

La photographie numérique

Pour tester ses connaissances

Pour chacune des question, choisissez **la** bonne réponse à l'aide de vos connaissances.



Revoir la vidéo

a/ Photographie numérique et c/ Modification d'image

1) L'appareil photo d'un smartphone permet de réaliser des photos :

- argentiques.
- numériques.
- voltaïques.

2) Les photos d'un smartphone peuvent être stockées :

- sur la carte mémoire.
- sur l'objectif.
- dans le capteur.

3) L'espace numérique nécessaire pour enregistrer une photo numérique se mesure en :

- octets.
- pixels.
- pouces.

b/ Qualité d'une image numérique

1) La plus petit élément d'une image numérique est :

- le picto.
- le pixel.
- l'octet.

2) Une image est de meilleure qualité lorsqu'elle est en :

- haute résolution.
- résolution moyenne.
- basse résolution.

3) Lorsqu'on agrandit une image, elle est :

- plus nette.
- toujours aussi nette.
- moins nette ou aussi nette.

1) L'extension d'un fichier image peut être :

- wav.
- jpg.
- txt.

2) Une photo compressée :

- a des couleurs plus vives.
- prend moins d'espace mémoire.
- est en noir et blanc.

3) Un filtre photographique permet :

- de trier les images.
- de modifier une image numérique.
- d'enregistrer une image.

d/ Droit et image

1) Mettre la photo de quelqu'un sur Internet nécessite :

- de demander son accord.
- d'écrire son nom sous la photo.
- de ne rien lui dire.

2) Une photo sur Internet :

- est toujours gratuite et réutilisable librement.
- peut toujours être utilisée mais est parfois payante.
- n'est pas toujours librement réutilisable.

3) Lorsqu'on envoie un selfie à quelqu'un :

- son utilisation est incontrôlable.
- il est facile de contrôler sa diffusion.
- il peut être supprimé quand on le désire.

Activités

Activité 1. Repères historiques

The timeline illustrates the evolution of photography through five key milestones:

- 1827: La naissance de la photographie** (Black and white photo of a window)
- 1957: La première photo numérisée** (Black and white photo of a man's face)
- 1969: L'invention du capteur CCD** (Close-up of a CCD sensor)
- 1975: L'apparition des appareils photo numériques** (Image of an early digital camera)
- 2000: Les téléphones portables avec appareil photo** (Image of a mobile phone with a camera)

QUESTIONS

- Comparer la vitesse de l'évolution des technologies de la photographie argentique avec celles de la photographie numérique.
- Indiquer les différences fondamentales entre une photographie argentique et une photographie numérique.
- Que change le capteur CCD pour la photographie ?

La première photographie en couleur

En 1861, l'Anglais Thomas Sutton et l'Écossais James Clerk Maxwell ont obtenu la première photographie en couleur à partir d'un ruban à carreaux. Le ruban était divisé en quatre bandes colorées : rouge, vert, bleu et noir. Chaque couleur était capturée par un capteur différent. Les images étaient ensuite combinées pour créer une image tridimensionnelle.

La première photographie en couleur

En 1861, l'Anglais Thomas Sutton et l'Écossais James Clerk Maxwell ont obtenu la première photographie en couleur à partir d'un ruban à carreaux. Le ruban était divisé en quatre bandes colorées : rouge, vert, bleu et noir. Chaque couleur était capturée par un capteur différent. Les images étaient ensuite combinées pour créer une image tridimensionnelle.

Le début de la photographie en couleur

En 1861, l'Anglais Thomas Sutton et l'Écossais James Clerk Maxwell ont obtenu la première photographie en couleur à partir d'un ruban à carreaux. Le ruban était divisé en quatre bandes colorées : rouge, vert, bleu et noir. Chaque couleur était capturée par un capteur différent. Les images étaient ensuite combinées pour créer une image tridimensionnelle.

La première photographie en couleur

En 1861, l'Anglais Thomas Sutton et l'Écossais James Clerk Maxwell ont obtenu la première photographie en couleur à partir d'un ruban à carreaux. Le ruban était divisé en quatre bandes colorées : rouge, vert, bleu et noir. Chaque couleur était capturée par un capteur différent. Les images étaient ensuite combinées pour créer une image tridimensionnelle.

Le premier appareil photo numérique

Le premier appareil photo numérique, c'est-à-dire capable d'enregistrer une image sous forme de bits dans sa mémoire, est créé en 1975 par la société américaine Kodak, par Steven J. Sasson. Cet appareil utilise un capteur CCD et enregistre des images en noir et blanc sur des cassettes, un processus qui prend 23 secondes !

Les téléphones portables avec appareil photo

Les premiers téléphones portables capables de prendre des photos ont été vendus par Sharp et Samsung en 2000, démarrant ainsi la photo numérique. Aujourd'hui, plus de 1 000 milliards de photos sont prises chaque année par des smartphones, soit plus de 85 % des photos dans le monde.

Activité 2. L'œil et le capteur photographique

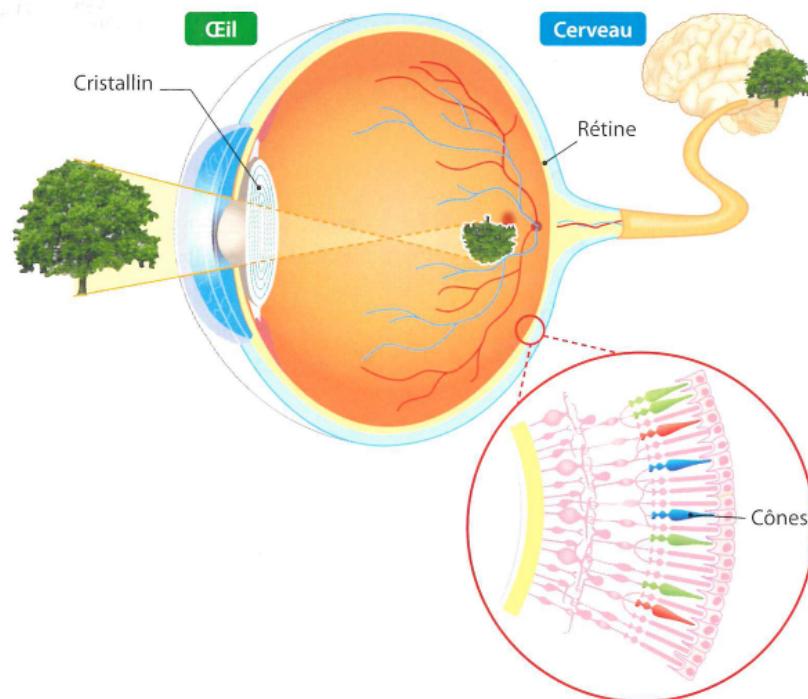
L'appareil photo numérique, largement inspiré de l'œil humain, permet de capturer puis d'enregistrer les images de manière à reproduire ce que nous voyons le plus fidèlement possible.

? En quoi l'image produite dépend-elle des caractéristiques du capteur et du réglage de l'appareil ?

DOC1 La vision humaine

Les rayons lumineux sont projetés au fond de l'œil sur la rétine. Celle-ci comprend des cellules sensibles à la lumière : les **cônes**. Certains cônes perçoivent la couleur rouge, d'autres la couleur verte et d'autres la couleur bleue. Les cônes sensibles au vert sont les plus présents chez l'être humain. Ils transforment l'énergie lumineuse en impulsion électrique. Cette impulsion est transmise au cerveau par l'intermédiaire du nerf optique. La couleur est ensuite reconstituée par le cerveau par addition du rouge, du vert et du bleu.

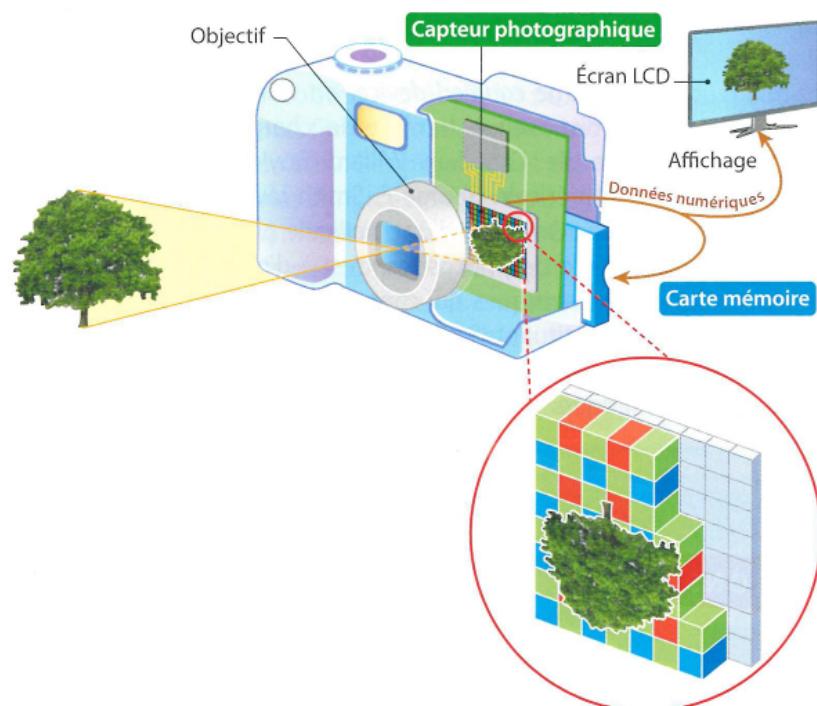
Capture d'une image : de l'œil au cerveau



DOC2 L'appareil photo numérique

Les rayons lumineux sont projetés dans l'appareil photo sur le **capteur photographique**. Celui-ci est constitué de cellules sensibles à la lumière. La mesure de l'intensité lumineuse est transformée en données numériques puis stockée dans la mémoire de l'appareil.

Capture d'une image : du capteur au stockage sur la carte mémoire



VIDÉO

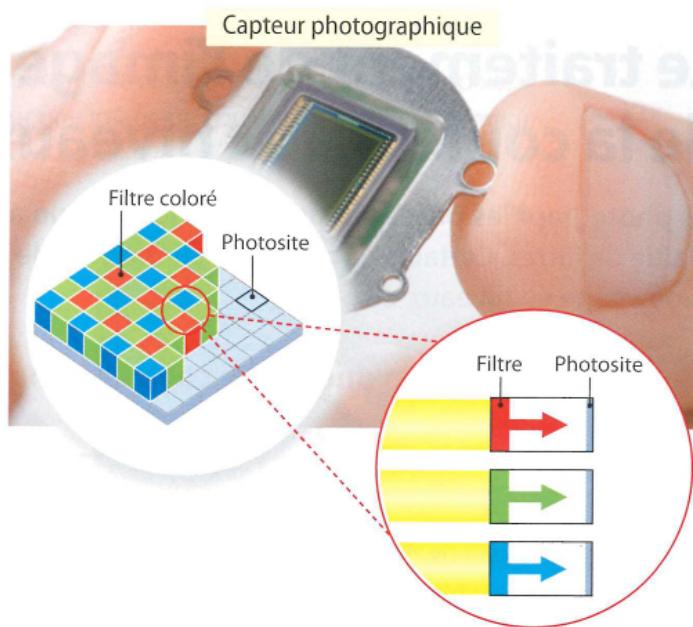


De l'argentique
au numérique

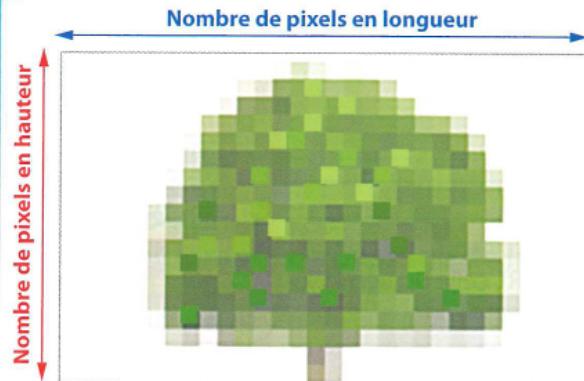
lienmini.fr/3389-504

DOC3 Le fonctionnement du capteur photographique

Le capteur photographique de l'appareil photo est composé de cellules sensibles à la lumière (on parle de cellules photosensibles) : les **photosites**. Ces cellules sont recouvertes de filtres colorés ne laissant passer que les rayons d'une seule couleur : rouge, vert ou bleu (2 verts, 1 bleu et 1 rouge par carré). Elles mesurent ainsi l'intensité lumineuse des rayons rouges (R), des rayons verts (V) et des rayons bleus (B). La **définition d'un capteur** est le nombre total de ses photosites.



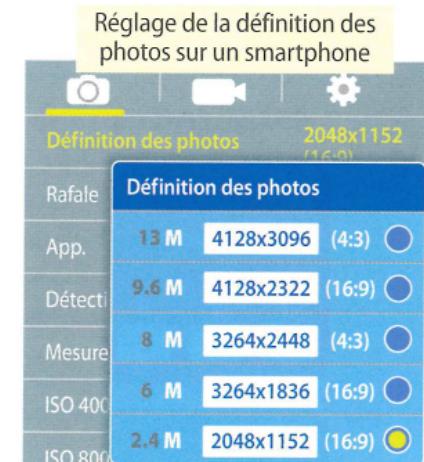
DOC4 Les pixels d'une image



Dans l'appareil photo, il est possible de régler :

- la **définition d'une photo**, soit le nombre total de pixels qui composent l'image (nombre de pixels en longueur × nombre de pixels en hauteur, par exemple 2048×1152) ;
- la **résolution d'une photo**, soit le nombre de pixels par unité de longueur. Elle s'exprime en général en pixels par pouce (ppp). Elle est utilisée pour connaître la qualité d'une image sur un écran ou imprimée.

Après la capture d'une image, les données de couleurs sont enregistrées sous la forme d'un « tableau de **pixels** », c'est-à-dire de petits carrés d'une couleur donnée. Une image est formée de millions de pixels, plus ils sont nombreux plus l'image est précise.



QUESTIONS

- 1 DOC 1 ET 2.** Comparer la capture d'une image par un œil humain et par un appareil photo.
- 2 DOC 1 ET 3.** Comparer la structure de la rétine d'un œil et celle d'un capteur photo.
- 3 DOC 4.** Quel réglage permet d'obtenir des photos de meilleure qualité ?

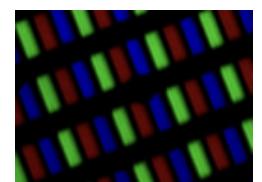
- 4 CONCLUSION.** Que représentent la définition du capteur et la définition d'une photo ? Le nombre de pixels de la photo est-il nécessairement égal au nombre de photosites du capteur ?

Activité 3. Coloration de pixels

Première partie : Notion d'image numérique

Voici un écran d'*iPhone 5s* zoomé à la loupe binoculaire.

Chaque pixel (contraction de *picture element*) peut donc se décomposer en trois sous-pixels de couleur rouge, verte ou bleue.



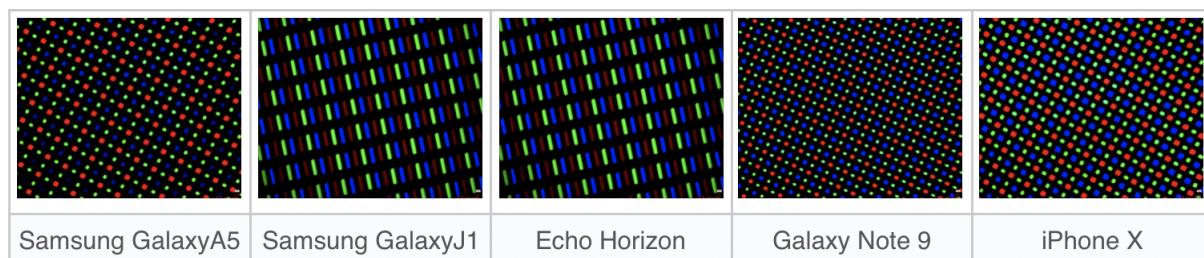
Grâce au site <http://physique.ostralo.net/images>, dans l'onglet « Les couleurs d'une image », observer comment le réglage de l'intensité des 3 sous-pixels rouge, vert et bleu peut générer une multitude de couleurs.

La perception « uniforme » pour l'œil, qui ne distingue pas (sauf à la loupe) le détail des sous-pixels mais simplement une couleur globale, est due au pouvoir de résolution limité de l'œil humain.

Sachant que chaque sous-pixel (rouge, vert ou bleu) possède 256 nuances possibles (codée chacune de 0 à 255), combien de couleurs différentes peuvent être générées par ces 3 sous-pixels ?

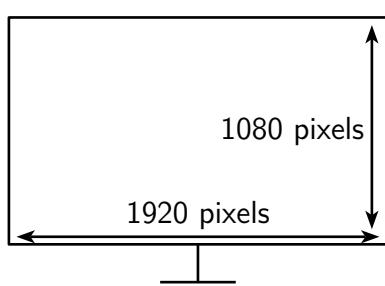
Deuxième partie : Avec votre smartphone

On peut constater des différences dans l'agencement ou la forme des pixels (et sous-pixels), suivant le modèle de smartphone observé :



Deux notions (très souvent confondues) sont à connaître :

- **Définition d'un écran** : c'est le nombre de pixels qui composent l'écran. Attention, on ne parle pas ici des sous-pixels rouge, vert, bleu, mais bien du pixel global créé par la réunion de ces trois sous-pixels. Cette définition est par exemple donnée sous la forme 1920×1080 .



Cela signifie que l'écran comporte 2073600 ($= 1920 \times 1080$) pixels répartis uniformément sur toute sa surface. On dit que 1920×1080 est la définition native de l'écran. Lorsque dans les réglages de votre ordinateur, on vous propose de changer la « résolution » (confusion de vocabulaire !), en la baissant par exemple à 1280×720 , les 2073600 pixels de cet écran restent bien présents mais se regroupent pour simuler un écran comportant moins de pixels : la qualité d'affichage se trouve alors dégradée.

- **Résolution d'un écran**, généralement exprimée en dpi (*dot per inch*) ou ppi (*pixel per inch*) : elle mesure donc le nombre de pixels disponibles sur une longueur de 1 pouce, soit environ 2,54 cm. Plus ce nombre est élevé, plus la taille des pixels est réduite, et plus l'image paraît donc précise.

La confusion entre ces deux notions est due, notamment, à leur traduction anglaise. « Définition » est traduit par « *display resolution* » alors que « résolution » est traduit par « *pixel density* ». On voit bien l'apparition du faux-amis « *resolution/résolution* ».

- 1) Rechercher la définition de votre écran de smartphone.

- 2) Mesurer la largeur de l'écran de votre téléphone, et convertir cette mesure en pouces.
- 3) Calculer alors la résolution de votre écran (exprimée en pixels par pouce). Vous pouvez comparer votre mesure avec les renseignements trouvés dans les spécifications de votre téléphone.
Vous pouvez aussi vérifier vos calculs grâce au site <http://www.pxcalc.com/>.
- 4) Un téléviseur UltraHD possède un écran dont la définition est égale à 3840×2160 pixels. Voici ses spécifications :

Type d'écran	OLED
Taille de l'écran	55 pouces
Diagonale de l'écran	140 cm
Format de l'écran	16/9
Ecran large	Oui
Ecran incurvé	Non
Compatible 3D	Non
Résolution	3840 x 2160 pixels
Design	Ultra slim

- Le constructeur a-t-il respecté les définitions des deux notions vues ci-dessus ?
- Sachant qu'une taille d'écran de 55 pouces (la longueur de sa diagonale) signifie que sa largeur mesure environ 48 pouces, et sa hauteur 27 pouces, calculer la résolution de cet écran de télévision.
- Comparer avec les résolutions de vos écrans de téléphone calculées à la question 3.
- Pourquoi les fabricants de téléviseurs ne font-ils pas de la résolution de leurs écrans un argument publicitaire ?

Troisième partie : Usage de Python pour créer une image

Sur un écran d'ordinateur (ou de smartphone, de calculatrice...), chaque pixel est repéré par deux coordonnées, le pixel de coordonnées (0,0) étant le pixel en haut à gauche de l'écran, celui de coordonnées (1,0) le deuxième pixel de la première ligne, etc.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

Voici comment on pourrait représenter par exemple un écran de 64 pixels :

```
from PIL import Image
from matplotlib.pyplot import imshow

img = Image.new("RGB", (8,8))
```

Les deux premières lignes permettent de charger :

- le module `Image` pour créer (ou charger dans le cas d'une image déjà existante) et effectuer des opérations sur une image ;
- la fonction `imshow` pour afficher une image.

et la troisième de créer une image de 64 pixels (pour l'instant, tous de couleur noire).

Ajouter dans la même cellule la ligne ci-dessous qui permet de colorer le pixel en haut à gauche (de coordonnées (0,0)) en rouge (on précise, en effet, que le sous-pixel rouge est à 255, le vert à 0 et le bleu à 0).

```
img.putpixel((0,0),(255,0,0))
```

Ajouter enfin la ligne ci-dessous pour visualiser l'image, puis exécuter le contenu de la cellule.

```
imshow(img)
```

Réaliser les étapes suivantes (à faire valider par l'enseignant une par une) :

- 1) Modifier le programme pour colorer en rouge uniquement le deuxième pixel de la première ligne puis uniquement le troisième.
- 2) Modifier le programme pour colorer en rouge toute la première ligne. La méthode trouvée est-elle la plus concise ?
- 3) Modifier à nouveau le programme pour colorer en rouge uniquement la deuxième ligne, puis uniquement la troisième ligne.
- 4) Trouver comment colorer en rouge toutes les lignes de l'image, de la façon la plus simple possible.

- 5) Afin de pouvoir facilement changer de couleur, créer une fonction `creation_image` utilisant un paramètre nommé `couleur` qui contiendra le code actuel du programme (uniquement la première ligne figure ci-dessous).

```
def creation_image(couleur) :  
    img = Image.new("RGB", (8,8))
```

Une fois le code exécuté, l'appel en console de `creation_image((255,0,0))` devra afficher une image rouge mais `creation_image((0,255,0))` devra afficher une image verte.

- 6) Ajouter deux paramètres à la fonction, `longueur` et `largeur`, pour pouvoir changer le nombre de pixels à la demande.
- 7) **Pour aller plus loin** : réaliser une image avec un dégradé.

Activité 4. Les métadonnées d'une photo numérique

Certaines photos numériques contiennent des métadonnées normalisées suivant le format *EXIF* : *EXchangeable Image file Format*.

- 1) Grâce à l'outil en ligne <http://exif.regex.info/exif.cgi>, explorer les métadonnées de l'image ex_act_EXIF.jpg ci-contre.

- 2) Avec quel matériel photo a-t-elle été prise ?

Quel jour ?



- 3) Pouvez-vous localiser l'endroit où cette photo a été prise ?

- 4) Voici une image de la Statue de la Liberté.

D'après vous, où cette photo a-t-elle été prise ?

- 5) Vérifier à l'aide de l'outil en ligne précédent.

Vous pourrez utiliser le site <https://www.geoportail.gouv.fr/> et copier-coller la latitude et la longitude dans le champ de recherche.



Activité 5. Fusion d'images avec Python

Voici deux images de même dimension : 300 × 200.



L'objectif à atteindre à partir de ces deux images est simple à deviner : inclure Pikachu dans le paysage. Après les avoir téléchargées dans un même dossier de l'ENT, créer, dans ce dossier, un nouveau notebook depuis JupyterLab, que vous allez renommer fusion.ipynb.

On va saisir une série d'instructions pour obtenir la fusion des deux fichiers comme décrite ci-dessus.

Étape 1 : On utilise 2 bibliothèques (ou librairies, mot mal traduit de l'anglais *library*) pour manipuler les fichiers et les images.

- PIL est la bibliothèque regroupant des fonctions concernant la manipulation d'images.
- NEROFS est la bibliothèque regroupant des fonctions concernant la manipulation des fichiers sur l'ENT.

```
from PIL import Image
from nerofs import NEROFS
```

Étape 2 : On crée un objet nerofs permettant la manipulation (chargement, enregistrement) des fichiers dans *JupyterLab*. Cette étape est vraiment propre à *JupyterLab*.

```
neroofs = NEROFS("")
```

Étape 3 : On charge le fichier `surprised_pika.jpg` dans un objet `image1`.

Puis on crée un objet `img1` à partir du fichier d'origine, qui sera alors directement manipulable avec les outils de la bibliothèque PIL.

```
image1 = neroofs.open("surprised_pika.jpg", "rb")
# L'image doit être enregistrée à la racine
# de votre dossier "Mes Documents" de l'ENT
img1 = Image.open(image1)
```

Vous pouvez vérifier que l'image s'affiche correctement en exécutant l'instruction `img1` dans une nouvelle cellule.

Étape 4 : On va récupérer les informations des composantes R,V,B de chaque pixel à l'aide de la méthode `getpixel`. Recopier, par exemple, les deux lignes suivantes dans une nouvelle cellule et observer le contenu de la variable `p`.

```
p = img1.getpixel((0,0))
print(p)
```

Étape 5 : À l'aide d'instructions similaires, créer une variable `img2` contenant les informations des pixels de l'image `paysage.jpg`. Vérifiez que l'image s'affiche correctement.

Étape 6 : En vous inspirant si besoin du programme déjà réalisé lors de l'activité **Coloration de pixels** sur la création d'image, créer une variable `img3` dont les dimensions sont les mêmes que les deux images fournies.

Étape 7 : Après avoir réfléchi au principe, écrire un programme qui permet d'obtenir *Pikachu* avec le paysage en fond. On terminera le code en demandant la visualisation de l'image fusionnée avec l'instruction `img3`.