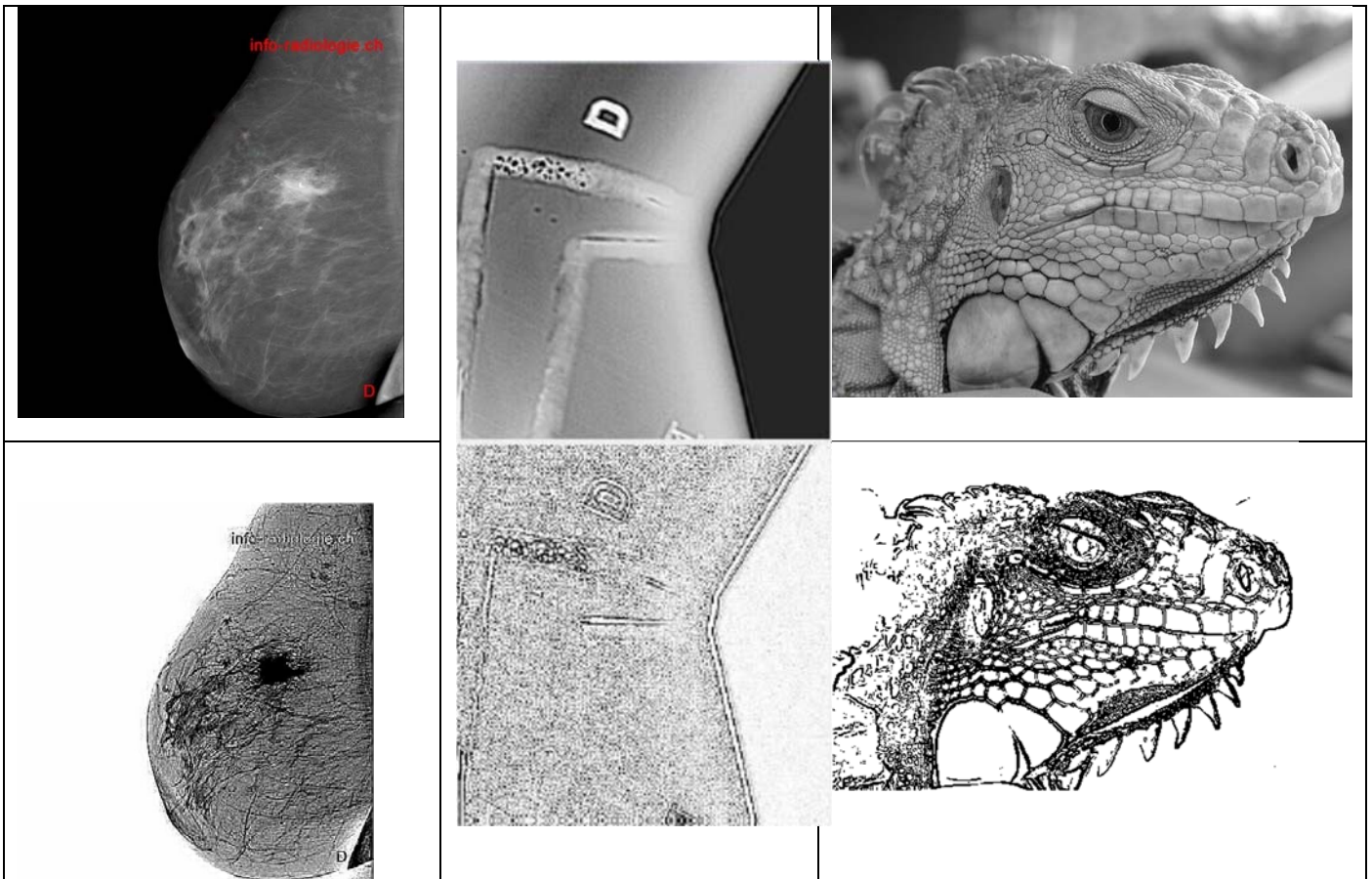


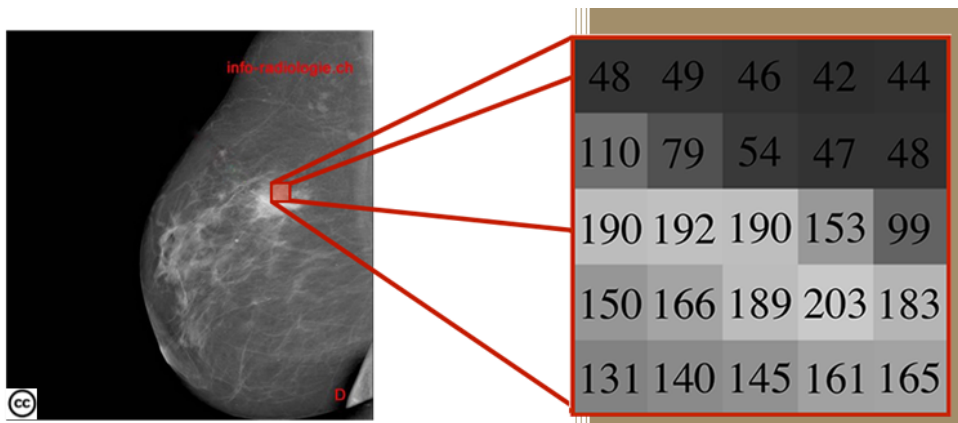
On peut souhaiter identifier les contours d'une image numérique, par exemple dans un cadre médical pour poser un diagnostic, dans un cadre industriel pour effectuer un contrôle non destructif d'une pièce ou tout simplement pour des raisons esthétiques !



Nous allons ici progressivement comprendre comment réaliser un tel traitement.

1) De l'intuition à la modélisation !

On travaille sur une image en niveaux de gris : **c'est un tableau de pixels !**



Question 1 : sur quel intervalle est codé le gris ? : [0;255]. On a 256 gris possibles.

Notre cerveau est capable rapidement, de façon non consciente, de détecter des contours.

230	200	220	210	215
212	79	54	47	195
218	54	190	153	192
220	47	49	51	183
215	200	195	192	200

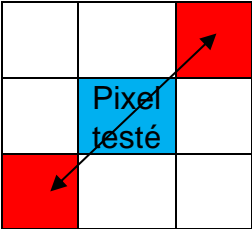
Question 2 : sur ce tableau de pixels : sur quels pixels placerais-tu un contour ?

Une première modélisation : **la notion de rupture de continuité**

Un contour peut se caractériser par une rupture (discontinuité) d'intensité du niveau de gris dans l'image suivant une (ou des) direction(s) donnée(s).

Pour un pixel donné, si le niveau de gris des pixels voisins est "très différent" de celui de ce pixel, on considérera que ce pixel fait partie d'un contour.

Mais comment calculer cette différence ?

Se repérer	Choisir une direction	Calculer un écart																																																																													
<table border="1"> <tr><td>$x-1;y-1$</td><td>$x;y-1$</td><td>$x+1;y-1$</td></tr> <tr><td>$x-1;y$</td><td>$P(x,y)$</td><td>$x+1;y$</td></tr> <tr><td>$x-1;y+1$</td><td>$x;y+1$</td><td>$x+1;y+1$</td></tr> </table> <p>Question 3 : dans chacune des cases, indiquer les coordonnées du pixel en fonction de x et y.</p>	$x-1;y-1$	$x;y-1$	$x+1;y-1$	$x-1;y$	$P(x,y)$	$x+1;y$	$x-1;y+1$	$x;y+1$	$x+1;y+1$	 <p>On choisit ici de comparer deux pixels situés en diagonale de part et d'autre de notre pixel central.</p>	<p>Question 4 : calculer l'écart entre les deux pixels rouges : 2</p> <table border="1"> <tr><td>230</td><td>200</td><td>220</td><td>210</td><td>215</td></tr> <tr><td>212</td><td>79</td><td>54</td><td>47</td><td>195</td></tr> <tr><td>218</td><td>54</td><td>190</td><td>153</td><td>192</td></tr> <tr><td>220</td><td>47</td><td>49</td><td>51</td><td>183</td></tr> <tr><td>215</td><td>200</td><td>195</td><td>192</td><td>200</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td>230</td><td>200</td><td>220</td></tr> <tr><td>212</td><td>79</td><td>54</td></tr> <tr><td>218</td><td>54</td><td>190</td></tr> </table> <p>Question 5 : même question avec :</p> <table border="1"> <tr><td>230</td><td>200</td><td>220</td><td>210</td><td>215</td></tr> <tr><td>212</td><td>79</td><td>54</td><td>47</td><td>195</td></tr> <tr><td>218</td><td>54</td><td>190</td><td>153</td><td>192</td></tr> <tr><td>220</td><td>47</td><td>49</td><td>51</td><td>183</td></tr> <tr><td>215</td><td>200</td><td>195</td><td>192</td><td>200</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td>200</td><td>220</td><td>210</td></tr> <tr><td>79</td><td>54</td><td>47</td></tr> <tr><td>54</td><td>190</td><td>153</td></tr> </table> <p>156</p>	230	200	220	210	215	212	79	54	47	195	218	54	190	153	192	220	47	49	51	183	215	200	195	192	200	230	200	220	212	79	54	218	54	190	230	200	220	210	215	212	79	54	47	195	218	54	190	153	192	220	47	49	51	183	215	200	195	192	200	200	220	210	79	54	47	54	190	153
$x-1;y-1$	$x;y-1$	$x+1;y-1$																																																																													
$x-1;y$	$P(x,y)$	$x+1;y$																																																																													
$x-1;y+1$	$x;y+1$	$x+1;y+1$																																																																													
230	200	220	210	215																																																																											
212	79	54	47	195																																																																											
218	54	190	153	192																																																																											
220	47	49	51	183																																																																											
215	200	195	192	200																																																																											
230	200	220																																																																													
212	79	54																																																																													
218	54	190																																																																													
230	200	220	210	215																																																																											
212	79	54	47	195																																																																											
218	54	190	153	192																																																																											
220	47	49	51	183																																																																											
215	200	195	192	200																																																																											
200	220	210																																																																													
79	54	47																																																																													
54	190	153																																																																													

Pour éviter d'avoir un signe négatif dans la soustraction, il suffira de prendre "la valeur absolue" de cette différence !

Question 6 : parmi ces deux pixels et selon le critère choisi, lequel ou lesquels semble(nt) appartenir à un éventuel contour ?

II) Première automatisation avec un tableur ! La notion de seuil et de binarisation.

Pour rendre plus facile la manipulation on se propose d'utiliser une feuille d'un tableur.

Ouvrir le fichier :seuilEtape1.xlsm

Image initiale				Avec deux voisins				
200	220	210	215	0	0	0	0	0
79	54	47	195	0	2	156	25	0
54	190	153	192	0	166	0	146	0
47	49	51	183	0	25	47	3	0
200	195	192	200	0	0	0	0	0

On remarque que les pixels du bord ont été mis à 0 : ils sont particuliers car ils ne disposent pas de 8 voisins....

Reste à définir comment nous allons décider si un pixel appartient ou non à un contour.

On décide d'utiliser un seuil : si la valeur de la différence est supérieure à ce seuil on retient le pixel !

Compléter les deux résultats obtenus pour deux valeurs du seuil :

Question 7 : seuil =20					Question 8 : seuil = 50				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Consigne : si la valeur de la différence est supérieure on seuil, on retient ce pixel : on mettra un 1 dans la case (0 sinon).

On pourra vérifier les résultats à ces questions en changeant le seuil sur la feuille du tableur et en cliquant sur le bouton !

b) Quatre directions, huit voisins !

Question 11 : ouvre la feuille de tableur seuilEtape3.xlsm et complète là pour 8 voisins (on pourra tester un seuil de 20 puis un seuil de 150).

Image initiale					Avec deux voisins					Avec 4 voisins					Avec 8 voisins				
230	200	220	210	215	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
212	79	54	47	195	255	2	156	25	255	255	40	163	38	255	255	219	169	157	255
218	54	190	153	192	255	166	0	146	255	255	233	28	195	255	255	237	103	195	255
220	47	49	51	183	255	25	47	3	255	255	34	146	10	255	255	227	146	140	255
215	200	195	192	200	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
					Seuil 100					Seuil 100					Seuil 120				
Gris					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
					0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
					0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

IV) En Python, un algorithme !

Ouvrir une image en niveaux de gris

Créer une image vide qui contiendra les contours : un pixel du contour sera noir (niveau de gris 0) sinon on le laissera blanc (niveau de gris 255).

Pour chaque pixel de l'image initiale :

Récupérer son niveau de gris

Calculer la norme sur 8 pixels voisins.

Si cette norme > seuil

Alors on met un pixel noir dans le fichier image contour

Sinon on met un pixel blanc.

En Python, nous utiliserons deux boucles for imbriquées.

Ouvrir sous Edupython le programme : DetectContour.py

Deux lignes sont à compléter : ligne 29 et 34 !

```

for y in range(1,dimy-1) :
    for x in range ( 1, dimx-2):

        rvbCentre = image1.getpixel((x,y)) # Le pixel central

        rvbVoisin1= image1.getpixel((x+1,y-1)) # Les 8 voisins
        rvbVoisin2= image1.getpixel((x-1,y+1))

        rvbVoisin3= image1.getpixel((x-1,y-1))
        rvbVoisin4= image1.getpixel((x+1,y+1))

        rvbVoisin5= image1.getpixel((x,y-1))
        rvbVoisin6= image1.getpixel((x,y+1))
        rvbVoisin7= image1.getpixel((x-1,y))
        rvbVoisin8= image1.getpixel((x+1,y))

        norme=

        if norme > :
            image2.putpixel((x,y),(0,0,0))

```

```

for y in range(1,dimy-1) :
    for x in range ( 1, dimx-2):

        rvbCentre = image1.getpixel((x,y)) # le pixel central !

        rvbVoisin1= image1.getpixel((x+1,y-1)) # Les 8 voisins
        rvbVoisin2= image1.getpixel((x-1,y+1))

        rvbVoisin3= image1.getpixel((x-1,y-1))
        rvbVoisin4= image1.getpixel((x+1,y+1))

        rvbVoisin5= image1.getpixel((x,y-1))
        rvbVoisin6= image1.getpixel((x,y+1))
        rvbVoisin7= image1.getpixel((x-1,y))
        rvbVoisin8= image1.getpixel((x+1,y))

        norme=int(round(sqrt((rvbVoisin1[0]-rvbVoisin2[0])**2+(rvbVoisin3[0]-rvbVoisin4[0])**2+(rvbVoisin5[0]-rvbVoisin6[0])**2+(rvbVoisin7[0]-rvbVoisin8[0])**2),0))

        if norme >50:
            image2.putpixel((x,y),(1,1,1))

```