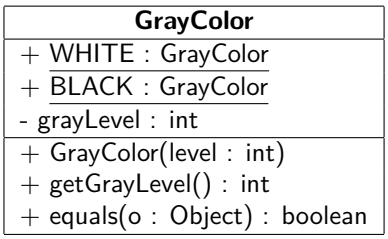
Manipulation d'images[1]

On s'intéresse à la représentation et la manipulation d'images. Ces images seront constituées de pixels caractérisés par une couleur représentant un niveau de gris.
Pour un aperçu du travail à réaliser : `java -jar image.jar /images/fruit.pgm 15 16`, ou remplacer `fruit.pgm` par un autre fichier fourni dans le dossier `images` l'archive sur le portail.

Les couleurs Les niveaux de gris considérés seront codés par un entier sur 8 bits, et donc entre 0 et 255. De telles couleurs sont représentées par la classe `GrayColor` du paquetage `image.color` définie ainsi :



où l'attribut `grayLevel` représente le niveau de gris (entre 0 et 255) de cette couleur. Les constantes `BLACK` et `WHITE` correspondent respectivement aux couleurs dont le niveau de gris est 0 et 255.

Q 1 . Codez la classe `GrayColor`.

Dans la suite il ne faudra pas confondre les objets `GrayColor` et leur attribut `grayLevel`...

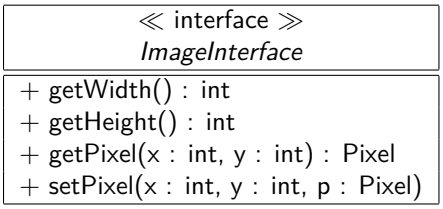
Les Pixels Les pixels sont modélisés par des objets de la classe `Pixel`. Les instances de cette classe dipose d'un attribut représentant leur couleur, comme définie ci-dessus.

Q 2 . Codez la classe `Pixel` :

- la classe `Pixel` apppartient au paquetage `image`
- son attribut (de type `image.color.GrayColor`) et ses modificateur (`setColor`) et accesseur (`getColor`)
- un constructeur qui prend en paramètre la valeur d'initialisation de l'attribut
- la méthode `equals` qui considère que deux pixels sont égaux si leurs couleurs sont égales
- une méthode `colorLevelDifference` qui a pour résultat un entier positif qui correspond à l'écart entre le niveau de gris de ce pixel et d'un autre.
  Pour obtenir la valeur absolue d'un nombre vous pourrez utiliser la méthode statique `abs` de la classe `java.lang.Math`.

Les images Une image est modélisée par des instances de la classe `Image` du paquetage `image`. Cette classe

- doit implémenter l'interface `image.ImageInterface`



  Les méthodes `getPixel` et `setPixel` déclenchent une `UnknownPixelException` (fournie) si les coordonnées *(x,y)* sont invalides.

  Dans le coordonnées x répresente la coordonnée « horizontale » et y la coordonnée « verticale ». Le point de coordonnées $(0, 0)$ est le point situé en haut à gauche de l'image. L'axe des x est donc orienté vers la droite et celui des y vers le bas.

- dispose d'un constructeur qui prend en paramètre la largeur et la hauteur de l'image en nombre de pixels. L'image créée est initialement composée uniquement de pixels de couleur blanche.

[1] Inspiré de « Introduction à la science informatique » dirigé par Gilles Dowek, p113.

- propose une méthode `changeColorPixel` de signature :

  ```
  public void changeColorPixel(int x, int y, GrayColor color)
  ```

  qui pour effet d'attribuer la couleur `color` au pixel de coordonnées (`x`,`y`).

  Cette méthode lève une exception `UnknownPixelException` si le pixel de coordonnées (x, y) n'existe pas pour cette image.

- propose une méthode

  ```
  public Image edges(int threshold)
  ```

  qui permet de créer une nouvelle image obtenue à partir de l'image initiale par *extraction de contours*. Un exemple du résultat souhaité est présenté à la figure 1.

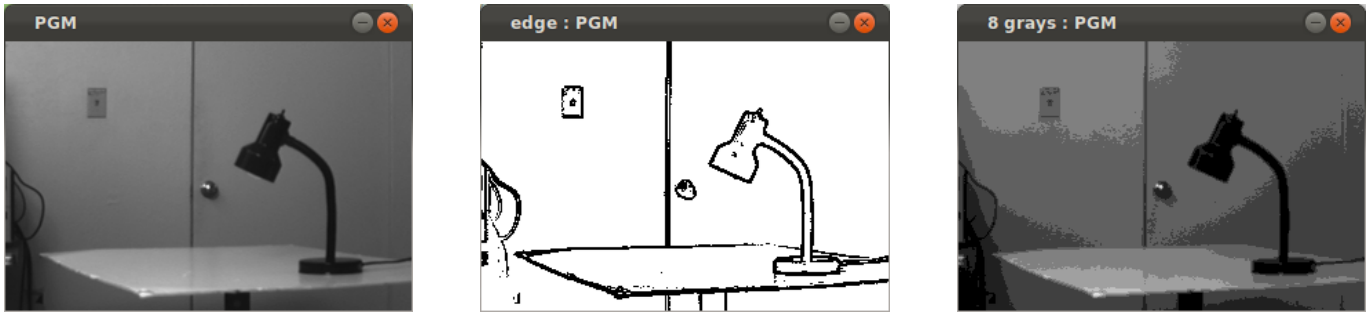


Figure 1: A gauche l'image initiale, au centre l'image résultat obtenue par extraction de contours avec un seuil de 10 et à droite l'image obtenue en diminuant à 8 le nombre de niveaux de gris.

  Il n'est pas très compliqué d'obtenir l'image résultat (l'image des « *contours* ») à partir de l'image initiale. En effet, une manière de procéder[2] est la suivante : un pixel de l'image résultat est noir s'il appartient au contour de l'image initiale, c'est-à-dire s'il est *très différent* de l'un des deux points situés à sa droite ou en-dessous de lui dans l'image initiale. « *Très différent* » signifie que la différence entre les niveaux de gris de deux pixels est supérieure à un *seuil* fixé. Les autres pixels de l'image résultat (ce qui ne sont pas identifiés comme appartenant à un contour) sont blancs.

  Le seuil à prendre en compte pour l'extraction des contours est le paramètre[3] de la méthode `edges`.

- propose une méthode

  ```
  public Image decreaseNbGrayLevels(int nbGrayLevels)
  ```

  qui produit une nouvelle image obtenue à partir de l'image initiale en utilisant un nombre de niveaux de gris limité, déterminé par `nbGrayLevels`. On pourra supposer que `nbGrayLevels` est une puissance de 2 comprise entre 2 et 128.

  Un exemple du résultat recherché peut être observé à la figure 1.

  On peut à nouveau travailler de manière assez simple[4] : on décompose l'intervalle [0,255] en `nbGrayLevels` sous-intervalles de taille t. Dans la nouvelle image, chaque pixel de l'image initial de couleur $c \in [k \times t, (k+1) \times t]$ est remplacé par un pixel de couleur $k \times t$.

Q 3 . Codez la classe `Image` en complétant le fichier fourni.

Q 4 . Définissez une classe `ImageExample` disposant d'une méthode `main` qui

- crée une image $\mathcal{I}$ (blanche) de taille (100, 200)
- crée (« dessine ») dans cette image des rectangles :
  - noir de taille 20×30 à partir du point (10,30)
  - gris, niveau 64, de taille (20×50) à partir du point (50,50)
  - gris, niveau 230, de taille (20×50) à partir du point (20,110)
- affiche cette image. Pour cela, après en avoir généré puis consulté la documentation, vous utiliserez la classe `ImageDisplayer` fournie et en particulier sa méthode `display` qui permet l'affichage d'une image respectant le type `ImageInterface`.

[2] imparfaite mais simple à mettre en œuvre
[3] threshold=seuil
[4] Avec cette méthode une image à 2 niveaux de gris ne sera pas en noir et blanc, mais en noir et gris (128)

- crée l'image obtenue en extrayant les contours de $\mathcal{I}$ pour un seuil fixé et affiche cette image. Vous testerez plusieurs valeurs de seuil, notamment pour vérifier qu'une valeur trop importante peut entrainer la « disparition » d'une forme.

Q 5 . Définissez une classe `ImageMain` disposant d'une méthode `main` pour créer une image à partir d'un fichier au format `pgm`.

Vous exploiterez pour cela la méthode `initImagePGM` fournie dans la classe `Image` et utiliserez l'un des exemples proposés dans le répertoire `images` (à placer dans le répertoire `classes` ou dans le `jar`, à la racine).

Dans ce `main` vous afficherez l'image initiale et les images obtenues par extraction des contours de celle-ci et en en diminuant le nombre de niveaux de gris utilisés.

Le nom du fichier image, le seuil d'extraction de contours et le nombre de niveaux de gris à utiliser pourront être fournis comme paramètres de la ligne de commande d'exécution du programme.

Par exemple :

```
java image.Main /images/fruit.pgm 15 16
```

Q 6 . Rendez votre travail en le déposant sur GitLab dans un dossier nommé `image`. Vous appliquerez les consignes habituelles pour la structure du dossier et le fichier `readme.md`. Dans ce fichier vous indiquerez notamment comment procéder pour exécuter chacun des deux « `main` » des questions 4 et 5 et dans chaque cas vous indiquerez également comment produire un `jar` exécutable.

Vous ajouterez le dossier `images` à la racine de votre archive.