

# Support d'OpenGL dans Qt

- [Introduction à OpenGL et Qt 5.4](#)
- [Support d'OpenGL dans Qt](#)
- [Qt OpenGL - Générer un terrain](#)
- [Qt OpenGL - Envoyer des données au processeur graphique](#)
- [Qt OpenGL - Utilisation du pipeline programmable](#)
- [Qt OpenGL - Ajouter des lumières et des textures](#)
- [Qt OpenGL - Réaliser un rendu offscreen](#)
- [Qt OpenGL - Overpainting : dessiner en 2D avec QPainter sur une scène 3D](#)
- [Qt OpenGL - Gestion des extensions avec `QGLContext::getProcAddress\(\)`](#)
- [Qt OpenGL - Annexes](#)

Le support d'OpenGL dans Qt 5 a été modifié pour mieux l'intégrer avec les nouveaux modules de Qt : QtQuick2 et Qt3D. Cet article présente les modifications apportées dans Qt 5.

## Note sur les versions d'OpenGL

OpenGL fonctionne via un système de versions et d'extensions. Quand on veut utiliser une fonction GL, il faut regarder dans quelles versions d'OpenGL elle est disponible. Ou l'inverse : quand on utilise une version d'OpenGL, il faut vérifier les fonctions disponibles.

Les extensions sont un complément aux versions. Elles permettent d'appeler des fonctions non disponibles dans une version donnée (par exemple, appeler une fonction de GL 4 dans GL 3).

Et bien sûr, tout cela va dépendre du matériel et des capacités de la carte graphique. (Ce qui signifie qu'avant d'utiliser une fonction, il faut vérifier que le matériel la supporte).

Bref, pas simple.

Qt propose plusieurs outils pour gérer cela.

QOpenGLFunctions fournit les fonctions de base que tout système DOIT supporter pour pouvoir faire tourner une application Qt 5. C'est donc la base minimale que l'on peut utiliser en ayant la garantie que cela fonctionne partout. (C'est en gros basé sur un sous ensemble d'OpenGL ES 2.) les classes QOpenGLFunctions\_x\_y, qui permettent d'utiliser une version spécifique de GL (par exemple <http://doc.qt.io/qt-5/qopenglfunctions-2-0.html> ou <http://doc.qt.io/qt-5/qopenglfunctions-4-5-core.html>). Mais il faut vérifier que le matériel supporte cela avant d'utiliser une version particulière de GL QOpenGLContext::hasExtension et QOpenGLContext::getProcAddress permettent de gérer manuellement les extensions. Idem, il faut tester le matériel. Toutes les fonctions plus haut niveau QOpenGLXxx (par exemple QOpenGLTexture, QOpenGLShaderProgram, QOpenGLFramebufferObject) permettent d'utiliser des fonctionnalités de GL sans se préoccuper des versions de GL. Ces classes vérifient en interne les fonctions GL utilisables, pour optimiser au mieux les tâches. Bref, pas simple tout cela.

Je vous conseille de prendre un cours/tutos/livre sur une version d'OpenGL pas trop ancienne, de créer un contexte Qt avec une version de GL correspondante et de bosser avec cela.

Dans un programme pro, on ne pourra bien sûr pas faire comme cela. Il faudra faire un code minimal qui fonctionne sur un maximum de matériel, puis écrire du code spécifique pour chaque fonctionnalité/matériel qui permettent d'optimiser le rendu. C'est beaucoup de boulot.

## **Activer OpenGL dans Qt 4**

Dans Qt 4, les fonctionnalités d'OpenGL sont implémentées dans un module spécifique, QtOpenGL. Ce module était utilisé par différentes classes pour bénéficier de l'accélération matérielle. Il existe plusieurs méthodes pour activer l'accélération matérielle :

- pour activer par défaut l'utilisation de OpenGL, utilisez la ligne de commande "-graphicssystem opengl" ou la fonction `QApplication::setGraphicsSystem("opengl")`, dans la fonction `main` par exemple ;
- pour `QGraphicsView` (QtGraphics) ou `QDeclarativeView` (QtQuick), utilisez la fonction `setViewport(new QGLWidget)` ;
- on peut également utiliser `QPainter` directement sur un `QGLWidget`, qui est une classe dérivée de `QWidget` avec un contexte OpenGL ;
- avec le QML Viewer, utilisez la commande "-opengl".

## L'organisation des modules dans Qt 5

Dans Qt 4, le support d'OpenGL était donc optionnel, dans un module dédié. Il fallait créer spécifiquement un contexte OpenGL et le passer en paramétré pour bénéficier de l'accélération matérielle.

Dans Qt 5, l'objectif a été de fournir un support minimal d'OpenGL dans QtGui, ce qui permet de l'utiliser dans tous les modules graphiques (widgets, Qt Quick) qui dépendent de QtGui.

- les classes `QOpenGLXxx` appartiennent au module QtGui et fournissent les fonctionnalités de base permettant l'accélération matérielle pour toute les classes de rendu de Qt ;
- la classe `QWidget` n'est plus le parent de toutes les classes de rendu. Cette classe et ses dérivées (`QGraphicsView` par exemple) sont transférées dans le module "widgets" ;
- les vues QtQuick 2 ne sont plus basées sur `QWidget`, la classe `QDeclarativeView` devient `QQuickView` et OpenGL est utilisé par défaut ;
- le module QtOpenGL continue d'exister pour fournir la classe `QGLWidget` et ses dérivés (les classes qui commencent par `QGLXxx`). Ce module permet de conserver le code Qt 4 compatible avec Qt 5, mais ces classes sont dépréciées au profit des classes `QOpenGLXxx`.

Remarque : il faut faire attention de ne pas confondre le module QtOpenGL, contenant les classes commençant par `QGLXxx`, et le module QtGui, contenant les classes commençant par `QOpenGLXxx` (sans t).

## Overview QtOpenGL

### Notes de mise à jour

Ce tutoriel concerne que les classes de Qt Gui, non QtOpenGL.

## Surfaces et contextes

Un contexte est une “zone” de travail d'OpenGL, contient les informations permettant à OpenGL de fonctionner. Peut correspondre à une fenêtre visible à l'écran, et dans ce cas, tous les rendus réalisés avec ce contexte seront visible dans cette fenêtre, ou hors écran.

- `QOpenGLContext` (Qt 5.0) : information a propos du contexte OpenGL, par exemple version d'OpenGL prise en charge, gestion des extensions OpenGL, la surface correspondante à ce contexte.
- `QSurface` : classe abstraite, qui représente n'importe quelle surface. Peut être une surface visible (`QWindow`) ou une surface non visible à l'écran (`QOffscreenSurface`).
  - `supportsOpenGL()` : teste si cette surface supporte OpenGL ou non (une surface peut également servir pour dessiner sans utiliser OpenGL, avec le moteur Raster).
  - `format()` : retourne un `QSurfaceFormat`, qui contient les informations sur le format... (à détailler). Contient en particulier `version()`, qui permet de tester la version d'OpenGL prise en charge (peut être différent de la version demandée lors de la création de la surface).
  - `size()` : dimensions de la surface.

- QWindow : surface visible à l'écran. Nombreuses informations non spécifiques à OpenGL (titre de la fenêtre, gestion des events, etc.). Sera généralement utilisé via QWidget ou QQuickView, sauf si on travaille directement avec OpenGL.
- QOffscreenSurface : surface non visible. Partager des ressources avec d'autres contexte OpenGL pour charger des textures ou dessiner dans un FBO de façon asynchrone. Remarque : à créer dans le thread principal.
- QOpenGLWindow et QOpenGLWidget (Qt 5.4) : hérite de QWindow et QWidget, en créant un contexte OpenGL en interne et proposent les fonctions `initializeGL`, `paintGL` et `resizeGL`.

```
QOpenGLContext* context = new QOpenGLContext(parent);
context->setFormat(...);
context->create();

context->makeCurrent(this);
context->swapBuffers(this);
```

- QOpenGLContextGroup (Qt 5.0) : Possibilité de partager des ressources entre plusieurs contextes (par exemple, si une texture est utilisée dans 2 contextes, on évite de la charger 2 fois, on la partage). Plus de 2 contextes ?
- QOpenGLVersionProfile (Qt 5.1) : permet de créer un contexte avec une version spécifique de GL avec `versionFunctions`. Préférer la version avec `template`.

## Debug et profiling

- Debug contexte. Permet d'avoir des messages de debug générés par le driver ou le GPU. Cf [Déboguer avec OpenGL 4](#)
- QOpenGLDebugLogger (Qt 5.1)
- QOpenGLDebugMessage (Qt 5.1)

```

// gestion des erreurs
GLenum error = GL_NO_ERROR;
do {
    error = glGetError();
    if (error != GL_NO_ERROR)
        // handle the error
} while (error != GL_NO_ERROR);

// création d'un contexte debug
QSurfaceFormat format;
// asks for a OpenGL 3.2 debug context using the Core
profile
format.setMajorVersion(3);
format.setMinorVersion(2);
format.setProfile(QSurfaceFormat::CoreProfile);
format.setOption(QSurfaceFormat::DebugContext);

QOpenGLContext *context = new QOpenGLContext;
context->setFormat(format);
context->create();

QOpenGLContext *ctx = QOpenGLContext::currentContext();
ctx->hasExtension(QByteArrayLiteral("GL_KHR_debug"))
QOpenGLDebugLogger *logger = new QOpenGLDebugLogger(this);
logger->initialize(); // initializes in the current context,
i.e. ctx

// read logs
QList<QOpenGLDebugMessage> messages = logger->loggedMessages
();
foreach (const QOpenGLDebugMessage &message, messages)
    qDebug() << message;

// connexion directe
connect(logger, &QOpenGLDebugLogger::messageLogged, receiver,
&LogHandler::handleLoggedMessage);
logger->startLogging();

// send message
QOpenGLDebugMessage message =
    QOpenGLDebugMessage::createApplicationMessage(

```

```
QStringLiteral("Custom message"));
logger->logMessage(message);
```

- QOpenGLTimeMonitor (Qt 5.1)
- QOpenGLTimerQuery (Qt 5.1)

En fonction des extensions ARB\_timer\_query et EXT\_timer\_query extensions. Voir [Débuguer avec OpenGL 4](#) pour les détails.

```
// init
QOpenGLTimeMonitor::setSampleCount(n);
QOpenGLTimeMonitor::create();

// définir des points de mesure
QOpenGLTimeMonitor::recordSample();

// lire les résultats
QOpenGLTimeMonitor::isResultAvailable();
QOpenGLTimeMonitor::waitForIntervals(); // intervals
QOpenGLTimeMonitor::waitForSamples(); // raw timestamp

// reset
QOpenGLTimeMonitor::reset();
```

\* OpenGL >=3.3 offers full support for all timer query functionality. \* OpenGL 3.2 with the ARB\_timer\_query extension offers full support for all timer query functionality. \* OpenGL <=3.2 with the EXT\_timer\_query extension offers limited support in that the timestamp of the GPU cannot be queried. Places where this impacts functions provided by Qt classes will be highlighted in the function documentation. \* OpenGL ES 2 (and OpenGL ES 3) do not provide any support for OpenGL timer queries.

Granularité de 1 nanosecondes.

```
// simple
QOpenGLTimerQuery::begin();
QOpenGLTimerQuery::end();

QOpenGLTimerQuery::isResultAvailable();
QOpenGLTimerQuery::waitForResult();
```

## Extensions et fonctions

- QOpenGLFunctions (Qt 5.0) : support des fonctions OpenGL. Pour utiliser une fonction d'une lib en général, besoin du prototype (nom, paramètres, etc) et l'adresse dans la lib. Fait automatiquement par le link lors de la compilation.
- QAbstractOpenGLFunctions et QOpenGLFunctions\_X\_x (Qt 5.1) : chargement des fonctions spécifiques d'une version de GL.

OpenGL cas particulier, puisque les fonctions et fonctions dispo dépend du GPU sur lequel s'exécute le programme, peut changer pour chaque utilisateur. Besoin de gestion plus dynamique.

Versions mineurs et majeur d'OpenGL, ajout de nouvelles fonctions, enums, etc. et retrait d'autres. Donc a chaque version, correspond une liste de fonctions dispo. Possibilité d'utiliser des fonctions ne correspondant pas à la version de contexte utilisée, si supporté par le GPU, en chargeant dynamiquement la fonction par un système d'extension.

Par exemple, GPU qui supporte OpenGL 4.0, création d'un contexte GL 2.0 et chargement d'une fonction de GL 3.0.

Remarque : a partir de GL 3.2, suppression des anciennes fonctions dans Core, conservée dans Compatibility .

Qt permet de gérer tout cela (création d'un contexte avec une version spécifique, chargement d'une extension). Par défaut, OpenGL ES 2 (supporté partout, même sur mobile).

```
QOpenGLFunctions:  
initializeOpenGLFunctions();  
hasExtension  
getProcAddress  
  
QOpenGLFunctions_3_3_Core* funcs = 0;
```

```

funcs = context->versionFunctions<QOpenGLFunctions_3_3_Core>
();
if (!funcs) {
    qWarning() << "Could not obtain required OpenGL context
version";
    exit(1);
}
funcs->initializeOpenGLFunctions();

```

## Shaders

- QOpenGLShader (Qt 5.0)
- QOpenGLShaderProgram (Qt 5.0)

```

static const char *vertexShaderSource =
    "attribute highp vec4 posAttr;\n"
    "attribute lowp vec4 colAttr;\n"
    "varying lowp vec4 col;\n"
    "uniform highp mat4 matrix;\n"
    "void main() {\n"
    "    col = colAttr;\n"
    "    gl_Position = matrix * posAttr;\n"
    "}\n";

static const char *fragmentShaderSource =
    "varying lowp vec4 col;\n"
    "void main() {\n"
    "    gl_FragColor = col;\n"
    "}\n";

// init prog
QOpenGLShaderProgram *m_program;
m_program = new QOpenGLShaderProgram(this);
m_program->addShaderFromSourceCode(QOpenGLShader::Vertex,
vertexShaderSource);
m_program->addShaderFromSourceCode(QOpenGLShader::Fragment,
fragmentShaderSource);
m_program->link();

```

```

m_posAttr = m_program->attributeLocation("posAttr");
m_colAttr = m_program->attributeLocation("colAttr");
m_matrixUniform = m_program->uniformLocation("matrix");

// load shader
GLuint shader = glCreateShader(type);
glShaderSource(shader, 1, &source, 0);
glCompileShader(shader);

// render
const qreal retinaScale = devicePixelRatio(); // iOS
glViewport(0, 0, width() * retinaScale, height() *
retinaScale);

glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);

m_program->bind();

QMatrix4x4 matrix;
matrix.perspective(60.0f, 4.0f/3.0f, 0.1f, 100.0f);
matrix.translate(0, 0, -2);
matrix.rotate(100.0f * m_frame / screen()->refreshRate(), 0,
1, 0);

m_program->setUniformValue(m_matrixUniform, matrix);

GLfloat vertices[] = {
    0.0f, 0.707f,
    -0.5f, -0.5f,
    0.5f, -0.5f
};

GLfloat colors[] = {
    1.0f, 0.0f, 0.0f,
    0.0f, 1.0f, 0.0f,
    0.0f, 0.0f, 1.0f
};

glVertexAttribPointer(m_posAttr, 2, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0,
vertices);
glVertexAttribPointer(m_colAttr, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 0,
colors);

```

```
glEnableVertexAttribArray(0);
glEnableVertexAttribArray(1);

glDrawArrays(GL_TRIANGLES, 0, 3);

glDisableVertexAttribArray(1);
glDisableVertexAttribArray(0);

m_program->release();
```

## Buffers et objets

- QOpenGLBuffer (Qt 5.0)
- QOpenGLFramebufferObject (Qt 5.0) +  
QOpenGLFramebufferObjectFormat (Qt 5.0)
- QOpenGLTexture (Qt 5.2)
- QOpenGLVertexArrayObject (Qt 5.1)

## A trier

- QOpenGLPaintDevice (Qt 5.0)
- QOpenGLPixelTransferOptions (Qt ???)

## Détails

Vous trouverez la liste de toutes les classes `QOpenGLxxx` dans la [documentation de Qt](#).

[OpenGL](#), [Qt](#), [Qt5](#)