Polytech Clermont

Ingénierie Mathématiques et Data Science

Manuel développeur

Tetris

Présenté par :

Corentin Prigent

Felix Baubriaud

Année 2022/2023

1. Partie analyse et conception du logiciel

1.1. Présentation du jeu

1.1.1 Histoire du jeu

Tetris est un jeu créé en 1984, par Alekseï Pajitnov, ingénieur en informatique soviétique travaillant au centre informatique de l'Académie des sciences de l'URSS. En cherchant à reproduire l'un de ses jeux favoris, le pentomino, qui consiste à empiler des formes, il imagine le jeu Tetris et le programme.[1]

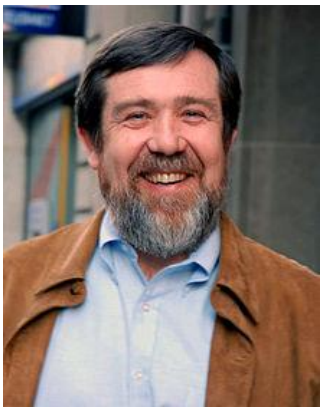


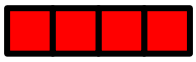
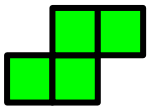
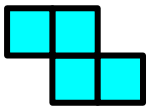
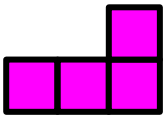
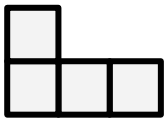
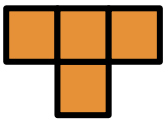
figure 1: Alexey Pajitnov [4]

Tetris baptisé par la combinaison de "tetra" qui veut dire 4 en grec comme le nombre de carrés par tétromino et de "Tennis" qui était à l'époque le jeu vidéo favori de Alekseï Pajitnov. Le jeu eut un réel succès à l'international. Il est encore joué aujourd'hui par de nombreux joueurs.[2]

Ce jeu est connu pour être l'un des pionniers du jeu vidéo. Elle est encore aujourd'hui la deuxième série de jeux vidéo la plus vendue avec 494 millions de ventes derrière la licence Mario.[3]

1.1.2 Règles du jeu de base

Le joueur manipule un tétromino à la fois parmi 7 formes différentes:

- Le **I**: 
- Le **S**: 
- Le **Z**: 
- Le **O**: 
- Le **L**: 
- Le **J**: 
- Le **T**: 

Il faut créer avec ces formes des lignes horizontales afin de faire un maximum de points. Le joueur peut pivoter et translater les pièces afin de les emboîter correctement. Plus le joueur supprime de lignes en un coup, plus il gagne de points. Supprimer 4 lignes en un coup s'appelle un tetris. Le joueur gagne des niveaux à chaque fois qu'il supprime un nombre donné de lignes. À chaque niveau la vitesse de descente des pièces augmente, rendant le jeu de plus en plus difficile. La version la plus classique et la plus connue est sur NES. Le nombre de niveaux s'élève à 29 sur cette version.
Dans le jeu de base, le score augmente à chaque tétromino posé.

Quand les tuiles pleines arrivent jusqu'au niveau d'apparition du prochain tétromino le jeu s'arrête, c'est perdu. Une partie peut donc être jouée indéfiniment.

1.2. Les cas d'utilisation

Voici notre diagramme de cas d'utilisation :

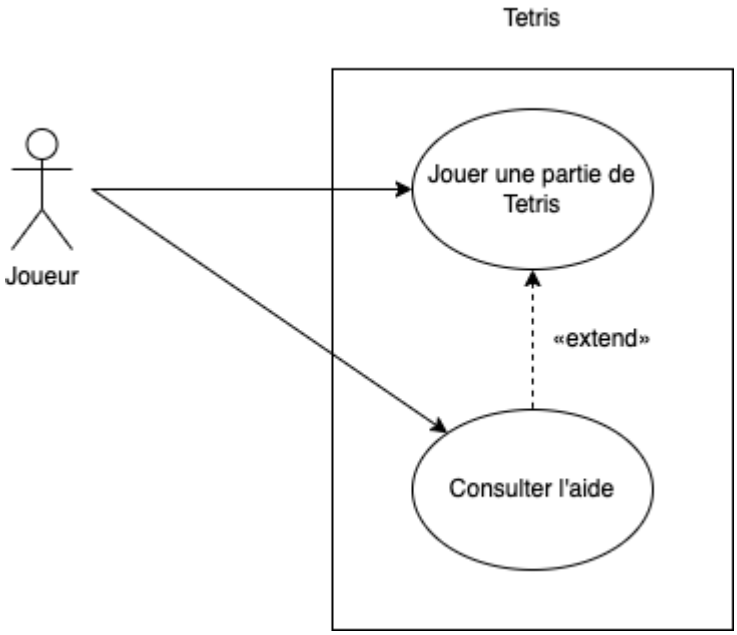


figure 2 : Diagramme de cas d'utilisation

Le principal cas d'utilisation du jeu Tetris est de jouer à une partie de Tetris et éventuellement d'accéder au manuel utilisateur. Les configurations restent les mêmes.

1.3. Analyse (les diagrammes de haut niveau)

1.3.1. Diagramme de séquence d'analyse

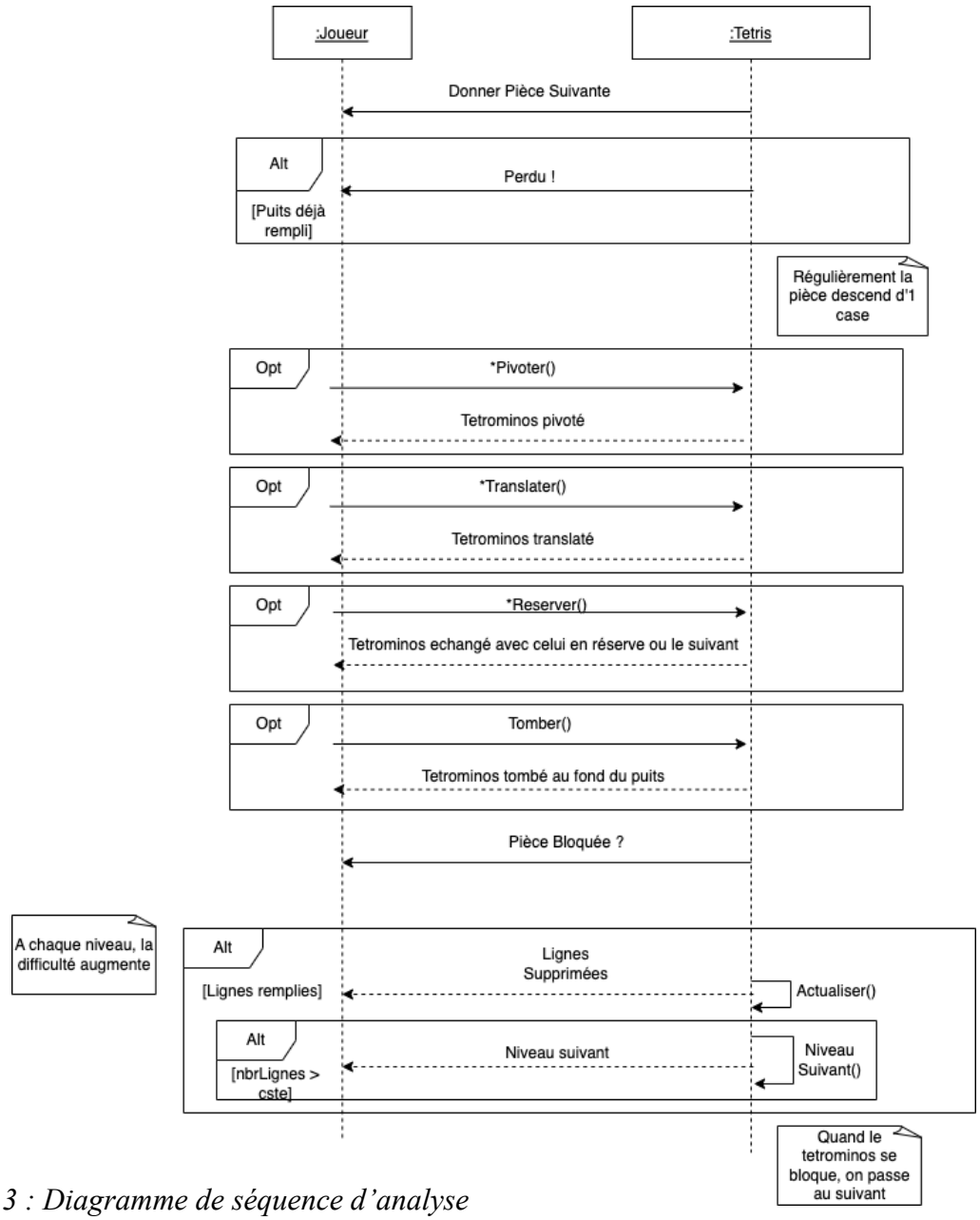


figure 3 : Diagramme de séquence d'analyse

Tant que le puits n'est pas rempli jusqu'en haut, le jeu fournit des tétrominos un par un. Pendant que la pièce tombe, le joueur peut faire le choix de pivoter le tétromino, de le déplacer de gauche à droite ou de l'échanger avec le tétromino en réserve ou le tétromino suivant jusqu'à ce qu'il arrive en bas du puits et se bloque. Il peut aussi décider de faire tomber directement le tétromino au fond du puits. Une fois posé, le jeu va vérifier si le tétromino remplit une ligne. Si c'est le cas, la ligne est supprimée. Le score du joueur n'augmente que lorsque les lignes sont supprimées, et on passe au niveau suivant à partir d'un certain nombre de lignes complétées.

1.3.2. Diagramme de classe d'analyse

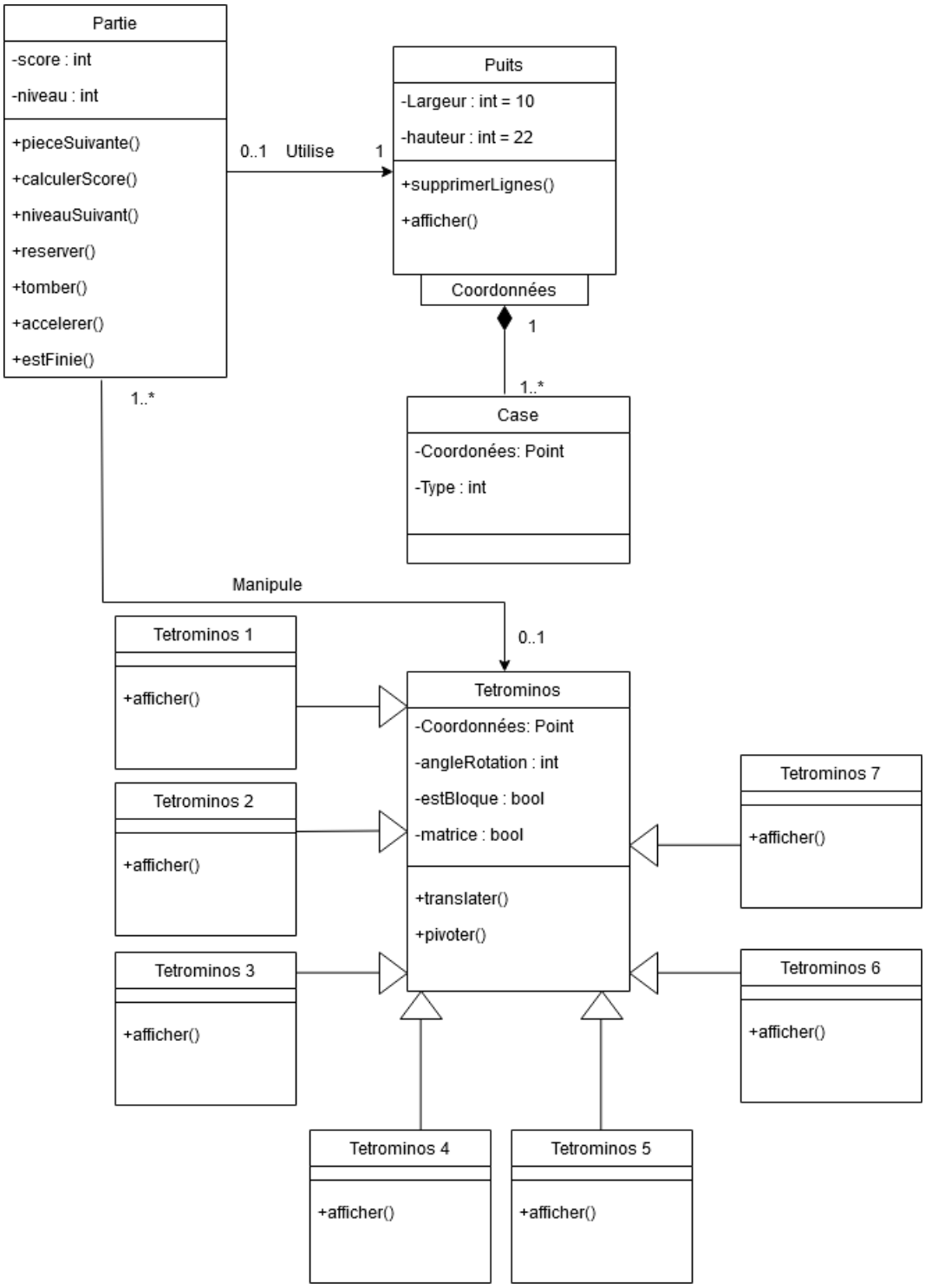


figure 4 : Diagramme de classe d'analyse

Classe Tetrominos :
Premièrement, il y a une classe par type de tétrominos (Tetrominos 1, …, Tetrominos 7) (sans compter leurs rotations), et chacune d'entre elles est un héritage d'une classe Tetrominos plus générique. Cela permet une redéfinition de chaque méthode des tétrominos, qui seraient alors plus en accord avec leur forme physique.

Les attributs en question sont :

- leurs coordonnées ;
- leur angle de rotation ;
- un booléen (*estBloque*), qui permet de savoir, en tout temps, l'état de la pièce (et donc de savoir s'il est encore possible de la bouger ou non) ;
- une matrice de booléen où chaque coefficient vaut *true* si la case est pleine, *false* sinon, de taille différente selon le type de tetromino.

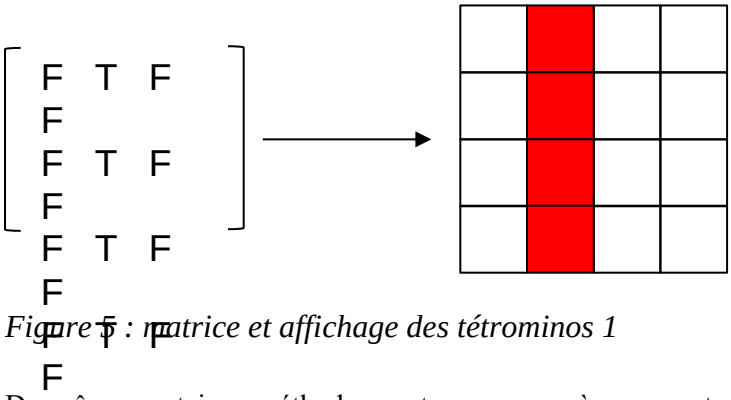


Figure 5 : matrice et affichage des tétrominos 1

De même, certaines méthodes sont communes à presque toutes les classes Tetrominos. Il s'agit de *translater()* et *pivoter()*, qui permettent respectivement, et comme leur nom l'indiquent, de translater (horizontalement ou vers le bas) les tétrominos et de les faire pivoter. La seule exception est la méthode *pivoter()* du tétromino carré car elle ne change pas sa forme. En revanche, la méthode *afficher()* est unique pour chaque tétromino car la couleur n'est pas la même.

Classe Puits + Case :

La classe Puits représente le puits contenant les tétrominos. Cette classe est définie par une largeur et une hauteur qui sont toujours les mêmes à toutes les parties. Comme une matrice de tétrominos peut avoir au plus 2 colonnes ou lignes vides d'un côté (voir tétromino 1 au-dessus), il est possible que le tétromino soit bien dans le puits mais que sa matrice dépasse du puits. On doit donc ajouter à la grille du puits deux colonnes vides de chaque côté et 2 lignes vides en bas de la grille. Ainsi, la grille a 10 colonnes + 4 transparentes et 22 lignes + 2 transparentes.

Ce Puits est rempli de Cases, représentées par des coordonnées et un type. Ce type, qui est un entier compris entre 0 et 8, permet à la fois de distinguer les types de tétrominos qui ont été bloqués par des couleurs différentes, et d'identifier s'il s'agit d'une case pleine ou vide.

- Le type 0 signifie que la case est vide ;
- Les types 1 à 7 représentent des cases pleines dont la couleur est celle du tétromino associé ;
- Le type 8 est réservé aux cases qu'on affiche pas mais qui sont considérées comme pleines. Elles se trouvent de chaque côté et en bas du puits.

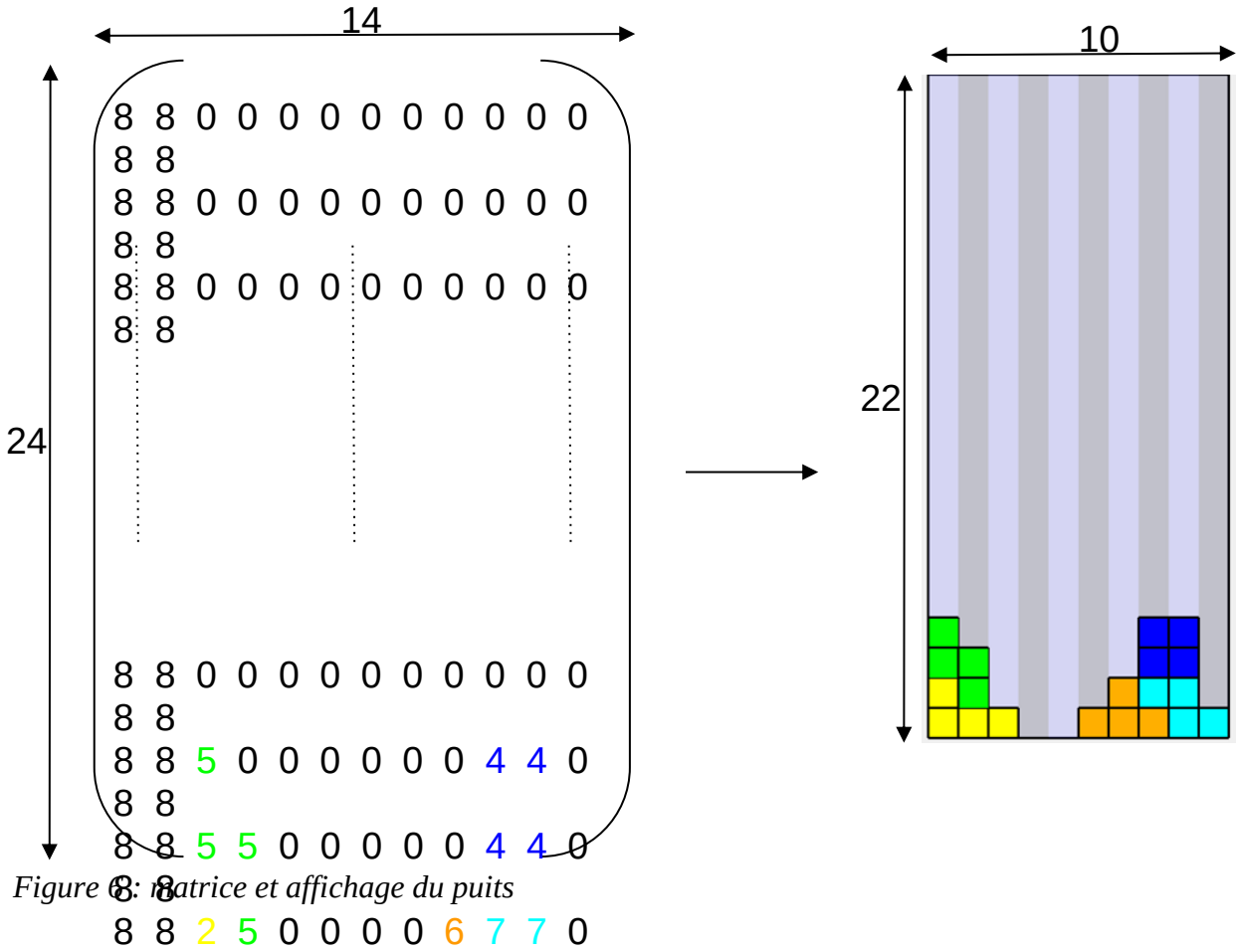


Figure 6 : matrice et affichage du puits

Classe Partie :

Une partie utilise un puits pour pouvoir être lancée car tout se passe à l'intérieur. Il y a une classe Partie définie par le score du joueur ainsi que le niveau, les deux augmentant pendant toute la durée de la partie (le niveau jusqu'à 10). Cette classe est reliée à la classe Tetrominos car la partie manipule les tétrominos tout le long. Elle contient les méthodes :

- *pieceSuivante()*, permettant de passer d'un tetromino qui vient d'être posé au suivant ;
- *calculerScore()* et *niveauSuivant()*, qu'on appelle lorsqu'on complète des lignes pour le décompte des points ;
- *reserver()* pour mettre un tétromino en réserve et récupérer le suivant ou le tétromino qui est déjà en réserve s'il y en a un ;
- *tomber()*, permettant de faire tomber le tétromino directement au fond du puits ;
- *accelerer()*, qui fait descendre le tétromino d'une case.

1.4. Conception (les diagrammes de bas niveau)

1.3.1. Diagramme de séquences technique

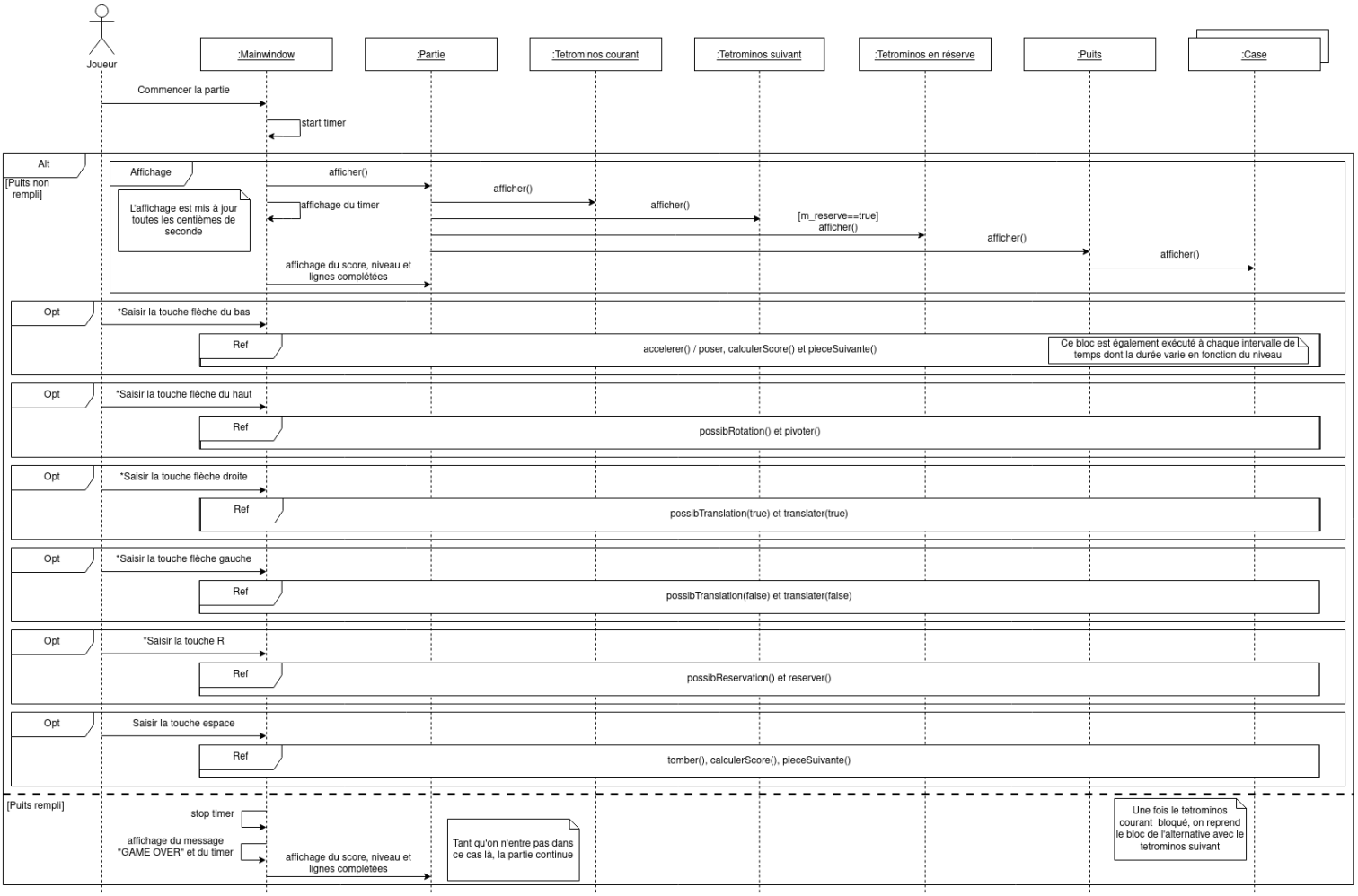


figure 7: Diagramme de séquence technique vu d'ensemble

Au début de la partie, le constructeur de MainWindow est appelé. Ce dernier appelle alors celui de Partie, qui appelle à son tour tous les autres. Dans MainWindow, on met en place un timer et on utilise sa fonction *start(10)* ce qui permettra d'appeler la méthode *update()* toutes les 10 millisecondes, c'est-à-dire toutes les centièmes de seconde.
Dans cette méthode *update()*, on effectue 3 actions distinctes:

- On incrémente les secondes de 0,01. Si les secondes arrivent à 60, on incrémente de 1 les minutes et on remet à 0 le compteur des secondes.
- A chaque intervalle de temps dont la durée est donné par l'attribut *m_tempsDescente* de la classe Partie, on vérifie si le tétromino peut encore descendre avec la fonction *descentePossible()*. Dans ce cas on descend le tétromino d'une case en appelant la méthode *accelerer()* de Partie. Sinon on le bloque en appelant la méthode *poser()*, puis on calcule le score (si des lignes ont été complétées) et le tétromino suivant devient le courant. Pour effectuer ces actions à intervalle régulier, on vérifie que le reste de la division euclidienne du temps total par *m_tempsDescente* est nul. Or, l'opérateur % utilisé ne fonctionne qu'avec des entiers. C'est

pourquoi *m_tempsDescente* est exprimé en centième de seconde et que les minutes et secondes sont converties en centième de seconde.

- On met à jour l'affichage en appelant la méthode *paintEvent(e)* de MainWindow. Dans le cas où le puits n'est pas rempli, on affiche la partie (puits, tétrominos courant, suivant et éventuellement celui en réserve) ainsi que le timer arrondi aux centièmes de seconde, le score, le niveau et le nombre de lignes supprimées à droite du puits. Si le puits est rempli, la partie est terminée donc on affiche uniquement le message "GAME OVER" et, au centre cette fois, le timer arrêté, le score, le niveau et le nombre de lignes supprimées.

Lors de la chute du tétromino, le joueur peut agir de différentes façons :

- En plus d'être appelé automatiquement toutes les *m_tempsDescente* centièmes de seconde, les méthodes *accelerer()* ou *poser(), calculerScore()* et *pieceSuivante()* de la classe Partie peuvent être appelées par l'utilisateur lorsqu'il appuie sur la flèche du bas du clavier ;
- L'utilisateur peut aussi pivoter le tétromino courant avec la flèche du haut à condition que la rotation soit possible ;
- Il peut appuyer sur les flèches droites ou gauches pour translater le tétromino à condition que la translation droite ou gauche respectivement soit possible ;
- Il peut également choisir de réserver si possible le tétromino en appuyant sur la touche R du clavier ;
- Enfin, il peut faire tomber directement le tétromino au fond du puits en appuyant sur la barre d'espace. Cette action appelle également les fonctions *calculerScore()* et *pieceSuivante().*

Une fois que le tétromino courant est bloqué, on reprend avec le tétromino suivant, et ainsi de suite jusqu'à ce que le puits soit rempli.

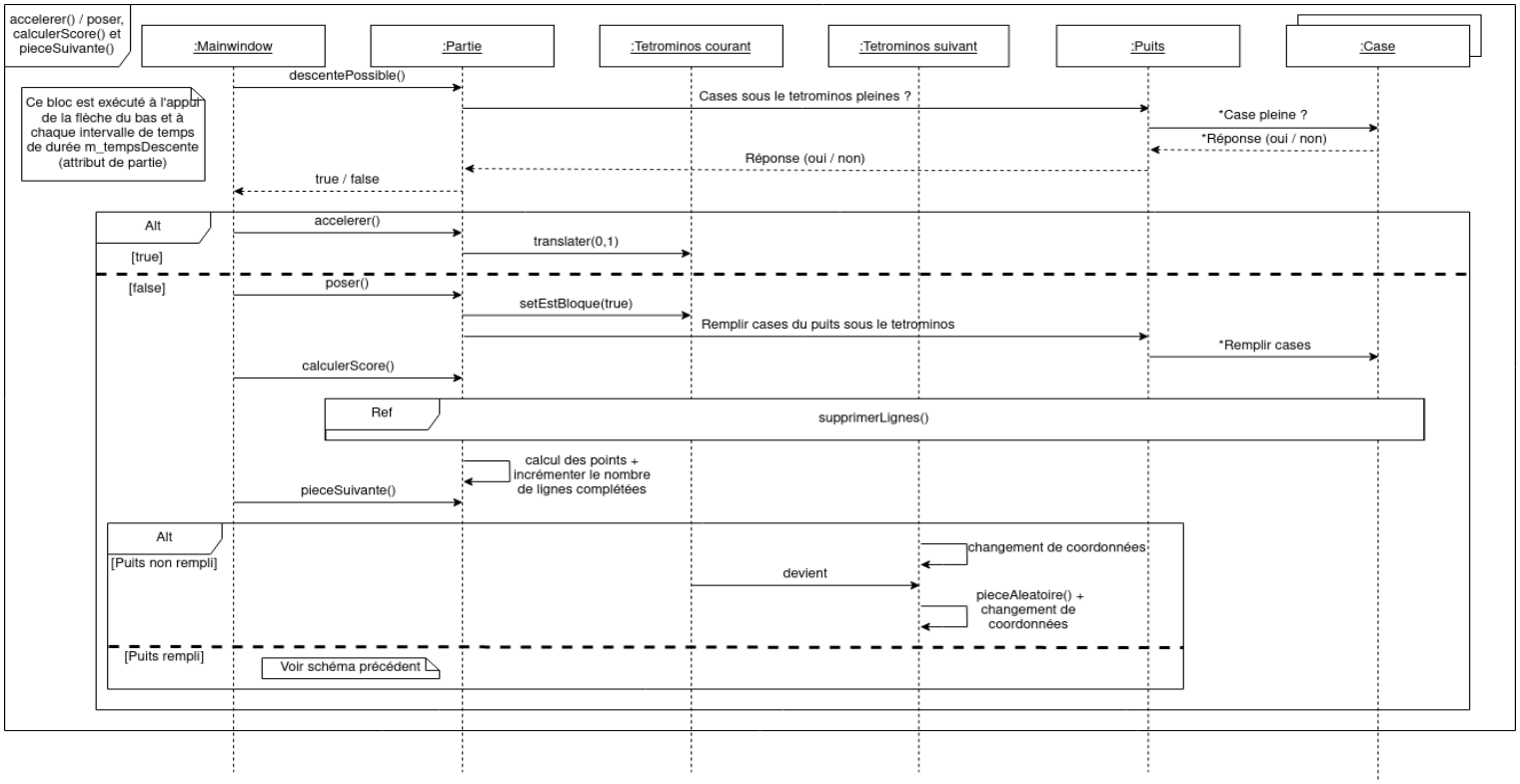


figure 8: Partie accelerer()/poser, calculerScore() et pieceSuivante() du Diagramme de Sequence Technique

A chaque fois que le tétromino courant doit descendre d'une case, on vérifie d'abord que le déplacement est possible. Pour cela, on vérifie pour chaque case pleine du tétromino courant si sa translation vers le bas mène sur une case vide du puits ou pas.
S'il n'y a rien qui bloque, on effectue le déplacement en appelant la méthode *accelerer()* de Partie qui à son tour appelle la méthode *translater(0,1)* du tétromino courant. Cette dernière prend en paramètre respectivement le nombre de cases à droite et en bas parcourues par le tétromino. Ici, il suffit d'incrémenter la coordonnée y du tétromino dans le puits de 1.
Dans le cas où le déplacement n'est pas possible, on effectue 3 actions :

- En appelant la méthode *poser()* de la classe Partie, on met l'attribut *m_estBloque* du tétromino courant à *true* et on on remplit les cases du puits qui sont placées sous les cases pleines du tétromino, en changeant leur type par celui qui correspond au tétromino (pour la couleur).
- *calculerScore()* appelle la fonction *supprimerLigne()* de la classe Puits, et selon le nombre de lignes supprimées, on incrémente le nombre de lignes complétées et on incrémente le score : 40*(n+1) pour une ligne supprimée, 100*(n+1) pour deux, 300*(n+1) pour trois et 1200*(n+1) pour 4 avec n = *m_niveau* le niveau. Dès qu'on dépasse les 5 lignes supprimées depuis le dernier niveau passé (on vérifie cela en regardant les restes de la division euclidienne du nombre de ligne complétées par 5 selon le nombre de lignes supprimées), on appelle également la fonction *niveauSuivant()* qui va diminuer le temps de chute du tétromino de 10 centièmes de seconde. Sachant qu'on démarre avec *m_tempsDescente* = 100 centièmes de secondes, le niveau maximum est 9.
- Si le puits n'est pas rempli (on vérifie avec la fonction *estPlein()* de Puits), dans la fonction *pieceSuivante()* on transporte le tétromino suivant en haut du puits et celui-ci devient alors le tétromino courant. L'ancien est supprimé puisqu'il est maintenant inclus dans le puits. On génère un nouveau tétromino suivant en appelant la méthode *pieceAleatoire()* et on le remet à sa place. En revanche, si le puits est rempli à l'insertion de la dernière pièce, on met l'attribut *m_finie* de Partie à *true* ce qui permet d'afficher directement l'écran de fin.

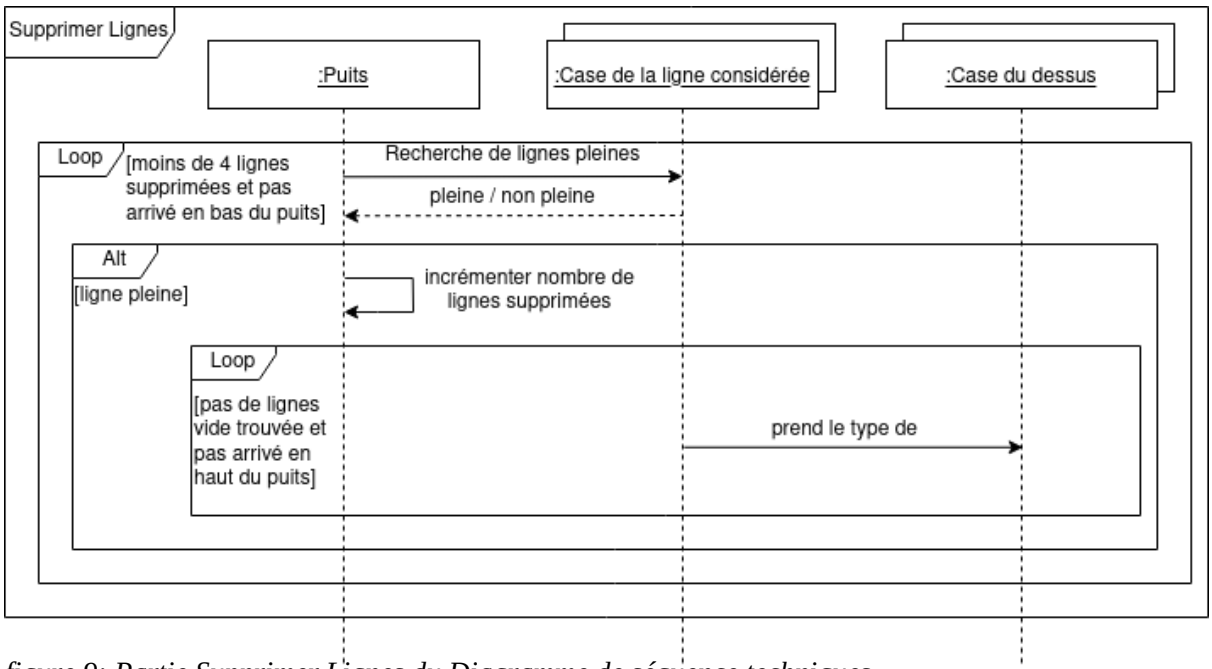


figure 9: Partie Supprimer Lignes du Diagramme de séquence techniques

Notre fonction *supprimerLignes()* fait à la fois office de procédure et de fonction. Voici les actions qui sont effectuées dans cette méthode :

- on cherche dans le puits des lignes pleines à partir du haut ;
- pour chaque ligne pleine i, on parcourt les lignes de la grille de manière ascendante à partir de la ligne i jusqu'en haut ou jusqu'à ce qu'on trouve une ligne complètement vide, et chaque case de cette ligne prend le type de la case d'au-dessus ;
- on arrête de chercher des lignes complétées lorsqu'on en a déjà trouvé 4 (c'est le maximum possible) ou si on arrive en bas du puits ;
- il ne faut pas oublier qu'il y a dans la grille 2 lignes invisibles en bas du puits et 2 colonnes invisibles à gauche et à droite du puits ;
- à la fin, on retourne le nombre de lignes qui ont été supprimées afin de pouvoir l'exploiter en dehors de la fonction.

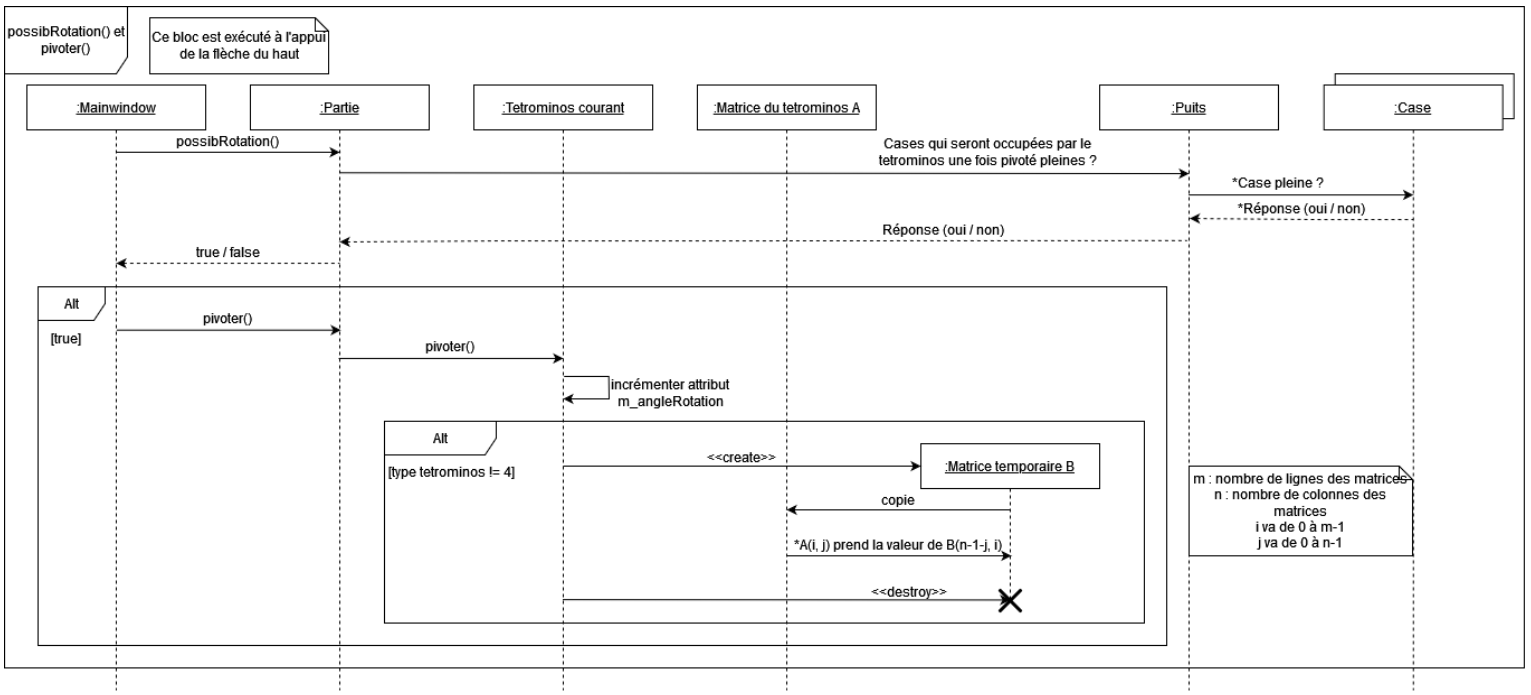


figure 10: Partie possibRotation() et pivoter() du diagramme de séquence technique

Avant de pivoter la pièce, il faut d'abord vérifier que sa rotation est possible dans le puits. Pour cela, on parcourt les cases du tétromino. Pour celles qui sont pleines, on regarde sur quelle case du puits mènerait leur potentielle rotation. Si toutes ces cases sont vides, on peut effectuer la rotation. Sinon, l'appui de la touche flèche du haut n'appelle pas la méthode *pivoter()*.

La fonction *pivoter()* de Partie appelle celle du tétromino courant. S'il s'agit du tétromino carré (Tetrominos4), on change uniquement l'attribut *m_angleRotation* puisque la rotation ne change rien. De plus, la méthode de pivot utilisée pose problème si la matrice du tétromino n'est pas carrée et c'est le cas pour Tetrominos4. Pour tous les autres tétrominos, on doit pour chaque coefficient $a_{i,j}$ de leur matrice le remplacer par le coefficient $a_{n-1-j,i}$ avec n le nombre de colonnes de la matrice. Mais pour cela il est nécessaire de faire une copie de la matrice d'origine afin de ne pas remplacer certains coefficients par des coefficients déjà modifiés. On alloue donc une matrice temporaire et on la remplit case par case avec les mêmes coefficients que la matrice du tétromino courant, puis on fait les modifications de la matrice du tetromino avant de désallouer la matrice temporaire. En C++, les indices commencent à 0 donc un coefficient placé à la dernière colonne a pour deuxième coordonnée n-1.

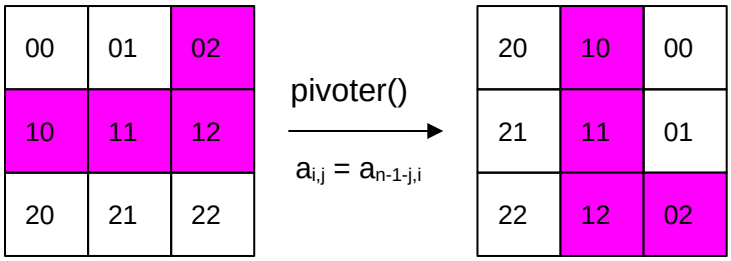


Figure 11 : rotation du tetromino 3

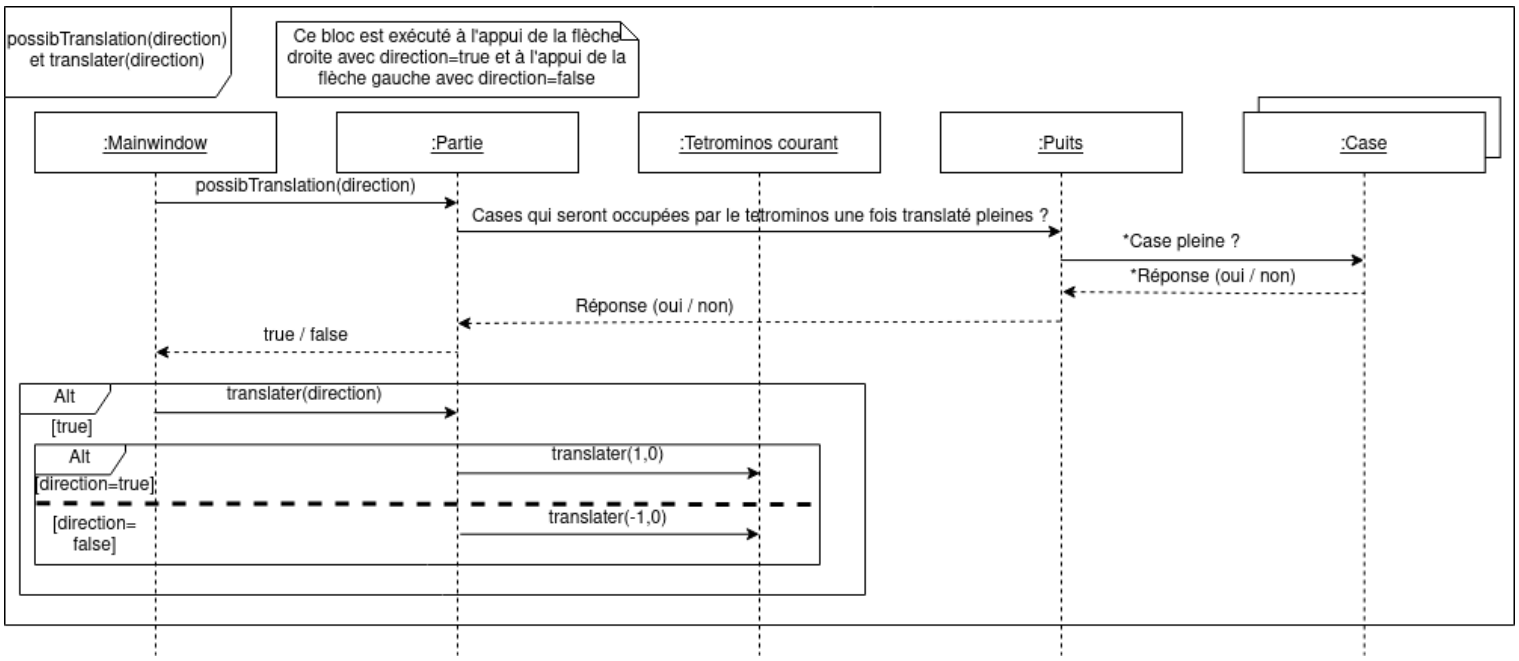


figure 12: Partie possibTranslation(...) et translater(...) du diagramme de séquence technique

Comme pour la rotation, on vérifie que les cases du puits situées à une case (à droite ou à gauche selon la direction) de chaque bloc composant le tetromino sont vides. Dans le cas où on trouve une case pleine, l'appui de la touche correspondante n'appelle pas la méthode *translater(direction)* de Puits. Sinon, cette dernière appelle *translater(x,0)* de Tetromino avec x=1 pour déplacer le tétromino d'une case vers la droite et x=-1 pour le déplacer d'une case vers la gauche.

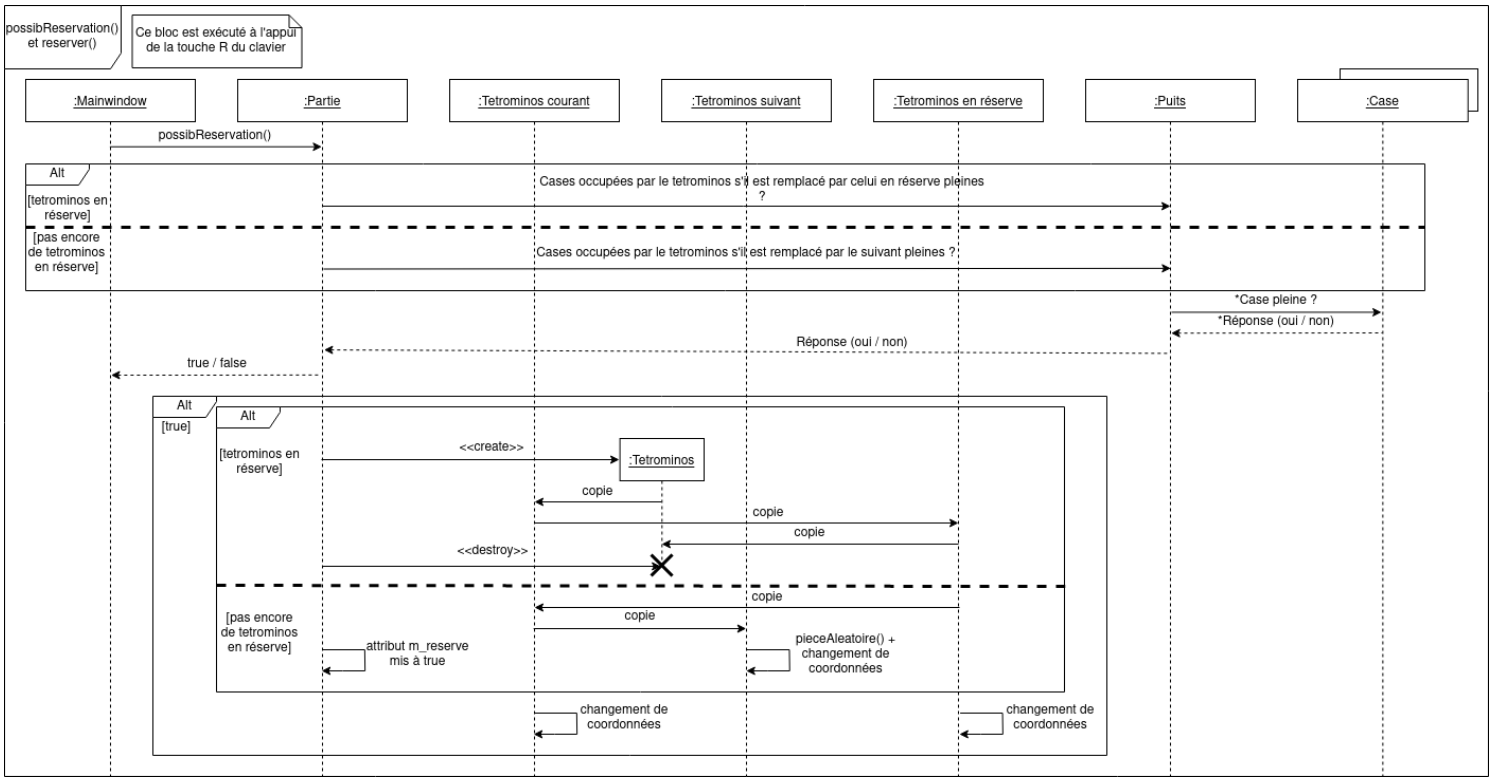


figure 13: Partie possibReservation() et reserver()

Pour mettre un tétromino en réserve, il faut déjà que le suivant (dans le cas où le joueur n'a pas encore appuyer sur la touche R de la partie) ou le tétromino en réserve puisse le remplacer dans le puits. En effet, il n'est pas toujours possible de réserver un tétromino puisque celui qui remplacera le courant n'a pas forcément la même forme et donc pourrait dépasser du puits ou traverser un autre tétromino incrusté dans le puits. C'est pourquoi à l'appui de la touche R par l'utilisateur, on commence par appeler la méthode *possibReservation()* de Partie, qui va vérifier comme pour la translation et la rotation si l'action est possible : on regarde quelles cases du puits seront occupés par le tétromino en réserve ou suivant s'il n'y en a pas s'il remplace le tétromino suivant. Si une de ces cases est pleine la méthode renvoie *false* et la méthode *reserver()* ne s'exécute pas.
Dans le cas où la réservation est possible, deux cas sont possibles :

- S'il y a déjà un tétromino en réserve, c'est-à-dire si le joueur a déjà appuyé sur R au cours de la partie et que la réservation était possible à ce moment-là, il faut échanger le tétromino courant avec celui en réserve. Pour cela, il est nécessaire de créer un tétromino temporaire, qui va prendre tous les attributs du tétromino courant (copie). Ensuite, c'est au tour du tétromino courant de copier tous les attributs du tétromino en réserve, et enfin le tétromino en réserve va récupérer les attributs du tetromino courant d'origine copiés dans le tétromino temporaire.
- S'il n'y a pas encore de tetromino en réserve, les attributs du tétromino courant vont être copiés dans le tétromino en réserve, qui était jusqu'à présent initialisé comme Tetrominos1 mais on ne l'affichait pas. Le tétromino courant prend ensuite les attributs du tétromino suivant. Ce dernier enfin va être remplacé par un tétromino aléatoire, obtenu par la méthode *pieceAleatoire()*. Il faut également changer les coordonnées de ce tétromino suivant pour qu'il soit à droite du puits car par défaut, la pièce retournée par la fonction *pieceAleatoire()* est en haut du puits.

Une fois les tétrominos échangés, on doit les remettre à leur place d'origine dans le puits car les attributs correspondant aux coordonnées des tétrominos ont aussi été copiés. Dans les deux cas, le tétromino en

réserve a copié les coordonnées du tétromino courant, qui doit donc reprendre les coordonnées de celui-ci. Enfin, le tétromino, on change les coordonnées du tétromino en réserve de sorte qu'il soit à sa place à droite du puits.

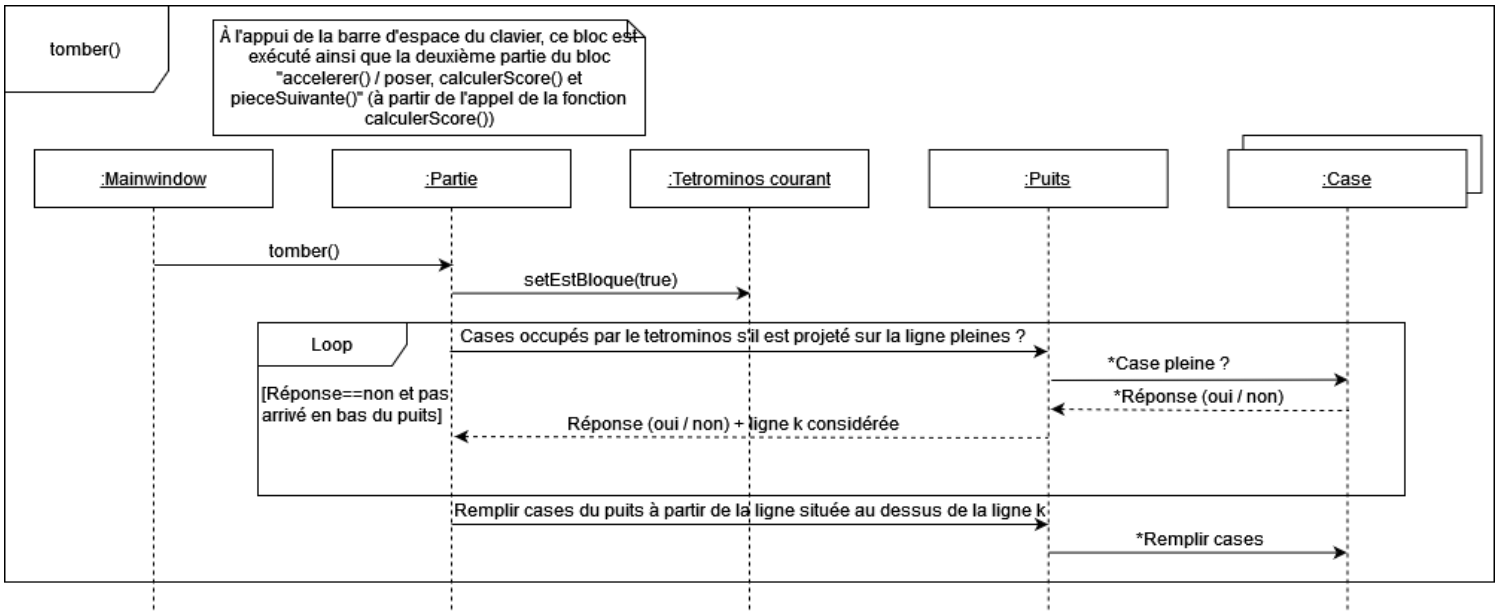


figure 14: Partie tomber() du diagramme de séquence technique

L'appui de la barre d'espace du clavier appelle tout d'abord la fonction *tomber()* de Partie. Pour cette méthode, il n'y a aucune vérification à effectuer : il est toujours possible de faire tomber un tétromino directement dans le puits. On commence par mettre l'attribut *m_bloque* de tetromino à *true* comme pour la méthode *poser()*. Ensuite on va rechercher dans le puits la ligne où va tomber le tétromino. Pour cela, on parcourt la grille du puits de haut en bas à partir de la ligne où est situé le tétromino (plus précisément la première ligne de la matrice du tetromino). Pour chaque ligne, on va alors vérifier si les cases du puits qui seront situées sous les cases pleines du tétromino une fois qu'on l'aura projeté sur la ligne considérée (de sorte que la première ligne de la matrice du tétromino soit sur la ligne considérée) sont vides. Si c'est le cas, on passe à la ligne suivante. Sinon, c'est que la projection n'est plus possible sur la ligne considérée. On projette donc le tétromino sur la ligne d'au-dessus : on remplit les cases du puits qui se trouve sous les cases pleines du tétromino une fois transposé sur cette ligne. Ensuite, les méthodes *calculerScore()* et *pieceSuivante()* sont appelées.

1.3.2. Diagramme de classe technique

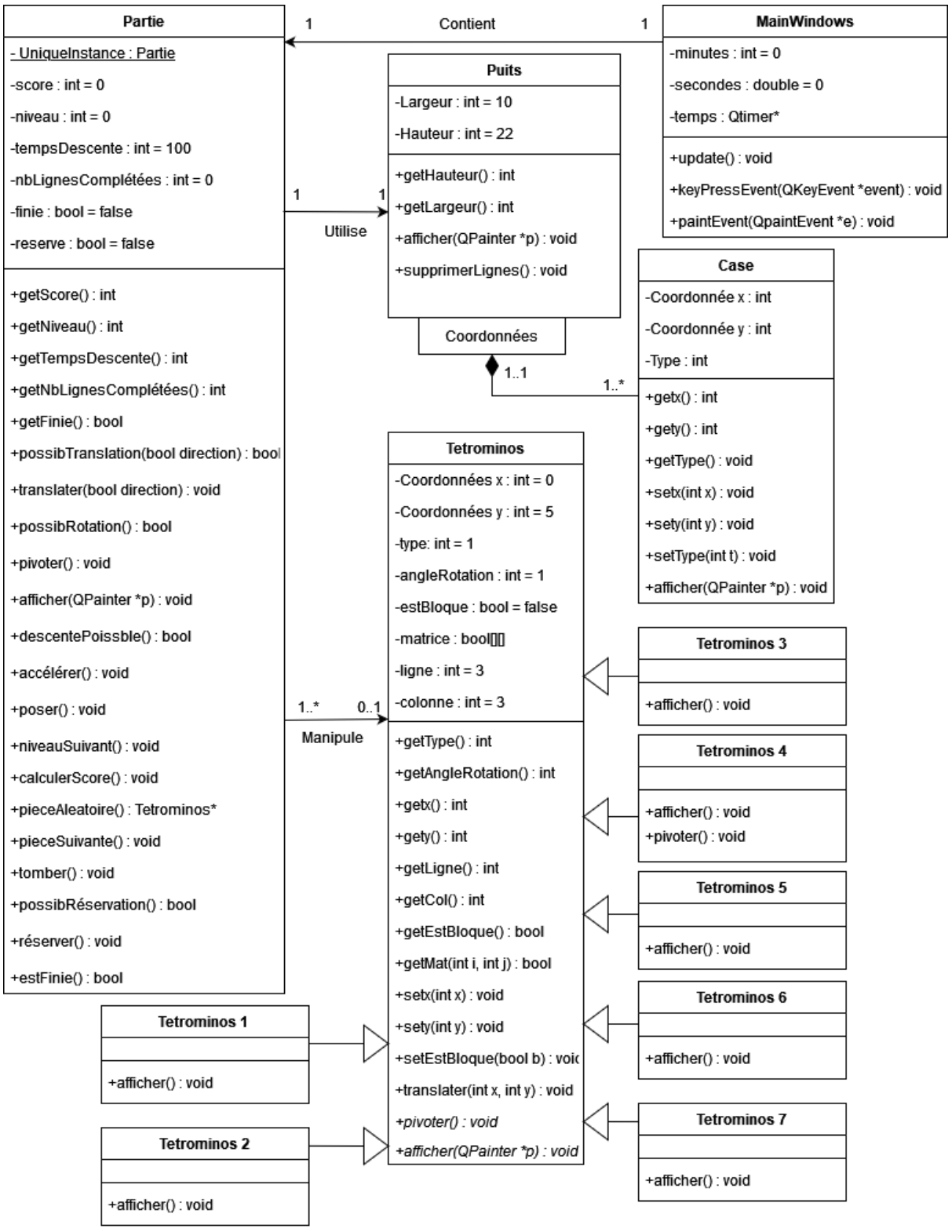


figure 15: Diagramme de classe technique

Notre tetris fonctionne avec des matrices, une pour le puits et une pour chacun des tétrominos. Chaque coefficient de ces matrices représente une case, pleine ou vide pour les tétrominos, et d'une couleur particulière pour la grille. On utilise ensuite ces matrices pour l'affichage : chaque coefficient représente alors un carré de côté T, qui est une constante.
Notre Tetris est composé de 12 classes :

- Les 7 types de Tetrominos, chacun hérite des attributs et méthodes de la classe mère Tetrominos. Les coordonnées x et y, initialisées respectivement à 0 et 5 pour tous les tétrominos, sont les coordonnées dans le puits de la case située en haut à gauche de la matrice du tetromino. Les coefficient de cette matrice sont des booléens : *true* si la case est pleine, *false* sinon. Les attributs ligne et colonne représentent le nombre de lignes et le nombre de colonnes de la matrice du tétromino, qui sont égaux (3 ou 4) sauf pour le tétromino carré. Ils sont initialisés par défaut à 3 et sont modifiés si nécessaire dans les constructeurs des sous-classes. L'attribut angleRotation vaut 1 si le tetromino n'a pas été pivoté, 2 s'il a été pivoté à 90°, 3 s'il a été pivoté à 180°, et 4 s'il a été pivoté à 270°. Le type est un entier entre 1 et 7 permettant de différencier chaque type de tétromino.
  Il y a des accesseurs pour tous les attributs et des mutateurs pour les coordonnées et estBloque. La méthode pour translater le tétromino prend en paramètre le nombre de case que le tétromino doit parcourir à droite et en bas, avec la possibilité de mettre des nombres négatifs pour translater le tétromino à gauche (ou en haut mais on ne le fait pas dans ce jeu). La méthode *pivoter()* est virtuelle car elle est redéfinie pour le tétromino carré, et *afficher()* est une méthode abstraite, faisant de Tetrominos une classe abstraite, car elle est redéfinie pour tous les tétrominos.

Remarque : si matrice on note la matrice ($a_{i,j}$) la matrice du tétromino, les j sont les colonnes et correspondent à l'axe des abscisses tandis que les i sont les lignes et correspondent à l'axe des ordonnées. Il faut donc faire attention lors de l'affichage dans le puits des tétrominos.

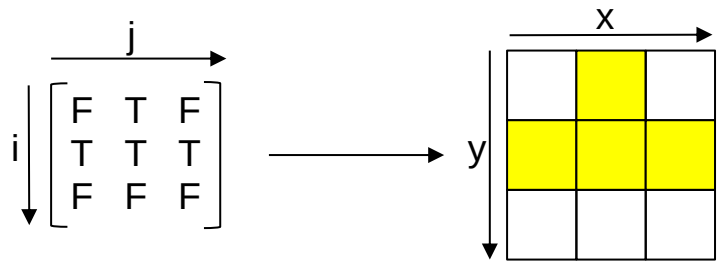


Figure 16 : matrice et affichage du tetromino 6

- Les cases du puits, ayant comme méthodes les accesseurs et mutateurs de chaque attribut (x, y et le type de la case) ainsi qu'une méthode *afficher()* qui dessine un carré de taille T à partir des coordonnées de la case, d'une couleur différente selon le type. Pour le type 0 (case pleine) on affiche des cases de deux couleurs distinctes pour les colonnes paires et impaires pour mieux visualiser où le tetromino se dirige, tandis que pour le type 8 (case invisible) on n'affiche rien. Pour tous les autres types on ajoute une bordure pour bien voir que la case est pleine.
- Le puits, dont la méthode *afficher()* appelle celle de chaque case en plus de dessiner le contour du puits.

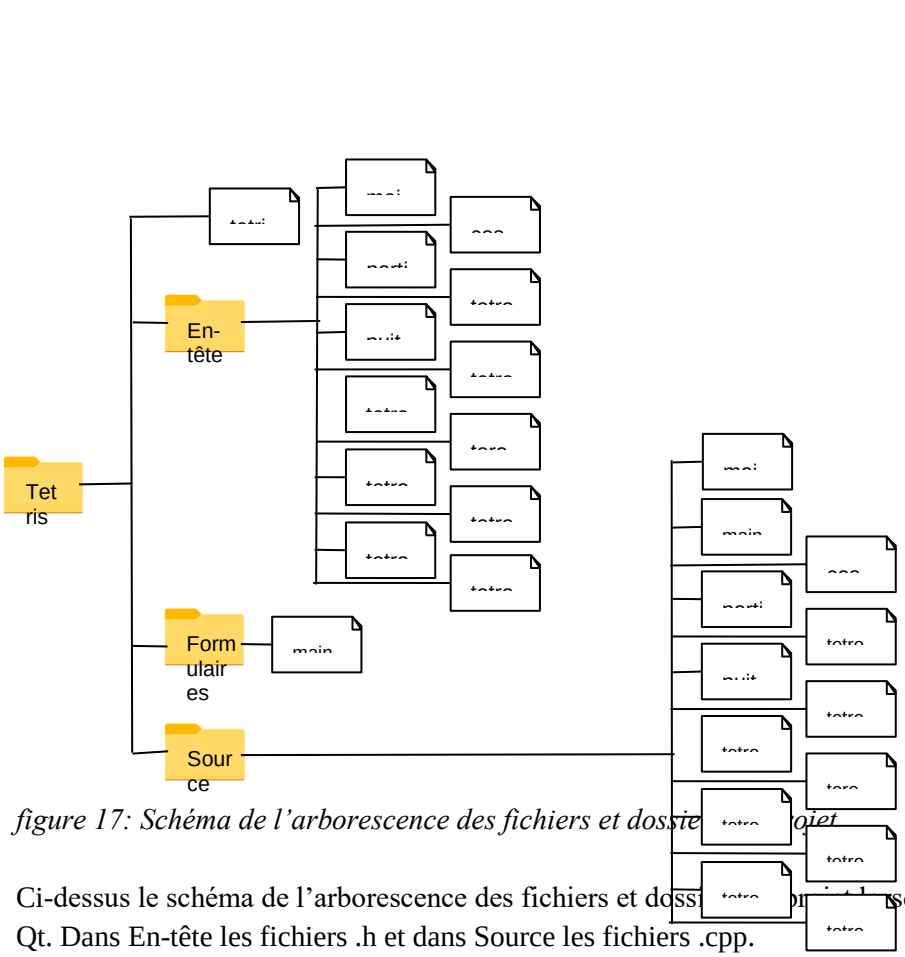
- La classe Partie, contenant comme attribut en plus du score et du niveau :
    - le temps entre chaque appel de la fonction *accelerer()* en centième de seconde qu'on nomme tempsDescente. Cet attribut est initialisé à 100 et baisse de 10 dès qu'on passe un niveau, et de 5 pour le passage des deux derniers niveaux (9 et 10).
    - le nombre de lignes complétées au cours de la partie. Le joueur passe un niveau toutes les 5 lignes complétées.
    - l'attribut finie qui permet de savoir si la partie est terminée ou en cours.
    - l'attribut reserve qui permet de savoir si un tétromino est en réserve.

  En ce qui concerne les méthodes, la classe Partie contient les accesseurs des attributs qu'on affiche dans la fenêtre du jeu (MainWindows). Étant donné que cette dernière contient uniquement une instance de la classe Partie, on doit pouvoir accéder aux méthodes nécessaires de toutes les classes dans Partie. C'est pourquoi elle contient les méthodes *pivoter()* qui appelle simplement la méthode *pivoter()* de Tetrominos, et *translater(direction)* qui appelle, selon la direction, *translater(1,0)* ou *translater(-1,0)* de Tetrominos. Quant à la méthode *accelerer()*, elle appelle la méthode *translater(0,1)* de Tetrominos. Pour certaines méthodes, il y a des pré-conditions à respecter :
    - *possibTranslation(direction)* pour *translater(direction)* ;
    - *possibRotation()* pour *pivoter()* ;
    - *descentePossible()* pour *accelerer()* ;
    - *possibReservation()* pour *reserver()* ;
    - *!descentePossible()* pour *poser()*, *calculerScore()* et *pieceSuivante()*.

  La méthode *pieceAleatoire()* renvoie un tetromino aléatoire parmi les 7. Pour cela on génère un entier complètement aléatoire à l'aide de la fonction *rand()* puis on regarde son reste dans la division euclidienne par 7. Selon le chiffre obtenu, on alloue un type différent de tétromino.
  La méthode *estFinie()* vérifie pour chaque case pleine du tetromino si elle est située sur une case pleine du puits. Cela ne peut arriver que lorsque le tetromino apparaît en haut du puits, et signifie alors que le puits est plein. Si c'est le cas pour une ou plusieurs case du tetromino, on met l'attribut *finie* à *true* ce qui affiche l'écran de fin.
- La classe MainWindow qui correspond à la fenêtre principale. Dans le constructeur, on alloue un timer qui se met à jour toutes les 10 millisecondes avec la méthode *start(10)*. La méthode *update()* est ainsi appelée toutes les centièmes de seconde. On met pour le type des secondes double pour éviter les erreurs d'arrondi, car on les incrémente de 0.01 toutes les centièmes de secondes. La méthode *keyPressEvent(*event)* permet d'effectuer des actions à l'appui des touches du clavier présentes dans le switch.

2. Partie programmation du logiciel

2.1. L'architecture du logiciel



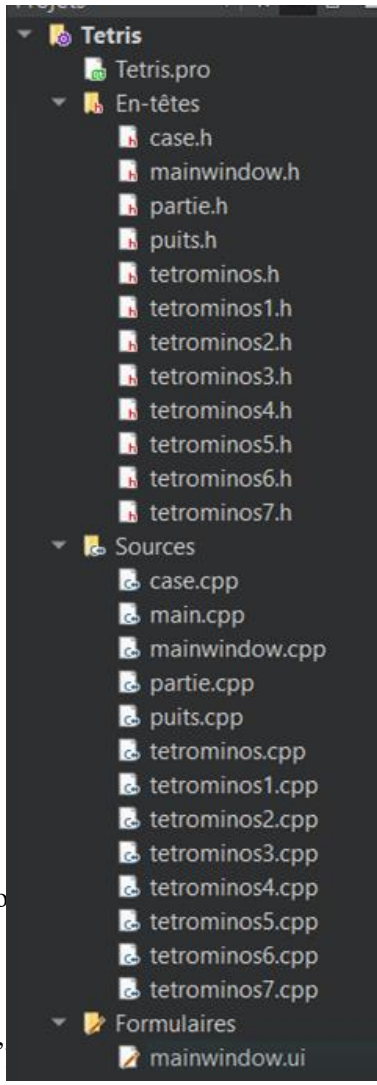


figure 17: Schéma de l'arborescence des fichiers et dossie oiet

Ci-dessus le schéma de l'arborescence des fichiers et doss sque nous l'o
Qt. Dans En-tête les fichiers .h et dans Source les fichiers .cpp.

Les classes les plus importantes dans ce projet sont :

- Mainwindow car sans cette classe nous ne pouvons pas ouvrir la fenêtre et il n'
  d'affichage ;
- Partie car elle permet de gérer toutes les règles du jeu ;
- Tetrominos car elle permet de générer les tetrominos.

Les méthodes les plus importantes sont :

- *possibTranslation()* et *possibRotation()* car elles permettent aux tétrominos de ne pas sortir du puits ;
- *pivoter()* et *translater()* car sans ces méthodes nous ne pouvons pas empiler correctement les tétrominos ;

- *poser()* car sans elles nous ne passons jamais au tétromino suivant ;
- *supprimerLignes()* car elle permet de vider le puits ;
- *estFinie()* car elle permet de finir la partie quand le tétromino suivant apparaît.

2.2. Présentation des écrans

2.2.1. Écran de départ

Au début de la partie, les tétrominos courants et suivants sont générés aléatoirement. Toutes les caractéristiques de la partie sont initialisées à 0 (Niveau, Score et Nombre de lignes complétées).
Contrôles utilisés :

- flèche du haut pour pour pivoter le tétromino, à condition que ce soit possible ;
- flèche droite pour translater le tétromino à droite, à condition que ce soit possible ;
- flèche gauche pour translater le tétromino à gauche, à condition que ce soit possible ;
- flèche du bas pour accélérer le tétromino et éventuellement le poser ;
- barre d'espace pour faire tomber le tétromino dans le puits ;
- touche R pour mettre le tétromino courant en réserve et l'échanger avec le tétromino suivant.

Ces contrôles peuvent être utilisés autant de fois que le souhaite l'utilisateur.

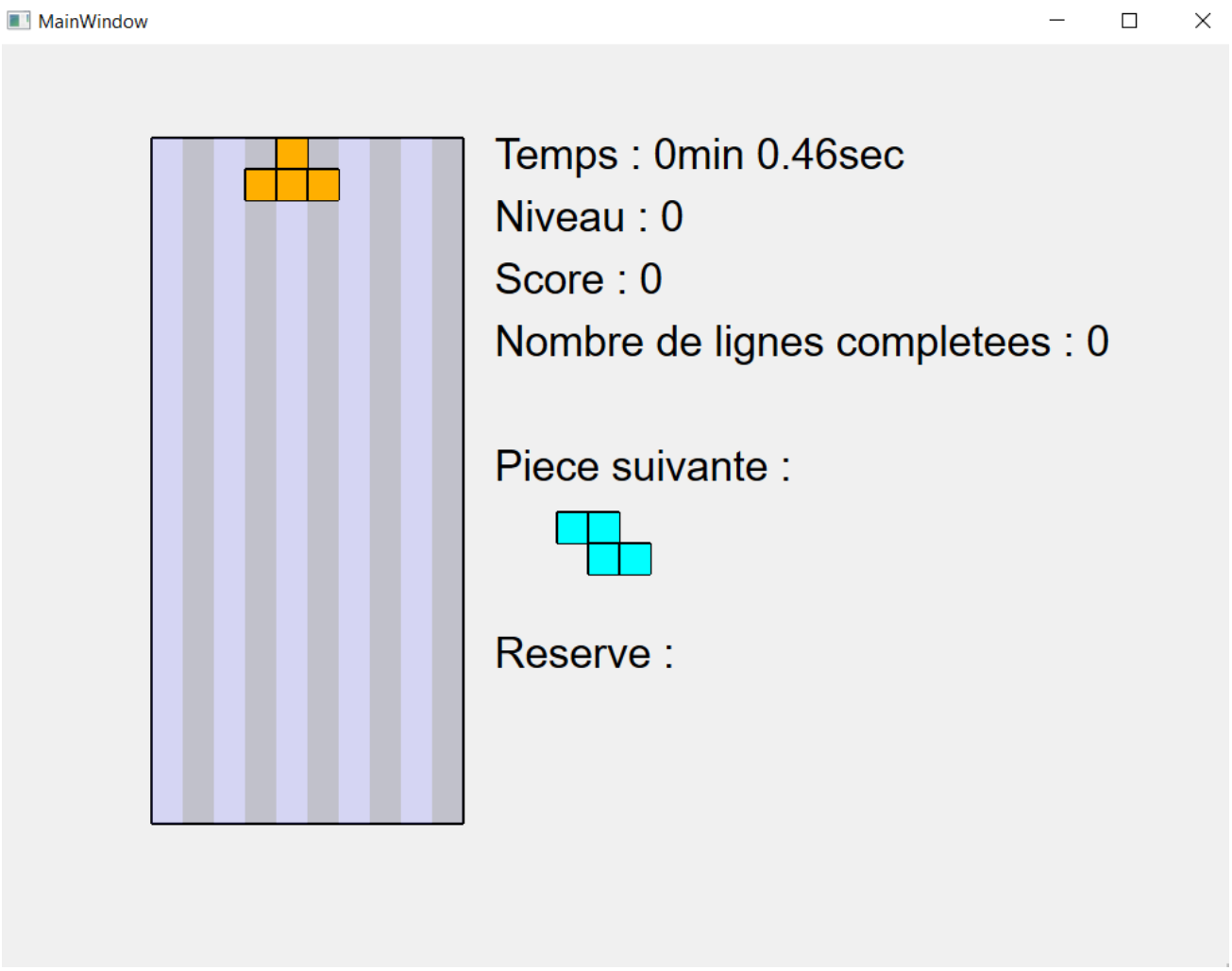


figure 18: Écran de départ

2.2.2. Écran avec tétromino en réserve

On passe à cet écran une fois qu'on a appuyé sur la touche R. Les contrôles sont les mêmes qu'à la partie précédente sauf pour la touche R, qui échange cette fois le tétromino courant avec le tétromino en réserve.

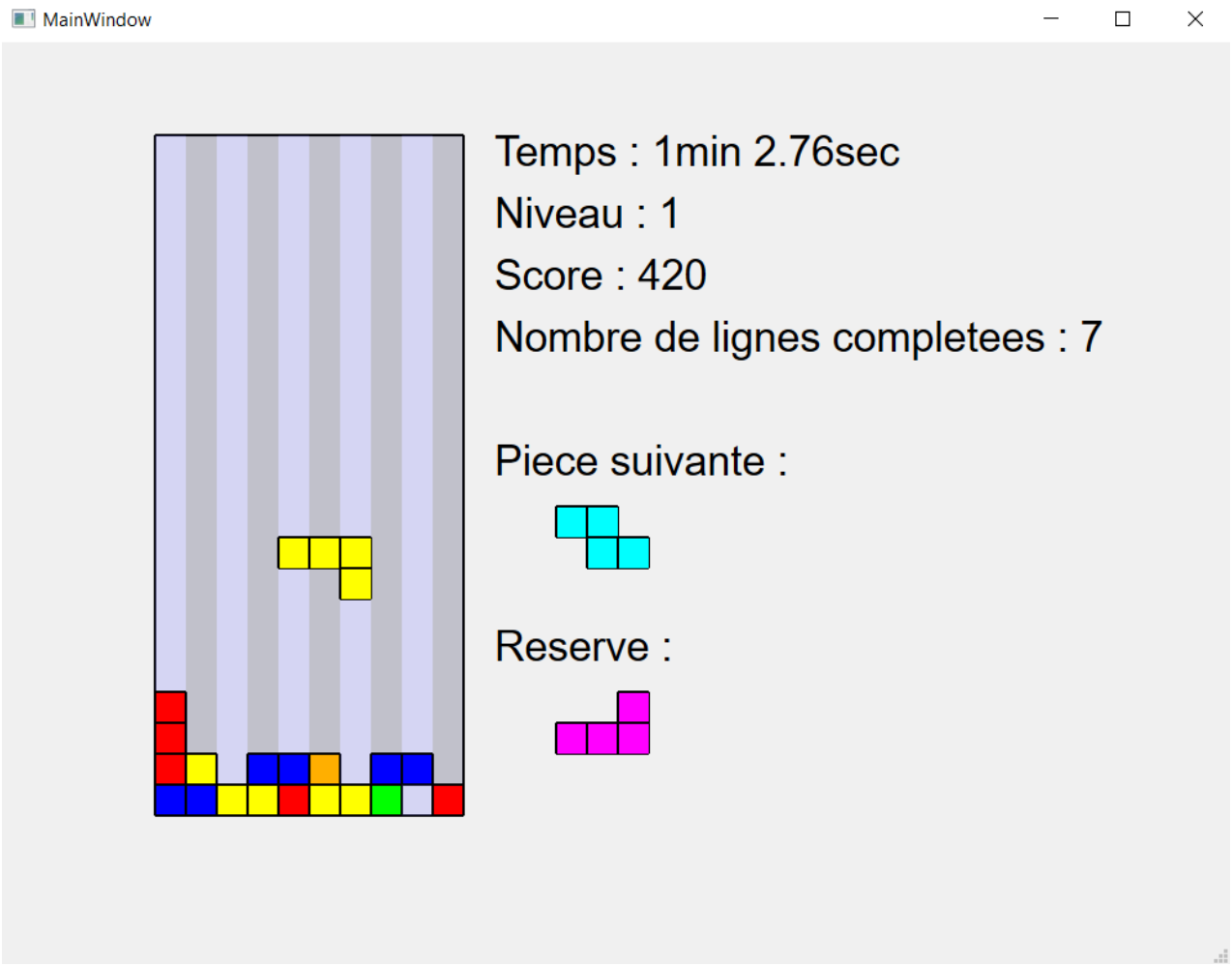


figure 19: Écran avec tétromino en réserve

2.2.2. Écran de fin du jeu

Une fois le puits rempli jusqu'en haut, la partie s'arrête et l'écran de fin apparaît. On affiche le chronomètre arrêté, le niveau atteint, le score et le nombre de lignes complétées.

figure 20: Écran de fin (Game Over)

Bibliographie

https://www.playstudios.com/tetris/[image page de garde]

https://en.wikipedia.org/wiki/Tetris [1]

https://dailygeekshow.com/tetris-origines-histoire-creation-aleksei-pajitnov [2]

https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_s%C3%A9ries_de_jeux_vid%C3%A9o_les_plus_vendues [3]

https://fr.wikipedia.org/wiki/Alekse%C3%AF_Pajitnov [4]

https://openclassrooms.com/forum/sujet/tetris-besoin-d-infos-82930

https://tetris.com/play-tetris [jeu sur lequel on s'est basé]