

(*Modules: ouverture des modules nécessaires***)**

```
#open "graphics";  
#open "random";
```

(*Variables: déclaration des constantes et des types***)**

```
(*Type des cases*)  
type case = Noir | Blanc | Vide;;  
(*Couleurs du plateau*)  
(*couleur des cadres des cases du tableau*)(*noir*)  
let coul_cadre=rgb 0 0 0;;  
(*couleur du fond des cases du tableau*)(*vert foncé*)  
let coul_fond=rgb 0 128 0;;  
(*couleur du fond des cases en erreur*)(*rouge foncé*)  
let coul_erreur=rgb 128 0 0;;  
(*couleur des reflets des pions*)(*blanc*)  
let coul_reflet= rgb 255 255 255;;  
(*couleur du sur lignage des cases*)(*vert clair*)  
let coul_surlignage= rgb 0 170 0;;  
(*couleur de sélection des cases*)(*vert clair+*)  
let coul_select= rgb 0 210 0;;  
(*couleur de prévisualisation des coups*)(*vert clair+*)  
let coul_coup= rgb 0 0 128;;  
(*couleur des pions*)(*blanc-gris*)(*noir*)  
let coul_blanc=rgb 223 218 207;;  
let coul_noir=rgb 0 0 0;;  
(*Coordonnées de référence*)  
let x0,y0=30,30;;  
(*Dimension de référence*)  
let dim_cote=60;;  
let dim_rayon=(4*dim_cote)/(2*5) ;;  
let dim_nbcas=8;;  
(*Plateau de jeu*)  
let Plateau = make_matrix dim_nbcas dim_nbcas Vide;;  
Plateau.(3).(3)<-Noir ;;  
Plateau.(4).(4)<-Noir ;;  
Plateau.(3).(4)<-Blanc ;;  
Plateau.(4).(3)<-Blanc ;;
```

(*Fonctions de représentations du plateau***)**

```
(*Dessin des cases du plateau*)  
let fait_case x y coul_cadre coul_fond=  
set_color coul_cadre;  
moveto x y;  
lineto (x+dim_cote) y;  
lineto (x+dim_cote) (y+dim_cote);
```

```

    lineto x (y+dim_cote);
    lineto x y;
set_color coul_fond;
    fill_rect (x+1) (y+1) (dim_cote-2) (dim_cote-2);
(*Dessin des pions*)
let fait_pion x y coul_cadre coul_fond coul_pion =
    fait_case x y coul_cadre coul_fond ;
    set_color coul_pion ;
    fill_circle (x+ dim_cote/2) (y+dim_cote/2) dim_rayon ;
    set_color coul_reflet ;
    draw_arc (x+ dim_cote/2) (y+dim_cote/2) (dim_rayon-3) (dim_rayon-3) 90 180 ;;
(*Affichage de la case (i,j) *)
let affiche_case plateau i j=
    let x,y=((i*dim_cote+x0),(j*dim_cote+y0)) in
        if plateau.(i).(j)=Vide then fait_case x y coul_cadre coul_fond
    else if plateau.(i).(j)=Noir then fait_pion x y coul_cadre coul_fond coul_noir
    else if plateau.(i).(j)=Blanc then fait_pion x y coul_cadre coul_fond coul_blanc ;;
(*Affichage du plateau entier*)
let affiche_plateau plateau=
    for i=0 to (vect_length plateau-1) do
    for j=0 to (vect_length plateau.(0)-1) do
        affiche_case plateau i j;
    done;
done;;
(*Affichage des coups possibles*)
let rec affiche_coup = function
| []->()
| (i,j) ::l->fait_case (x0+dim_cote*i) (y0+dim_cote*j) coul_cadre coul_coup ;
    affiche_coup l ;;
(*Effacement des coups possibles*)
let rec affiche_pas_coup = function
| []->()
| (i,j) ::l->fait_case (x0+dim_cote*i) (y0+dim_cote*j) coul_cadre coul_fond ;
    affiche_pas_coup l ;;
(*Fonctions de manipulation du plateau*****
(*Élément dans une liste*)
let rec dans = fun
| a []-> false
| a (b::l)->a=b || (dans a l) ;;
(*Possibilité d'une ligne*)
let ligne plateau coul1 i j k l=
    let coul2=ref Noir in if coul1=Noir then coul2:=Blanc;
    let bool=ref true in
    if k>7 || l>7 || k<0 || l<0 then bool:=false else
    if plateau.(k).(l) <> !coul2 then bool:=false else

```

```

begin
let rec aux = fun
| 8 j2-> false
| i2 8->false
| (-1) j2-> false
| i2 (-1)->false
| i2 j2->if plateau.(i2).(j2)=coul1 then true else
      if plateau.(i2).(j2)=Vide then false else
      aux (i2+k-i) (j2+l-j) in

bool:= aux k l;
end;
!bool;;
(*Possibilité d'un coup en (i,j)*)
let possible plateau coul1 i j=
let bool = ref false in
if plateau.(i).(j)=Vide then
begin
for k= -1 to 1 do
for l= -1 to 1 do
  bool:= !bool || (ligne plateau coul1 i j (i+k) (j+l));
done; done;end ; !bool;;
(*Evaluation des coups possibles*)
let coup plateau coul1=
let rec aux = fun
| 7 7-> if (possible plateau coul1 7 7) then [(7,7)] else []
| i 7-> if (possible plateau coul1 i 7) then (i,7)::(aux (i+1) 0) else (aux (i+1) 0)
| i j -> if (possible plateau coul1 i j) then (i,j)::(aux i (j+1)) else (aux i (j+1))    in
aux 0 0;;
(*Calcul du score*)
let score plateau=
let b,n=ref 0,ref 0 in
for i=0 to 7 do
for j=0 to 7 do
  if plateau.(i).(j)=Noir then incr n else if plateau.(i).(j)=Blanc then incr b;
done; done;
(!b,!n);;
(*Affichage du score*)
let affiche_score plateau=
let b,n=score plateau in
set_color coul_blanc;
fill_rect (x0+dim_nbcas*dim_cote+3) (y0+dim_nbcas*dim_cote-20) 100 20;
set_color coul_noir;
fill_rect (x0+dim_nbcas*dim_cote+3) (y0+dim_nbcas*dim_cote -45) 100 20;
set_color coul_noir;
moveto (x0+dim_nbcas*dim_cote+10) (y0+dim_nbcas*dim_cote- 20);

```

```

draw_string ((string_of_int b)^" blanc(s)");
moveto (x0+dim_nbcase*dim_cote+10) (y0+dim_nbcase*dim_cote-45);
draw_string ((string_of_int n)^" noir(s) ");;

(*Affichage du tour*)
let affiche_tour coul=
let couleur=ref coul_blanc in
if coul=Noir then couleur := coul_noir ;
set_color coul_noir;
moveto (x0+dim_nbcase*dim_cote+10) (y0+dim_nbcase*dim_cote- 70);
draw_string ("C'est aux »);
set_color !couleur;
fill_rect (x0+dim_nbcase*dim_cote+90) (y0+dim_nbcase*dim_cote- 69) 15 15;;

(*Application d'une ligne *)
let fait_ligne coul1 coul2 i j k l=
if (ligne Plateau coul1 i j k l) then begin
let i2,j2=ref k, ref l in
Plateau.(i).(j)<-coul1;
while Plateau.(li2).(lj2)=coul2 do
Plateau.(li2).(lj2)<-coul1;
i2:= li2 +k-i; j2:= lj2 +l-j;
done; end;;

(*Application d'un coup*)
let fait_coup plateau coul1 i j=
let coul2=ref Noir in if coul1=Noir then coul2:=Blanc;
for k= -1 to 1 do
for l= -1 to 1 do
    fait_ligne coul1 (!coul2) i j (i+k) (j+l);
done; done;;

(*Vérification de victoire*)
let victoire plateau =
let gagnant=ref (false,Vide) in
let b,n=score plateau in
if ((coup plateau Noir),(coup plateau Blanc))=([],[]) then begin
    if b>n then gagnant:=(true,Blanc)
    else if b<n then gagnant:=(true,Noir)
    else gagnant:=(true,Vide);
end ;

!gagnant ;;

(*Cliquer d'une case du plateau*)
let cliquer plateau coul1 list=
let case=ref (0,0) in
let mauvais_clique=ref true in
while !mauvais_clique do
let attend=ref (wait_next_event[Button_down;Mouse_motion;Key_pressed]) in
let x,y=(!attend.mouse_x -x0),(!attend.mouse_y -y0) in

```

(*Si le curseur est dans le plateau*)

```
if x<(dim_cote*(vect_length plateau))
  && y<(dim_cote*(vect_length plateau.(0)))
  && x>=0 && y>=0
then
  begin
    (*On repeint la case précédente*)
    if plateau.(fst !case).(snd !case)=Vide then
      fait_case ((fst !case)*dim_cote+x0) ((snd !case)*dim_cote+y0) coul_cadre coul_fond
    else if plateau.(fst !case).(snd !case)=Noir then
      fait_pion ((fst !case)*dim_cote+x0) ((snd !case)*dim_cote+y0) coul_cadre coul_fond
      coul_noir
    else if plateau.(fst !case).(snd !case)=Blanc then
      fait_pion ((fst !case)*dim_cote+x0) ((snd !case)*dim_cote+y0) coul_cadre coul_fond
      coul_blanc;
    (*On récupère la case que l'on pointe*)
    case:=(x quo dim_cote), (y quo dim_cote));
    if plateau.(fst !case).(snd !case)=Vide then
      fait_case ((fst !case)*dim_cote+x0) ((snd !case)*dim_cote+y0) coul_cadre coul_surlignage
    else if plateau.(fst !case).(snd !case)=Noir then
      fait_pion ((fst !case)*dim_cote+x0) ((snd !case)*dim_cote+y0) coul_cadre coul_surlignage
      coul_noir
    else if plateau.(fst !case).(snd !case)=Blanc then
      fait_pion ((fst !case)*dim_cote+x0) ((snd !case)*dim_cote+y0) coul_cadre coul_surlignage
      coul_blanc;
    begin
      (*Si on appuie sur une touche*)
      if !attend.keypressed then begin
        if !attend.key <> `027` then begin
          affiche_case plateau (fst !case) (snd !case);
          (affiche_coup list);
          let a=wait_next_event[Key_pressed] in
            (affiche_pas_coup list);
          end
        else begin
          close_graph();
          failwith « Merci d'avoir joué » ;
          end;
        end
      (*Si on clique sur une valide*)
      else if !attend.button && plateau.(fst !case).(snd !case)=Vide then
        begin
          fait_case ((fst !case)*dim_cote+x0) ((snd !case)*dim_cote+y0) coul_cadre coul_select;
          let attend2=ref (wait_next_event[Button_up;]) in
            let x2,y2=(!attend2.mouse_x -x0),(!attend2.mouse_y -y0) in
```

```

let case2=((x2 quo dim_cote), (y2 quo dim_cote)) in
if case2 = !case then
begin
if (dans !case list) then begin
sound 6000 20;
fait_coup plateau coul1 (fst !case) (snd !case) ;
mauvais_clique:=false;
end
else begin fait_case (dim_cote*(fst !case)+x0) (dim_cote* (snd !case)+y0)
coul_cadre coul_erreur ; sound 160 40; fait_case (dim_cote*(fst !case)+x0) (dim_cote*
(snd !case)+y0) coul_cadre coul_fond; end;
end;
end;
end;
end else affiche_case plateau (fst !case) (snd !case);
done;;
(*Fonctions de manipulation du plateau*****)
(*Animation du cpu*)
let clignote i j coul=
for k=0 to 4 do
fait_case (dim_cote*i+x0) (dim_cote* j+y0) coul_cadre coul_coup ;
sound 0 200;
fait_case (dim_cote*i+x0) (dim_cote* j+y0) coul_cadre coul_fond;
sound 0 200;
done ;
if coul=Blanc then (fait_pion (dim_cote*i+x0) (dim_cote* j+y0) coul_cadre coul_fond coul_blanc)
else (fait_pion (dim_cote*i+x0) (dim_cote* j+y0) coul_cadre coul_fond coul_noir) ;
sound 6000 20;
sound 0 250;;
(*IA de niveau 1*****)
(*Compte des points d'une ligne*)
let compte_ligne coul1 coul2 i j k l=
let pt=ref 0 in
if (ligne Plateau coul1 i j k l) then begin
incr pt;
let i2,j2=ref k, ref l in
while Plateau.(!i2).(!j2)=coul2 do
incr pt;
i2:= !i2 +k-i; j2:= !j2 +l-j;
done; end; !pt ;;
(*Compte des points d'un coup *)
let compte_coup plateau coul1 i j=
let coul2=ref Noir in if coul1=Noir then coul2:=Blanc;
let pt=ref 0 in
for k= -1 to 1 do

```

```

for l= -1 to 1 do
  pt:= !pt + (compte_ligne coul1 (!coul2) i j (i+k) (j+l));
done; done; !pt;;
(*Choix du coup*)
let case_IA1 plateau coul1=
let coul2=ref Noir in if coul1=Noir then coul2:=Blanc;
let rec aux = fun
| a (k,l) []->(k,l)
| a (k,l) ((i,j)::lf)->let b=(compte_coup plateau coul1 i j) in
    if a<b then (aux b (i,j) lf) else (aux a (k,l) lf) in
let (i,j)=(aux 0 (-1,-1) (coup plateau coul1)) in
clignote i j coul1 ;
fait_coup plateau coul1 i j ;;
(*IA de niveau 2*****
(*Choix du coup*)
let case_IA2 plateau coul1=
let coul2=ref Noir in if coul1=Noir then coul2:=Blanc;
let coups=(coup plateau coul1) in
let rec aux = fun
| a (k,l) []->(a,k,l)
| a (k,l) ((i,j)::lf)->let b=(compte_coup plateau coul1 i j) in
    if a<b then (aux b (i,j) lf) else (aux a (k,l) lf) in
let (a,i,j)=(aux 0 (-1,-1) coups) in
let rec aux2 = fun
| _ _ ((0,0)::lf)->(true,0,0)
| _ _ ((7,7)::lf)->(true,7,7)
| _ _ ((0,7)::lf)->(true,0,7)
| _ _ ((7,0)::lf)->(true,7,0)
| a (i,j) []->((i=0 || i=7 || j=0 || j=7),i,j)
| a (i,j) ((k,l)::lf)->if (k=0 || k=7 || l=0 || l=7) then begin
    let b=(compte_coup plateau coul1 i j)
    if a<b then (aux2 b (k,l) lf) else (aux2 a (i,j) lf) end
    else (aux2 a (i,j) lf) in
let (bien,k,l)= (aux2 0 (-1,-1) coups) in
if bien && a<5 then fait_coup plateau coul1 k l else fait_coup plateau coul1 i j ;;
(*Fonctions de manipulation du plateau*****
(*Réinitialisation du plateau*)
let init ()=
for i=0 to (dim_nbcas-1) do
for j=0 to (dim_nbcas-1) do
  Plateau.(i).(j)<-Vide
done; done;
Plateau.(3).(3)<-Noir ;
Plateau.(4).(4)<-Noir ;
Plateau.(3).(4)<-Blanc ;

```

```

Plateau.(4).(3)<-Blanc ;;
(*Fonction du jeu*)
let othello_2joueurs ()=
open_graph "";
close_graph ();
open_graph "800x600+200+100";
let tour=ref Noir in
while not (fst (victoire Plateau)) do
  if !tour=Noir then tour:=Blanc else tour:=Noir;
  if (coup Plateau !tour)=[] then if !tour=Noir then tour:=Blanc else tour:=Noir;
  affiche_tour !tour ;
  affiche_plateau Plateau ;
  affiche_score Plateau;
  cliquer Plateau !tour (coup Plateau !tour) ;
done ;
  affiche_plateau Plateau ;
  affiche_score Plateau;
if (snd (victoire Plateau))<>Vide then begin
  set_color black;
  moveto (x0+dim_nbcas*dim_cote+10) (y0+dim_nbcas*dim_cote- 100);
  draw_string («Victoire aux   !!!»);
  if (snd (victoire Plateau))=Noir then
    begin
      set_color coul_noir;
      fill_rect (x0+dim_nbcas*dim_cote+120) (y0+dim_nbcas*dim_cote- 100) 15 15; end
    else begin
      set_color coul_blanc;
      fill_rect (x0+dim_nbcas*dim_cote+120) (y0+dim_nbcas*dim_cote- 100) 15 15; end;
    end
else begin
  set_color black;
  moveto (x0+dim_nbcas*dim_cote+10) (y0+dim_nbcas*dim_cote- 40);
  draw_string (« Il y a égalité !!! »)
end;
let a=wait_next_event[Key_pressed] in
close_graph();;
(*Fonction du jeu*)
type joueur= H | IA1 | IA2 ;;
let othello joueur1 joueur2=
open_graph "";
close_graph ();
open_graph "800x600+200+100";
let tour=ref Noir in
while not (fst (victoire Plateau)) do
  if !tour=Noir then tour:=Blanc else tour:=Noir;

```



```

if (coup Plateau !tour)=[] then if !tour=Noir then tour:=Blanc else tour:=Noir;
affiche_tour !tour ;
affiche_plateau Plateau ;
affiche_score Plateau;
if !tour=Blanc then begin
    if joueur1=H then cliquer Plateau !tour (coup Plateau !tour) else
    if joueur1=IA1 then case_IA1 Plateau !tour else
    if joueur1=IA2 then case_IA2 Plateau !tour ;
    end
else begin
    if joueur2=H then cliquer Plateau !tour (coup Plateau !tour) else
    if joueur2=IA1 then case_IA1 Plateau !tour else
    if joueur2=IA2 then case_IA2 Plateau !tour ;
    end;
done ;
affiche_plateau Plateau ;
affiche_score Plateau;
if (snd (victoire Plateau))<>Vide then begin
    set_color black;
    moveto (x0+dim_nbcas*dim_cote+10) (y0+dim_nbcas*dim_cote- 100);
    draw_string («Victoire aux  !!!»);
    if (snd (victoire Plateau))=Noir then
        begin
            set_color coul_noir;
            fill_rect (x0+dim_nbcas*dim_cote+120) (y0+dim_nbcas*dim_cote- 100) 15 15; end
        else begin
            set_color coul_blanc;
            fill_rect (x0+dim_nbcas*dim_cote+120) (y0+dim_nbcas*dim_cote- 100) 15 15; end;
        end
    else begin
        set_color black;
        moveto (x0+dim_nbcas*dim_cote+10) (y0+dim_nbcas*dim_cote- 40);
        draw_string (« Il y a égalité !!! »)
    end;
let a=wait_next_event[Key_pressed] in
close_graph();;

othello H IA1;;

```