Le dessin en PyQt

Gilles Bailly

Diapositives inspirées de Gilles Bailly

Credit

Eric Lecolinet

Sylvain Malacria

Objectifs

Introduction

- Signaux et slots
- Bases de PyQt
- Les principales classes Qt

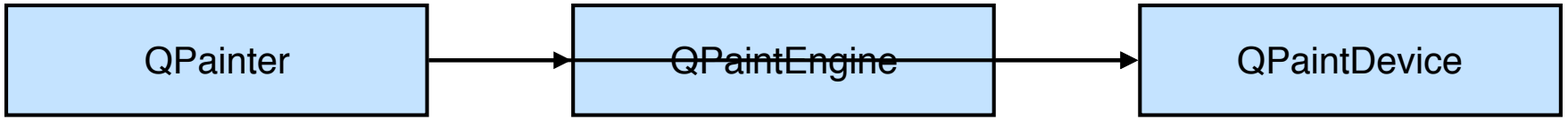
Graphisme avancé

- Le **dessin** en PyQt
- Programmation **événementielle**
- Notion avancée de **dessin** avec Qt

#1 Le dessin en PyQt

Dessin en PyQt

Paint system



L'API de *peinture* de Qt permet de *peindre* à l'écran, dans un fichier, etc.

3 classes principales :

- **QPainter** pour effectuer des opérations de dessin
- **QPaintDevice** abstraction 2D dans laquelle on dessine
- **QPaintEngine** interface pour relier les deux

QPaintEngine utilisée de manière interne (cachée) par QPainter et QPaintDevice

QPainter

QPainter est *l'outil* de dessin

- lignes simples
- path
- formes géometriques (ellipse, rectangle, etc.)
- texte
- images
- etc.

Utilise deux objets principaux

- QBrush (pour les *fill*)
- QPen (pour les *stroke*)

Fonction principale est de dessiner, mais dispose d'autres fonctions pour optimiser son rendu

Peut dessiner sur n'importe quel objet qui hérite de la classe *QPaintDevice*

Exemples de QPaintDevice

Classe de base dans laquelle on peut *peindre* avec un QPainter

- **QWidget**
- QImage
- QPixmap
- QPicture
- QPrinter
- …

Dessiner dans un QWidget ?

Le widget se “dessine” lorsqu’il est *repeint*

Le widget est repeint lorsque :

- une fenêtre passe au dessus
- on redimensionne la fenêtre
- on lui demande explicitement
  - repaint(), force le widget à être redessiné
  - update(), un évènement de dessin est ajouté en file d’attente

Dans tous les cas, c’est la méthode :

```
paintEvent(self, QPaintEvent)
```

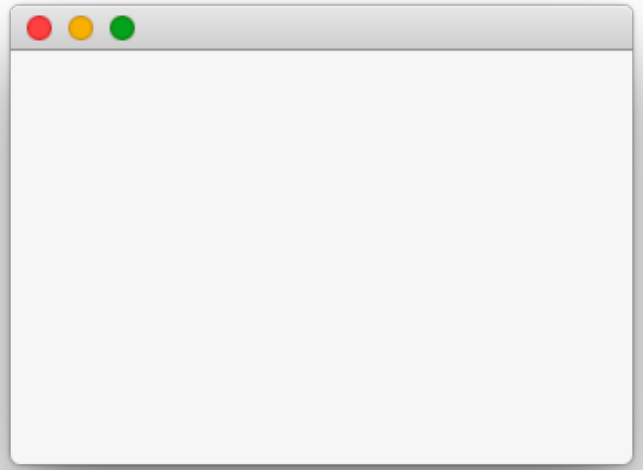
qui est appelée (et vous ne devez jamais l’appeler manuellement)


V206HQL
0,0
x
1920;0
y
1080;0
1920;1080
acer

Dessiner dans un QWidget

```
class Dessin(QWidget):

    #evenement QPaintEvent
    def paintEvent(self, event):                    # event de type QPaintEvent
        # Blabla de dessin ici
```

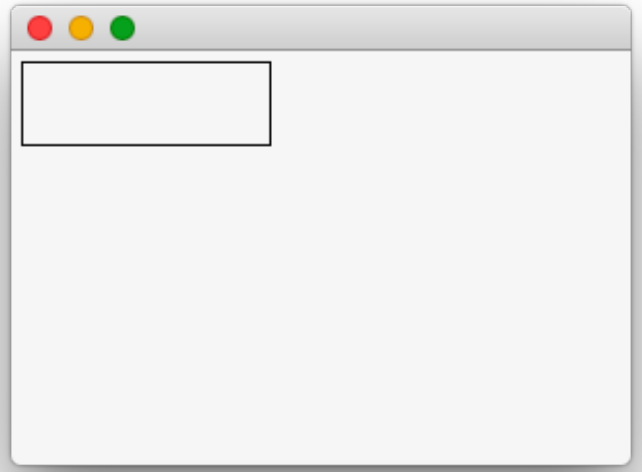
```
def main(args):
     app = QApplication(args)
     win = QMainWindow()
     win.setCentralWidget(Dessin())
     win.resize(300,200)
     win.show()
     app.exec_()
     return

if __name__ == "__main__":
     main(sys.argv)
```



Dessiner dans un QWidget

```
class Dessin(QWidget):

    #evenement QPaintEvent
    def paintEvent(self, event):                    # event de type QPaintEvent
        painter = QPainter(self)                    # recupere le QPainter du widget
        painter.drawRect(5,5,120,40)                # dessiner un rectangle noir
        return
```

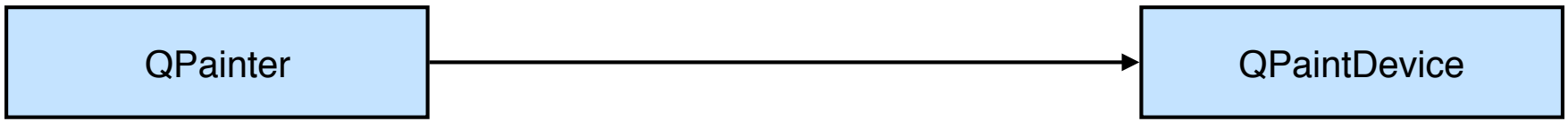
```
def main(args):
    app = QApplication(args)
    win = QMainWindow()
    win.setCentralWidget(Dessin())
    win.resize(300,200)
    win.show()
    app.exec_()
    return

if __name__ == "__main__":
    main(sys.argv)
```



Dessiner dans un QWidget

Pourquoi cela fonctionne?

```
class Dessin(QWidget):

    #evenement QPaintEvent
    def paintEvent(self, event):                    # event de type QPaintEvent
        painter = QPainter(self)                    # recupere le QPainter du widget
        painter.drawRect(5,5,120,40)                # dessiner un rectangle noir
        return
```



QPainter comme outil de dessin

QWidget hérite de QPaintDevice

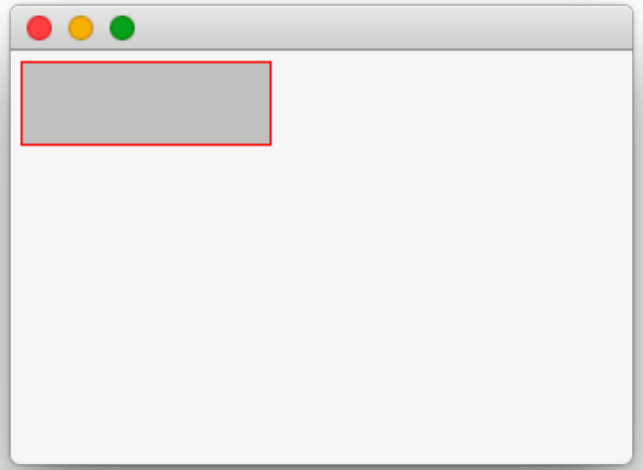
Dessin avancé

QPainter:

- drawLine(), drawEllipse(), drawRect(), drawPath(), etc.
- fillRect(), fillEllipse()
- drawText()
- drawPixMap(), drawImage()
- setPen(), setBrush()

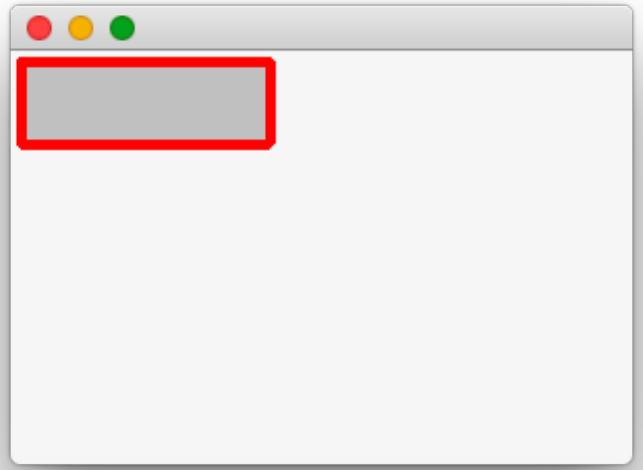
Dessin coloré

```
class Dessin(QWidget):

    #evenement QPaintEvent
    def paintEvent(self, event):
        painter = QPainter(self)              # recupere le QPainter du widget
        painter.setPen(Qt.red)                # add a red pen
        painter.setBrush(Qt.lightGray)        # set a light gray brush
        painter.drawRect(5,5,120,40)          # dessine le rectangle
```

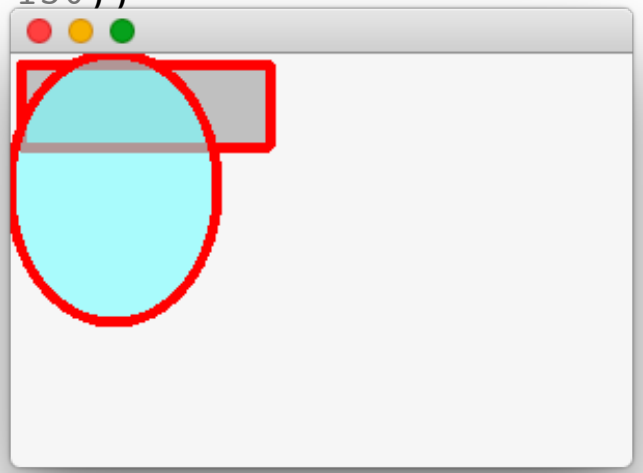


Instancier un Pen

```
class Dessin(QWidget):

    #evenement QPaintEvent
    def paintEvent(self, event):
        painter = QPainter(self)                # recupere le QPainter du widget
        pen = QPen(Qt.red)                      # instancier un pen
        pen.setWidth(5)                         # change l'epaisseur
        painter.setPen(pen)                     # appliquer ce pen au painter
        painter.setBrush(Qt.lightGray)          # set a light gray brush
        painter.drawRect(5,5,120,40)            # dessine le rectangle
```



```
class Dessin(QWidget):

    #evenement QPaintEvent
    def paintEvent(self, event):
        painter = QPainter(self)
        pen = QPen(Qt.red)
        pen.setWidth(5)
        painter.setPen(pen)
        painter.setBrush(Qt.lightGray)
        painter.drawRect(5,5,120,40)
        painter.setBrush(QColor(120, 255, 255, 150))
        painter.drawEllipse(0,0,100,130)
```



Questions

Où dessiner?

- Dans la méthode paintEvent(self, QPaintEvent)

Comment demander le réaffichage d'un widget

- update()
- repaint()

Quelle est la différence entre update() et repaint()?

- update() indique qu'une zone est à réafficher (mais l'affichage n'est pas instantané)
- repaint() réaffiche immédiatement (mais peut introduire de la latence)

Comment dessiner dans paintEvent(QPaintEvent)

- instancier un QPainter: p = QPainter(self)

Dans quoi dessiner?

Tous ce qui hérite de QPaintDevice

- QWidget
- QPrinter
- QPixmap
- QImage
- etc.

Possibilité de rendu de “haut niveau” (SVG)

- QSvgRenderer
- QSvgwidget

#2 Gestion des évènements

Gestions des évènements souris dans un QWidget

Méthodes qui héritent de QWidget

```
def mouseMoveEvent(self, event):

def mousePressEvent(self, event):

def mouseReleaseEvent(self, event):

def enterEvent(self, event):

def leaveEvent(self, event):
```

```python
class Dessin(QWidget):

    def mousePressEvent(self, event):          # evenement mousePress
        self.pStart = event.pos()
        print("press: ", self.pStart)

    def mouseReleaseEvent(self, event):        # evenement mouseRelease
        self.pStart = event.pos()
        print("release: ", event.pos())
```

```
193-51-236-93:TPs sylvain$ python3 drawingexample.py
press:  PyQt5.QtCore.QPoint(141, 28)
release:  PyQt5.QtCore.QPoint(141, 28)
press:  PyQt5.QtCore.QPoint(274, 129)
release:  PyQt5.QtCore.QPoint(274, 129)
```

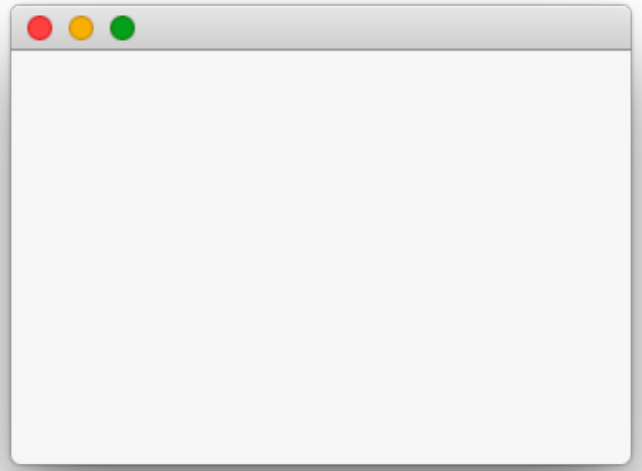
Les méthodes sont appelées automatiquement car la classe hérite de QWidget !!

```
class Dessin(QWidget):

    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.setMouseTracking(True)          #activer le "mouse tracking"

    def mouseMoveEvent(self, event):         # evenement mouseMove
        self.pStart = event.pos()
        print("move: ", self.pStart)
```

Par défaut, *mouseMoveEvent* envoyés seulement si bouton de souris enfoncé (*Drag*)

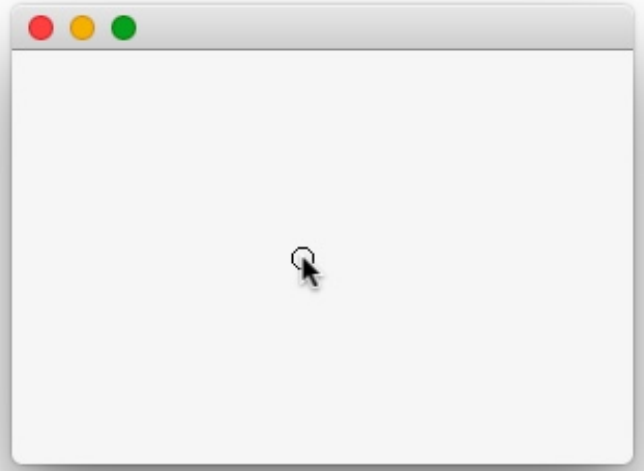
Possible d'activer/désactiver en permanence en utilisant ***setMouseTracking(bool)***

Exemple



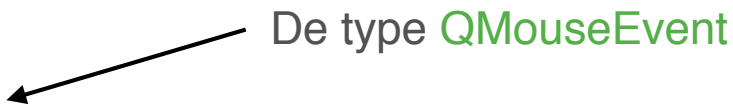
```
class Dessin(QWidget):

    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.setMouseTracking(True)          # on active le mouseTracking
        self.cursorPos = None

    def mouseMoveEvent(self, event):         # evenement mouseMove
        self.cursorPos = event.pos()         # on stocke la position du curseur
        self.update()                        # on met à jour l'affichage

    #evenement QPaintEvent
    def paintEvent(self, event):
        painter = QPainter(self)

        if self.cursorPos != None:
            painter.drawEllipse(\
                self.cursorPos.x()-5,\
                self.cursorPos.y()-5,10,10)  # On dessine l'ellipse autour du curseur
```

Exemple



```
class Dessin(QWidget):

    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.setMouseTracking(True)          # on active le mouseTracking
        self.cursorPos = None

    def mouseMoveEvent(self, event):         # evenement mouseMove
        self.cursorPos = event.pos()         # on stocke la position du curseur
        self.update()                        # on met à jour l'affichage

    #evenement QPaintEvent
    def paintEvent(self, event):
        painter = QPainter(self)

        if self.cursorPos != None:
            painter.drawEllipse(\
                self.cursorPos.x()-5,\
                self.cursorPos.y()-5,10,10)  # On dessine l'ellipse autour du curseur
```

QMouseEvent



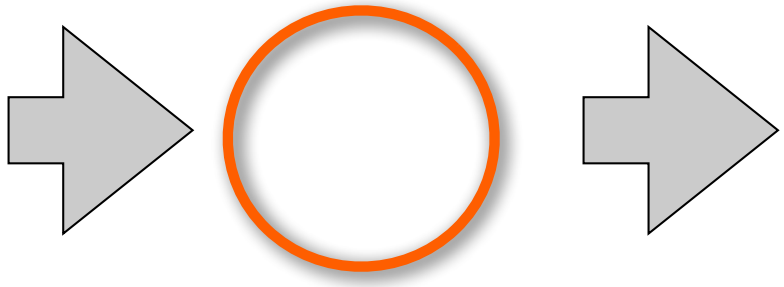

```
def mousePressEvent(self, event):
```

QMouseEvent permet de récupérer (selon versions) :

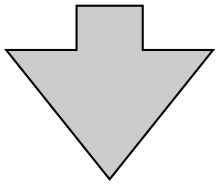
- button( ) : bouton souris qui a déclenché l'événement. ex: Qt.LeftButton
- buttons( ) : état des autres boutons. ex: Qt.LeftButton | Qt.MidButton
- modifiers( ) : modificateurs clavier. ex: Qt.ControlModifier | Qt.ShiftModifier
- pos( ) : position locale (relative au widget)
- globalPos( ), windowPos( ), screenPos( ) : position globale ou relative à ce référentiel
  - utile si on déplace le widget interactivement !

Synthèse

événements



boucle de gestion
des événements



```
def paintEvent(self, QPaintEvent):
        painter = QPainter(self)
        ......
        return
```

```
def mousePressEvent(self, QMouseEvent):
        ......
        ......
      update();
}
```

```
def mouseMoveEvent(self, QMouseEvent):
        ......
        ......
      update();
}
```

```
def mouseReleaseEvent(QMouseEvent* e):
        ......
        ......
      update();
}
```

#3 Dessin avancé

QPainter

Attributs

- **setPen**( ) : lignes et contours

- **setBrush**( ) : remplissage

- **setFont**( ) : texte

- **setTransform**( ), etc. : transformations affines

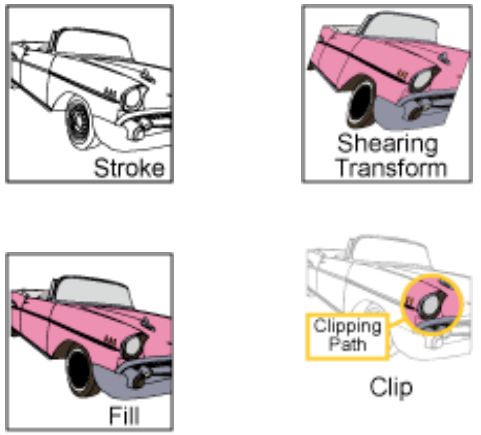
- **setClipRect/Path/Region**( ) : clipping (découpage)

- **setCompositionMode**( ) : composition

QPainter

Lignes et contours

- drawPoint(), drawPoints()
- drawLine(), drawLines()
- drawRect(), drawRects()
- drawArc(), drawEllipse()
- drawPolygon(), drawPolyline(), etc...
- **drawPath**() : chemin complexe



Remplissage

- fillRect(), **fillPath**()

Divers

- drawText()
- drawPixmap(), drawImage(), drawPicture()
- etc.

QPainter

Classes utiles

- entiers: **QPoint, QLine, QRect, QPolygon**
- flottants: **QPointF, QLineF**, ...
- chemin complexe: **QPainterPath**
- zone d'affichage: **QRegion**

Pinceau: QPen

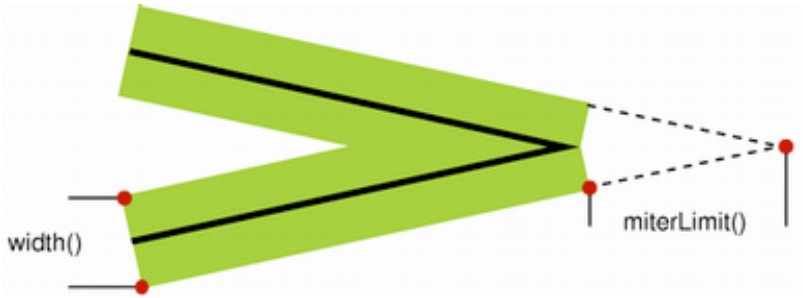
Attributs

- **style** : type de ligne
- **width** : épaisseur
- **brush** : attributs du pinceau (couleur...)
- **capStyle** : terminaisons
- **joinStyle** : jointures

PenStyle

Cap Style

Join Style



Pinceau: QPen

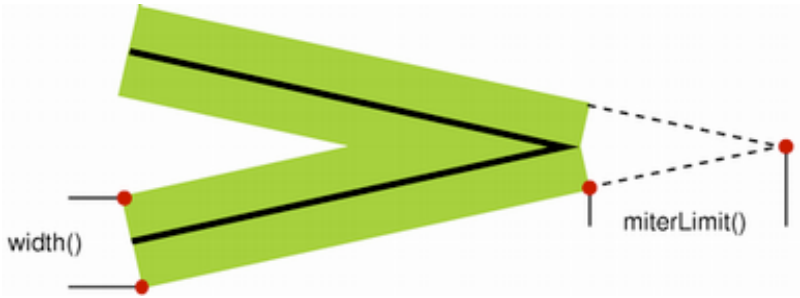
Exemple

```
// dans méthode PaintEvent()

pen = QPen()          // default pen
pen.setStyle(Qt.DashDotLine)
pen.setWidth(3)
pen.setBrush(Qt.green)
pen.setCapStyle(Qt.RoundCap)
pen.setJoinStyle(Qt.RoundJoin)

painter = QPainter( self )
painter.setPen( pen )
```

PenStyle

Cap Style

Join Style

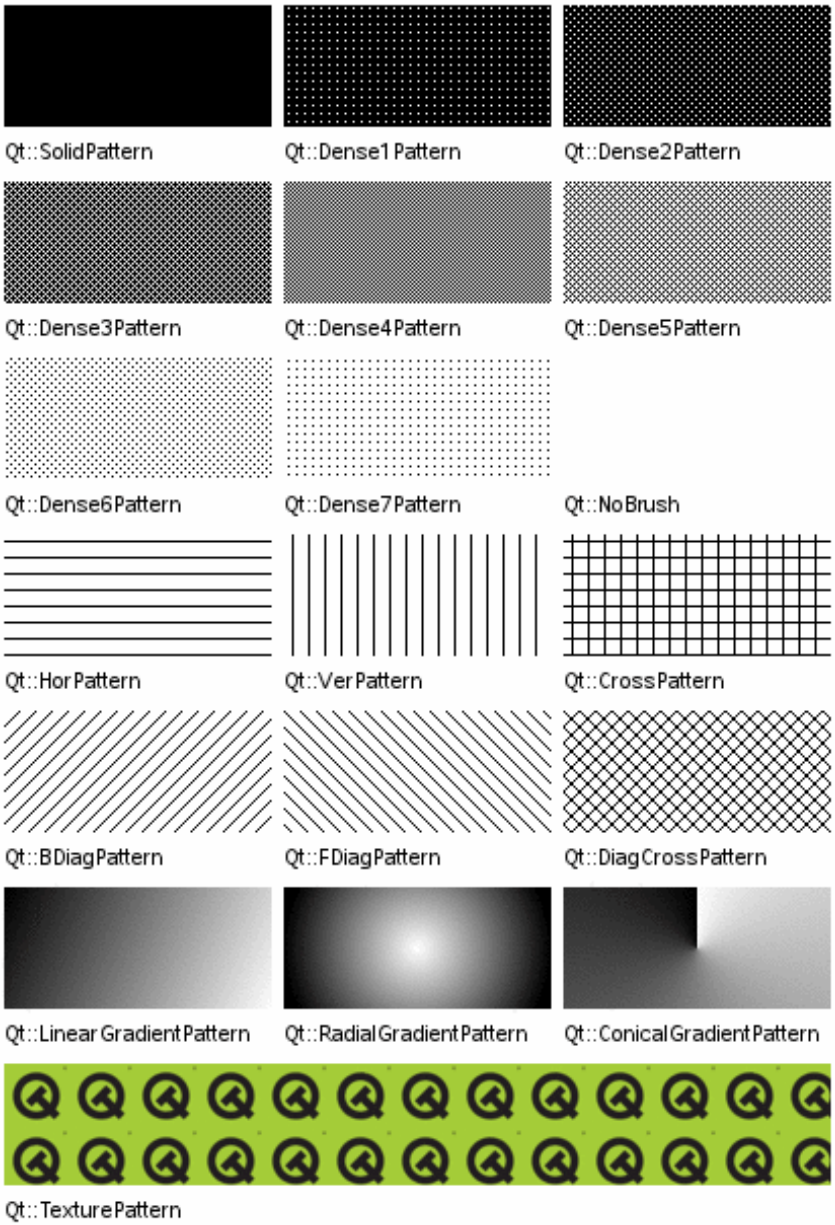


Remplissage: QBrush

Attributs

- style
- color
- gradient
- texture

BrushStyle




```
brush = QBrush( ... )

.....

painter = QPainter(self)

painter.setBrush(brush)
```

Remplissage: QBrush

Attributs

- style
- color
- gradient
- texture

Qt.GlobalColor

QColor

- **modèles** RGB, HSV or CMYK
- **composante alpha** (transparence) :
  - alpha blending
- **couleurs prédéfinies**:
  - Qt.GlobalColor

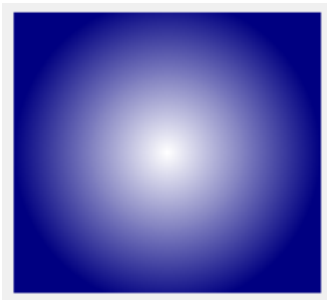
Remplissage: gradients

Type de gradients

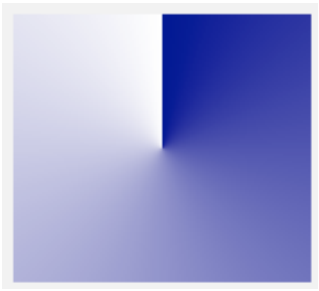
- lineaire,
- radial
- conique

```
gradient = QLinearGradient(QPointF(0, 0), QPointF(100, 100))
gradient.setColorAt(0,Qt.white)
gradient.setColorAt(1,Qt.blue)
painter.setBrush(gradient)
```

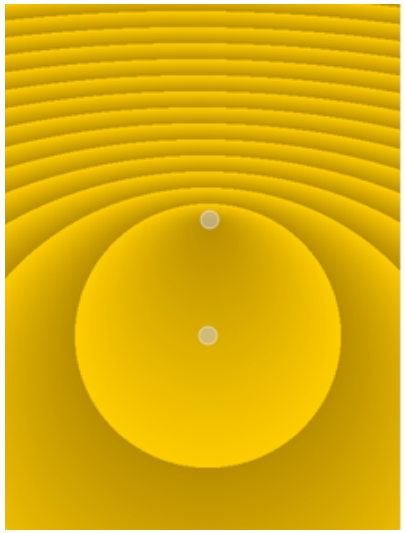
QLinearGradient



QRadialGradient



QConicalGradient

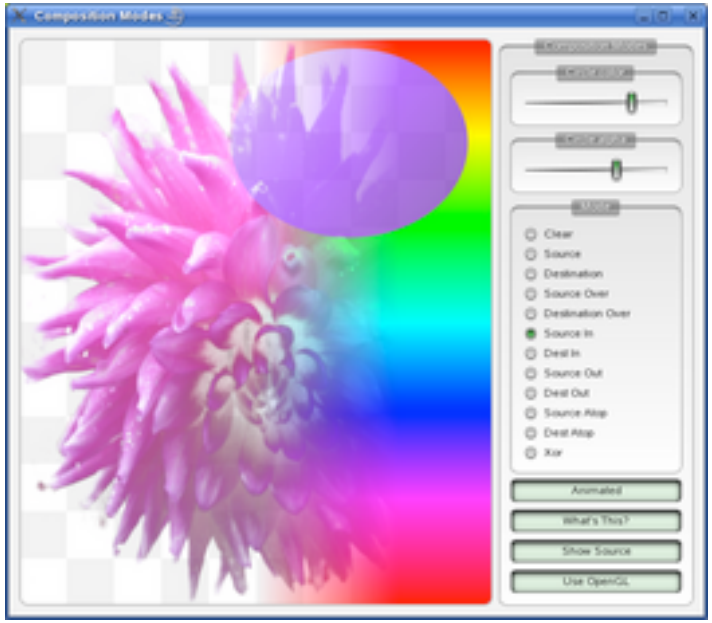


répétition: setSpread()

Composition

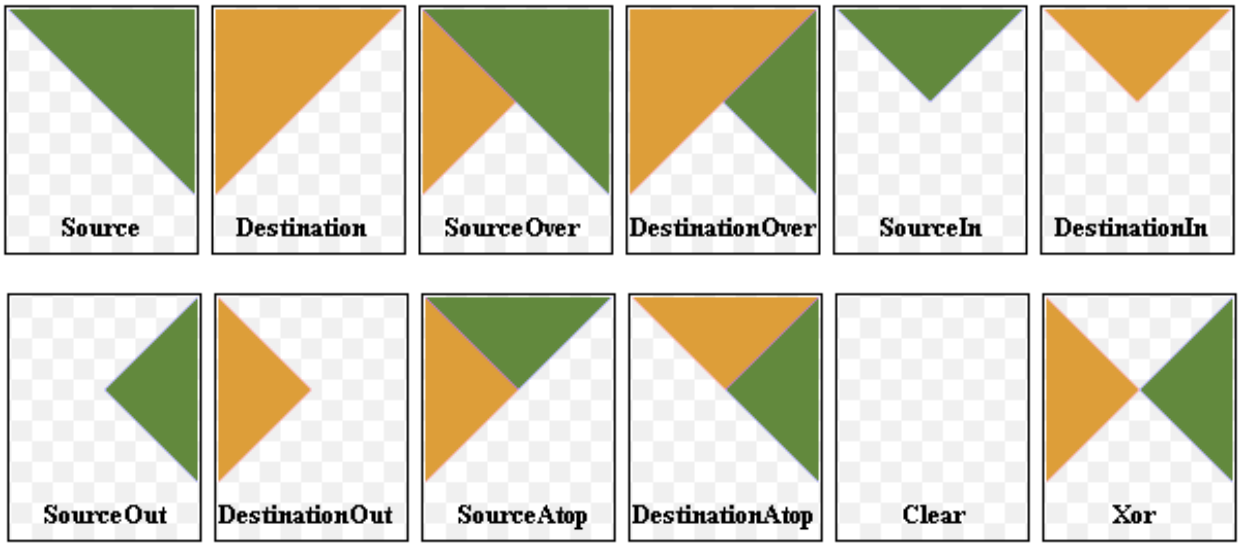
Modes de composition

- opérateurs de **Porter Duff**:
- définissent : *F(source, destination)*
- défaut : **SourceOver**
  - avec alpha blending
  - dst <= a_{src} * src + (1-a_{src}) * a_{dst} * dst
- limitations
  - selon implémentation et Paint Device



Méthode:

```
setCompositionMode( )
```



Découpage (clipping)

Découpage

- selon un rectangle, une région ou un path
- méthodes de QPainter
  setClipping(), setClipRect(), setClipRegion(), setClipPath()

QRegion

- 

```
r1 = QRegion( QRect(100, 100, 200, 80), QRegion.Ellipse)      # r1: elliptic region
r2 = QRegion( QRect(100, 120, 90, 30) )                       # r2: rectangular region
r3 = r1.intersected(r2);                                    # r3: intersection

painter = QPainter(self);
painter.setClipRegion(r3,Qt.ReplaceClip);

...etc...      // paint clipped graphics
```

Exemple

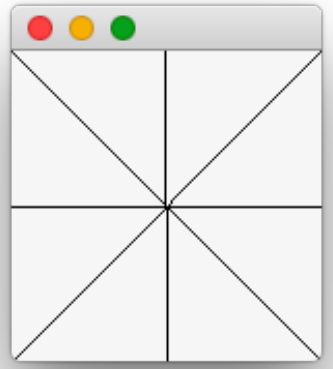
```
def paintEvent(self, event):
      painter = QPainter(self)
      painter.setBrush(QColor(255,0,0))
      rect1 = QRect(10, 10, 100, 80)
      rect2 = QRect(50, 2, 90, 130)
      rect3 = QRect(5, 5, 100,100)

      r1 = QRegion( rect1, QRegion.Ellipse)    # definition des regions
      r2 = QRegion( rect2)
      rc = r1.subtracted(r2)                   # combinaison de regions

      painter.setClipRegion(rc)                # on attribue la clipregion
      painter.drawRect(rect3)                  # on dessine
```

subtracted() xor() intersected() united()

Transformations affines

Transformations

- translate()
- rotate()
- scale()
- shear()
- setTransform()



```
#evenement QPaintEvent
def paintEvent(self, event):
    painter = QPainter(self)
    painter.save()                                  # empile l'état courant
    painter.translate(self.width()/2,
                      self.height()/2)              # on "centre" le painter

    for k in range(0,10):
        painter.drawLine(0, 0, 400, 0)              # dessine une ligne
        painter.rotate(45)                          # rotation de 45°

    painter.restore()                               # dépile l'état courant
```

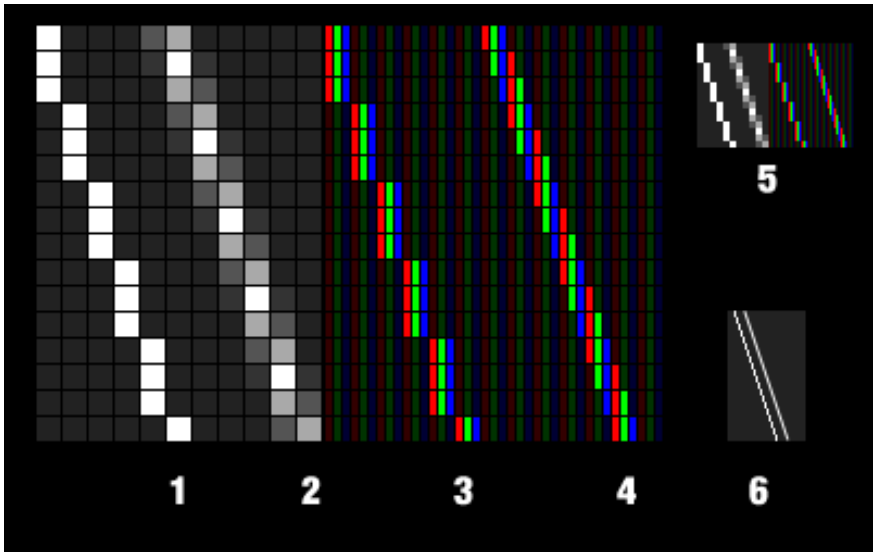
Anti-aliasing

Anti-aliasing

- éviter l'effet d'escalier
- particulièrement utile pour les polices de caractères

Subpixel rendering

- exemples : ClearType, texte sous MacOSX



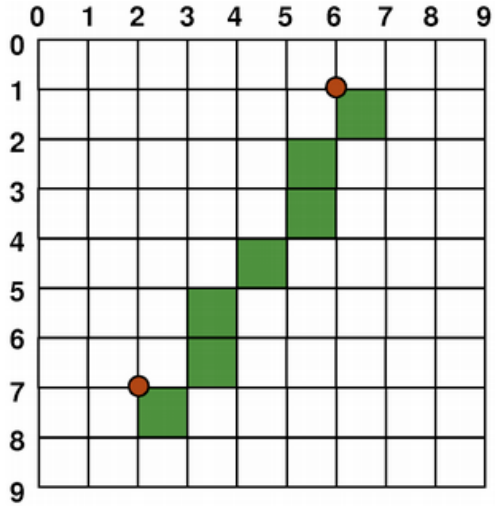
ClearType
(Wikipedia)

MacOSX

Anti-aliasing

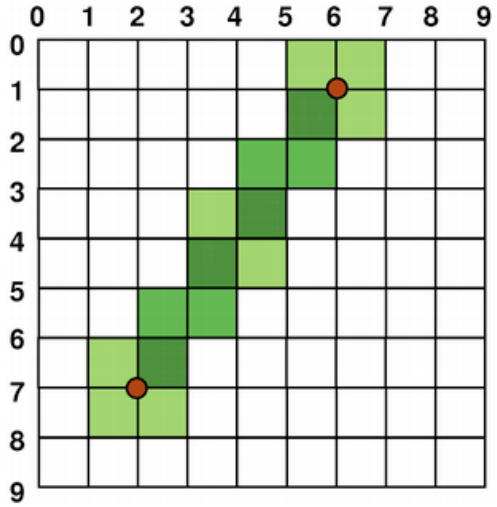
Anti-aliasing sous Qt

```
QPainter painter(this);
painter.setRenderHint(QPainter.Antialiasing);
painter.setPen(Qt.darkGreen);
painter.drawLine(2, 7, 6, 1);
```



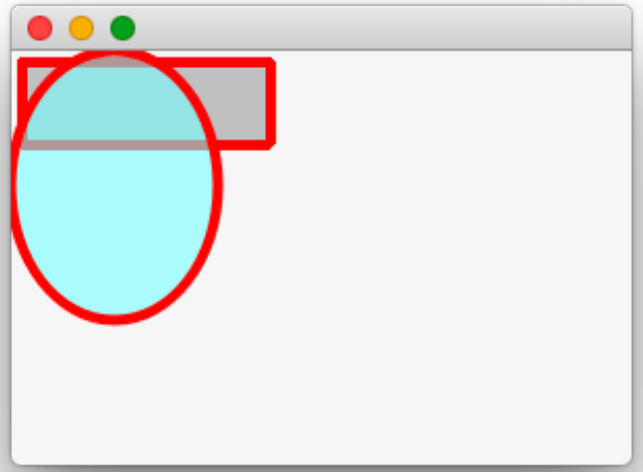
Rendering hints

- “hint” = option de rendu
  - effet non garanti
  - dépend de l’implémentation et du matériel
- méthode **setRenderingHints**( ) de **QPainter**

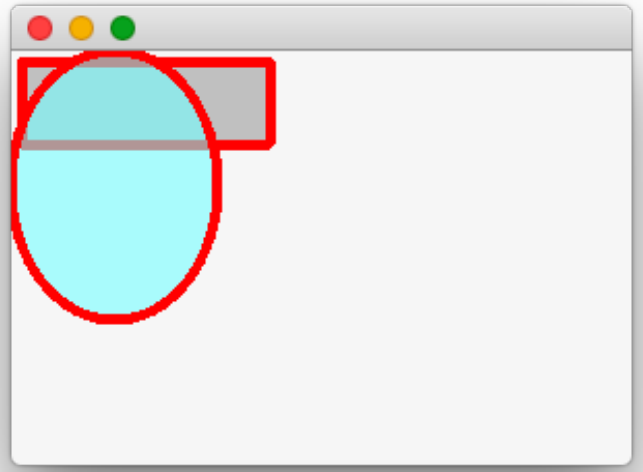


Anti-aliasing

```
painter.setRenderHints(QPainter.Antialiasing)
```



Avec



Sans

Antialiasing et cordonnées

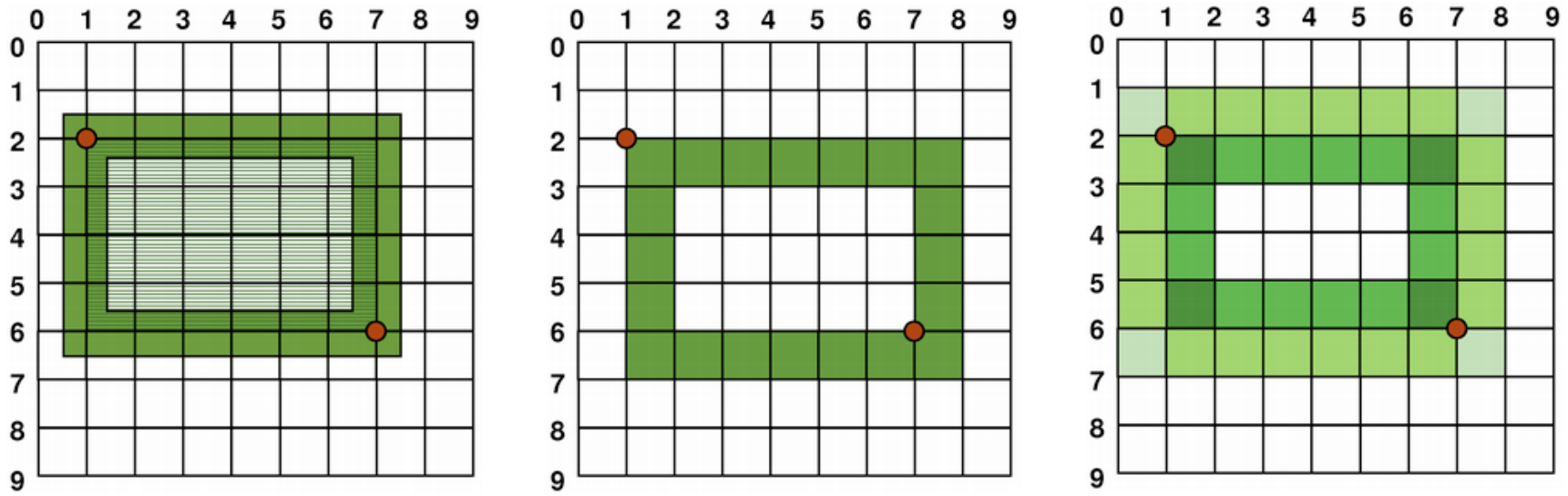
Epaisseurs impaire

- pixels dessinés à droite et en dessous

Dessin anti-aliasé

- pixels répartis autour de la ligne idéale

```
QRect.right() = left() + width() -1
QRect.bottom() = top() + height() -1
Mieux : QRectF (en flottant)
```



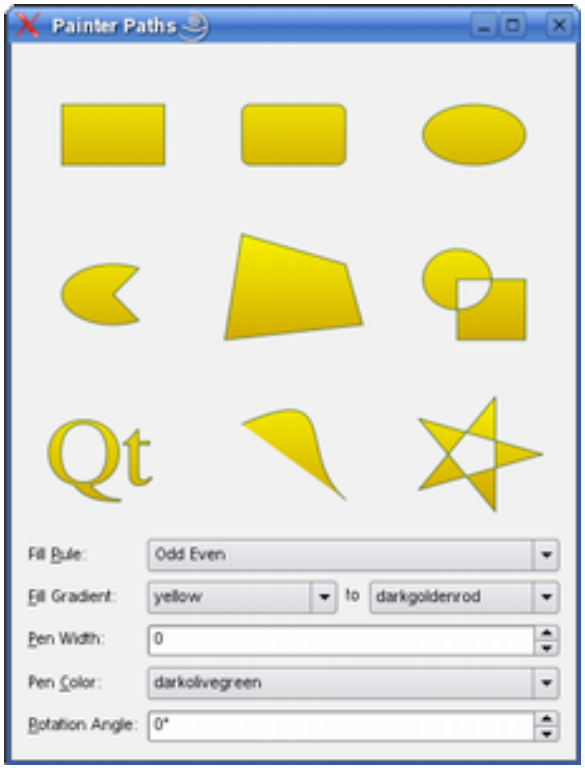
Paths

QPainterPath

- figure composée d'une suite arbitraire de lignes et courbes
  - affichée par: **QPainter.drawPath**()
  - peut aussi servir pour remplissage, profilage, découpage

Méthodes

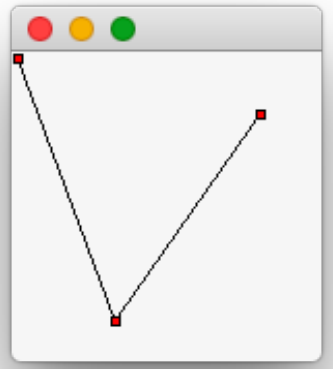
- **déplacements**: moveTo(), arcMoveTo()
- **dessin**: lineTo(), arcTo()
- **courbes** de Bezier: quadTo(), cubicTo()
- addRect(), addEllipse(), addPolygon(), addPath() ...
- addText()
- translate(), union, addition, soustraction...
- et d'autres encore ...

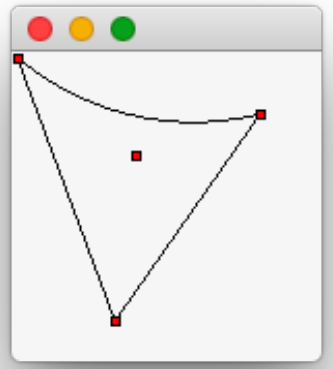


Path

exemples

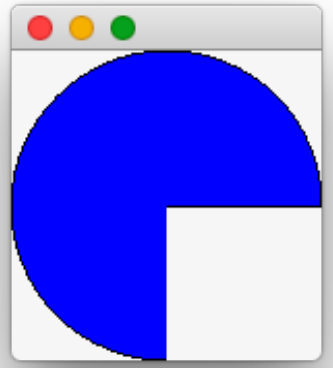
```
#evenement QPaintEvent
def paintEvent(self, event):
    painter = QPainter(self)
    path = QPainterPath()          #instancie le path
    path.moveTo(3, 3)              # position initiale du path
    path.lineTo(50,130)               # Tracé droit
    path.lineTo(120,30)               # tracé droit

    painter.drawPath(path)         #dessiner le path
```



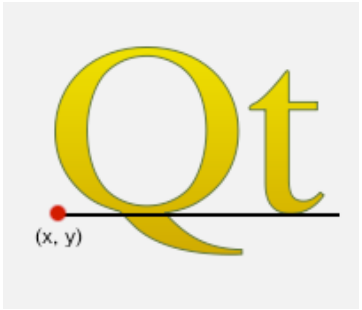


Paths

exemples



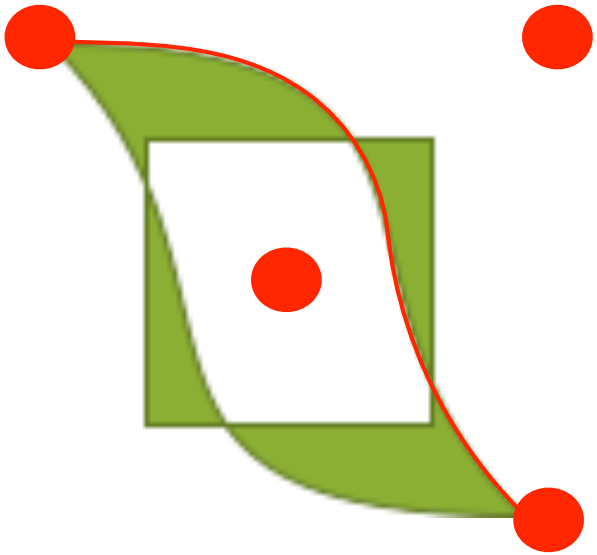
```
#evenement QPaintEvent
def paintEvent(self, event):
    painter = QPainter(self)
    center = QPointF(self.width()/2.0,self.height()/2.0)
    myPath = QPainterPath()
    myPath.moveTo( center )
    myPath.arcTo( QRectF(0,0,self.width(),self.height()), 0, 270 )

    painter.setBrush(Qt.blue)
    painter.drawPath( myPath )
```



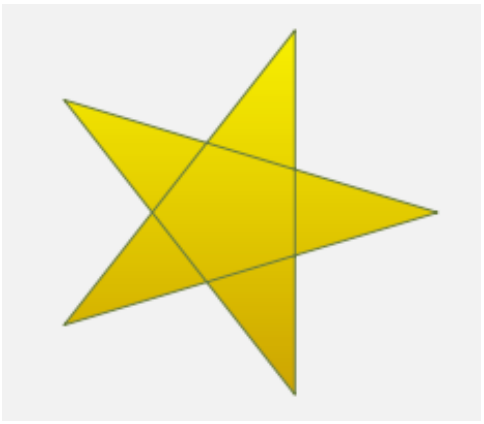

```
#evenement QPaintEvent
def paintEvent(self, event):
    painter = QPainter(self)
    myPath = QPainterPath()
    myPath.addText(QPointF(40,60),QFont('SansSerif',50),"Qt")
    painter.drawPath(myPath)
```

Paths

```
#evenement QPaintEvent
def paintEvent(self, event):
    painter = QPainter(self)

    path = QPainterPath()
    path.addRect(20, 20, 60, 60)
    path.moveTo(0, 0)
    path.cubicTo(99, 0,  50, 50,  99, 99)
    path.cubicTo(0, 99,  50, 50,  0, 0)

    painter.fillRect(0, 0, 100, 100, Qt.white)
    painter.setPen( QPen(QColor(79, 106, 25), 1,
           Qt.SolidLine, Qt.FlatCap, Qt.MiterJoin))
    painter.setBrush( QColor(122, 163, 39));
    painter.drawPath(path);
```

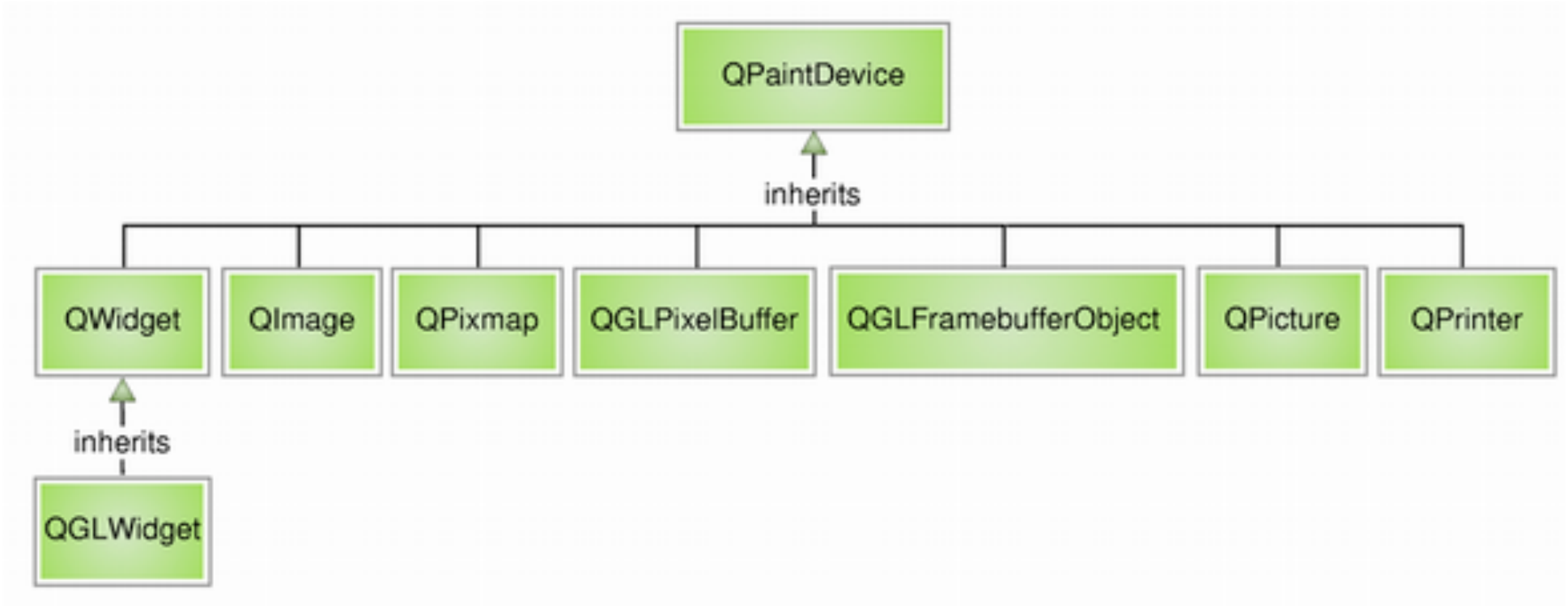


Qt.OddEvenFill
(default)



Qt.WindingFill

Surfaces d'affichage



Images

Types d'images

- **QImage**: optimisé pour E/S et accès/manipulation des pixels
  - **QPixmap**, **QBitmap** : optimisés pour affichage l'écran
- **QPicture**: pour enregistrer et rejouer les commandes d'un **QPainter**
- dans tous les cas : on peut dessiner dedans avec un **QPainter**

Entrées/sorties

- **load**() / **save**() : depuis/vers un fichier, principaux formats supportés
- **loadFromData**() : depuis la mémoire

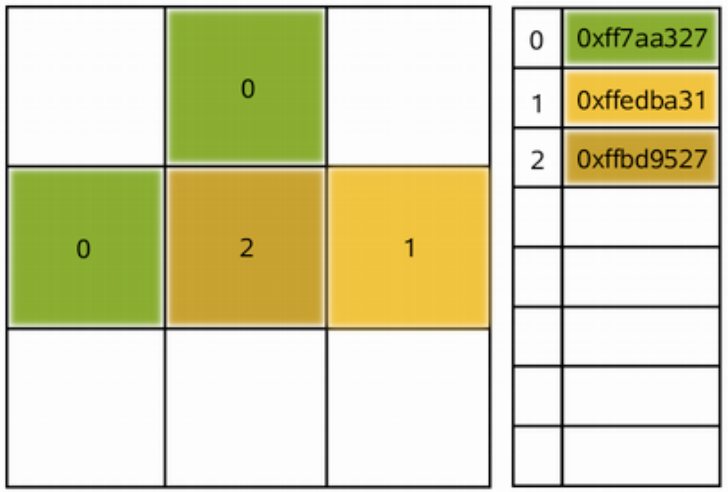
Accès aux pixels

Format 32 bits : accès direct

```
image = QImage(3, 3, QImage.Format_RGB32)

value = QRgb(122, 163, 39) // 0xff7aa327
image.setPixel(0, 1, value)
image.setPixel(1, 0, value)
```

Format 8 bits : indexé

```
image = QImage(3, 3, QImage::Format_Indexed8)

value = QRgb(122, 163, 39) // 0xff7aa327
image.setColor(0, value)

value = QRgb(237, 187, 51) // 0xffedba31
image.setColor(1, value)

image.setPixel(0, 1, 0)
image.setPixel(1, 0, 1)
```



Autres surfaces d'affichage

SVG

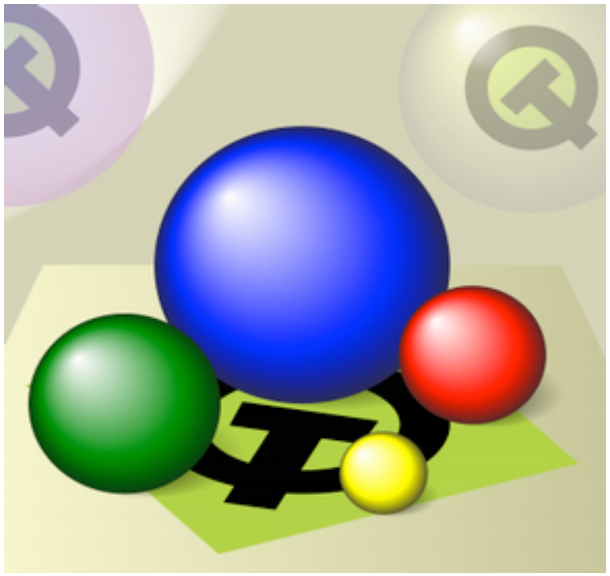
- QSvgWidget
  - QSvgRenderer

OpenGL

- QGLWidget
  - QGLPixelBuffer
  - QGLFramebufferObject

Impression

- QPrinter



QSvgWidget

#4 Interaction avec formes géométriques

Picking

Picking avec QRect, QRectF

- **intersects**()
- **contains**()

Picking avec QPainterPath

- **intersects**(const QRectF & rectangle)
- **intersects**(const QPainterPath & path)
- **contains**(const QPointF & point)
- **contains**(const QRectF & rectangle)
- **contains**(const QPainterPath & path)

Retourne l'intersection

- QPainterPath **intersected**(const QPainterPath & path)

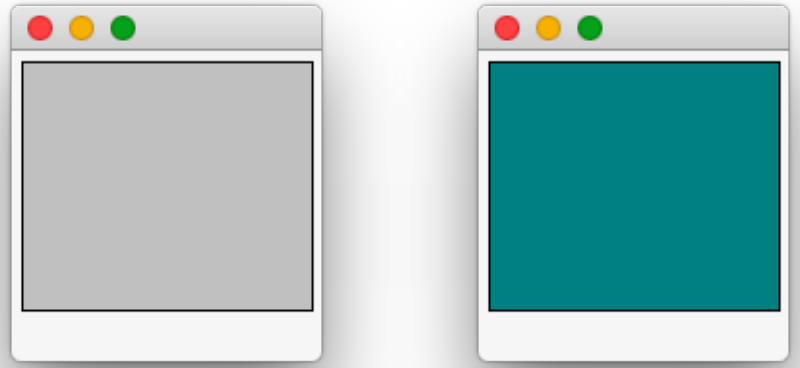
Picking / Interaction

Exemple

- teste si la souris est dans le rectangle quand on appuie sur le bouton de la souris
- change la couleur du rectangle à chaque clique

```
def __init__(self):
    super().__init__()
    self.myBool = True                      # variable d'instance booleen
    self.rect = QRect(5,5,140,120)          # variable d'instance rectangle

def mousePressEvent(self, event):           # evenement mousePress
    self.pStart = event.pos()
    if self.rect.contains(event.pos()):         # test la position
        self.myBool =  not self.myBool
    self.update()                           # demande la MAJ du dessin
```

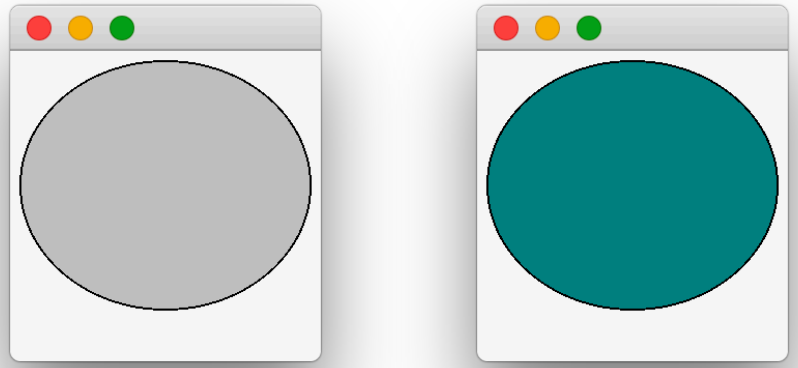
```
#evenement QPaintEvent
def paintEvent(self, event):
    painter = QPainter(self)
    if self.myBool:
        painter.setBrush(Qt.lightGray)
    else:
        painter.setBrush(QColor(Qt.darkCyan))
    painter.drawRect(self.rect)
```



Formes non rectangulaires

Utilisation des **regions**

```
def __init__(self):
    super().__init__()
    self.myBool = True                      # variable d'instance booleen
    self.rect = QRect(5,5,140,120)              # variable d'instance rectangle

def mousePressEvent(self, event):           # evenement mousePress
    self.pStart = event.pos()
    ellipse = QRegion(self.rect,QRegion.Ellipse) # défini une region elliptique
    if ellipse.contains(event.pos()):       # test la position
        self.myBool =  not self.myBool
    self.update()                           # demande la MAJ du dessin


#evenement QPaintEvent
def paintEvent(self, event):
    painter = QPainter(self)
    if self.myBool:
        painter.setBrush(Qt.lightGray)
    else:
        painter.setBrush(QColor(Qt.darkCyan))
    painter.drawEllipse(self.rect)
```



#5 Performances de l’affichage

Performance de l'affichage

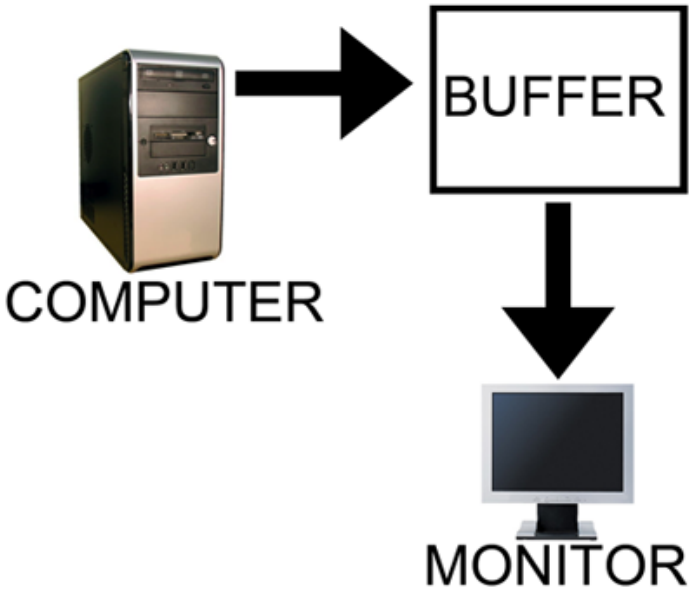
Problèmes classiques :

- **Flickering** et **tearing** (scintillement et déchirement)
- **Lag** (latence)

Flickering

Flickering

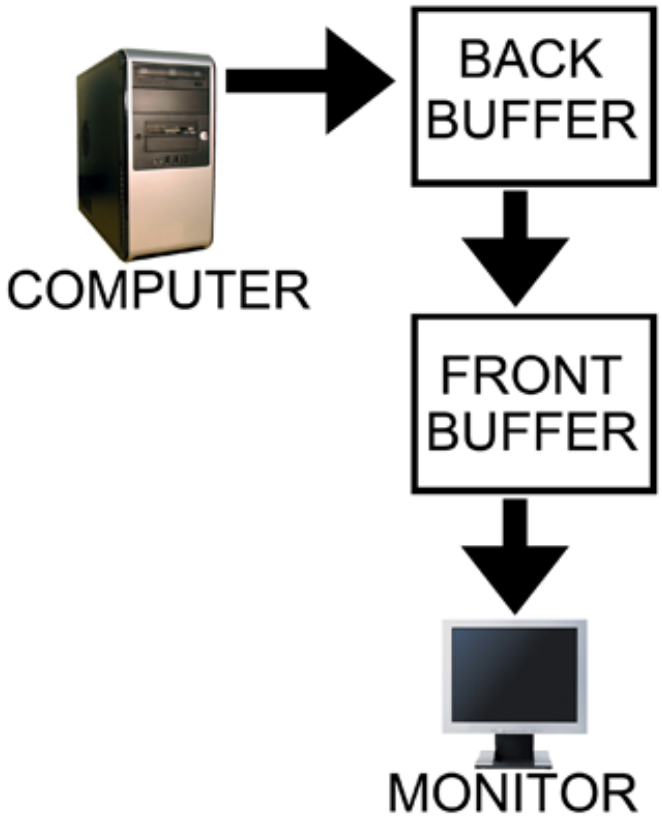
- scintillement de l'affichage car l'oeil perçoit les images intermédiaires
- exemple : pour rafraichir cette page il faut :
  - 1) tout « effacer » (repeindre le fond)
  - 2) tout redessiner
  - => scintillement si le fond du transparent est sombre alors que le fond de la fenêtre est blanc



Double buffering

Double buffering

- solution au flickering :
  - dessin dans le back buffer
  - recopie dans le front buffer (le buffer vidéo qui contrôle ce qui est affiché sur l'écran)
- par défaut avec Qt4

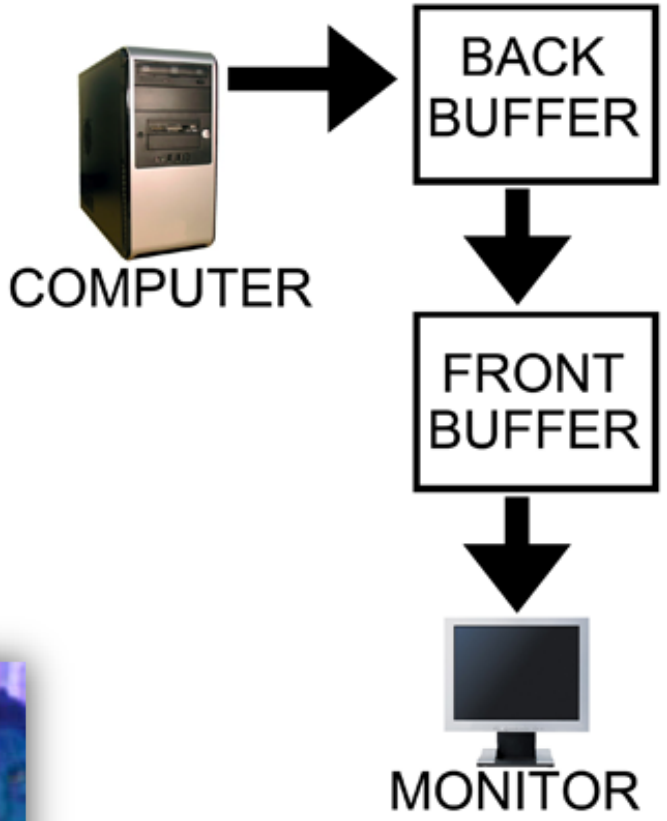


source: AnandTech

Tearing

Possible problème : **Tearing**

- l'image apparait en 2 (ou 3...) parties horizontales
- problème : recopie du back buffer
  avant que le dessin soit complet
  - mélange de plusieurs "frames" vidéo
  - en particulier avec jeux vidéo et autres applications graphiquement demandantes



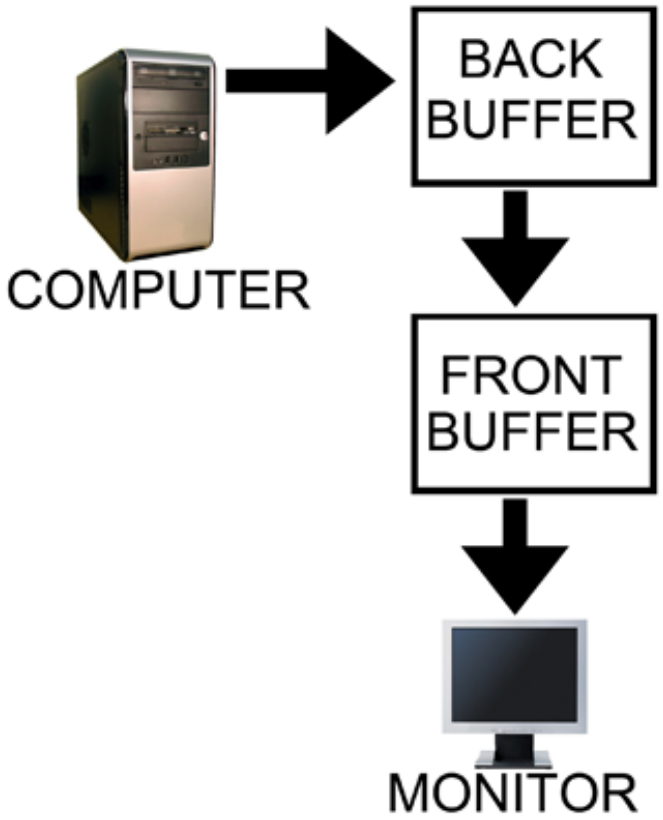
Example:

source: AnandTech

Tearing

Solution au **Tearing**

- **VSync** (Vertical synchronization)
- rendu synchronisé avec l'affichage
- inconvénient : ralentit l'affichage



source: AnandTech

Performance de l’affichage

Latence (lag)

- effet : l’affichage «ne suit pas » l’interaction
- raison : le rendu n'est pas assez rapide

Performance de l'affichage

Latence (lag)

- effet : l'affichage *ne suit pas* l'interaction
- raison : le rendu n'est pas assez rapide

Solutions

- afficher moins de choses :
  - dans l'espace
  - dans le temps
- afficher en mode XOR

Performance de l’affichage

Afficher moins de choses dans l'espace

- **Clipping** : réduire la zone d'affichage
  - méthodes rect() et region() de QPaintEvent
- "**Backing store**" ou équivalent
  - 1) copier ce qui ne change pas dans une **image**
  - 2) afficher cette image dans la zone de dessin
  - 3) afficher la partie qui change par dessus

Performance de l'affichage

Afficher moins de choses dans le temps

- sauter les images intermédiaires :
  - réafficher une fois sur deux… ou selon l'heure
- les timers peuvent être utiles (cf. **QTimer**)