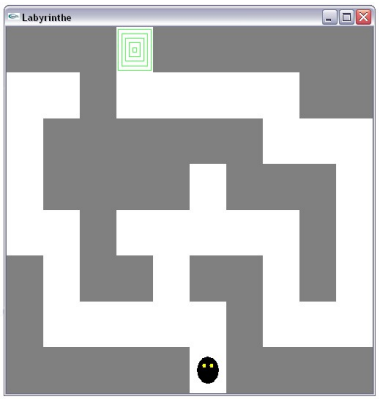
C++ & OpenGL

Mini projet Pacman : pour bien commencer

Le but de ce mini-projet est de réaliser un petit-jeu permettant de déplacer un avatar dans un labyrinthe, en essayant d'atteindre la sortie du labyrinthe sans croiser le chemin d'ennemis se déplaçant aléatoirement. Le jeu sera vu de dessus, en 2D. L'avatar sera dirigé par l'utilisateur grâce au clavier.

Dans le cas idéal, nous souhaiterions que notre jeu fonctionne avec des niveaux de taille variable, que l'utilisateur pourrait lui-même concevoir et utiliser dans son jeu. Nous réaliserons cet aspect du cahier des charges quand nous aurons déjà testé une application fonctionnelle avec un niveau de taille fixe codé « en dur ».

Voilà à quoi pourrait ressembler notre petit logiciel :



Etape 1 : créer le projet, ajouter ce qu'il faut où il faut

Créez un nouveau projet vide de type *Application Console Win32*. Ajouter un fichier source vierge, ajoutez-y la fonction main (vide pour le moment) et compilez votre projet. Cette manipulation a seulement pour but d'obliger Visual à créer le répertoire *Debug* : nous pourrons ainsi copier le fichier glut32.dll dans ce dernier (voir la suite).

Nous allons utiliser GLUT : les fichiers nécessaires à son utilisation ne sont pas présents nativement, il va falloir les ajouter à votre projet.
1. Récupérez le fichier zip cette adresse : http://www.xmission.com/~nate/glut/glut-3.7.6-bin.zip
2. Allez dans le répertoire qui contient le fichier *.cpp* de votre projet. Créez un répertoire nommé GL et un répertoire nommé LIB. Dans le premier, copiez le fichier *glut.h*, et dans le second le fichier *glut32.lib*.
3. Faite un clic droit sur le nom de votre projet (dans Visual C++), sélectionnez « Propriétés », puis « Propriétés de configuration », puis « Editeur de liens », puis « Entrée ». A la ligne « Dépendances supplémentaires », écrivez « LIB/glut32.lib ».
4. Placez le fichier *glut32.dll* dans le même répertoire que l'exécutable de votre projet, à savoir « …\nom_de_votre_projet\debug ».

Comme pour GLUT, nous aurons besoin d'une autre librairie, cette fois pour la gestion des textures. Il s'agit de SOIL (Simple OpenGL Image Loader). Vous trouverez dans le répertoire commun un fichier nommé *soil.zip* qui contient une librairie compilée et un fichier d'entête. Comme précédemment, effectuez les étapes suivantes :
1. Allez dans le répertoire qui contient le fichier *.cpp* de votre projet. Créez un répertoire nommé SOIL et copiez le fichier *SOIL.h*
2. Dans le dossier LIB qui contient déjà *glut32.lib*, ajoutez le fichier *SOIL.lib*.
3. Faite un clic droit sur le nom de votre projet (dans Visual C++), sélectionnez « Propriétés », puis « Propriétés de configuration », puis « Editeur de liens », puis « Entrée ». A la ligne « Dépendances supplémentaires », écrivez « LIB/SOIL.lib ».

Enfin, dans le fichier *pch.h*, ajoutez les lignes suivantes :

```
#include "GL/glut.h"
#include "SOIL/SOIL.h"
```

Etape 2 : le niveau

Voilà, ce qui est nécessaire à l'utilisation d'OpenGL et de SOIL est au bon endroit, maintenant nous pouvons nous consacrer à la réalisation de notre petit jeu. L'idée générale est de savoir comment décrire un niveau, c'est-à-dire comment de dire de manière assez formelle où sont les murs et où se trouvent notre avatar et les ennemis.

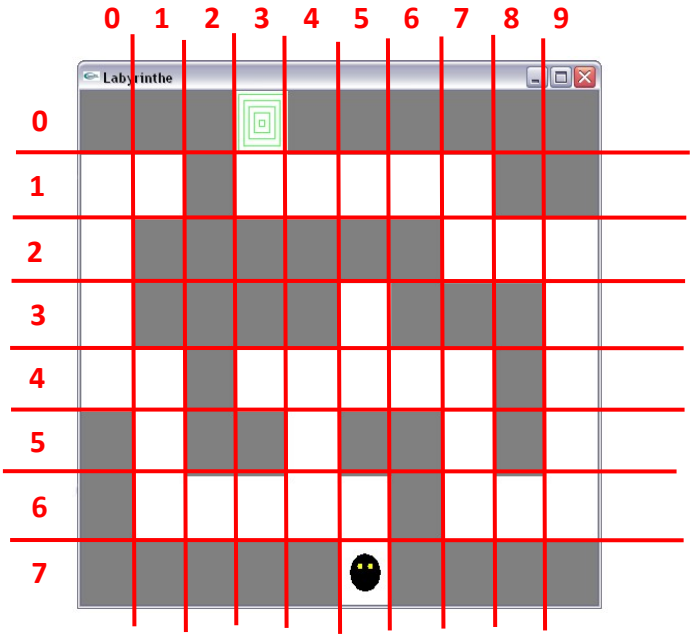
De manière relativement intuitive, nous pouvons voir notre plateau de jeu comme une sorte de grille, dans laquelle une case de la grille peut être un mur ou un passage, et si elle contient un ennemi ou non. Un peu comme pour la bataille navale, il devient très simple de dire : *pacman* se trouve dans la case située à la ligne i et à la colonne j, et il ne peut se déplacer à droite par exemple, car la case (i+1, j) est un mur. En conséquence, quelle soit la physionomie du niveau, nous pouvons le décrire comme un tableau à 2 dimensions, qui a un nombre de lignes et un nombre de colonnes.

Si j'arrive à faire le lien entre un tableau qui représente le niveau dans mon programme et le niveau proprement dit (celui qui s'affiche à l'écran), il me sera très simple de dessiner n'importe type de niveau. Nous n'allons pas « dessiner » un niveau au gré du vent sous OpenGL, nous allons que retranscrire un schéma défini par ailleurs.

Par exemple, définissons au début du programme un tableau à 2 dimensions contenant des 1 et des 0 : le 1 symbolise un mur, le 0 un passage. Pour générer le niveau sous OpenGL, je n'aurai plus qu'à parcourir mon tableau case par case, regarder la valeur et dessiner un quadrilatère si c'est 1, rien sinon :

1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1

⟺



L'idée sous-jacente est d'avoir une méthode de construction du niveau en 2D totalement indépendante de la « physionomie » du niveau.

Pour tracer le niveau de jeu à partir de la matrice de caractères, on pourrait envisager plusieurs solutions. On pourrait tracer des lignes entourant des blocs des murs, ou tracer des lignes délimitant les allées. La plus simple, et qui est particulièrement adaptée à notre tableau, est de remplir les cellules « occupées » par des murs en dessinant un carré de couleur à leur position : la primitive géométrique adaptée est GL_QUADS. La question est de savoir comment, étant données les coordonnées x et y d'une position dans le tableau, déduire les coordonnées des 4 points pour générer ma primitive.

→ Les vertices nécessaires pour tracer le carré correspondant à la cellule d'indice [i][j] ont pour coordonnées (i, j) (i, j+1) (i+1, j+1) (i+1, j). Faites vous un petit schéma pour vous aider à comprendre.

⇨ A vous !
Je vous donne la classe complète **Niveau** à la suite. Notez que le tableau est stocké dans un fichier texte externe, donc le constructeur va permettre de lire ce fichier pour remplir le tableau. Le dessin du niveau se fait dans la fonction **dessiner** (c'est elle qui fait la traduction entre tableau et dessin des quadrilatères), essayez de bien en comprendre le fonctionnement.
Notez également que pour les textures, nous avons recours à la librairie SOIL.

Niveau.h

```
#pragma once
class Niveau
{
private:
	int nbLignes;
	int nbColonnes;
	int** tableau;
	vector<GLuint> texture;

public:
	Niveau(int, int, string);

	void dessiner();
	void LoadGLTextures(string name);

	int getNbLignes();
	int getNbColonnes();
};
```

Niveau.cpp

```
#include "pch.h"
#include "Niveau.h"

Niveau::Niveau(int l, int c, string chemin)
{
	nbLignes = l;
	nbColonnes = c;
	tableau = new int*[l];
	for (int i = 0; i < l; i++) tableau[i] = new int[c];

	ifstream fichier(chemin, ios::in);
	if (fichier)
	{
		int i = 0;
		string ligne;
		while (getline(fichier, ligne))
		{
			for (int j = 0; j < nbColonnes; j++)  tableau[i][j] = ligne[j]-48;
			i++;
		}
		fichier.close();
	}
	else cerr << "Impossible d'ouvrir le fichier !" << endl;
}

void Niveau::dessiner()
{
	int i = 0, j = 0;
	for (i = 0; i < nbLignes; i++)
	{
		for (j = 0; j < nbColonnes; j++)
		{
			switch (tableau[j][i])
			{
			case 0: // sol
				glEnable(GL_TEXTURE_2D);
				glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texture[0]);
				glBegin(GL_QUADS);
				glColor3d(1.0, 1.0, 1.0);
				glTexCoord2f(0.0f, 0.0f); glVertex2d(i, j);
				glTexCoord2f(1.0f, 0.0f); glVertex2d(i + 1, j);
				glTexCoord2f(1.0f, 1.0f); glVertex2d(i + 1, j + 1);
				glTexCoord2f(0.0f, 1.0f); glVertex2d(i, j + 1);
				glEnd();
				glDisable(GL_TEXTURE_2D);
				break;

			case 1: // mur
				glEnable(GL_TEXTURE_2D);
```

```
                            glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texture[1]);
                            glBegin(GL_QUADS);
                            glColor3d(1.0, 1.0, 1.0);
                            glTexCoord2f(0.0f, 0.0f); glVertex2d(i, j);
                            glTexCoord2f(1.0f, 0.0f); glVertex2d(i + 1, j);
                            glTexCoord2f(1.0f, 1.0f); glVertex2d(i + 1, j + 1);
                            glTexCoord2f(0.0f, 1.0f); glVertex2d(i, j + 1);
                            glEnd();
                            glDisable(GL_TEXTURE_2D);
                            break;
                        }
                    }
                }
            }

void Niveau::LoadGLTextures(string name)
{
        GLuint essai = SOIL_load_OGL_texture(name.c_str(), SOIL_LOAD_AUTO,
SOIL_CREATE_NEW_ID,
                SOIL_FLAG_INVERT_Y);
        texture.push_back(essai);
}

int Niveau::getNbLignes()
{
        return nbLignes;
}

int Niveau::getNbColonnes()
{
        return nbColonnes;
}
```

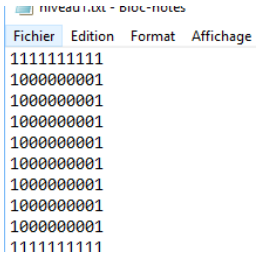
Etape 3 : la création de la fenêtre de jeu et l'affichage du niveau

Nous avons fait la classe **Niveau**, qui permet de dessiner un niveau, nous allons maintenant mettre tout en place pour créer la fenêtre de l'application, instancier un niveau pour ensuite l'afficher. Créez donc un autre fichier cpp, par exemple ***Source.cpp***, qui contiendra la fonction *main()*.

```
#include "pch.h"

#include "Niveau.h"

// Création d'un objet de type niveau
Niveau n(10, 10, "niveau1.txt");

// Déclarations de fonctions
void LabyAffichage();
void LabyRedim(int x, int y);


void main()
{
        // Gestion de la fenêtre
        glutInitWindowPosition(10, 10);
        glutInitWindowSize(500, 500);
        glutInitDisplayMode(GLUT_RGBA | GLUT_SINGLE);
        glutCreateWindow("Labyrinthe");

        // Appel de la fuonction LoadGLTextures qui permet d'ajouter des textures au
        vecteur de textures du niveau n
        n.LoadGLTextures("textures/herbe.bmp");
        n.LoadGLTextures("textures/mur.bmp");

        // Gestion des événements
        glutDisplayFunc(LabyAffichage);
        glutReshapeFunc(LabyRedim);

        glutMainLoop();
}
```

```
// Evénement d'affichage
void LabyAffichage()
{
	glClearColor(1.0, 1.0, 1.0, 1.0);
	glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
	glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
	n.dessiner(); // dessin du niveau
	glFlush();
}

// Evénement de redimensionnement
void LabyRedim(int x, int y)
{
	glViewport(0, 0, x, y);
	glMatrixMode(GL_PROJECTION);
	glLoadIdentity();
	gluOrtho2D(0.0, (double)n.getNbColonnes(), (double)n.getNbLignes(), 0.0);
}
```

⇨ A vous !
Créez le fichier Source.cpp et copiez-y le contenu donné ci-avant. N'oubliez pas de créer un fichier texte contenant la « description » de votre niveau. Ici, dans un premier temps, vous pouvez mettre 1 pour un mur et 0 pour une case où il est possible d'aller (voir exemple ci-après). N'oubliez pas également de choisir vos propres textures pour les deux types de cases.
Vous pouvez ensuite compiler et exécuter votre projet pour voir si le niveau s'affiche correctement.



Etape 4 : l'avatar

Le niveau est maintenant défini et affiché à l'écran. Il nous reste encore à ajouter notre avatar, puis à lui permettre de se déplacer comme l'utilisateur le souhaite. Nous allons pour cela définir une nouvelle classe, spécifique au *pacman*.

La question qui se pose est qu'est-ce qui caractérise notre avatar, et quelles sont les fonctionnalités que nous aimerions qu'il possède. Il faut bien sûr restreindre notre réflexion au contexte du jeu. A priori, ce qui nous intéresse par rapport au jeu, c'est de connaître sa position. Les fonctionnalités sont de pouvoir se déplacer dans les 4 directions, a priori sans jouer au passe-muraille et sans sortir du niveau du jeu. Et bien entendu, il reste le problème de la physionomie de notre avatar. Il pourrait sembler simple de lui donner sa physionomie dans le constructeur, en même temps que l'on va initialiser sa postion de départ. Pour autant, cela n'est pas convenable : en effet, nous allons redessiner la scène et tout ce qu'elle contient à chaque appui sur une touche (si le déplacement est possible). Nous aurons donc besoin de redessiner *pacman*, qui aura toujours la même allure mais à une autre position. Si on met le dessin dans le constructeur, cela veut dire qu'à chaque déplacement on va créer une nouvelle occurrence de *pacman*. Nous allons faire une fonction de plus, qui permettra de dessiner *pacman* à une position paramétrable.

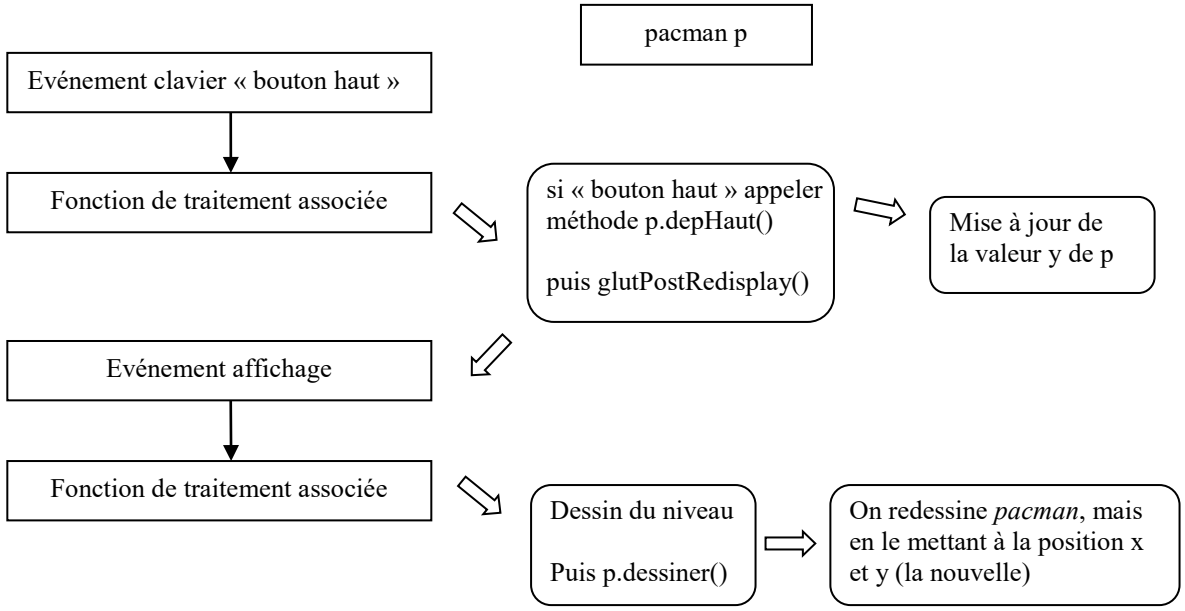
⇨ A vous !
Créez une nouvelle classe (un nouveau fichier .cpp et un nouveau fichier .h) du nom que vous voulez (pacman, avatar, …). Le pacman est donc défini par sa les coordonnées x et y, ainsi qu'un *vector* de textures (comme pour le niveau écrit précédemment : `vector<GLuint> texture;`). Il possède un constructeur, permettant d'initialiser sa première position dans le labyrinthe. Il possède au moins 6 fonctions, qui sont :

- void depGauche() : décrémente de 1 la position en x
- void depDroit (), void depHaut(), void depBas()
- void dessiner() : permet de donner une forme à l'avatar, tout en le positionnant aux coordonnées x et y
- void LoadGLTextures(string name) : permet de charger des textures, comme pour la classe *Niveau*

Complétez le fichier .h

Avant de s'occuper de compléter le fichier .cpp, essayons de comprendre un peu le fonctionnement du jeu.

Au niveau du main(), et plus précisémment de la boucle principale d'OpenGL, on attend des événéments : redimensionnement, affichage et, dans notre cas, événement clavier. A chaque fois que l'utilisateur va appuyer sur une touche pour déplacer le pacman, l'événement sera récupéré, et la fonction que vous avez définie sera exécutée. Vous aurez bien sûr à faire une disjonction de cas en fonction de la touche. Si c'est la touche « haut », il vous suffira d'appeler la fonction depHaut() de la classe *pacman,* si le déplacement est possible (c'est-à-dire si la case visée n'est pas un mur) : celle-ci, modifiera les coordonées du *pacman*. A la fin de votre fonction événement clavier, vous demanderez alors explicitement le rafraîchissment de l'affichage. Cela aura pour effet d'appeler votre méthode d'affichage, dans laquelle vous appeler la fonction *dessiner()* : le pacman sera redessiner, mais avec la bonne position.



Il faut donc que dans la fonction dessiner, vous déplaciez le *pacman* à la psition x et y. Comme ça, à chaque appel de dessiner, *pacman* est positionné à sa position courante. Pour la physionomie de notre avatar, prenez une texture simple (servez-vous de ce qui est fait dans la classe ***Niveau***). Si vous souhaitez que ça soit joli, jouez sur la transparence de l'avatar.

⇨ A vous !
Commencer par compléter le fichier .cpp : d'abord, le constructeur, puis la fonction LoadGLTextures (même chose que pour la classe ***Niveau***) et enfin les fonctions de déplacement. Dans ces dernières, mettez à jour les valeurs de x et de y (+1, -1 ou rien en fonction du déplacement). Enfin, complétez la fonction ***dessiner***. Servez-vous pour cela de ce qui a été fait dans le cas de la classe ***Niveau***.

Dans le fichier *Source.cpp*, comme cela avait été fait pour la classe ***Niveau***, vous pouvez maintenant créer un objet de classe ***Avatar***, lui ajouter une texture (dans la fonction ***main***) et enfin le dessiner (dans la fonction ***LabyAffichage***). N'oubliez pas d'inclure l'entête de votre classe ***Pacman***.

Etape 5 : l'interaction

Il vous reste à gérer le recueil des événéments clavier avec glutSpecialFunc(*nom_de_votre_methode*) et de faire le traitement adéquat dans votre méthode suivant la touche appuyé. Voici un exemple pour la touche « haut » :

```
void traitementClavier(int key, int x, int y)
{
    if (key == GLUT_KEY_UP) p.depHaut();
}
```

⇨ A vous !
Associez à l'événement clavier votre fonction de traitement, et complétez votre fonction de traitement pour les 4 touches directionnelles.
Testez votre jeu…

Effectivement, *pacman* joue au passe-muraille, et ne s'occupe pas des murs ou des bornes de notre niveau. Car dans les fonctions *depXXX()* de la classe pacman, nous avons modifié les coordonnées, sans vérifier si les déplacements étaient possibles. L'amélioration est assez facile à trouver : avant de mettre à jour x et/ou y, il faut vérifier si le déplacement projeté ne correspond pas à un mur ou une fin de niveau. Il suffit pour cela de s'appuyer sur le tableau de la classe Niveau, afin de vérifier s'il est possible d'aller dans la case projetée.

⇨ A vous !
Gérez correctement le déplacement et testez votre jeu

Il ne reste plus que 2 grandes choses à faire : d'une part, vérifiez à chaque événement clavier si le joueur a gagné, c'est-à-dire s'il est arrivé dans la case de sortie. Je vous laisse le soin de gérer cela. Enfin, il faut ajouter des ennemis, sinon cela est trop facile.

L'idée, pour l'ennemi, est de se déplacer de manière aléatoire, régulièrement mais indépendamment des déplacements de notre avatar. Nous allons pour cela utiliser un timer, c'est-à-dire une temporisation. Il suffit d'ajouter le traitement d'un événement qui se produit à chaque fin du timer, et une fois que le traitement est fait (déplacer l'ennemi), réarmer le timer.

Dans le fichier *pch.h*, ajoutez `#include <time.h>`

Puis la gestion de l'événement : `glutTimerFunc(500, LabyTimer, 0);` Ici, *LabyTimer* correspond à la fonction associée à l'événement. A la fin de fonction de traitement (modifier de manière aléatoire la position de l'ennemi), réarmer le timer : `glutTimerFunc(500, LabyTimer, 0);`

⇨ A vous !
Faites une nouvelle classe ennemi (elle ressemble beaucoup à la classe pacman, à part pour la forme de l'ennemi) et gérez son déplacement comme cela a été défini au dessus. A ce moment, il serait intéressant de se poser la question de l'héritage….
Rajoutez la gestion des collisions : si pacman et ennemi à la même position, l'utilisateur a perdu

Vous pouvez bien entendu améliorer, rajoutez des ennemis, ou améliorer le rendu, à votre convenance.