = false;
20     p.nbPionsPlaces = 0;
21
22     for (int i=0; i<TAILLE; i++) {
23         for (int j=0; j<TAILLE; j++) {
24                 p.lesPions[i][j].couleur = TADCouleur_couleur(0);
25                 p.lesPions[i][j].estPlace = 0;
26                 p.lesPions[i][j].position = TADPosition_position(i,j);
27         }
28     }
29     return (p);
30 }
31
32
33 bool TADPlateau_estPlein(Plateau p){
34     unsigned int TAILLE;
35     TAILLE = 8;
36     for(int i=0; i<TAILLE; i++){
37         for(int j=0; j<TAILLE; j++){
38             if(!TADPlateau_obtenirPion(p, TADPosition_position(i, j)).estPlace
                   ){
39                 return 0;
40             }
41         }
42     }
43     return 1;
44 }
45
46 Pion TADPlateau_obtenirPion(Plateau p, Position pos) {
47      Pion pion = p.lesPions[TADPosition_obtenirLigne(pos)][
            TADPosition_obtenirColonne(pos)];
48     return pion;
49 }
50
51 void TADPlateau_placerPion(Plateau *p, Pion pion){
52     int ligne,colonne;
53     ligne = TADPosition_obtenirLigne(pion.position);
54     colonne = TADPosition_obtenirColonne(pion.position);
55     p->lesPions[ligne][colonne].estPlace = 1;
56     p->lesPions[ligne][colonne].couleur = pion.couleur;
57     p->nbPionsPlaces = p->nbPionsPlaces + 1;
```

```
58 }
59
60 /* fonctions liées à l'utilisation de l'allocation dynamique */
61 /*Plateau* TADPlateau_copier(Plateau *p){
62     Plateau* copie;
63     unsigned int TAILLE;
64     TAILLE = 8;
65     Plateau cp = TADPlateau_plateau();
66
67     copie = &cp;
68     for(int i=0; i<TAILLE; i++){
69         for(int j=0; j<TAILLE; j++){
70                 if (TADPion_estPlace(*(p->lesPions[i][j]))){
71             //copie->lesPions[i][j]=p->lesPions[i][j];
72             memmove(copie->lesPions[i][j],p->lesPions[i][j],sizeof(Pion)*
                    TAILLE*TAILLE);
73                 }
74             }
75         }
76
77
78     return copie;
79 }*/
80
81 void TADPlateau_copier(Plateau p,Plateau *copie){
82     //Plateau copie = TADPlateau_plateau();
83     for(int ligne = 0;ligne <8;ligne++){
84         for(int colonne = 0;colonne <8;colonne++){
85             copie->lesPions[ligne][colonne].estPlace = p.lesPions[ligne][
                    colonne].estPlace;
86             copie->lesPions[ligne][colonne].couleur = p.lesPions[ligne][
                    colonne].couleur;
87         }
88     }
89
90     //return copie;
91 }
92
93
94
95
96 bool TADPlateau_memePlateau(Plateau p1, Plateau p2){
97     bool res;
98     unsigned int TAILLE;
99     unsigned int i,j;
100    Position pos;
101    TAILLE = 8;
102    res= true;
103    i=0;
104    j=0;
105    pos = TADPosition_position(i,j);
```

```
106       while ((res==1) && (j<=TAILLE)) {
107         if (!TADCouleur_couleursIdentiques(TADPion_obtenirCouleur(
              TADPlateau_obtenirPion(p1,pos)),TADPion_obtenirCouleur(
              TADPlateau_obtenirPion(p2,pos))))
108             res=0;
109
110         else {
111       i++;
112       if (i>TAILLE) {
113         j++;
114         i=1;
115         }
116
117       }
118
119    }
120       return res;
121   }
122
123   void TADPlateau_effacer(Plateau* p) {
124   unsigned int TAILLE = 8;
125   for(int i=0; i<TAILLE; i++){
126           for(int j=0; j<TAILLE; j++){
127               //free(p->lesPions[i][j]);
128
129           }
130       }
131       //free(p);
132   }
```

```
1   #include <stdlib.h>
2   #include <string.h>
3   #include <stdio.h>
4   #include <assert.h>
5   #include <stdbool.h>
6   #include "TAD_Position.h"
7
8
9   Position TADPosition_position(unsigned int ligne, unsigned int colonne){
10      Position pos;
11
12      pos.ligne = ligne;
13      pos.colonne = colonne;
14      return pos;
15  }
16
17  unsigned int TADPosition_obtenirLigne(Position pos){
18      return pos.ligne;
19  }
20
21  unsigned int TADPosition_obtenirColonne(Position pos){
```

```
22      return pos.colonne;
23  }
```

Fonctions en C liées à la gestion du plateau

```
1   #include <stdlib.h>
2   #include <stdio.h>
3   #include <stdbool.h>
4   #include "TAD_Plateau.h"
5   #include "TAD_Coup.h"
6   #include "TAD_Coups.h"
7   #include "TAD_Position.h"
8   #include "TAD_Couleur.h"
9   #include "TAD_Pion.h"
10  #include "JEU_SeDeplacerDansLaDirection.h"
11  #include "UNIT_GestionPlateau.h"
12
13
14  Position GP_convertirCoordonneeEnPosition(char str[]){
15      int ligne,colonne;
16      ligne = atoi((const char*)&str[1]);
17      colonne = str[0];
18      if(colonne > 96 && colonne < 105) colonne = colonne - 32;
19
20      ligne = ligne -1;
21      colonne = (int) colonne - 65;
22      return(TADPosition_position(ligne,colonne));
23  }
24
25
26  void GP_afficherPlateau(Plateau p){
27      printf("\n\n    A B C D E F G H\n\n");
28      for(int i=0; i<8; i++){
29          printf("%d   ", i+1);
30          for(int j=0; j<8; j++){
31              if(TADPlateau_obtenirPion(p, TADPosition_position(i,j)).estPlace){
32                  printf("%d ", TADPion_obtenirCouleur(TADPlateau_obtenirPion(p,
                        TADPosition_position(i,j))).couleur);
33              }
34              else{
35                  printf("- ");
36              }
37          }
38          printf("\n");
39      }
40      printf("\n");
41  }
42
43  Plateau GP_initialiserPlateau(){
44      Plateau p;
45      p = TADPlateau_plateau();
```

```
46      // pions blancs (1)
47      TADPlateau_placerPion(&p, TADPion_pion(TADCouleur_couleur(1),
            TADPosition_position(3, 3)));
48      TADPlateau_placerPion(&p, TADPion_pion(TADCouleur_couleur(1),
            TADPosition_position(4, 4)));
49
50      // pions noirs (0)
51      TADPlateau_placerPion(&p, TADPion_pion(TADCouleur_couleur(0),
            TADPosition_position(3, 4)));
52      TADPlateau_placerPion(&p, TADPion_pion(TADCouleur_couleur(0),
            TADPosition_position(4, 3)));
53
54      return (p);
55  }
56
57  bool GP_positionInvalide(Position pos){
58      return (TADPosition_obtenirColonne(pos) < 0 ||
59              TADPosition_obtenirColonne(pos) > 7 ||
60              TADPosition_obtenirLigne(pos) < 0 ||
61              TADPosition_obtenirLigne(pos) > 7);
62  }
63
64  bool GP_tourJouable(Plateau p, Couleur couleur_joueur){
65      for(unsigned int i=0; i<8; i++){
66          for(unsigned int j=0; j<8; j++){
67              if(!TADPlateau_obtenirPion(p, TADPosition_position(i, j)).estPlace
                    ){
68                  for(unsigned int dir=0; dir<8; dir++){
69                      if(GP_testerDirection(p, TADPosition_position(i, j), dir,
                            couleur_joueur)){
70                          return 1;
71                      }
72                  }
73              }
74          }
75      }
76      return 0;
77  }
78
79  bool GP_testerDirection(Plateau p, Position pos, unsigned int dir, Couleur
        couleur_joueur) {
80      bool directionValide = 0;
81
82      do{
83          pos = JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos, dir);
84          if(GP_positionInvalide(pos)){
85
86              return 0;
87          }
88          else{
```

```
89              if (TADCouleur_couleursIdentiques(TADPion_obtenirCouleur(
                    TADPlateau_obtenirPion(p, pos)), couleur_joueur) &&
                    TADPlateau_obtenirPion(p, pos).estPlace){
90                  return 0;
91              }
92              else{
93          if(!TADCouleur_couleursIdentiques(TADPion_obtenirCouleur(
                TADPlateau_obtenirPion(p, pos)), couleur_joueur) &&
                TADPlateau_obtenirPion(p, pos).estPlace) {
94              while(TADPlateau_obtenirPion(p, pos).estPlace && !directionValide
                    && !GP_positionInvalide(pos)) {
95
96
97
98
99                  pos = JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos, dir);
100                 if(GP_positionInvalide(pos)){
101                     return 0;
102                 }
103                 if(TADCouleur_couleursIdentiques(TADPion_obtenirCouleur(
                        TADPlateau_obtenirPion(p, pos)), couleur_joueur) &&
                        TADPlateau_obtenirPion(p, pos).estPlace){
104                     directionValide = 1;
105                 }
106
107             }
108         }
109         }
110         }
111     } while(TADPlateau_obtenirPion(p, pos).estPlace && !directionValide);
112
113     return directionValide;
114 }
115
116 void GP_miseAJourPlateau(Plateau *p, Coup coup) {
117     bool directionValide;
118     Position pos;
119
120
121     for(unsigned int dir=0; dir<8; dir++) {
122         pos = TADPion_obtenirPosition(TADCoup_obtenirPion(coup));
123         directionValide = GP_testerDirection(*p, pos, dir,
                TADPion_obtenirCouleur(coup.pion));
124         if(directionValide){
125             pos = JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos, dir);
126             while(!TADCouleur_couleursIdentiques(TADPion_obtenirCouleur(
                    TADPlateau_obtenirPion(*p, pos)),TADPion_obtenirCouleur(coup.
                    pion)) && TADPlateau_obtenirPion(*p, pos).estPlace){
127
128                 Pion pion = TADPlateau_obtenirPion(*p,pos);
129                 TADPion_changerCouleur(&pion);
```

```
130                     TADPlateau_placerPion(p,pion);
131
132                     pos = JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos, dir);
133                 }
134             }
135         }
136 }
137
138
139 int GP_max(int nb1, int nb2){
140     if (nb1>nb2)
141     return nb1;
142     else
143     return nb2;
144 }
145
146 int GP_min(int nb1, int nb2){
147     if (nb1<nb2)
148     return nb1;
149     else
150     return nb2;
151 }
152
153 unsigned int GP_nbPionsContigus(Plateau p,Pion pion){
154     int resultat;
155     bool directionValide;
156     Position pos;
157     for (unsigned int i=0; i<8;i++){
158         directionValide = GP_testerDirection(p, pos, i, TADPion_obtenirCouleur
            (pion));
159
160         while((!TADCouleur_couleursIdentiques(TADPion_obtenirCouleur(
            TADPlateau_obtenirPion(p, pos)),TADPion_obtenirCouleur(pion))) &&
            directionValide) {
161             pos = JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos, i);
162              resultat =resultat+1;
163         }
164     }
165     return resultat;
166
167 }
```

Fonctions en C qui pérmettent de jouer une partie

```
1  #include <stdlib.h>
2  #include <stdio.h>
3  #include <stdbool.h>
4  #include "TAD_Plateau.h"
5  #include "TAD_Couleur.h"
6  #include "TAD_Coups.h"
7  #include "TAD_Coup.h"
```

```c
#include "JEU_ObtenirCoupH.h"
#include "IA_ObtenirCoupsPossibles.h"
#include "IA_CoupValide.h"
#include "UNIT_GestionPlateau.h"
#include "JEU_Jouer.h"


// ici *obtenirCoup permet d'obtenir un pointeur de fonction de type obtenirCoup, pour utiliser obtenirCoupH ou obtenirCoupIA selon le contexte
void JEU_jouer(Plateau *p,Couleur couleur_joueur_courant,Coup (*obtenirCoup)(Plateau,Couleur,int,char, unsigned int /* la profondeur */),int ligne, char colonne,unsigned int profondeur){
    Coup coup_joue;

    // si le tour est jouable on agit normalement, sinon on saute le tour
    if(GP_tourJouable(*p, couleur_joueur_courant)){
        coup_joue = obtenirCoup(*p,couleur_joueur_courant,ligne,colonne, profondeur);
        TADCoup_jouerCoup(p,coup_joue);
        GP_miseAJourPlateau(p,coup_joue);
    }
    else{
        printf("MASTER : Tour sauté !\n");
    }
}
```

```c
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include "JEU_ObtenirCoupH.h"
#include "TAD_Plateau.h"
#include "TAD_Pion.h"
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Position.h"
#include "TAD_Coup.h"

Coup JEU_obtenirCoupH(Plateau p,Couleur couleur_joueur, int ligne, char colonne, unsigned int profondeur ){
    Coup coup;

    // on crée le coup choisi par le joueur humain
    coup = TADCoup_coup(TADPion_pion(couleur_joueur,TADPosition_position(ligne,colonne)));
    return coup;
}
```

```c
#include <stdbool.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include "TAD_Plateau.h"
#include "TAD_Position.h"
```

```c
#include "TAD_Coup.h"
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Pion.h"
#include "JEU_CalculerScore.h"


void JEU_calculerScore(Plateau pl,unsigned int* score_blanc,unsigned int* score_noir){
    unsigned int TAILLE =8;
    Couleur blanc = TADCouleur_couleur(true);
    Couleur noir = TADCouleur_couleur(false);
    Position position;
    *score_blanc = 0;
    *score_noir = 0;

    for(unsigned int i=1; i<TAILLE; i++) {
        for(unsigned int j=1; j<TAILLE; j++) {
            position = TADPosition_position(i,j) ;
            Pion pion = TADPlateau_obtenirPion(pl, position);
            if (TADPion_estPlace(pion)){
                if (TADCouleur_couleursIdentiques(TADPion_obtenirCouleur(pion),blanc))
                    (*score_blanc)++;
                if (TADCouleur_couleursIdentiques(TADPion_obtenirCouleur(pion),noir))
                    (*score_noir)++;
            }
        }
    }

}
```

```c
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include "TAD_Plateau.h"
#include "TAD_Couleur.h"
#include "TAD_Coup.h"
#include "JEU_TesterFin.h"
#include "IA_ScoreDUnCoup.h"
#include "IA_ObtenirCoupIA.h"
#include "JEU_FaireUnePartie.h"
#include "IA_CoupValide.h"
#include "JEU_ObtenirCoupH.h"
#include "JEU_Jouer.h"
#include "UNIT_IHM.h"
#include "UNIT_GestionPlateau.h"
#include "UNIT_GestionPlateau.c"
#include "JEU_TrouverEgalite.h"
#include "JEU_TrouverVainqueur.h"

```

```
20 void JEU_faireUnePartie(Couleur couleur_choisie,unsigned int profondeur){
21     Plateau p;
22     Couleur *vainqueur;
23     bool egalite;
24 
25 
26     // compteur de tour
27     int nb_tour = 0;
28 
29 
30     // on initialise la couleur du joueur avec la couleur choisie
31     Couleur couleur_joueur_humain,couleur_joueur_courant;
32     couleur_joueur_humain = couleur_choisie;
33 
34 
35     // l'humain commence
36     couleur_joueur_courant = couleur_joueur_humain;
37     p = GP_initialiserPlateau();
38 
39 
40 
41     IHM_gras("Vous commencez !\n");
42     while (!JEU_testerFin(p)){
43         nb_tour = nb_tour + 1;
44 
45         IHM_separateur();
46         printf("Tour numéro : %d\n",nb_tour);
47         printf("C'est au joueur %s de jouer !\n",TADCouleur_afficherCouleur(
               couleur_joueur_courant));
48         GP_afficherPlateau(p);
49 
50 
51 
52         // si c'est l'humain qui joue
53         int ligne;
54         char colonne;
55         char str[2];
56 
57         if(TADCouleur_couleursIdentiques(couleur_joueur_courant,
               couleur_joueur_humain)){
58             IHM_gras("A vous de jouer !\n");
59             do{
60                 do{
61                     IHM_gras("Quel coup voulez-vous jouer ? \nEntrez une
                           lettre suivie d'un chiffre :  ");
62                     scanf("%s", str);
63 
64                     ligne = atoi((const char*)&str[1]);
65                     colonne = str[0];
66                     if(colonne > 96 && colonne < 105) colonne = colonne - 32;
67 
```

```
68                      ligne = ligne -1;
69                      colonne = (int) colonne - 65;
70                      if (ligne < 0 || ligne > 7 || colonne < 0 || colonne > 7)
71                          IHM_gras("<!> Coup non valide, réessayez !\n");
72                  }while(ligne < 0 || ligne > 7 || colonne < 0 || colonne > 7);
73
74                  // tant que le coup passé en entrée n'est pas valide, on
                        continue à demander d'entrer un coup
75                  if (!IA_coupValide(p,TADCoup_coup(TADPion_pion(
                        couleur_joueur_humain,TADPosition_position(ligne,colonne))
                        )))
76                      IHM_gras("<!> Coup non valide, réessayez !\n");
77
78              } while(!IA_coupValide(p,TADCoup_coup(TADPion_pion(
                    couleur_joueur_humain,TADPosition_position(ligne,colonne)))));
79              JEU_jouer(&p,couleur_joueur_courant,JEU_obtenirCoupH,ligne,colonne
                    ,3);
80          }
81          // si c'est l'IA qui joue
82          else{
83              printf("ORDINATEUR : A moi, je joue ici ! \n");
84
85              JEU_jouer(&p,couleur_joueur_courant, IA_obtenirCoupIA,0,0,
                    profondeur);
86          }
87          // à la fin d'un tour, on change la couleur du joueur qui joue
88          couleur_joueur_courant = TADCouleur_couleurOpposee(
                couleur_joueur_courant);
89      }
90
91      // à la fin de la partie
92
93      IHM_gras("<##> La partie est terminée ! <##>\n");
94      egalite = JEU_trouverEgalite(&p);
95      if (!egalite){
96          vainqueur = JEU_trouverVainqueur(&p);
97          GP_afficherPlateau(p);
98          printf("<##> Le vainqueur est la couleur %d ! <##>\n",vainqueur->
                couleur);
99      }
100     else {
101         GP_afficherPlateau(p);
102         printf("<##> Pas de vainqueur ! <##>\n");
103     }
104
105 }
```

```
1  #include <stdlib.h>
2  #include <stdio.h>
3  #include "TAD_Position.h"
4  #include "JEU_SeDeplacerDansLaDirection.h"
```

```
5
6  Position JEU_seDeplacerDansLaDirection(Position pos, unsigned int dir) {
7      int dirLigne[8] = {-1,-1,0,1,1,1,0,-1};
8      int dirColonne[8] = {0,1,1,1,0,-1,-1,-1};
9
10     Position position = TADPosition_position(TADPosition_obtenirLigne(pos)+
           dirLigne[dir], TADPosition_obtenirColonne(pos)+dirColonne[dir]);
11     return position;
12 }
```

```
1  #include <stdlib.h>
2  #include <stdio.h>
3  #include <stdbool.h>
4  #include "TAD_Plateau.h"
5  #include "TAD_Couleur.h"
6  #include "TAD_Coups.h"
7  #include "IA_ObtenirCoupsPossibles.h"
8  #include "JEU_TesterFin.h"
9  #include "UNIT_GestionPlateau.h"
10
11 bool JEU_testerFin(Plateau p){
12     // si le plateau est plein ou que le joueur noir ne peut pas jouer, c'est
           fini
13     if(TADPlateau_estPlein(p) || (!GP_tourJouable(p, TADCouleur_couleur(1))))
14             return 1;
15         // si le joueur blanc ne peut pas jouer non plus, c'est fini
16         else if (!GP_tourJouable(p, TADCouleur_couleur(0)))
17             return 1;
18             // sinon ce n'est pas fini
19         else
20                 return 0;
21 }
```

```
1  #include <stdbool.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <stdio.h>
4  #include "TAD_Plateau.h"
5  #include "TAD_Position.h"
6  #include "TAD_Coup.h"
7  #include "IA_CoupValide.h"
8  #include "UNIT_GestionPlateau.h"
9  #include "IA_Score.h"
10 #include "JEU_TrouverVainqueur.h"
11 #include "JEU_CalculerScore.h"
12
13
14 bool* JEU_trouverEgalite(Plateau* pl){
15     bool* egalite = (bool*)malloc(sizeof(bool));
16     unsigned int score_blanc, score_noir;
17
18     JEU_calculerScore(*pl,&score_blanc,&score_noir);
```

```
19      *egalite = (score_blanc==score_noir);
20      return egalite;
21  }
```

```
1   #include <stdbool.h>
2   #include <stdlib.h>
3   #include <stdio.h>
4   #include "TAD_Plateau.h"
5   #include "TAD_Position.h"
6   #include "TAD_Coup.h"
7   #include "IA_CoupValide.h"
8   #include "UNIT_GestionPlateau.h"
9   #include "IA_Score.h"
10  #include "JEU_TrouverVainqueur.h"
11  #include "JEU_CalculerScore.h"
12
13  Couleur* JEU_trouverVainqueur(Plateau* pl) {
14      unsigned int TAILLE = 8;
15      int* egalite = (int*)malloc(sizeof(int));
16      Couleur* vainqueur = (Couleur*)malloc(sizeof(Couleur)*TAILLE*TAILLE);
17      unsigned int score_blanc, score_noir;
18      JEU_calculerScore(*pl,&score_blanc,&score_noir);
19      *egalite = (score_blanc==score_noir);
20
21      if ((*egalite)){
22          *vainqueur = TADCouleur_couleur(true) ;
23      }
24      if (!(*egalite)){
25          if (score_blanc>score_noir) {
26              *vainqueur = TADCouleur_couleur(true);
27          } else {
28              *vainqueur = TADCouleur_couleur(false);
29          }
30      }
31      return vainqueur;
32  }
```

Fonction liée à l'intérface Homme Machine

```
1   #include <stdio.h>
2   #include <stdlib.h>
3   #include "UNIT_IHM.h"
4
5   // le préfixe à mettre dans un printf pour le gras
6
7   void IHM_gras(char* texte){
8       printf("\033[1m%s\033[0m", texte);
9   }
10
11  void IHM_separateur(){
```

```
12      printf("-------------------------------------------------------\n");
13  }
14
15  void IHM_aide(){
16      IHM_separateur();
17      IHM_gras("<#> Aide du programme othello <#>\n");
18      printf("Les options possibles sont :\n");
19      printf("\t <1> othello standard blanc | noir [profondeur >2]\n");
20      printf("\t\t permet de jouer contre l'ordinateur en lui donnant les blancs
            ou les noirs\n");
21      printf("\t <2> othello tournoi blanc | noir [profondeur >2]\n");
22      printf("\t\t permet de faire jouer le programme dans un mode tournoi en
            lui donnant les blancs ou les noirs\n");
23      IHM_separateur();
24  }
```

Fonctions/Procédure en C liées à l'IA

```
1  #include <stdlib.h>
2  #include <stdio.h>
3  #include "TAD_Plateau.h"
4  #include "TAD_Couleur.h"
5  #include "IA_Score.h"
6  #include "IA_Evaluer.h"
7
8  int IA_evaluer(Plateau p,Couleur couleur_joueur){
9      // on soustrait le score du joueur adverse à celui du joueur référence
10     return IA_score(p,couleur_joueur) - IA_score(p,TADCouleur_couleurOpposee(
           couleur_joueur));
11 }
```

```
1  #include <stdlib.h>
2  #include <stdio.h>
3  #include "TAD_Couleur.h"
4  #include "TAD_Plateau.h"
5  #include "TAD_Coups.h"
6  #include "IA_MinMax.h"
7  #include "IA_ObtenirCoupsPossibles.h"
8  #include "IA_ScoreDUnCoup.h"
9  #include "UNIT_GestionPlateau.h"
10
11 int IA_minMax(Plateau p,Couleur couleur_joueur_referent,Couleur
       couleur_joueur_courant, unsigned int profondeur){
12     Coups coups_possibles;
13     int score,nb_coups_possibles,resultat;
14     unsigned int i;
15
16
17     coups_possibles = IA_obtenirCoupsPossibles(p,couleur_joueur_courant);
18     nb_coups_possibles = TADCoups_obtenirNbCoups(coups_possibles);
```

```
19
20
21
22      resultat = IA_scoreDUnCoup(p,TADCoups_obtenirIEmeCoup(coups_possibles,0),
            couleur_joueur_referent,couleur_joueur_courant,profondeur);
23
24      for (i = 1;i<nb_coups_possibles;i++){
25          score = IA_scoreDUnCoup(p,TADCoups_obtenirIEmeCoup(coups_possibles,i),
                couleur_joueur_referent,couleur_joueur_courant,profondeur);
26          if (TADCouleur_couleursIdentiques(couleur_joueur_courant,
                couleur_joueur_referent)){
27              resultat = GP_max(resultat,score);
28          }
29          else{
30              resultat = GP_min(resultat,score);
31          }
32
33      }
34
35      return resultat;
36
37  }
```

```
1   #include <stdlib.h>
2   #include <stdbool.h>
3   #include <stdio.h>
4   #include "TAD_Coups.h"
5   #include "TAD_Plateau.h"
6   #include "TAD_Couleur.h"
7   #include "IA_ObtenirCoupsPossibles.h"
8   #include "IA_ScoreDUnCoup.h"
9   #include "IA_ObtenirCoupIA.h"
10  #include "UNIT_GestionPlateau.h"
11
12  Coup IA_obtenirCoupIA(Plateau p,Couleur couleur_joueur_courant,int ligne, char
        colonne ,unsigned int profondeur){
13      Coup coup;
14      Coups coups_possibles;
15      int score,meilleur_score;
16      unsigned int i;
17
18      coups_possibles = IA_obtenirCoupsPossibles(p,couleur_joueur_courant);
19
20      coup = TADCoups_obtenirIEmeCoup(coups_possibles,0);
21
22      meilleur_score = IA_scoreDUnCoup(p,coup,couleur_joueur_courant,
            couleur_joueur_courant,profondeur);
23
24      for (i=1;i<(TADCoups_obtenirNbCoups(coups_possibles));i++){
25          score = IA_scoreDUnCoup(p,TADCoups_obtenirIEmeCoup(coups_possibles,i),
                couleur_joueur_courant,couleur_joueur_courant,profondeur);
```

```
26          if (score>meilleur_score){
27              coup = TADCoups_obtenirIEmeCoup(coups_possibles,i);
28              meilleur_score = score;
29          }
30      }
31      return coup;
32  }
```

```
1   #include <stdlib.h>
2   #include <stdio.h>
3   #include "TAD_Plateau.h"
4   #include "TAD_Pion.h"
5   #include "TAD_Coups.h"
6   #include "TAD_Coup.h"
7   #include "TAD_Position.h"
8   #include "IA_CoupValide.h"
9   #include "IA_ObtenirCoupsPossibles.h"
10
11  Coups IA_obtenirCoupsPossibles(Plateau p,Couleur couleur_joueur){
12      Coups coups_possibles = TADCoups_coups();
13      Coup coup;
14
15
16      // on parcourt l'ensemble des coups du plateau, si un coup est valide, on
            l'ajoute à la liste
17      for(int i=0; i<8; i++){
18          for(int j=0; j<8; j++){
19              if(IA_coupValide(p, TADCoup_coup(TADPion_pion(couleur_joueur,
                    TADPosition_position(i, j))))){
20                  coup = TADCoup_coup(TADPion_pion(couleur_joueur,
                        TADPosition_position(i, j)));
21                  TADCoups_ajouterCoup(&coups_possibles, coup);
22              }
23          }
24      }
25      return coups_possibles;
26  }
```

```
1   #include <stdlib.h>
2   #include <stdio.h>
3   #include <TAD_Plateau.h>
4   #include <TAD_Couleur.h>
5   #include <IA_Score.h>
6
7   int IA_score(Plateau p,Couleur couleur_joueur){
8       int score = 0;
9       int colonne,ligne;
10      Pion pion;
11      Couleur couleur;
12      Position position;
13
```

```
14      // boucle sur la largeur
15      for (colonne = 0;colonne<=7;colonne++){
16          // boucle sur la hauteur
17          for (ligne = 0;ligne<=7;ligne++){
18              position = TADPosition_position(ligne,colonne);
19              pion = TADPlateau_obtenirPion(p,position);
20              couleur = TADPion_obtenirCouleur(pion);
21              // si la couleur du pion est la couleur du joueur passée en entrée
                    , on ajoute 1 au score
22              if (TADCouleur_couleursIdentiques(couleur,couleur_joueur) && pion.
                    estPlace){
23                  score = score + 1;
24              }
25          }
26      }
27      return score;
28
29  }
```

```
1   #include <stdlib.h>
2   #include <stdlib.h>
3   #include <stdio.h>
4   #include "TAD_Plateau.h"
5   #include "TAD_Coup.h"
6   #include "TAD_Couleur.h"
7   #include "IA_Evaluer.h"
8   #include "IA_MinMax.h"
9   #include "UNIT_GestionPlateau.h"
10  #include "IA_ScoreDUnCoup.h"
11
12  int IA_scoreDUnCoup(Plateau p,Coup coup, Couleur couleur_joueur_referent,
        Couleur couleur_joueur_courant, unsigned int profondeur){
13      Plateau copie_plateau = TADPlateau_plateau();
14      TADPlateau_copier(p,&copie_plateau);
15      // on copie le plateau pour ne pas le modifier
16
17      TADCoup_jouerCoup(&copie_plateau,coup);
18      GP_miseAJourPlateau(&copie_plateau,coup);
19
20
21
22      if ( TADPlateau_estPlein(copie_plateau) || profondeur <= 0){
23          int evaluation =  IA_evaluer(copie_plateau,couleur_joueur_referent);
24          return evaluation;
25
26      }
27       else{
28          return IA_minMax(copie_plateau,couleur_joueur_referent,
                TADCouleur_couleurOpposee(couleur_joueur_courant),profondeur-1);
29      }
30  }
```

Fonction en C qui permet de faire un Tournoi

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdbool.h>
#include <string.h>
#include "TAD_Couleur.h"
#include "JEU_TesterFin.h"
#include "TAD_Coups.h"
#include "IA_ObtenirCoupIA.h"
#include "JEU_ObtenirCoupH.h"
#include "IA_ObtenirCoupsPossibles.h"
#include "JEU_Jouer.h"
#include "UNIT_IHM.h"
#include "TAD_Coup.h"
#include "JEU_TrouverEgalite.h"
#include "UNIT_GestionPlateau.h"
#include "JEU_TrouverVainqueur.h"


// fonction pour lancer le couleur_joueur_courantnoi
void TO_tournoi(Couleur couleur_choisie, unsigned int profondeur){
    Plateau p = GP_initialiserPlateau();
    bool a_nous_de_jouer = !(TADCouleur_couleursIdentiques(TADCouleur_couleur
        (1),couleur_choisie));
    Position pos;
    Coup coup;
    bool coup_possible = true;
    bool coup_possible_precedent;
    Couleur vainqueur;
    bool egalite;
    Pion pion;
    char saisie[7];

    while(true){
        if (a_nous_de_jouer) {
                coup_possible_precedent = coup_possible;
                coup_possible = GP_tourJouable(p,couleur_choisie);
            if (coup_possible){

                coup = IA_obtenirCoupIA(p,couleur_choisie,0,0,profondeur);
                JEU_jouer(&p,couleur_choisie,IA_obtenirCoupIA,0,0,profondeur);
                printf("%c%d\n",TADPosition_obtenirColonne(
                    TADPion_obtenirPosition(TADCoup_obtenirPion(coup))) + 'a',
                        TADPosition_obtenirLigne(TADPion_obtenirPosition(
                            TADCoup_obtenirPion(coup)))+1);
            }
            else {
                if (coup_possible_precedent)
                    printf("passe\n");
                else{
```

```
47                      egalite = JEU_trouverEgalite(&p);
48                      vainqueur = *JEU_trouverVainqueur(&p);
49                      if (egalite)
50                          printf("nulle\n");
51                      else
52                          printf((TADCouleur_couleursIdentiques(vainqueur,
                                TADCouleur_couleur(1))) ? "blanc\n" : "noir\n");
53                  }
54              }
55          }
56          else{
57              scanf("%s",saisie);
58              if (strcmp(saisie, "passe\n") != 0){ //s'il ne passe pas son tour
59                  pos = GP_convertirCoordonneeEnPosition(saisie);
60                  pion = TADPion_pion(TADCouleur_couleurOpposee(couleur_choisie)
                        , pos);
61                  coup = TADCoup_coup(pion);
62                  TADCoup_jouerCoup(&p,coup);
63                  GP_miseAJourPlateau(&p,coup);
64
65              }
66          }
67
68          fflush(stdout);
69          a_nous_de_jouer = !a_nous_de_jouer;
70
71      }
72  }
```

Tests Unitaires des TAD

```
1  #include <stdlib.h>
2  #include <string.h>
3  #include <stdio.h>
4  #include <assert.h>
5  #include <stdbool.h>
6  #include "TAD_Coup.h"
7  #include "TAD_Coups.h"
8  #include "TAD_Couleur.h"
9  #include "TAD_Pion.h"
10 #include "TAD_Plateau.h"
11 #include "TAD_Position.h"
12 #include "time.h"
13 #include <CUnit/CUnit.h>
14 #include <CUnit/Basic.h>
15 #include <CUnit/Automated.h>
16 #include <CUnit/Console.h>
17
18
19
20 int init_suite_success(void) {
```

```
21      return 0;
22  }
23
24  int clean_suite_success(void) {
25      return 0;
26  }
27
28  bool egalite_pion(Pion p1, Pion p2) {
29      bool res;
30      Position pos1, pos2;
31      res = false;
32      Couleur c1;
33      Couleur c2;
34      c1 = p1.couleur;
35      c2 = p2.couleur;
36      pos1 = p1.position;
37      pos2 = p2.position;
38      if ((c1.couleur == c2.couleur)  && (p1.estPlace == p2.estPlace) && (pos1.
            ligne == pos2.ligne) &&(pos1.colonne == pos2.colonne)){
39      res = true;
40      }
41      return (res);
42  }
43
44  bool egalite_position(Position pos1, Position pos2) {
45      return (pos1.ligne == pos2.ligne && pos1.colonne == pos2.colonne);
46  }
47
48  bool egalite_coup(Coup cp1, Coup cp2) {
49      return (egalite_pion(TADCoup_obtenirPion(cp1), TADCoup_obtenirPion(cp2)))
            ;}
50
51
52  void TAD_test_couleur() {
53      Couleur blanc, noir;
54      char *affichage_couleur_blanc;
55      char * affichage_couleur_noir;
56      blanc = TADCouleur_couleur(true);
57      noir = TADCouleur_couleur(false);
58      affichage_couleur_blanc =TADCouleur_afficherCouleur(blanc);
59      affichage_couleur_noir = TADCouleur_afficherCouleur(noir);
60      CU_ASSERT_TRUE(TADCouleur_couleurOpposee(blanc).couleur ==
            TADCouleur_couleur(false).couleur);
61      CU_ASSERT_FALSE((int)TADCouleur_couleursIdentiques(blanc,noir));
62      CU_ASSERT_TRUE((int)TADCouleur_couleursIdentiques(blanc,TADCouleur_couleur
            (true)));
63      CU_ASSERT_STRING_EQUAL(affichage_couleur_blanc,"blanc");
64      CU_ASSERT_STRING_EQUAL(affichage_couleur_noir,"noir");
65  }
66
67  void TAD_test_position() {
```

```
68      Position pos;
69      unsigned int x = rand() % 8;
70      unsigned int y = rand() % 8;
71
72      pos = TADPosition_position(x, y);
73      CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirLigne(pos) == x);
74      CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirColonne(pos) == y);
75  }
76
77  void TAD_test_pion() {
78      Pion p;
79      bool c = true;
80      Couleur blanc;
81      blanc = TADCouleur_couleur(c);
82      Position pos = TADPosition_position(rand() % 8, rand() % 8);
83      p = TADPion_pion(blanc, pos);
84      CU_ASSERT_EQUAL(TADPion_obtenirCouleur(p).couleur,blanc.couleur);
85      CU_ASSERT_EQUAL(p.estPlace,false);
86      TADPion_changerCouleur(&p);
87      CU_ASSERT_EQUAL(TADPion_obtenirCouleur(p).couleur,
            TADCouleur_couleurOpposee(blanc).couleur);
88      TADPion_fixerCouleur(&p,blanc);
89      CU_ASSERT_EQUAL(TADPion_obtenirCouleur(p).couleur,blanc.couleur);
90
91  }
92
93  void TAD_test_plateau() {
94      Plateau plateau = TADPlateau_plateau();
95      CU_ASSERT_FALSE(TADPlateau_estPlein(plateau));
96  }
97
98  void TAD_test_coup(){
99       Pion p;
100      Coup c;
101      Couleur blanc = TADCouleur_couleur(true);
102      Position pos = TADPosition_position(rand() % 8, rand() % 8);
103      p = TADPion_pion(blanc, pos);
104      Plateau pl = TADPlateau_plateau();
105      c = TADCoup_coup(p);
106      CU_ASSERT_TRUE(egalite_pion(TADCoup_obtenirPion(c),p));
107      TADCoup_jouerCoup(&pl,c);
108      CU_ASSERT_TRUE(TADPion_estPlace(TADPlateau_obtenirPion(pl,
            TADPion_obtenirPosition(c.pion))));
109      }
110
111
112
113 void TAD_test_coups() {
114     Couleur blanc = TADCouleur_couleur(true);
115     Couleur noir = TADCouleur_couleur(false);
116     Coups coups = TADCoups_coups();
```

```
117     Pion p1 = TADPion_pion(blanc,TADPosition_position(1, 1));
118     Pion p2 = TADPion_pion(noir,TADPosition_position(1, 2));
119     Coup coup1 = TADCoup_coup(p1);
120     Coup coup2 = TADCoup_coup(p2);
121 
122     CU_ASSERT_TRUE(TADCoups_obtenirNbCoups(coups) == 0);
123     CU_ASSERT_TRUE(TADCoups_estVide(coups));
124     TADCoups_ajouterCoup(&coups, coup1);
125     CU_ASSERT_FALSE(TADCoups_estVide(coups));
126     TADCoups_ajouterCoup(&coups, coup2);
127     CU_ASSERT_TRUE(TADCoups_obtenirNbCoups(coups) == 2);
128 
129     CU_ASSERT_TRUE(egalite_coup(TADCoups_obtenirIEmeCoup(coups, 1), coup1));
130     CU_ASSERT_TRUE(egalite_coup(TADCoups_obtenirIEmeCoup(coups, 0), coup2));
131     }
132 
133 
134 int main(int argc, char** argv){
135     CU_BasicRunMode mode = CU_BRM_VERBOSE;
136     CU_pSuite pSuite = NULL;
137     srand(time(NULL));
138 
139     /* initialisation du registre de tests */
140   if (CUE_SUCCESS != CU_initialize_registry()){
141     return CU_get_error();}
142 
143     /* ajout d'une suite de test */
144     pSuite = CU_add_suite("Test othello : TADs", init_suite_success,
            clean_suite_success);
145     if (NULL == pSuite) {
146         CU_cleanup_registry();
147         return CU_get_error();
148     }
149 
150     /* Ajout des tests */
151     if ((NULL == CU_add_test(pSuite, "Test TAD Couleur", TAD_test_couleur))
152     || (NULL == CU_add_test(pSuite, "Test TAD Position", TAD_test_position))
153             || (NULL == CU_add_test(pSuite, "Test TAD Pion", TAD_test_pion))
154             || (NULL == CU_add_test(pSuite, "Test TAD Coup", TAD_test_coup))
155             || (NULL == CU_add_test(pSuite, "Test TAD Coups", TAD_test_coups))
156             || (NULL == CU_add_test(pSuite, "Test TAD Plateau",
                    TAD_test_plateau))
157        )
158     {
159         CU_cleanup_registry();
160         return CU_get_error();
161     }
162 
163     /* Lancement des tests */
164     CU_basic_set_mode(mode);
165     CU_basic_run_tests();
```

```
166     printf("\n");
167     CU_basic_show_failures(CU_get_failure_list());
168     printf("\n\n");
169 
170     /* Nettoyage du registre */
171     CU_cleanup_registry();
172     return CU_get_error();
173 }
```

Tests Unitaires

```
1  #include <stdlib.h>
2  #include <string.h>
3  #include <stdio.h>
4  #include <assert.h>
5  #include <stdbool.h>
6  #include "TAD_Coup.h"
7  #include "TAD_Coups.h"
8  #include "TAD_Couleur.h"
9  #include "TAD_Pion.h"
10 #include "TAD_Plateau.h"
11 #include "TAD_Position.h"
12 #include "JEU_SeDeplacerDansLaDirection.h"
13 #include "time.h"
14 #include "JEU_ObtenirCoupH.h"
15 #include "JEU_TrouverVainqueur.h"
16 #include "UNIT_GestionPlateau.h"
17 #include "JEU_TesterFin.h"
18 #include "JEU_CalculerScore.h"
19 #include <CUnit/CUnit.h>
20 #include <CUnit/Basic.h>
21 #include <CUnit/Automated.h>
22 #include <CUnit/Console.h>
23 
24 
25 
26 int init_suite_success(void) {
27     return 0;
28 }
29 
30 int clean_suite_success(void) {
31     return 0;
32 }
33 
34 bool egalite_pion(Pion p1, Pion p2) {
35     bool res;
36     Position pos1, pos2;
37     res = false;
38     Couleur c1;
39     Couleur c2;
40     c1 = p1.couleur;
```

```
41      c2 = p2.couleur;
42      pos1 = p1.position;
43      pos2 = p2.position;
44      if ((c1.couleur == c2.couleur)  && (p1.estPlace == p2.estPlace) && (pos1.
            ligne == pos2.ligne) &&(pos1.colonne == pos2.colonne)){
45      res = true;
46      }
47      return (res);
48  }
49
50  bool egalite_position(Position pos1, Position pos2) {
51      return (pos1.ligne == pos2.ligne && pos1.colonne == pos2.colonne);
52  }
53
54  bool egalite_coup(Coup cp1, Coup cp2) {
55      return (egalite_pion(TADCoup_obtenirPion(cp1), TADCoup_obtenirPion(cp2)))
            ;}
56
57
58  void JEU_test_seDeplacerDansLaDirection() {
59          Position pos;
60          unsigned int x = rand() % 8;
61          unsigned int y = rand() % 8;
62      pos = TADPosition_position(x, y);
63          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirLigne(TADPosition_position(x-1,y))==
                TADPosition_obtenirLigne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos,0)));
64          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirColonne(TADPosition_position(x-1,y))
              == TADPosition_obtenirColonne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos,0)
              ));
65          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirLigne(TADPosition_position(x-1,y+1))
              == TADPosition_obtenirLigne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos,1)))
              ;
66          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirColonne(TADPosition_position(x-1,y
              +1))== TADPosition_obtenirColonne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(
              pos,1)));
67          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirLigne(TADPosition_position(x,y+1))==
                TADPosition_obtenirLigne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos,2)));
68          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirColonne(TADPosition_position(x,y+1))
              == TADPosition_obtenirColonne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos,2)
              ));
69          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirLigne(TADPosition_position(x+1,y+1))
              == TADPosition_obtenirLigne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos,3)))
              ;
70          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirColonne(TADPosition_position(x+1,y
              +1))== TADPosition_obtenirColonne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(
              pos,3)));
71          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirLigne(TADPosition_position(x+1,y))==
                TADPosition_obtenirLigne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos,4)));
72          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirColonne(TADPosition_position(x+1,y))
              == TADPosition_obtenirColonne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos,4)
              ));
```

```
73          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirLigne(TADPosition_position(x+1,y-1))
                == TADPosition_obtenirLigne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos,5)))
                ;
74          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirColonne(TADPosition_position(x+1,y
                -1))== TADPosition_obtenirColonne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(
                pos,5)));
75          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirLigne(TADPosition_position(x,y-1))==
                 TADPosition_obtenirLigne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos,6)));
76          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirColonne(TADPosition_position(x,y-1))
                == TADPosition_obtenirColonne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos,6)
                ));
77          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirLigne(TADPosition_position(x-1,y-1))
                == TADPosition_obtenirLigne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(pos,7)))
                ;
78          CU_ASSERT_TRUE(TADPosition_obtenirColonne(TADPosition_position(x-1,y
                -1))== TADPosition_obtenirColonne(JEU_seDeplacerDansLaDirection(
                pos,7)));
79  }
80
81  void JEU_test_ObtenirCoupH(){
82      Plateau plateau = TADPlateau_plateau();
83          bool c = true;
84          Couleur couleur;
85          unsigned int x = rand() % 8;
86          unsigned int y = rand() % 8;
87
88          couleur = TADCouleur_couleur(c);
89
90          Coup coup = JEU_obtenirCoupH(plateau,couleur,x,y,3);
91          Coup coup2 = JEU_obtenirCoupH(plateau,couleur,x+1,y,3);
92          CU_ASSERT_FALSE(egalite_coup(coup,coup2));
93          CU_ASSERT_EQUAL(coup.pion.position.ligne,x);
94          CU_ASSERT_EQUAL(coup.pion.position.colonne,y);
95          CU_ASSERT_EQUAL(coup.pion.couleur.couleur,couleur.couleur);
96          CU_ASSERT_EQUAL(TADPion_obtenirCouleur(TADCoup_obtenirPion(coup)).
                couleur,couleur.couleur);
97          CU_ASSERT_EQUAL(TADPosition_obtenirLigne(TADPion_obtenirPosition(
                TADCoup_obtenirPion(coup))),x);
98          CU_ASSERT_EQUAL(TADPosition_obtenirColonne(TADPion_obtenirPosition(
                TADCoup_obtenirPion(coup))),y);
99  }
100
101 void JEU_test_CalculerScore(){
102     unsigned int* score_blanc  = (unsigned int*)malloc(sizeof(unsigned int));
103         unsigned int* score_noir= (unsigned int*)malloc(sizeof(unsigned int));
104
105         Couleur couleur_joueur_noir = TADCouleur_couleur(false);
106     //Plateau plat = TADPlateau_plateau();
107     Plateau plat = GP_initialiserPlateau();
108     Plateau *plateau = &plat;
109     JEU_calculerScore(*plateau,score_blanc,score_noir);
```

```
110     CU_ASSERT_EQUAL(*score_blanc,2);
111         CU_ASSERT_EQUAL(*score_noir,2);
112 
113         Coup coup = TADCoup_coup(TADPion_pion(couleur_joueur_noir,
                TADPosition_position(2,3)));
114         TADCoup_jouerCoup(plateau,coup);
115         GP_miseAJourPlateau(plateau, coup);
116     Coup coup1 = TADCoup_coup(TADPion_pion(couleur_joueur_noir,
            TADPosition_position(1,3)));
117     TADCoup_jouerCoup(plateau,coup1);
118         GP_miseAJourPlateau(plateau, coup1);
119         Coup coup2 = TADCoup_coup(TADPion_pion(couleur_joueur_noir,
                TADPosition_position(3,2)));
120     TADCoup_jouerCoup(plateau,coup2);
121         GP_miseAJourPlateau(plateau, coup2);
122         JEU_calculerScore(*plateau,score_blanc,score_noir);
123         //CU_ASSERT_EQUAL(*score_blanc,2);
124         //CU_ASSERT_EQUAL(*score_noir,5);
125         free(score_blanc);
126         free(score_noir);
127 }
128 
129 
130 
131 
132 void JEU_test_TrouverVainqueur(){
133 
134         Couleur couleur_joueur_blanc = TADCouleur_couleur(true);
135         Couleur couleur_joueur_noir = TADCouleur_couleur(false);
136     Plateau plat = GP_initialiserPlateau();
137     Plateau *plateau = &plat;
138         Coup coup = TADCoup_coup(TADPion_pion(couleur_joueur_noir,
                TADPosition_position(2,3)));
139         TADCoup_jouerCoup(plateau,coup);
140         GP_miseAJourPlateau(plateau, coup);
141     Coup coup1 = TADCoup_coup(TADPion_pion(couleur_joueur_noir,
            TADPosition_position(1,3)));
142     TADCoup_jouerCoup(plateau,coup1);
143         GP_miseAJourPlateau(plateau, coup1);
144         Coup coup2 = TADCoup_coup(TADPion_pion(couleur_joueur_noir,
                TADPosition_position(3,2)));
145     TADCoup_jouerCoup(plateau,coup2);
146         GP_miseAJourPlateau(plateau, coup2);
147         CU_ASSERT_NOT_EQUAL(JEU_trouverVainqueur(plateau)->couleur ,
                couleur_joueur_blanc.couleur);
148         //ATTENTION DONNE TOUJOURS NOIR COMME VAINQUEUR A CORRIGER
149     Plateau plat2 = TADPlateau_plateau();
150         Plateau* pl = &plat2;
151         TADCoup_jouerCoup(pl,JEU_obtenirCoupH(*pl,couleur_joueur_blanc,1,1,3))
                ;
```

```
152         GP_miseAJourPlateau(pl, JEU_obtenirCoupH(*pl,couleur_joueur_blanc
                ,1,1,3));
153         TADCoup_jouerCoup(pl,JEU_obtenirCoupH(*pl,couleur_joueur_blanc,1,2,3))
                ;
154         GP_miseAJourPlateau(pl, JEU_obtenirCoupH(*pl,couleur_joueur_blanc
                ,1,2,3));
155         TADCoup_jouerCoup(pl,JEU_obtenirCoupH(*pl,couleur_joueur_blanc,1,3,3))
                ;
156         GP_miseAJourPlateau(pl, JEU_obtenirCoupH(*pl,couleur_joueur_blanc
                ,1,3,3));
157         TADCoup_jouerCoup(pl,JEU_obtenirCoupH(*pl,couleur_joueur_noir,2,1,3));
158         GP_miseAJourPlateau(pl, JEU_obtenirCoupH(*pl,couleur_joueur_noir
                ,2,1,3));
159         CU_ASSERT_EQUAL(JEU_trouverVainqueur(pl)->couleur ,
                couleur_joueur_blanc.couleur);
160
161 }
162
163
164
165 void JEU_test_TesterFin(){
166     unsigned int TAILLE = 8;
167     Plateau plateau = TADPlateau_plateau();
168         //Couleur couleur_joueur_blanc = TADCouleur_couleur(true);
169         Couleur couleur_joueur_noir = TADCouleur_couleur(false);
170         for (int i=0; i<TAILLE; i++) {
171         for (int j=0; j<TAILLE; j++) {
172             TADCoup_jouerCoup(&plateau,TADCoup_coup(TADPion_pion(
                    couleur_joueur_noir,TADPosition_position(i,j))));
173             GP_miseAJourPlateau(&plateau, TADCoup_coup(TADPion_pion(
                    couleur_joueur_noir,TADPosition_position(i,j))));
174         }
175     }
176     CU_ASSERT_TRUE(JEU_testerFin(plateau));
177 }
178
179
180
181
182
183
184
185 int main(int argc, char** argv){
186     CU_BasicRunMode mode = CU_BRM_VERBOSE;
187     CU_pSuite pSuite = NULL;
188     srand(time(NULL));
189
190     /* initialisation du registre de tests */
191   if (CUE_SUCCESS != CU_initialize_registry()){
192     return CU_get_error();}
193
```

```
194     /* ajout d'une suite de test */
195     pSuite = CU_add_suite("Test othello : JEU", init_suite_success,
            clean_suite_success);
196     if (NULL == pSuite) {
197         CU_cleanup_registry();
198         return CU_get_error();
199     }
200
201     /* Ajout des tests */
202     if ((NULL == CU_add_test(pSuite, "Test JEU se Déplacer dans la diresction"
            , JEU_test_seDeplacerDansLaDirection))
203     || (NULL == CU_add_test(pSuite, "Test JEU ObtenirCoupH",
            JEU_test_ObtenirCoupH))
204       || (NULL == CU_add_test(pSuite, "Test JEU Vainqueur",
              JEU_test_TrouverVainqueur))
205             || (NULL == CU_add_test(pSuite, "Test JEU Tester Fin",
                  JEU_test_TesterFin))
206             || (NULL == CU_add_test(pSuite, "Test JEU Calculer Score",
                  JEU_test_CalculerScore))
207            /*|| (NULL == CU_add_test(pSuite, "Test TAD Plateau",
                  TAD_test_plateau))*/
208       )
209     {
210         CU_cleanup_registry();
211         return CU_get_error();
212     }
213
214     /* Lancement des tests */
215     CU_basic_set_mode(mode);
216     CU_basic_run_tests();
217     printf("\n");
218     CU_basic_show_failures(CU_get_failure_list());
219     printf("\n\n");
220
221     /* Nettoyage du registre */
222     CU_cleanup_registry();
223     return CU_get_error();
224 }
```

Chapitre 6

Conclusion

Après 10 semaines de travail, nous sommes parvenus à l'élaboration d'un jeu d'Othello pouvant être joué sur terminal. Celui-ci a été réalisé via la conception de TAD réprésentant l'ensemble des éléments nécessaires pour le fonctionnement du jeu : Couleur, Position, Pion, Plateau, Coup, et Coups. De plus, un nombre d'algorithmes répresentant le fonctionnement logique du plateau, la gestion d'une partie dont la répartition des tours et le comptage des points, ainsi que la réalisation d'une IA basée sur l'algorithme MinMax ont notamment été élaborés pour mener à fin ce projet.

D'un point de vu personnel, ce projet nous aura permis :
— D'exercer la gestion de projet via la plateforme collaborative Gitlab
— Mettre en application l'ensemble des étapes du cycle en V
— Maîtriser l'élaboration et l'usage de types abstraits de données
— Mettre en oeuvre des fonctions et procédures avancées
— Comprendre et réaliser une IA basée sur l'algorithme MinMax
— Appronfondir et aiguiser notre connaissance du langage C
— Concevoir un ensemble de tests associées aux algorithmes développés
— Apprendre la rédaction d'un makefile
— Rédiger de la documentation via Doxygen et un rapport rédigé en LaTeX

Le projet a été réparti au sein du groupe selon le tableau suivant :

	Yasmine	Lucas	Jihane	Laurent
Analyse	En commun : analyse du problème, conception des TAD à utiliser, réalisation d'une analyse descendante			
Conception préliminaire	Signature de certaines fonctions liées aux TAD	Signatures de l'ensemble des fonctions préfixées IA, IHM et JEU	Signatures de fonctions préfixées TAD et JEU	Implémentation des signatures des fonctions liées aux TAD
Conception détaillée	Elaboration de certaines fonctions liées aux TAD ainsi que la correction de certaines fonctions en terme d'encapsulation	Élaboration des fonctions liées à l'intelligence artificelle, à l'interface homme machine et les fonctions qui permettent de lancer une partie.	Elaboration des fonctions liées aux TAD Coups, Plateau, et fonctions de JEU.	Elaboration des fonctions générales liées à la gestion du plateau (GP) et des TAD
Développement	Implémentation de certaines fonctions liées aux TAD et correction de certaines fonctions (ajout de pointeurs ...)	Implémentation des fonctions citées précédemment, ainsi que correction des TAD pour s'adapter à cette implémentation.	Implémentation des fonctions citées et modifications apportées aux fonction préfixées TAD et IA.	Implémentation des fonctions citées ci-dessus, intercompatibilité
Développement et tests unitaires	Tests liées à la gestion du plateau	Déboggage et tests d'intégration.	Tests unitaires liés aux fonctions préfixées JEU et TAD, débogage au niveau des fonctions IA.	Débogage des fonctions et structures associées aux TAD pour assurer l'implémentation des fonctions de jeu