

Chapitre 1

Projet CPS : Spécifications de River City Ransom

Béatrice CARRE et Steven VAROUMAS

1.1 Le service Personnage

```
service : Personnage
use : Objet
types : String , int , boolean
```

```
Observers :
  const nom : [Personnage] → String
  const largeur : [Personnage] → int
  const hauteur : [Personnage] → int
  const profondeur : [Personnage] → int
  const force : [Personnage] → int
  points_de_vie : [Personnage] → int
  somme_d_argent : [Personnage] → int
  est_vaincu : [Personnage] → boolean
  est_equipe_objet : [Personnage] → boolean
  est_equipe_perso : [Personnage] → boolean
  objet_equipe : [Personnage] → Objet
  pre objet_equipe(P) require est_equipe_objet(P)
  perso_equipe : [Personnage] → Personnage
  pre perso_equipe(P) require est_equipe_perso(P)
```

```
Constructors :
```

```
init : String × int × int × int × int × int × int → [Personnage]
  pre init(nom, largeur, hauteur, profondeur, force, pdv, argent) require nom = "Alex" ∨ nom
    = "Ryan" ∧ largeur>0 ∧ hauteur>0 ∧ profondeur>0 ∧ force>0 ∧ pdv>0 ∧ argent≥0
```

```
Operators :
```

```
retrait_vie : [Personnage] × int → [Personnage]
  pre retrait_vie(P,s) require ¬est_vaincu(P) ∧ s>0

retrait_argent : [Personnage] × int → [Personnage]
  pre retrait_argent(P,s) require ¬est_vaincu(P) ∧ s>0 ∧ somme_d_argent(P) ≥ s

depot_argent : [Personnage] × int → [Personnage]
  pre depot_argent(P,s) require ¬est_vaincu(P) ∧ s>0

ramasser_argent : [Personnage] × Object → [Personnage]
```

```

    pre ramasser_argent(P,o) require ¬est_vaincu(P) ∧ Objet::est_de_valeur(o))

ramasser_objet : [Personnage] × Object → [Personnage]
    pre ramasser_objet(P,o) require ¬est_vaincu(P) ∧ ¬est_equipe_objet(P) ∧ ¬
        est_equipe_perso(P) ∧ Objet::est_equipable(o)

ramasser_perso : [Personnage] × Personnage → [Personnage]
    pre ramasser_perso(P,p) require ¬est_vaincu(P) ∧ ¬est_equipe_objet(P) ∧
        ¬est_equipe_perso(P)

jeter : [Personnage] → [Personnage]
    pre jeter(P) require ¬est_vaincu(P) ∧ ( est_equipe_objet(P) ∨ est_equipe_perso (P) )

```

Observations :

[invariants]

```

    est_vaincu(P)  $\stackrel{min}{=}$  points_de_vie(P) ≤ 0
    est_equipe_perso(P)  $\stackrel{min}{=}$  perso_equipe(P) ≠ null
    est_equipe_objet(P)  $\stackrel{min}{=}$  objet_equipe(P) ≠ null

```

[init]

```

    nom(init(n,l,h,p,f,v,a))=n
    largeur(init(n,l,h,p,f,v,a))=l
    hauteur(init(n,l,h,p,f,v,a))=h
    profondeur(init(n,l,h,p,f,v,a))=p
    force(init(n,l,h,p,f,v,a))=f
    points_de_vie(init(n,l,h,p,f,v,a))=v
    somme_d_argent(init(n,l,h,p,f,v,a))=a
    est_visible(P) = true
    objet_equipe(init(n,l,h,p,f,v,a))=null
    perso_equipe(init(n,l,h,p,f,v,a))=null

```

[retrait_vie]

```

    points_de_vie(retrait_vie(P,s)) = max(0, points_de_vie(P) - s)

```

[retrait_argent]

```

    somme_d_argent(retrait_argent(P,s)) = argent(P) - s

```

[depot_argent]

```

    somme_d_argent(depot_argent(P,s)) = argent(P) + s

```

[ramasser_objet]

```

    objet_equipe(ramasser_objet(P,objet)) = objet
    force(ramasser_objet(P,objet)) = force(P) + Objet::bonus_force(objet)

```

[ramasser_argent]

```

    somme_d_argent(ramasser_argent(P,objet)) = somme_d_argent(P) + Objet::valeur_marchande(
        objet)

```

[ramasser_perso]

```

    perso_equipe(ramasser_perso(P,perso)) = perso

```

[jeter]

```

    perso_equipe(jeter(P)) = null
    force(jeter(P)) =
        { force(P) - Objet::bonus_force(objet_equipe(P)) si est_equipe_objet(P)
        { force(P) sinon
    objet_equipe(jeter(P)) = null

```

1.2 Gangster

service : Gangster
Refine : Personnage

Constructors :

init : $\text{String} \times \text{int} \times \text{int} \times \text{int} \times \text{int} \times \text{int} \rightarrow [\text{Gangster}]$
pre **init**(nom, largeur, hauteur, profondeur, force, pdv) **require** nom \neq "" \wedge largeur > 0 \wedge hauteur > 0 \wedge profondeur > 0 \wedge force > 0 \wedge pdv > 0

Observations :

[init]
nom(**init**(n, l, h, p, f, v)) = n
largeur(**init**(n, l, h, p, f, v)) = l
hauteur(**init**(n, l, h, p, f, v)) = h
profondeur(**init**(n, l, h, p, f, v)) = p
force(**init**(n, l, h, p, f, v)) = f
points_de_vie(**init**(n, l, h, p, f, v)) = v
somme_d_argent(**init**(n, l, h, p, f, v)) = 0
objet_equipe(**init**(n, l, h, p, f, v)) = null
perso_equipe(**init**(n, l, h, p, f, v)) = null

[retrait_argent]
somme_d_argent(retrait_argent(G, s)) = argent(G)

[depot_argent]
somme_d_argent(depot_argent(G, s)) = argent(G)

[ramasser_argent]
somme_d_argent(ramasser_objet(G, objet)) = somme_d_argent(G)

1.3 Bloc

service : Bloc
use : Objet
types : enum TYPE{VIDE, FOSSE, OBJET},

Observers :
const type : [Bloc] \rightarrow TYPE
const objet : [Bloc] \rightarrow Objet

Constructors :
init : $\text{TYPE} \times \text{Objet} \rightarrow [\text{Bloc}]$
pre **init**(t, o) **require**
(t = VIDE \vee t = FOSSE) \wedge o = null) \vee (t = OBJET \wedge o \neq null)

Operators :
retirerObjet : [Bloc] \rightarrow [Bloc]
pre retirerObjet(B) **require** type(B) = OBJET
poserObjet : [Bloc] \times Objet \rightarrow [Bloc]
pre poserObjet(B, o) **require** type(B) = VIDE

Observations :

[init]
type(**init**(t, o)) = t
objet(**init**(t, o)) = o
[retirerObjet]
type(retirerObjet(B)) = VIDE
objet(retirerObjet(B)) = null
[poserObjet]
type(poserObjet(B, o)) = OBJET
objet(poserObjet(B, o)) = o

1.4 Objet

```
service : Objet
types : String, boolean, int
Observers :
  const nom : [Objet] → String
  est_equipable : [Objet] → boolean
  est_de_valeur : [Objet] → boolean
  bonus_force : [Objet] → int
    pre bonus_force(O) require est_equipable(O)
  valeur_marchande : [Objet] → int
    pre valeur_marchande(O) require est_de_valeur(O)

Constructors :

  init : String × int × int → [Objet]
    pre (init(n,t,bonus,valeur) require n≠"" ∧ ( ( bonus >0 ∧ valeur = 0) ∨ (bonus = 0 ∧
      valeur > 0) ) )

Observations :
  [Invariants]
    est_equipable(O)  $\stackrel{min}{=}$  bonus_force > 0
    est_de_valeur(O)  $\stackrel{min}{=}$  valeur_marchande > 0
    est_equipable(O)  $\stackrel{min}{=}$  ¬est_de_valeur(O)

  [init]
    nom(init(n,bonus,valeur)) = n
    bonus_force(init(n,bonus,valeur)) = bonus
    valeur_marchande(init(n,bonus,valeur)) = valeur
```

1.5 Terrain

```
service : Terrain
use : Bloc
types : int
Observers :
  const largeur : [Terrain] → int
  const hauteur : [Terrain] → int
  const profondeur : [Terrain] → int
  bloc : [Terrain] × int × int → Bloc
    pre bloc(T, x,y) require 0 ≤ x ≤ largeur ∧ 0 ≤ y ≤ profondeur

Constructors :

  init : int × int × int → [Terrain]
    pre init(largeur, hauteur, prof) require largeur > 50 ∧ hauteur > 100 ∧ prof > 50 ∧
      largeur%50=0 ∧ profondeur%50=0

Operators :

  modifier_bloc : [Terrain] × int × int × Bloc → [Terrain]
    pre bloc(T, x, y, b) require 0 ≤ x ≤ largeur ∧ 0 ≤ y ≤ profondeur ∧ b ≠ null

Observations :

  [Invariants]

  [init]
```

```

largeur (init (l, h, p)) = l
hauteur (init (l, h, p)) = h
profondeur (init (l, h, p)) = p
bloc (init (l, h, p), x, y) ≠ NULL

```

```

[modifier_bloc]
  bloc (modifier_bloc (T, x, y, b), x, y) = b

```

1.6 Moteur de jeu

```

service : MoteurJeu
use : GestionCombat
types : boolean, int, enum RESULTAT{DEUXGAGNANTS, RYANGAGNANT, ALEXGAGNANT, SLICKGAGNANT,
  NULLE},
  enum COMMANDE{RIEN, GAUCHE, DROITE, BAS, HAUT, FRAPPE, SAUT, SAUTHAUT, SAUTDROIT,
  SAUTGAUCHE, SAUTBAS, RAMASSER, JETER}

```

```

Observers :
  estFini : [MoteurJeu] → boolean
  resultat : [MoteurJeu] → RESULTAT
  pre resultat (M) require estFini (M)
  combat : [MoteurJeu] → GestionCombat
  pasCourant : [MoteurJeu] → int

```

```

Constructors :
  init : ∅ → [MoteurJeu]

```

```

Operators :
  pasJeu : [MoteurJeu] × COMMANDE × COMMANDE → [MoteurJeu]
  pre pasJeu (M, comAlex, comRyan) require : ¬estFini (M)

```

```

Observations :
  [Invariants]

```

```

estFini (M)  $\stackrel{min}{=}$  (Personnage :: est_vaincu (GestionCombat :: alex (combat (M)))
  ∧ Personnage :: est_vaincu (GestionCombat :: ryan (combat (M)))
  ∨ Gangster :: est_vaincu (GestionCombat :: slick (combat (M)))

```

$$\text{resultat}(M) \stackrel{min}{=} \left\{ \begin{array}{ll} \text{ALEXGAGNANT} & \begin{array}{l} \text{si } \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{GestionCombat} : \text{alex}(\text{combat}(M))) \\ \wedge \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(\text{GestionCombat} : \text{slick}(\text{combat}(M))) \\ \wedge \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{GestionCombat} : \text{ryan}(\text{combat}(M))) \end{array} \\ \text{RYANGAGNANT} & \begin{array}{l} \text{si } \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{GestionCombat} : \text{ryan}(\text{combat}(M))) \\ \wedge \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(\text{GestionCombat} : \text{slick}(\text{combat}(M))) \\ \wedge \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{GestionCombat} : \text{alex}(\text{combat}(M))) \end{array} \\ \text{DEUXGAGNANTS} & \begin{array}{l} \text{si } \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{GestionCombat} : \text{ryan}(\text{combat}(M))) \\ \wedge \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(\text{GestionCombat} : \text{slick}(\text{combat}(M))) \\ \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{GestionCombat} : \text{alex}(\text{combat}(M))) \end{array} \\ \text{SLICKGAGNANT} & \begin{array}{l} \text{si } \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{GestionCombat} : \text{ryan}(\text{combat}(M))) \\ \wedge \neg \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(\text{GestionCombat} : \text{slick}(\text{combat}(M))) \\ \wedge \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{GestionCombat} : \text{alex}(\text{combat}(M))) \end{array} \\ \text{NULLE} & \text{sinon} \end{array} \right.$$

```

[init]
  combat (init ()) = GestionCombat :: init ()
[pasJeu]
  combat (pasJeu (M, cA, cR)) = GestionCombat :: gerer (combat (M), cA, cR)
  pasCourant (pasJeu (M, cA, cR)) = pasCourant (M) + 1

```

1.7 GestionCombat

```
service : GestionCombat
use : Terrain, Personnage, Gangster
types : string, boolean, enum COMMANDE{RIEN, GAUCHE, DROITE, BAS, HAUT, FRAPPER, SAUT, SAUTHAUT, SAUTDROITE, SAUTGAUCHE,
SAUTBAS, RAMASSER, JETER}

Observers :
terrain : [GestionCombat] → Terrain

alex : [GestionCombat] → Personnage

ryan : [GestionCombat] → Personnage

slick : [GestionCombat] → Gangster

gangsters : [GestionCombat] → List<Gangster>

actionGangster : [GestionCombat] × Gangster → COMMANDE

estGele : [GestionCombat] × Personnage → boolean
pre estGele(G, perso) require perso = alex(G) ∨ perso = ryan(G) ∨ perso = slick(G) ∨ perso ∈ gangsters(G)

estFrappe : [GestionCombat] × Personnage → boolean
pre estFrappe(G, perso) require perso = alex(G) ∨ perso = ryan(G) ∨ perso = slick(G) ∨ perso ∈ gangsters(G)

estVisible : [GestionCombat] × Personnage → boolean
pre estVisible(G, perso) require perso = alex(G) ∨ perso = ryan(G) ∨ perso = slick(G) ∨ perso ∈ gangsters(G)

posX : [GestionCombat] × Personnage → int
pre posX(G, perso) require perso = alex(G) ∨ perso = ryan(G) ∨ perso = slick(G) ∨ perso ∈ gangsters(G)

posY : [GestionCombat] × Personnage → int
pre posY(G, perso) require perso = alex(G) ∨ perso = ryan(G) ∨ perso = slick(G) ∨ perso ∈ gangsters(G)

posZ : [GestionCombat] × Personnage → int
pre posZ(G, perso) require perso = alex(G) ∨ perso = ryan(G) ∨ perso = slick(G) ∨ perso ∈ gangsters(G)

collisionDroite : [GestionCombat] × Personnage × Gangster → boolean
pre collisionDroite(G, persol, perso2) require
(persol = alex(G) ∨ persol = ryan(G)) ∧ (perso2 = slick(G) ∨ perso2 ∈ gangsters(G))

collisionGauche : [GestionCombat] × Personnage × Gangster → boolean
pre collisionGauche(G, persol, perso2) require
(persol = alex(G) ∨ persol = ryan(G)) ∧ (perso2 = slick(G) ∨ perso2 ∈ gangsters(G))
```

```

collisionDevant : [GestionCombat] × Personnage × Gangster → boolean
pre collisionDevant(G, persol, persol2) require
(persol = alex(G) ∨ persol = ryan(G)) ∧ (persol2 = slick(G) ∨ persol2 ∈ gangsters(G))

collisionDerriere : [GestionCombat] × Personnage × Gangster → boolean
pre collisionDerriere(G, persol, persol2) require
(persol = alex(G) ∨ persol = ryan(G)) ∧ (persol2 = slick(G) ∨ persol2 ∈ gangsters(G))

collisionDessus : [GestionCombat] × Personnage × Gangster → boolean
pre collisionDessus(G, persol, persol2) require
(persol = alex(G) ∨ persol = ryan(G)) ∧ (persol2 = slick(G) ∨ persol2 ∈ gangsters(G))

collisionDessous : [GestionCombat] × Personnage × Gangster → boolean
pre collisionDessous(G, persol, persol2) require
(persol = alex(G) ∨ persol = ryan(G)) ∧ (persol2 = slick(G) ∨ persol2 ∈ gangsters(G))

collision : [GestionCombat] × Personnage × Gangster → boolean
pre collision(G, persol, persol2) require
(persol = alex(G) ∨ persol = ryan(G)) ∧ (persol2 = slick(G) ∨ persol2 ∈ gangsters(G))

```

Constructors:

```
init : ∅ → [GestionCombat]
```

Operators :

```
gerer : [GestionCombat] × COMMANDE × COMMANDE → [GestionCombat]
```

Observations :

[Invariants]

$0 \leq \text{posX}(G, s) \leq \text{Terrain}::\text{largeur}(\text{terrain})$

$0 \leq \text{posY}(G, s) \leq \text{Terrain}::\text{profondeur}(\text{terrain})$

$0 \leq \text{posZ}(G, s) \leq \text{Terrain}::\text{hauteur}(\text{terrain})$

$\text{collisionDroite}(G, p1, p2) \stackrel{\text{min}}{=} (-d \leq \text{posX}(G, p1) - \text{posX}(G, p2) \leq d+1) \wedge (d = \text{Personnage}::\text{largeur}(p1)/2 + d = \text{Personnage}::\text{largeur}(p2)/2)$

$\text{collisionGauche}(G, p1, p2) \stackrel{\text{min}}{=} (-d \leq \text{posX}(G, p2) - \text{posX}(G, p1) \leq d+1) \wedge (d = \text{Personnage}::\text{largeur}(p1)/2 + d = \text{Personnage}::\text{largeur}(p2)/2)$

$\text{collisionDevant}(G, p1, p2) \stackrel{\text{min}}{=} (-d \leq \text{posY}(G, p1) - \text{posY}(G, p2) \leq d+1) \wedge (d = \text{Personnage}::\text{profondeur}(p1)/2 + d = \text{Personnage}::\text{profondeur}(p2)/2)$

$\text{collisionDerriere}(G, p1, p2) \stackrel{\text{min}}{=} (-d \leq \text{posY}(G, p2) - \text{posY}(G, p1) \leq d+1) \wedge (d = \text{Personnage}::\text{profondeur}(p1)/2 + d = \text{Personnage}::\text{profondeur}(p2)/2)$

```

collisionDessous(G,p1,p2)  $\stackrel{min}{=}$  (  $-d \leq \text{posZ}(G,p1) - \text{posZ}(G,p2) \leq d+1$ )  $\wedge$  (  $d = \text{Personnage}::\text{hauteur}(p1)/2 + d = \text{Personnage}::\text{hauteur}(p2)/2$  )

collisionDessus(G,p1,p2)  $\stackrel{min}{=}$  (  $-d \leq \text{posZ}(G,p2) - \text{posZ}(G,p1) \leq d+1$ )  $\wedge$  (  $d = \text{Personnage}::\text{hauteur}(p1)/2 + d = \text{Personnage}::\text{hauteur}(p2)/2$  )

collision(G,p1,p2)  $\stackrel{min}{=}$  estVisible(p1)  $\wedge$  estVisible(p2)
 $\wedge$  collisionDroite(G,p1,p2)  $\wedge$  collisionGauche(G,p1,p2)
 $\wedge$  collisionDevant(G,p1,p2)  $\wedge$  collisionDerriere(G,p1,p2)
 $\wedge$  collisionDessous(G,p1,p2)  $\wedge$  collisionDessus(G,p1,p2)

actionGangster(G,g) = RIEN si estGele(G,g)  $\vee$  est_vaincu(G,g)  $\forall g \in \text{gangsters}(G)$ 

[init]

terrain(init()) = Terrain::init(1000,1000,1000)

alex(init()) = Personnage::init("Alex",30,30,30,100,100,0)

ryan(init()) = Personnage::init("Ryan",30,30,30,100,100,0)

slick(init()) = Gangster::init("Slick",50,50,50,100,100)

gangsters(init()) = {g = Personnage::init("noname",20,20,20,10,50)},  $\forall g \in \text{gangsters}(G)$ 

actionGangster(G,g) = RIEN  $\forall g \in \text{gangsters}(G)$ 

estGele(init(), s) = false

collisionGauche(init(),p1,p2) = false

collisionDroite(init(),p1,p2) = false

collisionDevant(init(),p1,p2) = false

collisionDerriere(init(),p1,p2) = false

collisionDessous(init(),p1,p2) = false

collisionDessus(init(),p1,p2) = false

collision(init(),p1,p2) = false

estFrappe(init(), s) = false

```



```

posX(init(), alex(G)) < 50

posX(init(), slick(G)) > Terrain::largeur(terrain(G)) - 50

posX(init(), ryan(G)) < 50

posZ(init(), p) = 0

posY(init(), perso) = random

Bloc::type(Terrain:bloc(terrain(G), posX(init(), g), posY(init(), g), posZ(init(), g))) = VIDE ∀ g ∈ gangsters(G)

Bloc::type(Terrain:bloc(terrain(G), posX(init(), slick(G)), posY(init(), slick(G)), posZ(init(), slick(G)))) = VIDE

Bloc::type(Terrain:bloc(terrain(G), posX(init(), alex(G)), posY(init(), alex(G)), posZ(init(), alex(G)))) ≠ FOSSE

Bloc::type(Terrain:bloc(terrain(G), posX(init(), ryan(G)), posY(init(), ryan(G)), posZ(init(), ryan(G)))) ≠ FOSSE

```

[gerer]

```

posX(G, gerer(G, cA, cR), alex(G)) =

$$\begin{cases} \min(\text{posX}(G, \text{alex}(G)) + 10, \text{Terrain}:\text{largeur}(\text{terrain}(G)) - \text{Personnage}:\text{largeur}(\text{alex}(G))) \\ \text{si } cA = \text{DROITE} \vee cA = \text{SAUTDROITE} \wedge \neg \text{Personnage}:\text{est\_vaincu}(\text{alex}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{alex}(G)) \\ \wedge \neg \text{collisionDroite}(\text{alex}(G), p) \forall p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \text{max}(\text{posX}(G, \text{alex}(G)) - 10, 0) \\ \text{si } cA = \text{GAUCHE} \vee cA = \text{SAUTGAUCHE} \wedge \neg \text{Personnage}:\text{est\_vaincu}(\text{alex}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{alex}(G)) \\ \wedge \neg \text{collisionGauche}(\text{alex}(G), p) \forall p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \text{posX}(G, \text{alex}(G)) \text{ sinon} \end{cases}$$


posY(G, gerer(G, cA, cR), alex(G)) =

$$\begin{cases} \min(\text{posY}(G, \text{alex}(G)) + 10, \text{Terrain}:\text{profondeur}(\text{terrain}(G)) - \text{Personnage}:\text{profondeur}(\text{alex}(G))) \\ \text{si } cA = \text{HAUT} \vee cA = \text{SAUTHAUT} \wedge \neg \text{Personnage}:\text{est\_vaincu}(\text{alex}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{alex}(G)) \wedge \neg \text{collisionDerriere}(\text{alex}(G), p) \forall p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \text{max}(\text{posY}(G, \text{alex}(G)) - 10, 0) \\ \text{si } cA = \text{BAS} \vee cA = \text{SAUTBAS} \wedge \neg \text{Personnage}:\text{est\_vaincu}(\text{alex}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{alex}(G)) \wedge \neg \text{collisionDevant}(\text{alex}(G), p) \forall p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \text{posY}(G, \text{alex}(G)) \text{ sinon} \end{cases}$$


posZ(gerer(G, cA, cR), alex(G)) =

$$\begin{cases} 100 \\ \text{si } cA = \text{SAUT} \vee cA = \text{SAUTBAS} \vee cA = \text{SAUTHAUT} \vee cA = \text{SAUTDROITE} \vee cA = \text{SAUTGAUCHE} \\ \wedge \neg \text{Personnage}:\text{est\_vaincu}(\text{alex}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{alex}(G)) \wedge \neg \text{collisionDessus}(\text{alex}(G), p) \forall p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \text{pos}(G, \text{alex}(G)) \\ \text{si estGele}(G, \text{alex}(G)) \\ 0 \\ \text{Sinon} \end{cases}$$


posX(G, gerer(G, cA, cR), ryan(G)) =

```

$$\begin{aligned}
& \left\{ \begin{array}{l} \min(\text{posX}(G, \text{ryan}(G)) + 10, \text{Terrain} : \text{largeur}(\text{terrain}(G)) - \text{Personnage} : : \text{largeur}(\text{ryan}(G))) \\ \text{si } cA = \text{DROITE} \vee cA = \text{SAUTDROITE} \wedge \neg \text{Personnage} : : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \\ \wedge \neg \text{collisionDroite}(\text{ryan}(G), p) \vee p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \max(\text{posX}(G, \text{ryan}(G)) - 10, 0) \\ \text{si } cA = \text{GAUCHE} \vee cA = \text{SAUTGAUCHE} \wedge \neg \text{Personnage} : : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \\ \wedge \neg \text{collisionGauche}(\text{ryan}(G), p) \vee p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \text{posX}(G, \text{ryan}(G)) \text{ sinon} \end{array} \right\} \\
\text{posY}(G, \text{gerer}(G, cA, cR), \text{ryan}(G)) = & \left\{ \begin{array}{l} \min(\text{posY}(G, \text{ryan}(G)) + 10, \text{Terrain} : \text{profondeur}(\text{terrain}(G)) - \text{Personnage} : : \text{profondeur}(\text{ryan}(G))) \\ \text{si } cA = \text{HAUT} \vee cA = \text{SAUTHAUT} \wedge \neg \text{Personnage} : : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{collisionDerriere}(\text{ryan}(G), p) \vee p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \max(\text{posY}(G, \text{ryan}(G)) - 10, 0) \\ \text{si } cA = \text{BAS} \vee cA = \text{SAUTBAS} \wedge \neg \text{Personnage} : : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{collisionDevant}(\text{ryan}(G), p) \vee p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \text{posY}(G, \text{ryan}(G)) \text{ sinon} \end{array} \right\} \\
\text{posZ}(\text{gerer}(G, cA, cR), \text{ryan}(G)) = & \left\{ \begin{array}{l} 100 \quad \text{si } cA = \text{SAUT} \vee cA = \text{SAUTBAS} \vee cA = \text{SAUTHAUT} \vee cA = \text{SAUTDROITE} \vee cA = \text{SAUTGAUCHE} \\ \wedge \neg \text{Personnage} : : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{collisionDessus}(\text{ryan}(G), p) \vee p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \text{pos}(G, \text{ryan}(G)) \quad \text{si } \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \\ 0 \quad \text{Sinon} \end{array} \right\} \\
\text{posX}(G, \text{gerer}(G, cA, cR), \text{slick}(G)) = & \left\{ \begin{array}{l} \min(\text{posX}(G, \text{slick}(G)) + 10, \text{Terrain} : \text{largeur}(\text{terrain}(G)) - \text{Personnage} : : \text{largeur}(\text{slick}(G))) \\ \text{si } \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{DROITE} \vee \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{SAUTDROITE} \wedge \neg \text{Personnage} : : \text{est_vaincu}(\text{slick}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{slick}(G)) \\ \wedge \neg \text{collisionDroite}(\text{slick}(G), p) \vee p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \max(\text{posX}(G, \text{slick}(G)) - 10, 0) \\ \text{si } \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{GAUCHE} \vee \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{SAUTGAUCHE} \wedge \neg \text{Personnage} : : \text{est_vaincu}(\text{slick}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{slick}(G)) \\ \wedge \neg \text{collisionGauche}(\text{slick}(G), p) \vee p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \text{posX}(G, \text{slick}(G)) \text{ sinon} \end{array} \right\} \\
\text{posY}(G, \text{gerer}(G, cA, cR), \text{slick}(G)) = & \left\{ \begin{array}{l} \min(\text{posY}(G, \text{slick}(G)) + 10, \text{Terrain} : \text{profondeur}(\text{terrain}(G)) - \text{Personnage} : : \text{profondeur}(\text{slick}(G))) \\ \text{si } \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{HAUT} \vee \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{SAUTHAUT} \wedge \neg \text{Personnage} : : \text{est_vaincu}(\text{slick}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{slick}(G)) \\ \wedge \neg \text{collisionDerriere}(\text{slick}(G), p) \vee p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \max(\text{posY}(G, \text{slick}(G)) - 10, 0) \\ \text{si } \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{BAS} \vee \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{SAUTBAS} \wedge \neg \text{Personnage} : : \text{est_vaincu}(\text{slick}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{slick}(G)) \wedge \\ \neg \text{collisionDevant}(\text{slick}(G), p) \vee p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \text{posY}(G, \text{slick}(G)) \text{ sinon} \end{array} \right\} \\
\text{posZ}(\text{gerer}(G, cA, cR), \text{slick}(G)) = & \left\{ \begin{array}{l} 100 \text{ si } \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{SAUT} \vee \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{SAUTBAS} \vee \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{SAUTHAUT} \\ \vee \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{SAUTDROITE} \vee \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{SAUTGAUCHE} \\ \wedge \neg \text{Personnage} : : \text{est_vaincu}(\text{slick}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{slick}(G)) \wedge \neg \text{collisionDessus}(\text{slick}(G), p) \vee p \in \text{gangster} \vee p = \text{slick}(G) \\ \text{pos}(G, \text{slick}(G)) \text{ si } \text{estGele}(G, \text{slick}(G)) \\ 0 \text{ Sinon} \end{array} \right\}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{posX}(G, \text{gerer}(G, cA, cR), \text{gangsters}(G)) = \{ g = \\
& \quad \left\{ \begin{array}{l} \min(\text{posX}(G, g) + 10, \text{Terrain} : \text{largeur}(\text{terrain}(G)) - \text{Personnage} : \text{largeur}(g)) \\ \text{si actionGangster}(G, g) = \text{DROITE} \vee \text{actionGangster}(G, g) = \text{SAUTDROITE} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(g) \wedge \neg \text{estGele}(G, g) \\ \wedge \neg \text{collisionDroite}(g, p) \forall p \in \text{gangster} \vee p = g \\ \max(\text{posX}(G, g) - 10, 0) \\ \text{si actionGangster}(G, g) = \text{GAUCHE} \vee \text{actionGangster}(G, g) = \text{SAUTGAUCHE} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(g) \wedge \neg \text{estGele}(G, g) \\ \wedge \neg \text{collisionGauche}(g, p) \forall p \in \text{gangster} \vee p = g \\ \text{posX}(G, g) \text{ sinon} \end{array} \right\} \\
& \quad \} \forall g \in \text{gangsters}(G) \\
\\
& \text{posY}(G, \text{gerer}(G, cA, cR), \text{gangsters}(G)) = \{ g = \\
& \quad \left\{ \begin{array}{l} \min(\text{posY}(G, g) + 10, \text{Terrain} : \text{profondeur}(\text{terrain}(G)) - \text{Personnage} : \text{profondeur}(g)) \\ \text{si actionGangster}(G, g) = \text{HAUT} \vee \text{actionGangster}(G, g) = \text{SAUTHAUT} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(g) \wedge \neg \text{estGele}(G, g) \wedge \neg \text{collisionDerriere}(g, p) \forall p \in \text{gangster} \vee p = g \\ \max(\text{posY}(G, g) - 10, 0) \\ \text{si actionGangster}(G, g) = \text{BAS} \vee \text{actionGangster}(G, g) = \text{SAUTBAS} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(g) \wedge \neg \text{estGele}(G, g) \wedge \neg \text{collisionDevant}(g, p) \forall p \in \text{gangster} \vee p = g \\ \text{posY}(G, g) \text{ sinon} \end{array} \right\} \\
& \quad \} \forall g \in \text{gangsters}(G) \\
\\
& \text{posZ}(\text{gerer}(G, cA, cR), \text{gangsters}(G)) = \{ g = \\
& \quad \left\{ \begin{array}{l} 100 \text{ si actionGangster}(G, g) = \text{SAUT} \vee \text{actionGangster}(G, g) = \text{SAUTBAS} \vee \text{actionGangster}(G, g) = \text{SAUTHAUT} \vee \text{actionGangster}(G, g) = \text{SAUTDROITE} \\ \vee \text{actionGangster}(G, g) = \text{SAUTGAUCHE} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(g) \wedge \neg \text{estGele}(G, g) \wedge \neg \text{collisionDessus}(g, p) \forall p \in \text{gangster} \vee p = g \\ \text{pos}(G, g) \text{ si estGele}(G, g) \\ 0 \text{ Sinon} \end{array} \right\} \\
& \quad \} \forall g \in \text{gangsters}(G) \\
\\
& \text{alex}(\text{gerer}(G, cA, cR)) = \\
& \quad \left\{ \begin{array}{l} - \text{Personnage} : \text{jeter}(\text{alex}(G)) \\ \text{si } cA = \text{JETER} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{alex}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{alex}(G)) \wedge \text{Bloc} : \text{type}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{alex}(G)), \text{posY}(G, \text{alex}(G)))) = \text{VIDE} \\ - \text{Personnage} : \text{ramasser_objet}(\text{alex}(G), \text{Bloc} : \text{objet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{alex}(G)), \text{posY}(G, \text{alex}(G)))) \\ \text{si } cA = \text{RAMASSER} \wedge \text{posZ}(G, \text{alex}(G)) = 0 \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{alex}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{alex}(G)) \\ - \text{Personnage} : \text{ramasser_perso}(\text{alex}(G), p) \\ \text{si collision}(G, \text{alex}(G), p) \wedge cA = \text{RAMASSER} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{alex}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{alex}(G)) \\ - \text{Personnage} : \text{ramasser_argent}(\text{alex}(G), \text{Bloc} : \text{objet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{alex}(G)), \text{posY}(G, \text{alex}(G)))) \\ \text{si } cA = \text{RAMASSER} \wedge \text{posZ}(G, \text{alex}(G)) = 0 \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{alex}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{alex}(G)) \\ - \text{Personnage} : \text{retrait_vie}(\text{alex}(G), \text{Personnage} : \text{force}(p)) \\ \text{si collision}(G, \text{alex}(G), p) \wedge \text{actionGangster}(G, p) = \text{FRAPPER} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{alex}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{alex}(G)) \\ - \text{Personnage} : \text{retrait_vie}(\text{alex}(G), \text{Personnage} : \text{points_de_vie}(\text{alex}(G))) \\ \text{si Bloc} : \text{type}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{alex}(G)), \text{posY}(G, \text{alex}(G)))) = \text{FOSSE} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{alex}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{alex}(G)) \\ - \text{alex}(G) \text{ Sinon} \end{array} \right\}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{ryan}(\text{gerer}(G, cA, cR)) = \\
& \left\{ \begin{array}{l}
- \text{Personnage} : \text{jeter}(\text{ryan}(G)) \\
- \text{si } cR = \text{JETER} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \wedge \text{Bloc} : \text{type}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{ryan}(G)), \text{posY}(G, \text{ryan}(G)))) = \text{VIDE} \\
- \text{Personnage} : \text{ramasser_objet}(\text{ryan}(G), \text{Bloc} : \text{objet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{ryan}(G)), \text{posY}(G, \text{ryan}(G)))) \\
- \text{si } cR = \text{RAMASSER} \wedge \text{posZ}(G, \text{ryan}(G)) = 0 \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \\
- \text{Personnage} : \text{ramasser_perso}(\text{ryan}(G), p) \\
- \text{si } \text{collision}(G, \text{ryan}(G), p) \wedge cR = \text{RAMASSER} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \\
- \text{Personnage} : \text{ramasser_argent}(\text{ryan}(G), \text{Bloc} : \text{objet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{ryan}(G)), \text{posY}(G, \text{ryan}(G)))) \\
- \text{si } cR = \text{RAMASSER} \wedge \text{posZ}(G, \text{ryan}(G)) = 0 \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \\
- \text{Personnage} : \text{retrait_vie}(\text{ryan}(G), \text{Personnage} : \text{force}(p)) \\
- \text{si } \text{collision}(G, \text{ryan}(G), p) \wedge \text{actionGangster}(G, p) = \text{FRAPPER} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \\
- \text{Personnage} : \text{retrait_vie}(\text{ryan}(G), \text{Personnage} : \text{points_de_vie}(\text{ryan}(G))) \\
- \text{si } \text{Bloc} : \text{type}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{ryan}(G)), \text{posY}(G, \text{ryan}(G)))) = \text{FOSSE} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \\
- \text{ryan}(G) \text{ Sinon}
\end{array} \right. \\
& \text{gangsters}(\text{gerer}(G, cA, cR)) = \{ \text{g} = \\
& \left\{ \begin{array}{l}
- \text{Gangster} : \text{jeter}(\text{g}) \\
- \text{si } \text{actionGangster}(G, \text{g}) = \text{JETER} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{g}) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{g}) \wedge \text{Bloc} : \text{type}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{g}), \text{posY}(G, \text{g}))) = \text{VIDE} \\
- \text{Gangster} : \text{ramasser_objet}(\text{g}, \text{Bloc} : \text{objet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{g}), \text{posY}(G, \text{g})))) \\
- \text{si } \text{actionGangster}(G, \text{g}) = \text{RAMASSER} \wedge \text{posZ}(G, \text{g}) = 0 \wedge \neg \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(\text{g}) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{g}) \\
- \text{Gangster} : \text{retrait_vie}(\text{g}, \text{Personnage} : \text{force}(p)) \\
- \text{si } \text{collision}(G, \text{alex}(G), \text{g}) \wedge cA = \text{FRAPPER} \wedge \neg \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(\text{g}) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{g}) \\
- \text{Gangster} : \text{retrait_vie}(\text{g}, \text{Personnage} : \text{force}(p)) \\
- \text{si } \text{collision}(G, \text{ryan}(G), \text{g}) \wedge cR = \text{FRAPPER} \wedge \neg \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(\text{g}) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{g}) \\
- \text{Gangster} : \text{retrait_vie}(\text{g}, \text{Gangster} : \text{points_de_vie}(\text{g})) \\
- \text{si } \text{Bloc} : \text{type}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{g}), \text{posY}(G, \text{g}))) = \text{FOSSE} \wedge \neg \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(\text{g}) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{g}) \\
- \text{g Sinon}
\end{array} \right. \\
& \forall \text{g} \in \text{gangsters}(G) \\
& \left\{ \begin{array}{l}
- \text{slick}(\text{gerer}(G, cA, cR)) = \\
- \text{Gangster} : \text{jeter}(\text{slick}(G)) \\
- \text{si } \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{JETER} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{slick}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{slick}(G)) \wedge \\
\text{Bloc} : \text{type}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{slick}(G)), \text{posY}(G, \text{slick}(G)))) = \text{VIDE} \\
- \text{Gangster} : \text{ramasser_objet}(\text{g}, \text{Bloc} : \text{objet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{slick}(G)), \text{posY}(G, \text{slick}(G)))) \\
- \text{si } \text{actionGangster}(G, \text{g}) = \text{RAMASSER} \wedge \text{posZ}(G, \text{slick}(G)) = 0 \wedge \neg \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(\text{slick}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{slick}(G)) \\
- \text{Gangster} : \text{retrait_vie}(\text{slick}(G), \text{Personnage} : \text{force}(p)) \\
- \text{si } \text{collision}(G, \text{alex}(G), \text{slick}(G)) \wedge cA = \text{FRAPPER} \wedge \neg \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(\text{slick}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{g}) \\
- \text{Gangster} : \text{retrait_vie}(\text{slick}(G), \text{Personnage} : \text{force}(p)) \\
- \text{si } \text{collision}(G, \text{ryan}(G), \text{slick}(G)) \wedge cR = \text{FRAPPER} \wedge \neg \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(\text{slick}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{slick}(G)) \\
- \text{Gangster} : \text{retrait_vie}(\text{slick}(G), \text{Gangster} : \text{points_de_vie}(\text{slick}(G))) \\
- \text{si } \text{Bloc} : \text{type}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{slick}(G)), \text{posY}(G, \text{slick}(G)))) = \text{FOSSE} \wedge \neg \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(\text{slick}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{slick}(G)) \\
- \text{slick}(G) \text{ Sinon}
\end{array} \right.
\end{aligned}$$

estVisible(gerer(G,cA,cR),alex(G)) =
 $\begin{cases} \text{true} & \text{si } \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{alex}(G)) \\ \text{false} & \text{sinon} \end{cases}$

estVisible(gerer(G,cA,cR),ryan(G)) =
 $\begin{cases} \text{true} & \text{si } \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \\ \text{false} & \text{sinon} \end{cases}$

estVisible(gerer(G,cA,cR),g)) =
 $\begin{cases} \text{true} & \text{si } \neg \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(g) \\ \text{true} & \text{si } \text{Personnage} : \text{perso_equipe}(\text{alex}(G)) = g \wedge cA = \text{JETER} \\ \text{false} & \text{si } \text{collision}(G,\text{alex}(G),g) \wedge cA = \text{RAMASSER} \\ \text{false} & \text{sinon} \end{cases} \quad \left. \vphantom{\begin{cases} \text{true} \\ \text{true} \\ \text{false} \\ \text{false} \end{cases}} \right\} \quad \forall g \in \text{gangsters}(G)$

estVisible(gerer(G,cA,cR),slick(G)) =
 $\begin{cases} \text{true} & \text{si } \neg \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(\text{slick}(G)) \\ \text{true} & \text{si } \text{Personnage} : \text{perso_equipe}(\text{alex}(G)) = \text{slick}(G) \wedge cA = \text{JETER} \\ \text{false} & \text{si } \text{collision}(G,\text{alex}(G),\text{slick}(G)) \wedge cA = \text{RAMASSER} \\ \text{false} & \text{sinon} \end{cases}$

posX(G,gerer(G,cA,cR),p) =
 $\begin{cases} \text{posX}(G,\text{alex}(G)) & \text{si } cA = \text{JETER} \wedge \text{Personnage} : \text{perso_equipe}(\text{alex}(G)) = p \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{alex}(G)) \\ \text{posX}(G,p) & \text{sinon} \end{cases}$

posY(G,gerer(G,cA,cR),p) =
 $\begin{cases} \text{posY}(G,\text{alex}(G)) & \text{si } cA = \text{JETER} \wedge \text{Personnage} : \text{perso_equipe}(\text{alex}(G)) = p \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{alex}(G)) \\ \text{posY}(G,p) & \text{sinon} \end{cases}$

posZ(gerer(G,cA,cR),p) =
 $\begin{cases} 0 & \text{si } cA = \text{JETER} \wedge \text{Personnage} : \text{perso_equipe}(\text{alex}(G)) = p \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{alex}(G)) \\ \text{posZ}(G,p) & \text{sinon} \end{cases}$

posX(G,gerer(G,cA,cR),p) =
 $\begin{cases} \text{posX}(G,\text{ryan}(G)) & \text{si } cA = \text{JETER} \wedge \text{Personnage} : \text{perso_equipe}(\text{ryan}(G)) = p \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \\ \text{posX}(G,p) & \text{sinon} \end{cases}$

posY(G,gerer(G,cA,cR),p) =
 $\begin{cases} \text{posY}(G,\text{ryan}(G)) & \text{si } cA = \text{JETER} \wedge \text{Personnage} : \text{perso_equipe}(\text{ryan}(G)) = p \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \\ \text{posY}(G,p) & \text{sinon} \end{cases}$

posZ(gerer(G,cA,cR),p) =
 $\begin{cases} 0 & \text{si } cA = \text{JETER} \wedge \text{Personnage} : \text{perso_equipe}(\text{ryan}(G)) = p \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \\ \text{posZ}(G,p) & \text{sinon} \end{cases}$

Terrain :: bloc(terrain(gerer(G,cA,cR)), posX(G,alex(G)), posY(G,alex(G))) =

$$\left\{ \begin{array}{l}
- \text{Bloc} : \text{retirerObjet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{alex}(G)), \text{posY}(G, \text{alex}(G)))) \\
\text{si } cA = \text{RAMASSER} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{alex}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{alex}(G)) \\
- \text{Bloc} : \text{poserObjet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{alex}(G)), \text{posY}(G, \text{alex}(G))), \text{Personnage} : \text{objet_equipe}(\text{alex}(G))) \\
\text{si } cA = \text{JETER} \wedge \text{Personnage} : \text{est_equipe_objet}(\text{alex}(G)) = \text{true} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{alex}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{alex}(G)) \\
- \text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{alex}(G)), \text{posY}(G, \text{alex}(G))) \text{ Sinon}
\end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l}
\text{Terrain} :: \text{bloc}(\text{terrain}(\text{gerer}(G, cA, cR)), \text{posX}(G, \text{ryan}(G)), \text{posY}(G, \text{ryan}(G))) = \\
- \text{Bloc} : \text{retirerObjet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{ryan}(G)), \text{posY}(G, \text{ryan}(G)))) \\
\text{si } cR = \text{RAMASSER} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \\
- \text{Bloc} : \text{poserObjet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{ryan}(G)), \text{posY}(G, \text{ryan}(G))), \text{Personnage} : \text{objet_equipe}(\text{ryan}(G))) \\
\text{si } cR = \text{JETER} \wedge \text{Personnage} : \text{est_equipe_objet}(\text{ryan}(G)) = \text{true} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{ryan}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{ryan}(G)) \\
- \text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{ryan}(G)), \text{posY}(G, \text{ryan}(G))) \text{ Sinon}
\end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l}
\text{Terrain} :: \text{bloc}(\text{terrain}(\text{gerer}(G, cA, cR)), \text{posX}(G, \text{slick}(G)), \text{posY}(G, \text{slick}(G))) = \\
- \text{Bloc} : \text{retirerObjet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{slick}(G)), \text{posY}(G, \text{slick}(G)))) \\
\text{si } \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{RAMASSER} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{slick}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{slick}(G)) \\
- \text{Bloc} : \text{poserObjet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{slick}(G)), \text{posY}(G, \text{slick}(G))), \text{Personnage} : \text{objet_equipe}(\text{slick}(G))) \\
\text{si } \text{actionGangster}(G, \text{slick}(G)) = \text{JETER} \wedge \text{Personnage} : \text{est_equipe_objet}(\text{slick}(G)) = \text{true} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(\text{slick}(G)) \wedge \neg \text{estGele}(G, \text{slick}(G)) \\
- \text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, \text{slick}(G)), \text{posY}(G, \text{slick}(G))) \text{ Sinon}
\end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l}
\text{Terrain} :: \text{bloc}(\text{terrain}(\text{gerer}(G, cA, cR)), \text{posX}(G, g), \text{posY}(G, g)) = \\
- \text{Bloc} : \text{retirerObjet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, g), \text{posY}(G, g))) \\
\text{si } \text{actionGangster}(G, g) = \text{RAMASSER} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(g) \wedge \neg \text{estGele}(G, g) \\
- \text{Bloc} : \text{poserObjet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, g), \text{posY}(G, g))), \text{Personnage} : \text{objet_equipe}(g) \\
\text{si } \text{actionGangster}(G, g) = \text{JETER} \wedge \text{Personnage} : \text{est_equipe_objet}(g) = \text{true} \wedge \neg \text{Personnage} : \text{est_vaincu}(g) \wedge \neg \text{estGele}(G, g) \quad \forall g \in \text{gangsters}(G) \\
- \text{Bloc} : \text{poserObjet}(\text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, g), \text{posY}(G, g)), \text{Objet} : \text{init}(\text{"Recompense"}, 0, 1000)) \\
\text{si } \text{Gangster} : \text{est_vaincu}(g) \\
- \text{Terrain} : \text{bloc}(\text{terrain}(G), \text{posX}(G, g), \text{posY}(G, g)) \text{ Sinon}
\end{array} \right\}$$