

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

29 décembre 2015

Introduction

Table des matières

Introduction	2
I Analyse	5
1 Analyse des TAD	6
1.1 Le TAD « Couleur »	6
1.2 Le TAD « Pion »	6
1.3 Le TAD « Position »	6
1.4 Le TAD « Plateau »	6
1.5 Le TAD « Coup »	7
1.6 Le TAD « Coups »	7
2 Analyse descendante	8
II Conception préliminaire	9
1 Conception préliminaire des TAD	10
1.1 Conception préliminaire du TAD « Couleur »	10
1.2 Conception préliminaire du TAD « Pion »	10
1.3 Conception préliminaire du TAD « Position »	10
1.4 Conception préliminaire du TAD « Plateau »	11
1.5 Conception préliminaire du TAD « Coup »	11
1.6 Conception préliminaire du TAD « Coups »	11
2 Conception préliminaire des fonctions et procédures issues des analyses descendantes	12
2.1 Conception préliminaire de l'analyse descendante de « Faire une partie »	12
2.1.1 Types	12
2.1.2 Type Direction	12
2.1.3 Sous-programmes	12
2.2 Conception préliminaire de l'analyse descendante de « obtenirCoupIA »	13
III Conception détaillée	14
1 Conception détaillée des TAD	15
1.1 CD du type « Couleur »	15
1.2 CD du type « Pion »	15
1.3 CD du type « Position »	15
1.4 CD du type « Plateau »	15

1.5	CD du type « Coup »	15
1.6	CD du type « Coups »	15
2	Conception détaillée des algorithmes compliqués de l'analyse « faireUnePartie »	17
2.1	La procédure « faireUnePartie »	17
2.2	La procédure « jouer »	18
2.3	La procédure « jouerCoup »	18
2.4	La procédure « inverserPions »	18
2.5	La procédure « inverserPionsDir »	19
2.6	La procédure « pionEstPresent »	19
2.7	La procédure « pionEstPresentRecuratif »	20
3	Conception détaillée des algorithmes compliqués de l'analyse « obtenirCoupIA »	21
3.1	La fonction « obtenirCoupIA »	21
3.2	La fonction « scoreDUnCoup »	21
3.3	La fonction « coupValide »	22
3.4	La fonction « minMax »	22
3.5	La fonction « evaluerPlateau »	23
3.6	La fonction « evaluerNbCoupsPossiblesAdversaire »	23
3.7	La fonction « evaluerNbPionsCouleur »	24
3.8	La fonction « evaluerPositionsPionsPlateau »	24
IV	Développement	25
V	Répartition du travail	26
1	Analyse descendante	27
2	Conception préliminaire	28
3	Conception détaillée	29
4	Développement	30
	Conclusion	30

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 \rightarrow Position
Axiomes: - *obtenirLigne(fixerPosition(ligne,colonne))=ligne*
- *obtenirColonne(fixerPosition(ligne,colonne))=colonne*
Préconditions: fixerPosition(ligne,colonne): $1 \leq \text{ligne} \leq 8 \ \& \ 1 \leq \text{colonne} \leq 8$

1.4 Le TAD « Plateau »

Nom: Plateau
Utilise: Booleen, Position, Pion

Opérations: $\text{creerPlateau}: \rightarrow \text{Plateau}$
 $\text{estCaseVide}: \text{Plateau} \times \text{Position} \rightarrow \mathbf{Booleen}$
 $\text{viderCase}: \text{Plateau} \times \text{Position} \rightarrow \text{Plateau}$
 $\text{poserPion}: \text{Plateau} \times \text{Position} \times \text{Pion} \rightarrow \text{Plateau}$
 $\text{obtenirPion}: \text{Plateau} \times \text{Position} \rightarrow \text{Pion}$
 $\text{inverserPion}: \text{Plateau} \times \text{Position} \rightarrow \text{Plateau}$

Axiomes: - $\text{estCaseVide}(\text{creerPlateau}(), \text{position}) = \mathbf{VRAI}$
- $\text{estCaseVide}(\text{viderCase}(\text{plateau}, \text{position}), \text{position}) = \mathbf{VRAI}$
- $\text{estCaseVide}(\text{poserPion}(\text{plateau}, \text{position}, \text{pion}), \text{position}) = \mathbf{FAUX}$
- $\text{obtenirPion}(\text{poserPion}(\text{plateau}, \text{position}, \text{pion}), \text{position}) = \text{pion}$
- $\text{inverserPion}(\text{inverserPion}(\text{plateau}, \text{position}), \text{position}) = \text{plateau}$

Préconditions: $\text{viderCase}(\text{plateau}, \text{position}): \text{non}(\text{estCaseVide}(\text{plateau}, \text{position}))$
 $\text{poserPion}(\text{plateau}, \text{position}): \text{estCaseVide}(\text{plateau}, \text{position})$
 $\text{obtenirPion}(\text{plateau}, \text{position}): \text{non}(\text{estCaseVide}(\text{plateau}, \text{position}))$
 $\text{inverserPion}(\text{plateau}, \text{position}): \text{non}(\text{estCaseVide}(\text{plateau}, \text{position}))$

1.5 Le TAD « Coup »

Nom: Coup
Utilise: Position, Pion
Opérations: $\text{creerCoup}: \text{Position} \times \text{Pion} \rightarrow \text{Coup}$
 $\text{obtenirPositionCoup}: \text{Coup} \rightarrow \text{Position}$
 $\text{obtenirPionCoup}: \text{Coup} \rightarrow \text{Pion}$

Axiomes: - $\text{obtenirPositionCoup}(\text{creerCoup}(\text{pos}, \text{pion})) = \text{pos}$
- $\text{obtenirPionCoup}(\text{creerCoup}(\text{pos}, \text{pion})) = \text{pion}$

1.6 Le TAD « Coups »

Nom: Coups
Utilise: $\mathbf{Naturel}$, $\mathbf{NaturelNonNul}$, Coup
Opérations: $\text{creerCoups}: \rightarrow \text{Coups}$
 $\text{ajouterCoups}: \text{Coups} \times \text{Coup} \rightarrow \text{Coups}$
 $\text{nbCoups}: \text{Coups} \rightarrow \mathbf{Naturel}$
 $\text{iemeCoup}: \text{Coups} \times \mathbf{NaturelNonNul} \rightarrow \text{Coup}$

Axiomes: - $\text{iemeCoup}(\text{ajouterCoups}(\text{cps}, \text{cp}), \text{nbCoups}(\text{cps})) = \text{cp}$
- $\text{nbCoups}(\text{creerCoups}()) = 0$
- $\text{nbCoups}(\text{ajouterCoups}(\text{cps}, \text{cp})) = \text{nbCoups}(\text{cps}) + 1$

Préconditions: $\text{iemeCoup}(\text{cps}, i): i \leq \text{nbCoups}(\text{cps})$

Chapitre 2

Analyse descendante

On insérera ici les images des analyses descendantes (une fois qu'elles seront finies et qu'on n'y touchera plus).

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) $1 \leq \text{ligne} \leq 8 \ \& \ 1 \leq \text{colonne} \leq 8$

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) $i \leq \text{nbCoups}(\text{coups})$

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** pionEstPresentRecuratif (**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**) : **Entier**
- **fonction** scoreDUnCoup (plateau : Plateau, coup : Coup, couleurRef, couleurCourante : Couleur, profondeurCourante : **Naturel**) : **Entier**
- **fonction** score (plateau : Plateau, couleur : Couleur) : **Entier**
- **fonction** evaluerPlateau (plateau : Plateau, couleur : Couleur) : **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] deCoup

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))
    fin
  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)
  fin
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 ← VRAI
  fin

```

```

        pionPresent ← FAUX
    finssi
finssi
fin

```

2.7 La procédure « pionEstPresentRecuratif »

procédure pionEstPresentRecuratif (**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)

pionEstPresentRecuratif(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, profondeurMinMax : **Naturel**
coupsPossibles : Coups
scoreCourant, meilleurScore : **Entier**
coupCourant, meilleurCoup : Coup

debut

profondeurMinMax \leftarrow profondeur()
coupsPossibles \leftarrow listeCoupsPossibles(plateau, couleur)
si nbCoups(coupsPossibles) > 0 **alors**
 meilleurCoup \leftarrow iemeCoup(coupsPossibles, 1)
 meilleurScore \leftarrow scoreDUnCoup(plateau, meilleurCoup, couleur, couleur, profondeurMinMax)
 pour i \leftarrow 2 **à** nbCoups(coupsPossibles) **faire**
 coupCourant \leftarrow iemeCoup(coupsPossibles, i)
 scoreCourant \leftarrow scoreDUnCoup(plateau, coupCourant, couleur, couleur, profondeurMinMax)
 si scoreCourant > meilleurScore **alors**
 meilleurCoup \leftarrow coupCourant
 meilleurScore \leftarrow scoreCourant

finsi

finpour

finsi

retourner meilleurCoup

fin

3.2 La fonction « scoreDUnCoup »

fonction scoreDUnCoup (plateau : Plateau, coup : Coup, couleurRef, couleurCourante : Couleur, profondeurCourante : **Naturel**) : **Entier**

Déclaration plateauTest : Plateau

debut

```

    plateauTest ← copierPlateau(plateau)
    jouerCoup(coup, plateauTest)
    si plateauRempli(plateauTest) ou profondeurCourante = 0 alors
        retourner score(plateauTest, couleurRef)
    sinon
        retourner minMax(plateauTest, couleurRef, changerCouleur(couleurCourante), profondeurCourante - 1)
    fin

```

fin

3.3 La fonction « coupValide »

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

Déclaration pos, posTmp : Position
 pionJoueur : Pion
 pionPresent : **Booleen**
 x, y : **Entier**

debut

```

    x ← -1
    pionPresent ← FAUX
    pos ← obtenirPositionCoup(coup)
    pionJoueur ← obtenirPionCoup(coup)
    tant que non(pionPresent) et (x < 2) faire
        y ← -1
        tant que non(pionPresent) et (y < 2) faire
            si non((x = 0) et (y = 0)) alors
                posTmp ← pos
                pionEstPresent(pionJoueur, x, y, posTmp, plateau, pionPresent)
            fin
            y ← y + 1
        fintantque
        x ← x + 1
    fintantque
    retourner pionPresent

```

fin

3.4 La fonction « minMax »

fonction minMax (plateau : Plateau, couleurRef, couleurCourante : Couleur, profondeurCourante : **Naturel**) : **Entier**

Déclaration coupsPossibles : Coups
 resultat, score : **Entier**
 i : **Naturel**

debut

```

    coupsPossibles ← listeCoupsPossibles(plateau, couleurCourante)
    si nbCoups(coupsPossibles) > 0 alors
        resultat ← scoreDUnCoup(plateau, iemeCoup(coupsPossibles, 1), couleurRef, couleurCourante, profondeurCourante)
    fin

```

```

    pour i ← 2 à nbCoups(coupsPossibles) faire
        score ← scoreDUnCoup(plateau, iemeCoup(coupsPossibles, i), couleurRef, couleurCourante, pro-
            fondeurCourante)
        si couleurCourante = couleurRef alors
            resultat ← max(resultat, score)
        sinon
            resultat ← min(resultat, score)
        finsi
    finpour
sinon
    si couleurCourante = couleurRef alors
        resultat ← INFINI
    sinon
        resultat ← - INFINI
    finsi
fin
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.

3.5 La fonction « evaluerPlateau »

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

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

debut

```

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

```

fin

3.6 La fonction « evaluerNbCoupsPossiblesAdversaire »

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

Déclaration nbCoupsAdversaire, res : **Entier**

coupsAdversaire : Coups
couleurAdversaire : Couleur

debut

```

    couleurAdversaire ← changerCouleur(couleur)
    coupsAdversaire ← listeCoupsPossibles(plateau, couleurAdversaire)
    nbCoupsAdversaire ← nbCoups(coupsAdversaire)
    res ← 60 - 10 × nbCoupsAdversaire
    retourner res

```

fin

3.7 La fonction « evaluerNbPionsCouleur »

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

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

debut

nbPions(plateau,nbPionsNoirs,nbPionsBlancs)

si sontEgales(couleur,noir()) **alors**

res ← nbPionsNoirs−nbPionsBlancs

sinon

res ← nbPionsBlancs−nbPionsNoirs

finsi

retourner res

fin

3.8 La fonction « evaluerPositionsPionsPlateau »

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

Déclaration res, resJoueur, resAdversaire : **Entier**
i, j, x, y : **Naturel**
pos : Position
grilleScore : **Tableau**[1..8][1..8] **de Entier**

debut

grilleScore ← initialiserGrilleScore()

resJoueur ← 0

resAdversaire ← 0

pour i ← 1 à 8 **faire**

pour j ← 1 à 8 **faire**

fixerPosition(i−1,j−1,pos)

si non estCaseVide(plateau, pos) et sontEgales(obtenirCouleur(obtenirPion(pos)), couleur) **alors**

resJoueur ← resJoueur+grilleScore[i−1][j−1]

sinon

si non estCaseVide(plateau,pos) **alors**

resAdversaire ← resAdversaire+grilleScore[i−1][j−1]

finsi

finsi

finpour

finpour

retourner res

fin

Quatrième partie

Développement

Cinquième partie

Répartition du travail

Chapitre 1

Analyse descendante

Responsables		Claire	Riadh	Sandratra	Gautier	Romain
Sous-programme						
faireUnePartie						
initialiserPlateau						
jouer						
finPartie						
plateauRempli						
nbPions						
jouerCoup						
inverserPions						
inverserPionsDir						
pionEstPresent						
pionEstPresentRecuratif						
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	Claire	Riadh	Sandratra	Gautier	Romain
Sous-programme					
faireUnePartie					
initialiserPlateau					
jouer					
finPartie					
plateauRempli					
nbPions					
jouerCoup					
inverserPions					
inverserPionsDir					
pionEstPresent					
pionEstPresentRecuratif					
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

Chapitre 4

Développement

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

TABLE 4.1 – Répartition des tâches dans la phase de développement

Conclusion